El Enfoque por Competencias en las Ciencias Básicas

CASOS Y EJEMPLOS EN EDUCACIÓN EN INGENIERÍA

ciie
Centro de Investigación e Innovación Educativa

confedi
Consejo Federal de Decanos de Ingeniería
República Argentina

COMPILADORES
Mgr. Ing. Uriel R. Cukierman
Ing. Guillermo C. Kalocai

© 2019 Editorial Edutecne S.A.

Mgr. Ing. Uriel R. Cukierman, Ing. Guillermo C. Kalocai

El enfoque por Competencias en las Ciencias Básicas.
Casos y ejemplos en Educación en Ingeniería.

Atribución – No Comercial (by-nc): Se permite la generación de obras derivadas siempre que no se haga con fines comerciales. Tampoco se puede utilizar la obra original con fines comerciales. Esta licencia no es una licencia libre.

Diseño gráfico: Serifa · serifa.com.ar

El enfoque por competencias en la ciencias básicas : casos y ejemplos en educación en Ingeniería / Marisa Battisti... [et al.]; compilado por Uriel Cukierman ; Guillermo Kalocai. - 1a ed.- Ciudad Autónoma de Buenos Aires : edUTecNe ; Ciudad Autónoma de Buenos Aires : CONFEDI - CIIE, 2019.
Libro digital, PDF

Archivo Digital: descarga y online
ISBN 978-987-4998-16-3

1. Educación. 2. Ingeniería. 3. Competencia. I. Battisti, Marisa. II. Cukierman, Uriel, comp. III. Kalocai, Guillermo, comp.
CDD 620.007

El Enfoque por Competencias en las Ciencias Básicas

Casos y ejemplos en Educación en Ingeniería

COMPILADORES Mgr. Ing. Uriel R. Cukierman · Ing. Guillermo C. Kalocai

EDITORES CONFEDI y CIIE

COMPILADORES

Mgr. Ing. Uriel R. Cukierman

Ing. Guillermo C. Kalocai

El Enfoque por Competencias en las Ciencias Básicas

Casos y ejemplos en
Educación en Ingeniería

Comité Ejecutivo CONFEDI

Presidente — Pablo Recabarren

Decano Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales - Universidad Nacional de Córdoba

Presidente Honorario — Roberto Aguirre

Facultad de Ingeniería - Universidad Nacional de la Patagonia San Juan Bosco

Presidente Saliente — Roberto Giordano Lerena

Decano Facultad de Ingeniería - Universidad FASTA

Vicepresidente — Guillermo Oliveto

Decano Facultad Regional Buenos Aires - Universidad Tecnológica Nacional

Secretario General — José Basterra

Decano Facultad de Ingeniería - Universidad Nacional del Nordeste

Secretario Permanente — Jorge Omar Del Gener

Decano Facultad Regional Avellaneda - Universidad Tecnológica Nacional

Presidente Comisión Mujer en Ingeniería — Liliana Rathmann

Decana Facultad de Ingeniería - Universidad Atlántida Argentina

Presidente Comisión de Enseñanza — Graciela Orelo

Decana Facultad de Ingeniería - Universidad Juan Agustín Maza

Presidente Comisión de Ciencia, Tecnología y Extensión — Guillermo Lombera

Decano Facultad de Ingeniería - Universidad Nacional de Mar del Plata

Presidente Comisión de Relaciones Interinstitucionales e Internacionales — Miguel Ángel Sosa

Decano Facultad Regional Delta - Universidad Tecnológica Nacional

Comité Ejecutivo CONFEDI

Presidente Comisión de Postgrado — Marcelo De Vincenzi

Decano Facultad de Tecnología Informática - Universidad Abierta Interamericana

Presidente Comisión de Interpretación y Reglamento — Carlos Savio

Decano Facultad de Tecnología y Ciencias Aplicadas - Universidad Nacional de Catamarca

Presidente Comisión de Estándares — Jorge Omar Del Gener

Decano Facultad Regional Avellaneda - Universidad Tecnológica Nacional

Presidente Comisión de Presupuesto — José Luis García

Decano Facultad Regional General Pacheco - Universidad Tecnológica Nacional

Presidente Comisión de Nuevos Alcances — Alberto Guerci

Decano Facultad de Ingeniería - Universidad de Belgrano

Presidente Comisión de Publicaciones — Diego Caputo

Decano Facultad de Ingeniería - Universidad Nacional de la Marina Mercante

Órgano de Fiscalización — Rubén Fernando Ciccarelli

Decano Facultad Regional Rosario - Universidad Tecnológica Nacional

Secretaría Ejecutiva — Mercedes Montes de Oca, Alaia Guruciaga

Prensa y Comunicaciones — Eugenia Vázquez

Compiladores

Mgr. Ing. Uriel R. Cukierman

Ingeniero Electrónico egresado de la Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Buenos Aires. Especialista en Sistemas de Información y Master en Tecnologías de la Información Aplicadas a la Empresa por la Universidad Politécnica de Madrid.

En la actualidad se desempeña como Investigador (Categoría "I" M.E.) y Profesor en la UTN en el cargo de Director del Centro de Investigación e Innovación Educativa (CIIE) de la FRBA, y como Research Professor de la Universidad de Nuevo México (EUA). Es también Vice-President of Capacity Building y Former-President de la International Federation of Engineering Education Societies (IFEES) y Director Asociado en InnovaHiEd. Dicta regularmente cursos sobre educación como profesor invitado en diversas universidades del país y del exterior, en particular en temas relacionados con Educación Basada en Competencias, Tecnología Educativa y otras cuestiones directamente relacionadas.

Se ha desempeñado anteriormente como Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Palermo, Miembro del Executive Committee del Global Engineering Deans Council (GEDC), Secretario de Tecnologías de la Información y la Comunicación en la UTN – Rectorado, Director de la Licenciatura en Tecnología Educativa de la UTN – FRA, Director del Departamento de Electrónica de la Escuela Técnica ORT N° 2 y posee más de treinta y cinco años de experiencia docente en diversas instituciones públicas y privadas nacionales. Se han publicado trabajos de su autoría en diversos medios, así como en publicaciones científicas nacionales e internacionales. Ha publicado tres libros, cinco capítulos de libros y más de cincuenta papers y otros documentos científicos y académicos.

Ha sido galardonado como Profesor Honorario en la Universidad Ricardo Palma (Perú), IEOM Distinguished Educator Award (EUA) e IGIP International Engineering Educator Award (Austria).

Compiladores

Ing. Guillermo C. Kalocai

Ingeniero Electrónico, graduado de la Universidad Nacional del Sur -UNS- en 1990.

Inició su carrera docente en la UNS, en 1985, como auxiliar estudiante y revistiendo en el presente como profesor por concurso en el Departamento de Ingeniería Eléctrica y de Computadoras de la UNS, en el área de Ingeniería de Programación.

Durante los primeros años de su actividad profesional tuvo desempeño en la industria electrónica y de computación, aplicada inicialmente a medicina y más tarde a los sistemas eléctricos de potencia. A mediados de los 90 volcó todo su quehacer al ámbito universitario.

En 2013 fue electo Director Decano de la unidad académica que lo aloja, cargo que reviste hasta la actualidad. Precedentemente ocupó roles de Vicedirector y de Secretario Académico del mismo departamento.

Es miembro del Consejo Federal de Decanos de Ingeniería de Argentina -CONFEDI-, participando de su Comité Ejecutivo desde 2016.

Es miembro del IEEE -The Institute of Electrical and Electronics Engineers- desde 1985, directivo actualmente de los capítulos argentinos de Educación en Ingeniería y de Implicancias Sociales de la Ingeniería. En el período 2009-2010 revistió el rol de Presidente de la sección argentina de la entidad.

Evaluadores

Alzugaray, Gloria — Universidad Tecnológica Nacional - Facultad Regional Santa Fé

Camacho, Rudix — Universidad Nacional de Jujuy

Camos, Cristina — Universidad Abierta Interamericana

Camprubi, Germán — Universidad Nacional del Nordeste

Cirimelo, Sandra — Universidad FASTA y Universidad Nacional de Mar del Plata

Cosia, Victoria — Universidad FASTA

Costa, Viviana — Universidad Nacional de La Plata

Cura, Omar — Universidad Tecnológica Nacional - Facultad Regional Bahía Blanca

Di Domenicantonio, Rossana — Universidad Nacional de La Plata

Forestello, Rosanna — Universidad Nacional de Córdoba

Garibay, María Teresa — Universidad Nacional de Rosario

Gasull, Viviana — Universidad Nacional de San Luis

Ghilardi, Lucía — Universidad Católica Argentina Cuyo

Gimeno, Patricia — Universidad Nacional de San Luis

González, María — Universidad Nacional del Sur

Graffigna, Ana — Universidad Nacional de Cuyo

Grinsztajn, Fabiana — Universidad Nacional de La Matanza

Evaluadores

Hossian, Alejandro — Universidad Tecnológica Nacional - Facultad Regional del Neuquén

Imperiale, Marcela — Universidad Nacional de La Matanza

Kowalski, Víctor — Universidad Nacional de Misiones

Laura, Roberto — Universidad Nacional de Rosario

Lores, Gustavo — Universidad Nacional de Jujuy

Martins de Abreu, Graciela — Universidad Nacional de Cuyo

Mastache, Anahí — Universidad Nacional de Buenos Aires

Noya, Graciela — Universidad Nacional de la Patagonia Austral

Orelo, Graciela — Universidad Maza

Poco, Adriana — Universidad Tecnológica Nacional - Facultad Regional Concepción del Uruguay

Rivero, Mariel — Universidad Nacional de Córdoba

Sacco, Lucía — Universidad Tecnológica Nacional - Facultad Regional San Nicolas

Savini, Ariel — Universidad Nacional de San Luis

Scancich, Miriam — Universidad Nacional de Rosario

Scardigli, Mónica — Universidad Tecnológica Nacional - Facultad Regional Buenos Aires

Yanitelli, Marta — Universidad Nacional de Rosario

Zabaleta, Gustavo — Universidad Nacional de Mar del Plata

Índice

Prólogo → 17
Por Mgr. Ing. Uriel R. Cukierman e Ing. Guillermo C. Kalocai

Un caso práctico de fuerzas de rozamiento estático: los frenos ABS. → 21

Fundamentos de Química: una experiencia para la enseñanza de gases basada en competencias. → 31

Un nuevo enfoque para la enseñanza de la Física en el ciclo básico de carreras de Ingeniería: evaluar y desarrollar competencias profesionales. → 40

El debate activo en Química Orgánica como estrategia didáctica para el desarrollo de competencias. → 51

Desarrollo de competencias genéricas a través de un proyecto de investigación sobre la calidad del agua. → 64
Educación en Ingeniería Industrial.

Una estrategia para enseñar Cálculo con el enfoque por competencias. → 78

La introducción de las TICs en la enseñanza de Química para Ingeniería y su influencia en la adquisición de competencias genéricas. → 92

Aprendizaje activo en la enseñanza: experiencias entre cátedras de Ingeniería y con escuelas secundarias. → 104

Trabajo Práctico Integrador del ciclo intermedio. → 113
Matemática y Estadística, FI-UNLZ.

Un diseño de actividades matemáticas para el desarrollo de competencias en las carreras de Ingeniería: cálculo en una variable en Ingeniería Electrónica. → 125

Jornadas de Estadística Aplicada como estrategia para contribuir al desarrollo de competencias en alumnos de Ingeniería. → 137

Aprendizaje por competencias en ciencias básicas. → 148
Recorrido de un portón levadizo no desbordante.

El movimiento de la materia y los fenómenos que desencadena. → 161

Comprensión del concepto de corriente alterna en primer año de carreras de Ingeniería. → 179

La investigación-acción como motor de cambios pedagógicos para promover el desarrollo de competencias en la formación del bioingeniero. → 192

La inducción electromagnética y el desarrollo de competencias de resolución de problemas en el ciclo básico de carreras de Ingeniería. → 208

Desarrollo de la creatividad e imaginación en estudiantes del ciclo básico de carreras de Ingeniería. → 222

Sensibilidad y especificidad. Enfoque basado en la competencia de resolución de problemas. → 233

Transformaciones lineales y videojuegos. → 245

Aprendizaje basado en proyectos, una estrategia para aportar a la adquisición de competencias. → 261

El desarrollo de la competencia resolución de problemas mediante la utilización de material didáctico diseñado con plataformas informáticas de animación. → 276

Enseñanza para el desarrollo de competencias. Una propuesta para "Análisis Matemático I". → 287

Evaluar competencias: presentación de caso en "Análisis Matemático I". Arte con funciones y GeoGebra. → 299

Aprendizaje basado en competencias. Estrategias en el ciclo de vida de un producto. → 308

Aulas de campo interdisciplinarias: articulación entre ciencias básicas y tecnologías aplicadas. → 317

Desarrollar competencias en Física Básica. Análisis de un caso de resolución de un problema semiabierto. → 330

Uso de enfoques interactivos para mejorar las habilidades de resolución de problemas en Ingeniería. ⟶ 347

El ensayo de laboratorio de carga y descarga de capacitores como una situación de integración. ⟶ 357

Integrando Materias Básicas. Una estrategia de enseñanza para estudiantes de primeros años de Ingeniería. ⟶ 368

Aplicación del enfoque por competencias en una clase de Matemática. ⟶ 381

Evaluación de competencias complejas en el tema óptica geométrica. ⟶ 395

"Dinámica de las Rotaciones" mediante un trabajo práctico de laboratorio. Recurso didáctico tradicional y TIC para la enseñanza de la medición, el análisis y la comparación utilizando, de manera efectiva, las técnicas y herramientas de aplicación en la Ingeniería. ⟶ 403

Una experiencia interdisciplinaria en Ingeniería Civil. ⟶ 416

La "clase invertida" y el desarrollo de competencias: una propuesta didáctica para introducir los espectros de frecuencia discretos. ⟶ 430

Uso de imágenes y problemas como métodos alternativos para la construcción de conocimientos y competencias genéricas en estudiantes de Química Orgánica y Biológica de la carrera de Bioingeniería. ⟶ 442

Aprendizaje de cónicas, autovalores, autovectores y desarrollo de competencias genéricas de Ingeniería. → 457

Propuesta didáctica para enseñanza de la estequiometria basado en competencias utilizando recursos digitales con rúbrica como Instrumento de evaluación. → 471

Caracterización de sistemas materiales con enfoque por competencias. Introducción a fenómenos de superficie y transporte. → 486

Diseño de una metodología didáctica integrada en Ingeniería Civil. → 499

Propuesta pedagógica de enseñanza de Química: la Ingeniería empieza en casa. → 510

Teoría de probabilidades y competencias. Una perspectiva desde la Educación Matemática. → 525

Desarrollo de competencias académicas específicas para el aprendizaje de la anatomía humana. → 538

Índice por autores → 549

Prólogo

El porqué de un libro sobre el enfoque por competencias en las Ciencias Básicas

En artículos ya publicados en la Revista Argentina de Ingeniería (RADI) [1] [2] [3] se ha descrito la historia que llevó al Consejo Federal de Decanos de Ingeniería (CONFEDI) a la elaboración del llamado Libro Rojo [4] en el que se presenta la "Propuesta de estándares de segunda generación para la acreditación de carreras de ingeniería en la República Argentina"

Todo el proceso que condujo a la elaboración del Libro Rojo, sumado al Programa de capacitación docente [5] desarrollado durante el año 2018, permitió poner sobre la mesa el tema de la necesaria adecuación, no sólo de los planes de estudios y de los diseños curriculares sino, y más importante aún, de los cambios que deben producirse en la dinámica áulica para que el mencionado estándar no sea un mero cambio formal, sino que permita actualizar la Educación en Ingeniería promoviendo un aprendizaje activo y centrado en el estudiante [6] [7].

Justo es decir que el Enfoque por Competencias (EC) [8] [9] no es en realidad un concepto nuevo en la Educación Tecnológica (también conocida por sus siglas en inglés STEM[1]). En efecto, quienes enseñamos asignaturas directamente relacionadas con la tecnología, o Ciencias Aplicadas, solemos de una manera u otra promover el desarrollo de competencias en nuestros alumnos, por lo menos aquellas conocidas como "Competencias Genéricas Tecnológicas". Párrafo aparte merecería la necesidad de incluir el desarrollo de las "Com-

1. Science, Technology, Engineering and Mathematics

petencias Genéricas Políticas, Sociales y Actitudinales" que incorpora el nuevo estándar propuesto [4], pero ese no es el tema del que nos ocuparemos en esta publicación, aunque ameritaría hacerlo en otra similar.

En los muchos encuentros y reuniones realizados en diversas facultades de ingeniería del país en los últimos años, ha surgido frecuentemente la consulta de los colegas docentes de Ciencias Básicas, muchos de ellos sin formación en Ingeniería, acerca de cómo promover en sus asignaturas el desarrollo de las competencias antes mencionadas. Al mismo tiempo, también nos encontramos con otros colegas que lo vienen haciendo con singular éxito. Es por ello que surgió la iniciativa de recopilar y dar a conocer las muchas y buenas experiencias que ya se están desarrollando para que sirvan de ejemplo e inspiración para otros colegas ávidos de iniciar el proceso de transformación que se requiere para que las Ciencias Básicas no sean el "paso previo" al aprendizaje de la Ingeniería sino, como lo son, una parte esencial de la formación de todo Ingeniero.

Este material resultó entonces de una convocatoria realizada en conjunto por el CONFEDI y el Centro de Investigación e Innovación Educativa (CIIE) de la UTN, destinada a recopilar experiencias de docentes y equipos de las unidades académicas que ya han comenzado a transitar senderos de las nuevas modalidades formativas, que acopian pues experiencia, y que desearon compartirlas, junto a sus reflexiones al respecto. Enfoca en particular el segmento de Ciencias Básicas y la selección fue el resultado de un trabajo dedicado de evaluación de un grupo más de 30 revisores calificados, luego de una exitosa convocatoria que registró 100 artículos presentados y producidos por más de 200 autores de facultades de ingeniería de todo el País. Pasado un tamiz inicial por pertinencia temática al título y por un análisis de coincidencia con trabajos ya publicados, los revisores y los compiladores seleccionaron los 42 trabajos que conforman este volumen, correspondientes a 27 facultades de ingeniería de todo el País y 113 autores.

Desde el Comité Editorial albergamos el anhelo de que las experiencias expuestas resulten un aporte valioso de los colegas, capaz de contribuir a despejar incertidumbres y preocupaciones, y, por otro lado, a consolidar confianza; Confianza y entusiasmo en la aptitud y actitud propia de cada uno de ustedes, colegas y lectores, para ser parte de este cambio paradigmático que va mucho más allá de estándares y procedimientos. Esta publicación pretende dar a conocer las innovaciones curriculares, locales y cotidianas, así como los esfuerzos puestos en juego para renovar, evaluar, revisar, aprender y aplicar las innovaciones que tiendan a lograr que los futuros graduados estén mejor dotados para un porvenir y una demanda que requerirá de competencias crecientes y cambiantes.

Vaya el reconocimiento y agradecimiento pues al grupo de revisores, a las autoridades ejecutivas y al apoyo administrativo del CONFEDI y la UTN y, principalmente, a los autores, cuya experiencia y generosidad han sido determinantes para lograr, a través de este libro, inspiración y ejemplo para el resto de los colegas de la academia.

Mgr. Ing. Uriel Cukierman — *Director del Centro de Investigación e Innovación Educativa, Facultad Regional Buenos Aires, Universidad Tecnológica Nacional*, uriel@utn.edu.ar

Ing. Guillermo C. Kalocai — *Director Decano del Departamento de Ingeniería Eléctrica y de Computadoras, Universidad Nacional del Sur*, gkalocai@uns.edu.ar

CABA, agosto 2019

🕮 REFERENCIAS

[1] G. Lores, «La formación de ingenieros: Nuevos estándares de acreditación de carreras,» *Revista Argentina de Ingeniería (RADI)*, vol. 10, pp. 18-21, 2017.

[2] S. Pagani, «Nuevos estándares de acreditación de carreras de ingeniería en Argentina. Proceso de diseño,» *Revista Argentina de Ingeniería (RADI)*, vol. 11, pp. 28-33, 2018.

[3] U. Cukierman y P. Recabarren, «Educación en la era de la 4ª Revolución Industrial: Competencias para un mundo donde lo único constante es el cambio,» *Revista Argentina de Ingeniería (RADI)*, vol. 11, pp. 83-86, 2018.

[4] Consejo Federal de Decanos de Ingeniería (CONFEDI), Propuesta de estándares de segunda generación para la acreditación de carreras de ingeniería en la República Argentina, Mar del Plata: Universidad FASTA Ediciones, 2018.

[5] U. Cukierman, «Informe sobre el Programa de capacitación de docentes para el desarrollo de un aprendizaje centrado en el estudiante en las carreras de ingeniería,» *Revista Argentina de Ingeniería (RADI)*, vol. 13, pp. 15-19, 2019.

[6] U. Cukierman, «Aprendizaje centrado en el estudiante: un enfoque imprescindible para la educación en ingeniería,» de *Aseguramiento de la calidad y mejora de la educación en ingeniería: Experiencias en América Latina*, Bogotá, ACOFI, 2018, pp. 27-39.

[7] R. Felder y R. Brent, «Active learning: An introduction,» *ASQ Higher Education Brief*, vol. 4, n° 2, 2009.

[8] A. Mastache, Formar personas competentes: Desarrollo de competencias tecnológicas y psicosociales, Buenos Aires: Noveduc, 2007.

[9] S. Tobón, Formación basada en competencias: pensamiento complejo, diseño curricular y didáctica, Ecoe, 2006.

Un caso práctico de fuerzas de rozamiento estático: los frenos ABS

Bergesse Tivano, Cristian René - cbergesse@hotmail.com
Culzoni, Cecilia - ceciliaculzoni@gmail.com
Lescano, Adriana - lescanoadri@gmail.com

Facultad Regional Rafaela - Universidad Tecnológica Nacional

RESUMEN · En este artículo, describimos de qué forma se puede abordar un contenido de Ciencias Básicas, correspondiente a la asignatura Física I de las carreras de ingeniería a través de un enfoque basado en competencias. Planteando un problema tecnológico, como el análisis del sistema de frenado de un automóvil ABS (*Antiblockiersystem*), se estudia cómo actúan las fuerzas de rozamiento, tanto estático como dinámico, y se muestran las ventajas del coeficiente estático por sobre el dinámico para efectivizar la distancia de frenado. Asimismo, se describen los pasos a seguir en una estrategia metodológica con un enfoque basado en competencias, vinculadas fundamentalmente con identificar, formular y resolver problemas de ingeniería y desempeñarse de manera efectiva en equipos de trabajo. También se compara este enfoque con el método tradicional de enseñanza.

Palabras clave — Física, fuerzas, competencias, rozamiento, frenado, ABS.

ABSTRACT · In this article, we describe how a content of Basic Sciences, corresponding to the subject Physics I of Engineering, can be dealt with using a competence-based approach. Posing a technological problem, such as the analysis of the ABS (Antiblockiersystem) braking system of a car, we study how both the static and dynamic friction forces act, and show the advantages of the static coefficient over the dynamic to optimize the braking distance. Likewise, we explain the steps to be followed in a methodological strategy with a competence-based approach, fundamentally linked with identifying, formulating and solving engineering problems and performing effectively in work teams. We also compare this approach with the traditional teaching method.

Keywords — Physics, forces, friction, braking, ABS

»

INTRODUCCIÓN

El antiguo paradigma de formación de profesionales basado en la enseñanza como simple esquema de transferencia de conocimientos que el alumno oportunamente sabrá abstraer, articular y aplicar eficazmente, ha ido perdiendo espacio en la realidad actual. La nueva visión de la sociedad propone ver al egresado universitario como un ser competente (con un conjunto de competencias), capaz de ejercer su profesión en la realidad que lo rodea [1].

En particular en Argentina, y en palabras del Consejo Federal de Decanos de Ingeniería [2], "hay consenso en cuanto que el ingeniero no sólo debe saber, sino también saber hacer. El saber hacer no surge de la mera adquisición de conocimientos sino que es el resultado de la puesta en funciones de una compleja estructura de conocimientos, habilidades, destrezas, etc. que requiere ser reconocida expresamente en el proceso de aprendizaje para que la propuesta pedagógica incluya las actividades que permitan su desarrollo.

En este contexto, los diseños curriculares de las carreras de ingeniería en la Universidad Tecnológica Nacional son claros en este sentido. En el Diseño Curricular de Ingeniería Industrial, por ejemplo, se citan varios. La inserción de los temas propios de cada asignatura en el paradigma técnico-productivo vigente (especialmente en las etapas de integración horizontal y vertical de conocimientos) y el desarrollo de competencias en el contexto socioeconómico actual y prospectivo deben ser relevantes en la formación del ingeniero.

En este marco, la enseñanza de las Ciencias Naturales, y en especial la Física, resultan fundamentales en la formación del ingeniero. Como lo expresó el escocés D´Arcy Thompson, uno de los biólogos matemáticos más reconocidos de nuestro tiempo, "para mi comprensión, la ciencia física es nuestra única maestra y guía" en estudiar los fenómenos de la naturaleza [3]. El estudiante debe ver desde el primer día la relación de la Física con su perfil de la profesión a través del enfrentamiento a situaciones prácticas que pueda resolver aplicando los conocimientos de Física que se le imparten [4].

UN ENFOQUE BASADO EN COMPETENCIAS

Posee competencias profesionales quien dispone de los conocimientos, destrezas y actitudes necesarias para ejercer una profesión, puede revisar los problemas profesionales de forma autónoma y flexible y está capacitado para colaborar en su entorno profesional y en la organización del trabajo [5]. El modelo educativo debe procurar organizar la enseñanza con la finalidad que los educandos logren desarrollar capacidades para resolver problemas, tanto a nivel social como personal [6].

En este sentido, en las "consideraciones generales" del Libro Rojo de CONFEDI [7] se trata de consolidar un modelo de aprendizaje centrado en el estudiante, con un enfoque basado en competencias y descriptores de conocimiento. Es desde esta perspectiva donde el sujeto puede elegir y movilizar sus recursos personales, de redes (datos, teorías, especialistas, entre otros) y realizar con estos una atribución contextualizada en un espacio, tiempo y sustentado en una relación para la transferencia de esas capacidades en la resolución de problemas [8].

El presente artículo propone tratar un contenido que está establecido en la asignatura Física I, denominado fuerzas de rozamiento, para abordarlo desde un problema en particular (el sistema de frenos ABS en comparación con el sistema tradicional de frenado), donde se pongan de manifiesto las competencias tecnológicas "identificar, formular y resolver problemas de ingeniería" y "utilizar de manera efectiva las técnicas y herramientas de aplicación en la ingeniería". Además, al llevar a cabo el trabajo en equipos, se pone en juego la competencia "desempeñarse de manera efectiva en equipos de trabajo".

LA ENSEÑANZA DEL ROZAMIENTO, UN EJEMPLO TRADICIONAL

Las leyes que obedecen al rozamiento determinan características de fenómenos naturales presentes en nuestra vida cotidiana, pero a pesar de ello, hay pocas investigaciones concretas sobre hechos didácticos relacionados con este concepto [9].

De lo que se puede observar en libros de textos universitarios, se nota que el roce es generalmente asociado a un efecto retardador o disipativo y que no hay una adecuada contextualización de las leyes empíricas usadas en su modelización. Predomina la interpretación intuitiva del fenómeno como derivado de la rugosidad de las superficies en contacto sin enfatizar sus limitaciones, ya que este modelo únicamente es válido a escala macroscópica [10].

Asimismo, en muchas ocasiones, se omiten problemas en donde esté vinculado el rozamiento para evitar complicaciones en su tratamiento, sobre todo por la complejización de los modelos matemáticos asociados a este concepto. Incluso, esto se torna explícito en varios libros de texto: "En muchos casos, la magnitud de la fuerza de fricción cinética fk experimental es aproximadamente proporcional a la magnitud **n** de la fuerza normal. En tales casos, representamos la relación con la ecuación $f_k=\mu_k.n$, donde μ_k es una constante llamada coeficiente de fricción cinética" para luego comentar que "la ecuación anteriormente citada sólo es una representación aproximada de un fenómeno complejo" y denotan que muchos factores, aunque influyen en el rozamiento "no los tendremos en cuenta, puesto que en este capítulo nos concentraremos en los casos más sencillos" [11]. Asimismo, los mismos autores vuelven a retomar este contenido cuando hacen referencia a las fuerzas no conservativas en la unidad referida a Energía, y ponen énfasis en que no se mantiene constante la energía mecánica cuando actúan fuerzas disipativas, como el rozamiento.

En un estudio acerca del tratamiento del rozamiento en diferentes libros de texto y artículos científicos se concluye que, en la mayoría de los libros de texto, las fuerzas de fricción se relacionan con determinados temas (fuerzas, movimiento, trabajo, energía, visco-

sidad, etc.) pero lo hacen con ejemplos estandarizados, como el del bloque que se desliza sobre una superficie horizontal y sobre un plano inclinado; de una persona que se desplaza caminando; de una bolita que cae en un fluido, y no se incorporan ejemplos extraídos de los deportes, la medicina, la ingeniería, que muestran de forma más significativa para los alumnos la importancia del rozamiento en los fenómenos que nos rodean [12].

PARTIENDO DE UN PROBLEMA: EL ROZAMIENTO Y EL SISTEMA DE FRENOS ABS Ingeniería es la profesión en la que el conocimiento de las ciencias matemáticas y naturales adquiridas mediante el estudio, la experiencia y la práctica, se emplea con buen juicio a fin de desarrollar modos en que se puedan utilizar, de manera óptima, materiales, conocimiento, y las fuerzas de la naturaleza en beneficio de la humanidad, en el contexto de condiciones éticas, físicas, económicas, ambientales, humanas, políticas, legales, históricas y culturales [7].

En consecuencia, la resolución de problemas queda planteada como una competencia valiosa que el alumno de ingeniería debe alcanzar en su formación [13]. Es razonable pensar que el logro de esta competencia para resolver problemas se consigue a lo largo de la carrera. También, para conseguirla, cada profesor deberá diseñar su aporte para contribuir a la calidad del egresado.

En este sentido, partir del problema acerca de cómo frena un auto en forma tradicional y cómo lo hace a través de un sistema ABS (*Antiblockiersystem* por sus siglas en inglés) constituye un problema significativo, puesto que se requiere de una estrategia para su resolución, una práctica de enseñanza y de aprendizaje, que define su objetivo, selecciona métodos de trabajo, que evalúa el proceso por su pertinencia y su eficacia [13]. Asimismo, el problema a resolver es real, y aquí radica su importancia: se puede contrastar si su respuesta es eficiente. Por último, la motivación, puesto que resolver un problema real puede captar el interés del sujeto, ya que el freno de un automóvil, algo cotidiano en la vida de una persona que se traslada, va mucho más allá de planos inclinados, poleas o cuerpos, algo que interesa poco hasta a los mismos físicos [14].

CÓMO FRENA UN AUTO El sistema de frenos de un automóvil tiene por misión detener el vehículo a voluntad del conductor, ya sea por necesidades de la circulación o para evitar colisiones y atropellos. Para conseguir detener el vehículo se debe transformar la energía cinética que éste ha adquirido, gracias a la potencia desarrollada por el motor, y transferirla a un sistema externo hasta hacerla desaparecer. Fundamentalmente es un

mecanismo basado, en la mayoría de los casos, en un circuito hidráulico que lleva acoplados los mecanismos pertinentes para generar en las ruedas los efectos que permitan detener o aminorar la velocidad del vehículo. En las ruedas, el mecanismo de frenos, cuando es activado, aplica una fuerza, proporcional a la ejercida por el conductor sobre el pedal de freno, a un elemento de material antideslizante contra uno metálico, llamado disco o tambor según sea el tipo de freno, que gira solidario con la rueda; de esta manera, gracias al rozamiento entre el elemento antideslizante y el metal, se transforma parte de la energía cinética del vehículo en calor, que es transferido por radiación y convección al medio ambiente, a la vez que se genera una fuerza de retardo, en la banda de rodadura del neumático y sobre el suelo, opuesta a las fuerzas de inercia que siguen empujando el móvil.

De esta manera, los frenos de un vehículo paralizan las ruedas y dejan que el rozamiento neumático-asfalto detenga el vehículo. Sin embargo, ¿qué rozamiento actúa? ¿el estático o el dinámico?

Si el vehículo se detuviera instantáneamente solo actuaría el rozamiento estático. Sin embargo, se sabe que no es así: normalmente, aunque las ruedas estén quietas, el coche avanza unos metros deslizando sobre el asfalto. Esto se llama distancia de frenado. Como las ruedas están deslizando, el rozamiento que detiene el coche es el rozamiento dinámico.

Pero el rozamiento estático es mayor que el dinámico. Si se pudiera lograr que actuara el rozamiento estático, la fuerza de rozamiento sería mayor, y el coche recorrería menos distancia deslizándose sobre el asfalto. Es decir, se disminuiría la distancia de frenado, y el coche sería más seguro.

Esa es la idea del sistema ABS. ¿Cómo lo consigue? Detener completamente las ruedas causaría un deslizamiento sobre el asfalto y, por tanto, un rozamiento dinámico. Por el contrario, en el sistema ABS no se detienen totalmente los neumáticos sino que se mantiene un rozamiento estático, con una distancia menor de frenado, pero asegurando una detención más segura.

¿Cómo actúa el ABS? Sencillo: en lugar de frenar una sola vez las ruedas, los frenos ABS actúan intermitentemente, unas 50-100 veces por segundo, sobre las ruedas. Por eso los frenos ABS suenan como un traqueteo. Al actuar intermitentemente, las ruedas nunca están bloqueadas, y el rozamiento entre ellas y el suelo es siempre el estático, es decir, el mayor posible.

METODOLOGÍA DE TRABAJO Y ABORDAJE DE LA SITUACIÓN EN CLASE

A) DEFINIR EL PROBLEMA MEDIANTE EL ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN Y LOS DATOS · Se partirá de la imagen de un sistema de frenos convencional y de un sistema de frenos ABS [15], como los que se ilustran en las figuras 1 y 2.

Se solicitará a los alumnos que establezcan, a través de un cuadro comparativo, cuáles son las diferencias en el diseño y en las partes constitutivas de cada uno de ellos.

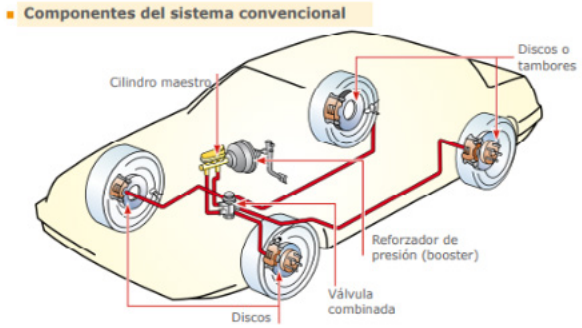


Fig 1. *Componentes del sistema convencional de frenos*

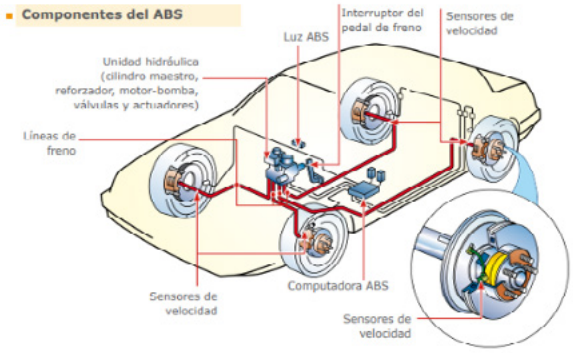


Fig. 2. *Componentes del sistema de frenos con ABS*

Al investigar en grupos cuáles son sus diferencias, se observará cómo actúa el rozamiento en los diferentes sistemas de frenos.

A partir de esta investigación, los alumnos junto al docente establecerán el problema, ¿por qué es más efectivo el sistema de frenos ABS que el convencional, sobre todo en superficies con dificultades para el frenado?

B) EXPLORAR EL PROBLEMA, IDENTIFICANDO SUS PARTES Y CATEGORIZÁNDOLO · Se abordará el problema en las materias integradoras de cada una de las carreras de ingeniería. En ellas, el docente, puede abordar los contenidos tomando como referencia las demás asignaturas, sobre todo las materias básicas.

C) PLANIFICACIÓN DE LAS ACCIONES PARA SOLUCIONAR EL PROBLEMA – EJECUTAR LAS ACCIONES · Se estudiará en la asignatura Física las condiciones para que se establezca el rozamiento. Se abordarán las leyes de este fenómeno, tanto en sólidos como en fluidos, y las condiciones macroscópicas, microscópicas y las leyes que lo gobiernan.

Asimismo, se trabajarán en el laboratorio las condiciones para calcular el coeficiente de rozamiento estático a través del plano inclinado y sus diferencias con el coeficiente de rozamiento dinámico.

Se analizarán tablas de coeficientes de rozamiento y se calcularán experimentalmente algunos de ellos, a través de montajes sencillos.

A partir de estos análisis y de establecer diferencias entre ambos coeficientes de rozamiento, se abordará nuevamente el estudio del problema de los frenos y cómo se detiene un auto, para comprender por qué se da más importancia en el ABS al coeficiente de rozamiento estático.

D) CONTROLAR SI LOS RESULTADOS OBTENIDOS SE ADECUAN A LOS ESPERADOS · Una vez comprendido el fenómeno del frenado en un automóvil, y de haber comprobado experimentalmente que el coeficiente de rozamiento estático es mayor que el dinámico y sus consecuencias en los sistemas de frenado, se utilizará un software de simulación para observar este fenómeno con un video de ruedas en contacto con pavimento para determinar, en cámara lenta, cómo se detiene un auto en diferentes superficies.

Se resolverán problemas y se tratará de observar este fenómeno en otros dispositivos mecánicos y electrónicos. Se tendrá en cuenta para ello tanto a sólidos como a fluidos.

E) GENERALIZAR LOS RESULTADOS · El fomentar la comunicación de los resultados obtenidos en ciencia es uno de los desafíos más importantes que hacen a la formación de un profesional, y una de las tareas más claras a llevar a cabo en las aulas [14]. Es por eso que los alumnos expondrán sus conclusiones en los laboratorios y su aplicación en la explicación del sistema de frenado, poniendo énfasis en los conocimientos adquiridos en Física I con respecto al rozamiento.

Se invitará a alumnos de otras carreras de ingeniería y a docentes de materias tecnológicas para discutir lo investigado.

CONCLUSIÓN

Cuando se desarrolla la tarea experimental en forma personal o grupal, interactuando a partir de una situación problemática, en la conceptualización y la modelización del trabajo, se genera una fuente de conocimiento frente a situaciones nuevas o relativamente nuevas [16].

Partir de un problema concreto como el de tratar de explicar el sistema de funcionamiento de frenos de un automóvil y su conexión con un contenido específico de la Física, constituye una forma de aprender más allá de la tiza y el pizarrón, con ejemplos concretos, de la vida cotidiana, que formarán parte de otros contenidos más amplios en la formación del ingeniero.

El trabajo a partir de competencias, tanto tecnológicas como de equipo, a partir de descriptores claros de contenidos se constituyen, de esta manera, en una práctica que debería tornarse habitual en las ciencias básicas.

Asimismo, la posibilidad de comunicar con efectividad los resultados y contarles a otros

lo que se ha logrado redescubrir, forma parte de la formación social del ingeniero, indispensable en el nuevo paradigma que le permitirá al estudiante formarse dentro y, sobre todo, fuera del ámbito académico. •

🕮 REFERENCIAS

[1] R. Giordano y S. Cirimelo, "Competencias en ingeniería y eficacia institucional", *Ingeniería Solidaria*, vol. 9, no. 16, pp. 119-127, dic. 2013.

[2] Consejo Federal de Decanos de Ingeniería (CONFEDI), *Competencias en ingeniería*. Mar del Plata: Universidad FASTA Ediciones, 2018.

[3] D´Arcy Wentworth Thompson, *On Growth and Form*. Dover. New York: Cambridge University Press, 1992.

[4] R. Garza Rivera, "El rol de la física en la formación del ingeniero", *Ingenierías FIME*, vol. IV, no. 13, pp 48-54, oct.-dic. 2001.

[5] M. Cano, "La evaluación por competencias en la educación superior del Profesorado", *Revista de Currículum y Formación de Profesorado*, vol. 12, no. 3, pp. 1-16, 2008.

[6] I. Aguerrondo. "Conocimiento complejo y competencias educativas. *IBE Working Papers on Curriculum Issues*", no. 8, UNESCO, Ginebra, Suiza, 2009.

[7] Consejo Federal de Decanos de Ingeniería (CONFEDI), *Propuesta de estándares de segunda generación para la acreditación de carreras de ingeniería en la República Argentina "Libro Rojo de CONFED*I", Universidad FASTA Ediciones, 2018.

[8] D. Muñoz y D. Araya, "Los desafíos de la evaluación por competencias en el ámbito educativo", *Educ. Pesqui*, vol. 43, no. 4, São Paulo, oct-dec. 2017.

[9] E. Saltiel, "Razonamiento de los estudiantes sobre el rozamiento cinético: el arrastre", Conferencia, Memorias II SIEF, Buenos Aires, pp. 10-12, 1994.

[10] S. Concari, R.Pozzo, y S. Giorgi, "La fuerza de rozamiento: ¿efecto retardador o acelerador del movimiento?", *Memorias REF IX*, pp. 468-476, 1995.

[11] Y. Hugh y R. Freedman, *Física universitaria*, vol. 1, 12ª edición. México:Pearson Educación, 1995.

[12] M. F. Arcodía y S. M. Islas, "Las fuerzas de roce en libros de texto y en revistas científicas", *Revista de Enseñanza de la Física*, vol. 19, no. 2, pp. 7-24, 2006.

[13] M. L. Jover, "La resolución de problemas en la enseñanza de la ingeniería", *Revista Argentina de Enseñanza de la Ingeniería*, año 4, no. 6, pp. 81-86, jul. 2003.

[14] E. Martinez, *Cómo se escribe un informe de laboratorio*. Buenos Aires: Eudeba, 2004.

[15] A. M. Parera, Frenos ABS. Barcelona: Marcombo, 1993.

[16] E. Jaime y C. Escudero, “El trabajo experimental como posible generador de conocimiento en enseñanza de la Física”, *Revista enseñanza de las ciencias*, vol. 29, no. 3, pp. 371–380, 2011.

Fundamentos de Química: una experiencia para la enseñanza de gases basada en competencias

Dominighini, Claudio - cldominighini@gmail.com
Cataldi, Zulma - zcataldi@gmail.com

Facultad Regional Buenos Aires - Universidad Tecnológica Nacional

RESUMEN · En este artículo se presenta el resultado preliminar de una experiencia realizada en un tema de química básica a fin de poder ponderar la enseñanza enfocada en competencias. En este caso se toman las competencias posibles que permitan dar sustento a las asignaturas específicas de la carrera: a) desempeñarse de manera efectiva en equipos de trabajo, b) comunicarse con efectividad y c) aprender en forma continua y autónoma.

El marco teórico de referencia se centra en las ideas de Barnett [1], Coll [2] y Ausubel et al. [3]. Se busca evaluar el aprendizaje de gases basado en el enfoque de competencias, tomando una experiencia didáctica con la finalidad de evaluar una posible mejora en la capacidad para la resolución de problemas para este tema en particular y para el aprendizaje autónomo en general. La metodología de investigación es descriptiva-experimental aplicada a cuatro cursos equivalentes del primer nivel de ingeniería. Dado que se mide el rendimiento en la resolución de problemas, se observa que esta forma de enseñanza favorece los aprendizajes mencionados basados en las competencias elegidas para el estudio. Se emplea una matriz de evaluación para registrar los avances de cada estudiante según las tres competencias planteadas.

Palabras clave — Competencias, Química.

ABSTRACT · In this article, we present the preliminary results of an experience carried out in a competence-based teaching context in the "Basic Chemistry" subject. In this case, the following possible competences to support the specific subjects of the Engineering degree are considered: a) to perform effectively in work teams, b) to communicate effectively and c) to learn continuously and autonomously.

The theoretical reference frame focuses on the ideas of Barnett [1], Coll [2] and Ausubel et al. [3]. The aim is to evaluate the learning process of the "gases" topic based on the competences approach, taking a didactic experience to know if the ability to solve problems for this particular topic and for autonomous learning in general is improved. This descriptive-experimental research methodology was applied to four equivalent courses of the first level of the engineering degree. Given that solving problems performance is measured, it is observed that this form of teaching favors the aforementioned learning based on the competences chosen for the study. We use a table or matrix to measure the progress of each student in the competencies listed.

Keywords — Competences, Chemistry.

»

INTRODUCCIÓN Este artículo se centra en la enseñanza de química basada en un enfoque *por competencias*, buscando dar sustento a las asignaturas de las distintas especialidades de carreras de ingeniería.

Por otra parte, resulta esencial seleccionar algunos contenidos específicos en función de cada especialidad, a fin de poder orientar con ejercicios y ejemplos de problemas.

Se busca priorizar el desarrollo del aprendizaje autónomo, creativo e innovador, eficiente y eficaz, que permita resolver y poder plantear nuevos problemas e interrogantes cercanos a la realidad y por ende incompletos en sus enunciados. Esto se puede facilitar mediante búsquedas orientadas en internet para hallar los datos requeridos.

El enfoque basado en competencias y descriptores de conocimiento planteado en la *Propuesta de estándares de segunda generación para la acreditación de carreras de ingeniería en la República Argentina* [4], plantea como competencias genéricas, entre otras, las siguientes que pueden contribuir para el desarrollo en los cursos de Fundamentos de Química:

1. Desempeñarse de manera efectiva en equipos de trabajo.
2. Comunicarse con efectividad.
3. Aprender en forma continua y autónoma.

El marco teórico básico que sustenta la propuesta se basa en que el nuevo material de aprendizaje solamente provocará la transformación de las creencias y pensamientos del alumno cuando logre: "movilizar los esquemas ya existentes de su pensamiento". Al alumno se le debe enseñar de tal manera que pueda continuar aprendiendo en el futuro por sí solo. Coll [2] expresa que Ausubel y sus colaboradores: "concretan las intenciones educativas por la vía del acceso a los contenidos, lo cual exige tener un conocimiento profundo de los mismos para armar un esquema jerárquico y relacional". Según Ausubel *et al*., [3] todos los alumnos pueden "aprender significativamente un contenido, con la condición de que dispongan en su estructura cognoscitiva o cognitiva, de conceptos relevantes e inclusores". "El factor más importante que influye en el aprendizaje es lo que el alumno ya sabe. Averígüese esto y enséñese consecuentemente", y esto es esencial para construir herramientas o indicadores diagnósticos sobre la estructura cognitiva de los alumnos.

Los contenidos de aprendizaje se deben ordenar de tal modo que los conceptos más

generales e inclusivos se presenten al principio para favorecer la formación de *conceptos inclusores* en la estructura cognitiva. Esto se logra a través de la *diferenciación progresiva* y la *reconciliación integradora*, que permiten para organizar el contenido de las asignaturas. La *diferenciación progresiva* consiste en presentar primero las ideas más generales del tema, siguiendo con un incremento gradual de detalles y especificidad. La *reconciliación integradora* significa que los nuevos conceptos se deben relacionar con el contenido aprendido. Por este motivo, la secuencia didáctica se debe organizar de manera tal que cada aprendizaje sucesivo esté relacionado con las ideas previas.

Las competencias profesionales requieren de roles más activos tanto del estudiante como del profesor, ya que están orientadas a aprendizajes autónomos que le permitan evolucionar en la construcción del conocimiento. Las competencias son las capacidades o el conjunto de aptitudes que le permiten al estudiante resolver problemas complejos o integradores, en escenarios reales, de forma autónoma y con transferencia del conocimiento a situaciones nuevas [1]. Desde esta visión, se buscan las siguientes competencias generales a través de las habilidades que permitan:

- Formular y comprender problemas y situaciones, pudiendo crear y desarrollar estrategias para resolverlos.
- Predecir, estimar y verificar procedimientos y resultados, pudiendo describirlos y discutirlos, utilizando el vocabulario específico.
- Conocer y poder operar con los distintos objetos químicos, usando sus relaciones, propiedades, aplicaciones, generalizaciones, particularizaciones, y distintas formas de representación, utilizarlos para resolver problemas. [5]

El vocablo competencias, según Barnett [1], tal como se lo usa, tiene que ver con el inglés “competence” más que con el vocablo español competencia cuya primera acepción del *Diccionario de la Lengua Española* consigna: “Disputa o contienda entre dos o más sujetos sobre alguna cosa” y como segunda: “Oposición o rivalidad entre dos o más que aspiran a obtener la misma cosa”, y sólo en la cuarta acepción aparece “Aptitud o idoneidad”, siendo este último el significado que se le da al hablar de *competencia*s actualmente en relación con aquello que los estudiantes de educación superior deberían saber al concluir sus estudios, y se estaría hablando de las habilidades o capacidades (competencias) que deben o deberían tener, en principio, los egresados de las universidades. Es en ese sentido, continúa Barnett [1], como se vincula a las *competencia*s con la educación superior, y los planes de estudio de las carreras deberían incluir todas las *capacidades*, *habilidades* (y por ende las competencias) que son necesarias para actuar eficazmente en el mundo actual.

(Dice Barnett que la palabra "competence" es una mala traducción del inglés al español, y que se debió usar capacidad o habilidad en lugar de competencia, porque surgen cruces semánticos cuestionables).

En la enseñanza de resolución de problemas, el alumno debe entender el problema, buscar información faltante, tratar de resolverlos, e intercambiar ideas con los pares durante el proceso. El docente actúa como facilitador, guía y orientador en la búsqueda de soluciones. Entre sus beneficios: aumenta la motivación y promueve el pensamiento de orden superior, alienta aprender a aprender y promueve la metacognición.

Existe un buen número de problemas de la vida real que se pueden resolver en los cursos básicos de Química. Según Duch [6] los problemas deben elegirse o crearse según los criterios siguientes: a) deben captar al alumno a través de su interés y motivación, b) deben estar relacionado con el mundo real para que los estudiantes se identifiquen con el mismo, c) deben estar contextualizados a través de una situación problemática que los hagan más atractivos y desafiantes, d) deben requerir la toma de decisiones razonadas, a fin de que el estudiante pueda negociar y evaluar posibles soluciones, e) deben estar relacionados con los conocimientos previos y posteriores, f) el desarrollo del problema debe permitir el trabajo cooperativo y colaborativo, es decir a través de tareas fuertemente interrelacionadas, y discusión en el seno de los grupos que impliquen la generación de hipótesis.

Los contenidos de Fundamentos de Química deben seleccionarse y secuenciarse de tal manera que teniendo en cuenta los avances científicos y tecnológicos permitan promover en los estudiantes la formación de conceptos químicos que les den el sustento para las disciplinas específicas de las distintas especialidades. Como competencias específicas transversales a la asignatura se acuerdan, internacionalmente, las siguientes:

- Identificar, plantear y resolver problemas.
- Comprometerse con la preservación del medio ambiente.

Y como descriptores de conocimiento para las Ciencias Básicas de la Ingeniería, aquellos que: en "función de los avances científicos y tecnológicos, (se planteen) a fin de asegurar una formación conceptual para el sustento de las disciplinas específicas" [4].

Para el desarrollo didáctico se tomó uno de los contenidos comunes a la asignatura, el tema "gases", que se enuncia generalmente en los programas desarrollados de la siguiente manera:

- Teoría cinético molecular de un gas.
- Variables de estado de un gas: P,V,T. Temperatura absoluta.
- Ecuación General y de Estado de los gases ideales.

- Ley de Dalton o ley de las presiones parciales.
- Gases ideales y Gases Reales. Ecuación de van der Waals.

DESCRIPCIÓN DE LA METODOLOGÍA El objetivo de la experiencia fue evaluar la enseñanza de gases, tomando la experiencia didáctica que se describe como ejemplo, para la mejora del aprendizaje y la *capacidad para la resolución de problemas* en este tema. Se aplicó una metodología descriptiva-experimental. Se trabajó con cuatro cursos equivalentes de química general para Ingeniería Industrial del turno mañana durante 2018; a dos de ellos se les enseñó el tema de gases de forma tradicional, explicando la teoría y luego resolviendo la serie de problemas prevista. Con los otros dos cursos se enseñó gases con un enfoque basado en competencias; en ambos casos el tema se desarrolló curricularmente durante doce horas cátedra, y se midieron los resultados obtenidos.

Se midió la competencia desarrollada para la resolución de problemas de gases comparando los resultados obtenidos para el mismo descriptor.

La experiencia se desarrolló de la siguiente forma: se solicitó a los estudiantes que se agrupen de a tres o cuatro, que discutan y listen equipos o materiales tecnológicos donde se encuentren presentes sustancias en estado gaseoso, como por ejemplo los sistemas de refrigeración de los equipos de aire acondicionado, los sistemas de airbag, y gases contaminantes (emisiones industriales y de vehículos).

Se les dijo que disponían de un tiempo de cinco minutos y que luego tendrían que hacer una puesta en común, para lo cual el docente listó los ejemplos en el pizarrón sin emitir opinión y solo evitó las repeticiones. Una vez listados los ejemplos, se analizó cada uno de ellos y se discutió con el grupo cuáles son las características del estado gaseoso.

A continuación, se presentan dos casos a modo ilustrativo: a) sistemas de Airbag, b) determinación del volumen molar normal.

A) SISTEMAS AIRBAG · El avance tecnológico de los sistemas de airbag permite a los estudiantes aplicar la teoría cinético molecular y de gases.

Los sistemas más antiguos de airbag contenían una mezcla de azida sódica o nitruro de sodio (NaN_3), nitrato de potasio (KNO_3), y sílice (SiO_2).

Un airbag típico del lado del conductor contiene aproximadamente 50-80 g de NaN_3, con el airbag mayor del lado del pasajero que contiene aproximadamente 250 g. A los 40 milisegundos del impacto, todos estos componentes reaccionan según tres reacciones separadas que producen gas nitrógeno.

Las reacciones, en orden, son las siguientes.

$2\ NaN_3 \rightarrow 2\ Na + 3\ N_2(g)$

$10\ Na + 2\ KNO_3 \rightarrow K_2O + 5\ Na_2O + N_2\ (g)$

$K_2O + Na_2O + 2SiO_2 \rightarrow K_2SiO_3 + Na_2Si\ O_3$ *(polvo de silicato)*

La primera reacción química es la descomposición de NaN_3 en condiciones de alta temperatura utilizando un impulso eléctrico que eleva la temperatura a 300°C, que es la necesaria para la descomposición de la NaN_3 que produce Na metálico y gas N_2. Como el Na es altamente reactivo, el KNO_3 y el SiO_2 reaccionan con él para producir más $N_2(g)$.

La razón por la que se usa KNO_3 en lugar de $NaNO_3$ se debe a que es menos higroscópico (absorbe menos agua), ya que la humedad puede desestabilizar el sistema y causar una falla. Los óxidos de potasio y de sodio K_2O y el Na_2O producidos en las reacciones anteriores reaccionan con el SiO_2 para producir un polvo de silicato que es un compuesto estable y no peligroso.

En la actualidad se están analizando y probando nuevos compuestos. El funcionamiento se puede observar en detalle en la siguiente dirección web:

https://www.youtube.com/watch?v=KRcajZHc6Yk consultada el 12/02/2019

B) DETERMINACIÓN DEL VOLUMEN MOLAR NORMAL · La propuesta didáctica consiste en presentarle a los alumnos problemas con enunciados incompletos y puede plantearse de la siguiente forma: se les pide que relacionen datos de gases que se enumeran en la Tabla 1 [7], para el cálculo del volumen molar normal y que formulen la mayor cantidad de conclusiones posibles.

Gas	Fórmula	Masa molar (g/mol)	Densidad en CNPT (g/l)	Volumen molar normal (l/mol)
Hidrógeno	H_2	2.02	0.090	22.428
Helio	He	4.003	0.178	22.426
Neón	Ne	20.18	0.900	22.425
Nitrógeno	N_2	28.01	1.250	22.404
Oxígeno	O_2	32.00	1.429	22.394
Argón	Ar	39.85	1.784	22.393
Dióxido de Carbono	CO_2	44.01	1.977	22.256
Amoníaco	NH_3	17.03	0.771	22.094
Cloro	Cl_2	70.91	3.214	22.063

Tabla 1. *Datos de los gases.*

ANÁLISIS DE RESULTADOS En este artículo se presentaron dos ejemplos de los numerosos desarrollados en los cursos. Los resultados preliminares de la evaluación del descriptor: *capacidad para la resolución de problemas* de gases, se presentan en la Tabla 2.

Para cada curso, se tomó el número de alumnos aprobados (con seis o más puntos) respecto de la totalidad de alumnos presentes en la evaluación y se obtuvieron los porcentajes que se consignan.

	Cursos	Aprobados/Evaluados	%
Cursos tradicionales	I1042	17/31	55
	I1021	16/26	61
Cursos experimentales	**I1022**	**30/43**	**70**
	I1023	**20/30**	**66**

Tabla 2. *Cursos 2018.*

Como instrumento para la toma de datos, se empleó una matriz de evaluación en la cual se registraron los avances de cada estudiante según las tres competencias genéricas planteadas que permiten dar sustento a las asignaturas específicas de la carrera: *a) desempeñarse de manera efectiva en equipos de trabajo, b) comunicarse con efectividad y c) aprender en forma continua y autónoma.*

Lo que se observó preliminarmente en el tema de gases es que en los cursos (experimentales) los alumnos logran resolver problemas de gases con mayor facilidad, comenten menos errores, resuelven satisfactoriamente el ítem referido a gases de la evaluación y además pueden expresarse en forma más fluida empleando los términos apropiados. En la segunda propuesta van completando los datos faltantes, formulan hipótesis, las contrastan y elaboran conclusiones.

CONCLUSIONES

El análisis preliminar de los datos obtenidos permite arribar a ciertos resultados interesantes que validan favorablemente la experiencia realizada.

Dado que las mediciones se hacen tomando información de grupos de personas, se debería repetir la experiencia en períodos sucesivos, para tener resultados más representativos, es decir se debería aumentar en tamaño de la muestra.

Se observa además que el enfoque que se le da a la enseñanza de los contenidos y su selección debe estar orientado a las distintas especialidades. Los ejemplos deben ser concretos y valorados en función de sus aplicaciones, relacionados con los avances tecnológicos. Las búsquedas de información en la red deben estar orientadas en cuanto a los sitios a visitar para obtener datos fidedignos, a fin de consolidar los conceptos involucrados.

El planteo de problemas cuyos enunciados no están completos, sino que el alumno los debe analizar para poder determinar cuál es la información faltante para su resolución, permite el desempeño de manera efectiva en equipos de trabajo interactivos y en el nivel

inicial de la carrera, favorece la comunicación efectiva y promueve el aprendizaje en forma continua y autónoma. •

🕮 REFERENCIAS

[1] R. Barnett, *Los límites de la competencia. El conocimiento, la educación superior y la sociedad.* Barcelona: Gedisa, 2001, 286 pp.

[2] C. Coll, C.: *Psicología y Curriculum*. Barcelona: Paidós, 1994, 174 pp.

[3] D Ausubel D., J. Novak J. y H Hanessian. *Psicología educativa. Un punto de vista cognitivo.* Mexico: Trillas, 1983.

[4] CONFEDI. P*ropuesta de estándares de segunda generación para la acreditación de carreras de ingeniería en la república argentina.* Libro Rojo de CONFEDI, 2018.

[5] Z. Cataldi, y C. Dominighini, "Using Virtual laboratories and simulations with application of active methodologies in Chemistry". *Proceedings II IEEE World Engineering Education Conference EDUNINE2018*, March 11 to 14, 2018, Buenos Aires, pp. 75-81.

[6] B. Duch, B. Problems: A key factor in PBL. 2009. Consultada el 12/02/2019 y disponible en http://www.udel.edu/pbl/cte/spr96- phys.html

[7] I. M. Kolthoff, E. B. Sandell y e. J. Meehan. *Tratado de química analítica.* Bs. As, Nigar, 1990, pp 87.

Un nuevo enfoque para la enseñanza de la Física en el ciclo básico de carreras de Ingeniería: evaluar y desarrollar competencias profesionales

Viau, Javier Eduardo

Tintori Ferreira, Maria Alejandra

Bartels, Natalia Vanesa

grupodidacticadelaciencia@gmail.com

Universidad Nacional de Mar del Plata

RESUMEN · La tradición en la Educación Superior de medir el aprendizaje es incoherente y discordante con el nuevo enfoque basado en la formación por competencias. En este marco cobra gran importancia el diseño y la aplicación de una alternativa innovadora de evaluación, que promueva una formación diversificada vinculada a la realidad de la práctica profesional, que favorezca un aprendizaje activo y que no se centre en la mera evaluación de los contenidos científicos.

Partiendo de esta necesidad, en la cátedra de Física 1 se ha implementado un nuevo sistema de evaluación, denominado "Las cuatro estaciones", por estar basado en cuatro instancias integradas de evaluación. Bajo esta modalidad, los estudiantes son evaluados en forma continua y permanente, erradicando el método tradicional atomizado en exámenes parciales aislados entre sí, que solo tienen por objetivo una medición clasificatoria de contenidos, basados en el "saber" propiamente dicho.

Asimismo, cada estación está pensada y diseñada para el desarrollo de competencia profesionales, que en forma directa están relacionadas con los saberes "ser y hacer", junto con el proceso de construcción del conocimiento.

Palabras clave — Enseñanza de la física, innovación didáctica, reformulación de la evaluación, desarrollo de competencias.

ABSTRACT · Traditionally, Higher Education has assessed learning inconsistently and inconsistently with the new competency-based educational approach. In this framework, the design and application of an innovative evaluation alternative is of great importance, which promotes a diversified training linked to the reality of professional practice. Also, this new proposal favors active learning and that does not focus only on the evaluation of scientific content.

Considering this need, from the Physics 1 subject a new evaluation system has been implemented. This system is called "four stations", since it is based on four integrated evaluation instances. Under this modality, students are evaluated continuously and permanently, eradicating the atomized method based on traditional exams, which only aim to measure content based on the "knowledge" itself.

Likewise, each station is designed for the development of professional competences directly related to the knowledge of being and being, together with knowledge of construction.

Keywords — Teaching of physics, didactic innovation, reformulation of the evaluation, development of competences.

»

1. INTRODUCCIÓN

Actualmente la enseñanza universitaria está en un momento de transformación y búsqueda de un nuevo sentido del conocimiento urgido por la realidad social y la demanda laboral. Sin embargo, las transformaciones más significativas han estado dirigidas fundamentalmente a los objetivos, la reestructuración de contenidos, y las estrategias didácticas, [1, 2] no así a la evaluación.

La evaluación constituye una de las categorías didácticas que requiere de mayor atención en cualquier proceso educativo. Dentro de las funciones de la evaluación, se destaca el papel que juega en el proceso de formación de los estudiantes [3].

En las carreras de ingeniería se observa que el proceso evaluativo, no considera su función continua y formativa, ya que se lleva a cabo mediante técnicas tradicionales, predominando instrumentos de carácter reproductivo, dirigidos a evaluar el resultado del aprendizaje y no el proceso mediante el cual se construye el conocimiento [4]. Como así también, existe una tendencia a identificar la evaluación con la calificación numérica.

Por ello, cobra gran importancia el diseño y la aplicación de una alternativa innovadora de evaluación, que favorezca el aprendizaje activo y el desarrollo de aquellas competencias específicas del ámbito de especialización de los estudiantes.

En tal sentido, en la cátedra de Física 1, materia de primer año de la Facultad de Ingeniería en la Universidad Nacional de Mar del Plata, se ha implementado un nuevo sistema de evaluación, denominado “Las cuatro estaciones”, por estar basado en cuatro instancias integradas de evaluación. Bajo esta metodología, los estudiantes son evaluados en forma continua y permanente, erradicando el método tradicional basado en exámenes parciales, aislados entre sí, que solo tienen por objetivo una medición clasificatoria de contenidos, dejando de lado el proceso de construcción del conocimiento y el desarrollo de competencias genéricas y específicas.

2. PROPUESTA DIDÁCTICA: LAS CUATRO ESTACIONES

2.1. EL CONTEXTO · La asignatura Física 1 corresponde al primer año de las carreras de ingeniería de la Universidad Nacional de Mar del Plata. Es una materia cuatrimestral, que

en promedio es cursada por 180 alumnos y se dicta en el 1° y 2° cuatrimestre.

El sistema de acreditación de Física 1 se basa en dos instancias:

- Habilitación: permite al estudiante aprobar la materia y posteriormente presentarse al examen final
- Promoción: el estudiante aprueba la materia sin necesidad de presentarse a la instancia de examen final.

En la cátedra de Física 1 se viene trabajando desde hace cinco años en un proceso de mejoras de la calidad de la enseñanza y el aprendizaje. En el marco de esta innovación de la práctica docente, entre otras acciones, se reformuló el proceso de evaluación de los aprendizajes incorporando actividades evaluativas de carácter formativo y orientadas a promover el desarrollo de competencias profesionales.

2.2. DISEÑO DE LA PROPUESTA · La propuesta está orientada a mejorar el proceso de evaluación del aprendizaje mediante la incorporación en el aula de Física 1 de una nueva metodología que integra la evaluación al proceso educativo.

En su diseño se incluyen actividades que contribuyen a desarrollo de las siguientes competencias para:

- identificar, formular y resolver problemas
- trabajar en equipo
- utilizar las tecnologías para desarrollar una actividad en forma creativa
- aprender en forma continua y autónoma

Como así también, la propuesta se diseña bajo las premisas de promover una mayor motivación en el aula que incida directamente a la mejor conceptualización de los contenidos y a la participación activa de los estudiantes en el proceso de aprendizaje.

2.3. DESCRIPCIÓN DE LA PROPUESTA · El sistema de evaluación denominado *Las cuatro estaciones*, consta de cuatro instancias de evaluación. Cada estación tiene asociados objetivos a lograr por parte del estudiante, como así también competencias a desarrollar.

Durante la cursada la materia se divide en dos partes y en cada una se abordan los siguientes contenidos científicos:

- **1° parte**: cinemática, dinámica, trabajo y energía
- **2° parte**: sistema de partículas, cuerpo rígido, hidrostática e hidrodinámica, termodinámica

A continuación, se realiza una descripción de la propuesta, detallando los objetivos a alcanzar y la competencia a desarrollar en cada una de las estaciones.

1° ESTACIÓN: "LOS BONUS TRACK" (Actividad de carácter obligatoria)

Descripción	Esta actividad se basa en la resolución de diversas situaciones problemática asociadas a los temas que se van desarrollado en clase. La denominación Bonus Track se debe a que los mismos pueden ser aplicados para obtener los objetivos no logrados de las otras estaciones.
Competencias	• Aprender en forma continua y autónoma • Resolver problemas
Desarrollo	• No son avisados con anticipación. • Se toman durante las clases teórica-prácticas • Tienen una duración aproximada de 15 minutos
Modalidad	La materia está dividida en dos partes y cada parte tiene asociado 4 (cuatro) BONUS TRACK.
Objetivos	• **Habilitación**: aprobar 4 (cuatro) bonus track: 2 bonus de la 1º parte y 2 bonus de la 2º parte • **Promoción:** aprobar 4 (cuatro) bonus track: 2 bonus de la 1º parte y 2 bonus de la 2º parte

A modo de ejemplificar el material que se utiliza en esta actividad se muestra en la figura 1 un Bonus Track implementado durante la primera parte de la materia.

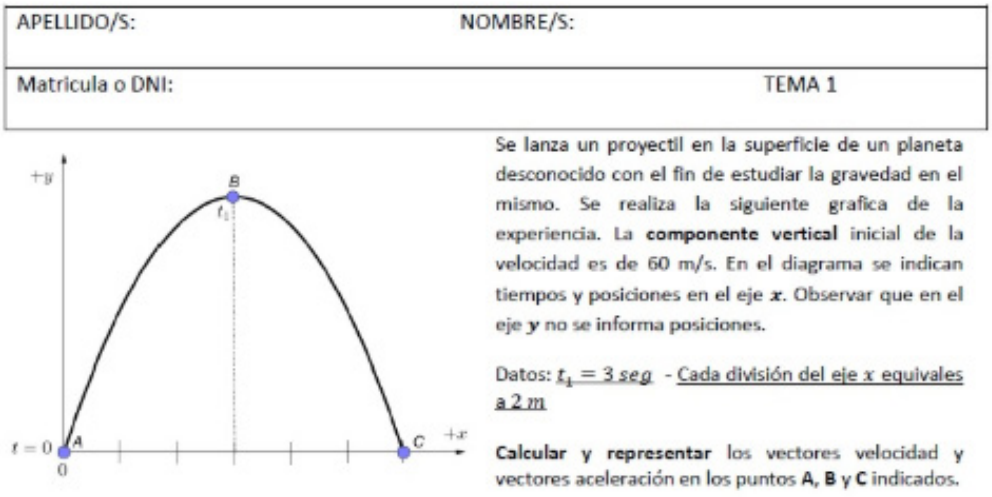


Figura 1. *Se muestra un ejemplo de un Bonus Track.*

2° ESTACIÓN: EVALUACIÓN DE RESOLUCIÓN PROBLEMAS (Actividad de carácter obligatoria)

Descripción	Durante la cursada se toman dos evaluaciones que comprenden la resolución de problemas que se encuentran en las guías de problemas de Física 1.
Competencia	Identificar, formular y resolver problemas
Modalidad	•Las evaluaciones constan de dos problemas. •Para aprobar cada evaluación se debe tener por lo menos uno de los problemas bien resueltos. •Cada evaluación tiene una instancia de recuperatorio. •Las evaluaciones se toman durante las clases teóricas – prácticas. •Los recuperatorios se toman una semana después de cada evaluación •Si se desaprueban las dos instancias de recuperatorio la materia se desaprueba.
Objetivos	•**Habilitación**: aprobar las dos evaluaciones, pudiendo utilizar las dos instancias de recuperatorio. •**Promoción:** aprobar las dos evaluaciones, pudiendo utilizar solo una instancia de recuperatorio.

3° ESTACIÓN: TRABAJO ESPECIAL CIENCIA ANIMADA (actividad NO obligatoria)

Descripción	La actividad se basa en un concurso denominado *Presentación de desarrollos temáticos con VideoScribe* y consiste en la explicación animada de uno de los siguientes temas científicos: Primer Principio de Newton, Segundo Principio de Newton, Tercer Principio de Newton, Fuerza de roce y Diagramas de cuerpo aislado, para lo cual los estudiantes deben utilizar la herramienta tecnológica de VideoScribe.
Competencia	• Trabajar en equipo • Utilizar las tecnologías para desarrollar una actividad en forma creativa • Aprender en forma continua y autónoma

Modalidad	• El trabajo es GRUPAL. • La cantidad de grupos asignados a cada temática es limitada, en función de la cantidad de alumnos que se inscriban en la cursada. Se comunicará con anticipación la cantidad máxima de grupos admitida en cada tema. • Los grupos conformados deben optar por solo una de las temáticas científicas. • No se admiten grupos de menos de 4 alumnos ni más de 5
Objetivos	• A todos los trabajos presentados se les asigna el equivalente a un Bonus Track a cada integrante del grupo, • De todos los trabajos presentados la cátedra seleccionará los tres mejores asignándole los siguientes puntajes a cada integrante del grupo que podrán ser utilizados para lograr los objetivos no alcanzados en las estaciones 1 o la estación 2, o para obtener una mayor calificación en la promoción. **1º Puesto – 3 BONUS** **2º Puesto – 2 BONUS** **3º Puesto – 1 BONUS**

En la figura 2 se exponen algunas de las escenas diseñadas por los estudiantes en la realización de esta actividad. Los trabajos completos se encuentran en https://www.youtube.com/watch?v=W7NwdCoA-3k

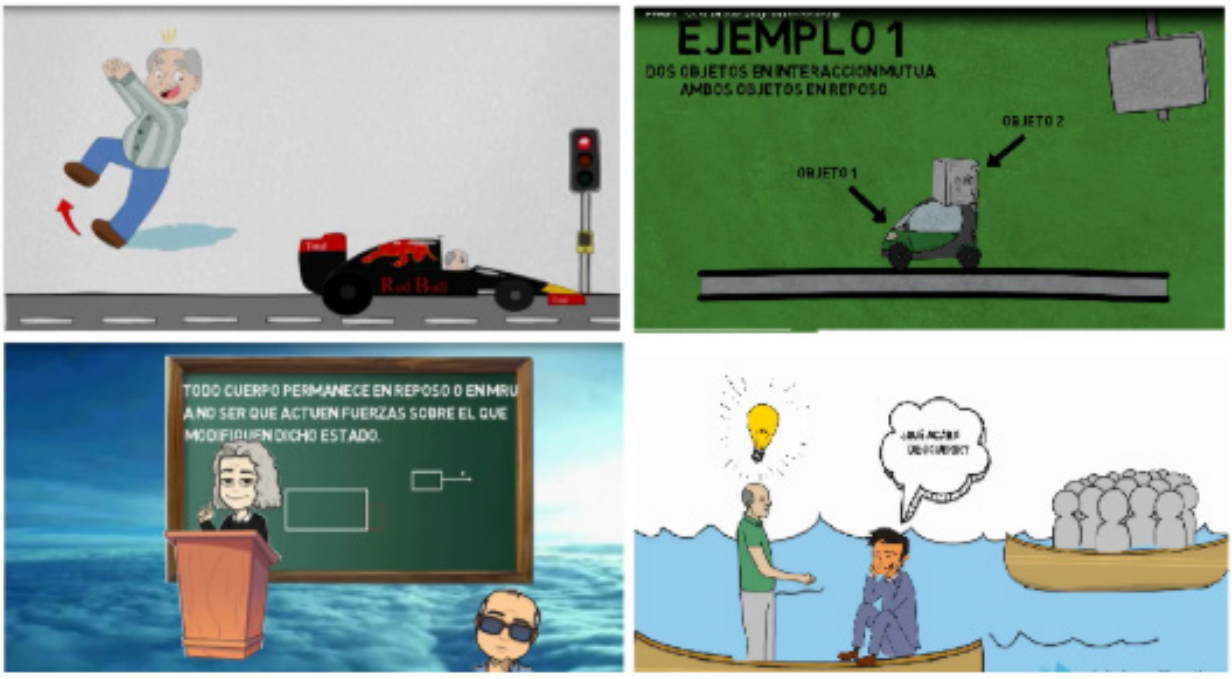


Figura 2. *Algunas escenas en las que se muestran las imágenes diseñadas por los alumnos.*

4° ESTACIÓN: EVALUACIÓN INTEGRADORA

Descripción	Consiste en una evaluación que integra los contenidos desarrollados durante la cursada.
Competencia	• Identificar, formular y resolver problemas • Aprender en forma continua y autónoma
Modalidad	•La evaluación se toma al final de la cursada. •Solo pueden acceder a esta instancia los alumnos que hayan logrado los objetivos propuestos en la estación 1 y 2 para promocionar la materia. •No tiene instancia de recuperatorio.
Objetivos	•**Promoción:** obtener una calificación igual o mayor que 4 (cuatro) en la evaluación integradora.

3. EVALUACIÓN DE LA ESTACIÓN 3 TRABAJO ESPECIAL CIENCIA ANIMADA

La evaluación de los trabajos que participan del concurso se realiza mediante una rúbrica (tabla 1), ya que este tipo de instrumento nos permite explicitar y detallar los criterios de valuación de las competencias trabajadas durante la realización de la actividad.

En la rúbrica se muestran los indicadores de logro de las competencias a desarrollar con esta actividad.

CRITERIOS DE EVALUACIÓN		NIVELES DE DESEMPEÑO			puntos
Competencias	**Indicadores**	**Muy bien 3**	**Bien 2**	**Regular 1**	
Resolución de problemas	**Identificar, formular y dar solución al problema**	Presenta una delimitación del tema, así como una resolución del problema en forma clara y precisa	Presenta una delimitación del tema, pero la resolución del problema no es clara	No presenta una delimitación del tema, ni la resolución del problema en forma clara.	
	Interpretar racionalmente la situación problemática	Se cubren los temas a profundidad con detalles y ejemplos. El conocimiento del tema es muy bueno	Incluye conocimiento básico sobre el tema. El contenido es bueno	Incluye información esencial sobre el tema, pero aparecen errores de lenguaje científico	
	Delimitar el problema y formularlo de manera clara y precisa	Se evidencia un claro y preciso entendimiento de los principios científicos. La terminología y notación científica son correctas	Se observa un entendimiento relativamente preciso de los principios científicos La terminología y notación científica son correctas	Se observa un entendimiento poco preciso de los principios científicos La terminología y notación científica no son siempre correctas	

CRITERIOS DE EVALUACIÓN		NIVELES DE DESEMPEÑO			puntos
Competencias	**Indicadores**	**Muy bien 3**	**Bien 2**	**Regular 1**	
Utilizar las tecnologías para desarrollar una actividad en forma creativa	**Organización de la presentación del video**	[illegible] imágenes, ideas, y recursos en forma original. El diseño es ordenado.	[illegible] imágenes, ideas y recursos en forma original, aunque está un poco desordenado	[illegible] que las imágenes y las ideas no son originales y está mal diseñado y/o desordenado.	
	Elaboración del guión	El guión es atractivo, claro y muy creativo.	El guión es bastante original, pero está pobremente organizado	El guión no es original y está mal organizado	
	Creatividad en la elaboración de las imágenes	Todas las imágenes y escenarios reflejan un alto grado de creatividad en su diseño	Varias de las imágenes y escenarios son creativas en su diseño	Se han copiado algunas imágenes de distintas fuentes. Hay muy poca evidencia de creatividad	
Trabajo en equipo	**Compromiso y responsabilidad**	Muestran un compromiso por la calidad del trabajo y cumplen con los requisitos de presentación	Hay compromiso por parte de algunos de los miembros hacia un trabajo de calidad, pero solo se cumplen con algunos de los requisitos de presentación	Hay poca evidencia de compromiso hacia la calidad del trabajo.	
				Valoración del trabajo	

Tabla 1. *Rúbrica para la evaluación de los trabajos presentados en la actividad basada en un concurso.*

4. RESULTADOS

Con respecto a los logros obtenidos en el desarrollo de esta experiencia destacamos los siguientes aspectos:

- Un aumento significativo de la participación de los estudiantes en las clases.
- La 1° Estación, en la cual las actividades propuestas estaban orientadas a promover el desarrollo de las competencias relacionadas con la resolución de problemas y el aprendizaje continuo y autónomo, fue aprobada por el 83% de los 229 estudiantes que cursaban la materia.
- Teniendo en cuenta que la actividad propuesta en la 3° Estación es de carácter no obligatorio y que los estudiantes tenían la alternativa de aprobar la materia cumpliendo con los objetivos de las estaciones 1 y 2, podemos indicar que la experiencia fue muy positiva, ya que un número significativo de estudiantes participó de la experiencia. En concreto la participación fue del 73%, es decir que 166 estudiantes de un total de 229 presentaron sus trabajos en la convocatoria del concurso.
- El 62% de los trabajos presentados en la 3° Estación obtuvieron la calificación muy buena, en la rúbrica utilizada para tal fin. Esta valuación nos indica que en su mayoría los estudiantes lograron resolver la situación problemática planteada con creatividad y originalidad mediante el trabajo en equipo.

5. CONSIDERACIONES FINALES

Hoy en día, facilitar y promover el desarrollo de competencias durante el proceso de

formación, nos invita a los docentes a revisar las estrategias y metodologías de enseñanza y de aprendizaje, y orientarlas a la realización de actividades que permitan a los estudiantes avanzar en su desarrollo. Al mismo tiempo, es necesario reformular el proceso de evaluación con vistas a incluir metodologías que posibiliten estimar lo que el estudiante "sabe hacer" con los saberes asimilado.

Por lo cual es necesario modificar el enfoque educativo tradicional de las asignaturas del ciclo básico: los contenidos deben ser medios para la formación de competencias.

La innovación evaluativa que presentamos no está centrada en el cambio de algún elemento tradicional, sino que es un nuevo enfoque respecto de la forma tradicional de enseñar la Física en el ciclo básico de las carreras de Ingeniería. El cambio que proponemos es radical y fundamentalmente centrado en formar a los estudiantes en los tres saberes que caracterizan a un ingeniero: el saber científico, el saber ser y el saber hacer.

Si bien los contenidos científicos están íntimamente relacionados con el saber hacer y saber ser, no deben ser vistos como fundamentales para la formación, sino como un nexo para lograr un perfil epistemológico que se condiga con lo que se espera para ser un ingeniero racionalmente competente [5].

La evaluación convertida en una herramienta de la formación de competencias es necesaria para poder alcanzar cualquier objetivo dentro de este marco. Además, debe convertirse en un medio motivador, que permita mantener al estudiante inserto dentro del sistema de enseñanza y aprendizaje, y no que se potencie únicamente al momento de ser evaluado con los tradicionales parciales.

En tal sentido, la evaluación continua, las metodologías y estrategias utilizadas, como así también, la participación activa de los estudiantes en el proceso evaluativo, son fundamentales para que el aprendizaje adquiera significatividad. •

🕮 REFERENCIAS

[1] J. Barreras. "Estrategia pedagógica para el desarrollo de habilidades investigativas en la Disciplina Física de Ciencias Técnicas". *Revista Universitaria*, N°4, pp.42-50. 2006.

[2] M. González. *La evaluación del aprendizaje: La evaluación formativa y la evaluación por competencias*. La Habana: Edición universitaria,2012.

[3] S. Brown y R. Pickford. *Evaluación de habilidades y competencias en educación superior*. Madrid: Narcea Ediciones,2013.

[4] J. Viau, A. Tintori, N. Bartels y H. Gibbs. “Aportes pedagógicos basados en competencias profesionales para la enseñanza de la ciencia en carreras de ingeniería”. En actas VI Jornadas Nacionales y II Latinoamericanas de Ingreso y Permanencia en Carreras Científico – Tecnológicas. Facultad de Ingeniería UNICEN, 2018, pp. 45.

[5] G. Bachelard, G. *La filosofía del no*. Buenos Aires: Amorrortu Editores, 2003.

El debate activo en Química Orgánica como estrategia didáctica para el desarrollo de competencias

Saluzzo, Luciana - lucianasaluzzo@yahoo.com.ar
Bazalar Pereda, Mayra Saby - mayrasbp@gmail.com
Viturro, Carmen Inés - civiturro@arnet.com.ar

Facultad de Ingeniería - Universidad Nacional de Jujuy

RESUMEN · La cátedra de Química Orgánica alineándose en el desafío de incluir actividades que promuevan el desarrollo de competencias y el aprendizaje comprometido y activo por parte del alumno, introduce una actividad como estrategia didáctica: "Debate Polímeros hoy: ventajas y desventajas". Se busca que el alumno desarrolle las competencias tecnológicas, y las sociales, políticas y actitudinales. La temática se desmembró en subtemas. Los alumnos desempeñaron dos tipos de roles: DEFENSORES, quienes se abocaron a las ventajas de los polímeros, y FISCALES quienes se refirieron a las desventajas. Presidió el debate un tribunal integrado por docentes de la cátedra. Se evaluó entre pares y con auto evaluación, en forma grupal e individual. Se infiere la internalización de competencias, especialmente en los primeros niveles. Las competencias desarrolladas en mayor profundidad fueron: Competencia para desempeñarse de manera efectiva en equipos de trabajo y Competencia para comunicarse con efectividad. La actividad fue de agrado para los alumnos, la consideraron novedosa, atractiva e incluso divertida. En general, los alumnos consideraron conveniente y útil la implementación de esta actividad y las evaluaciones resultaron ampliamente satisfactorias.

Palabras clave — Competencias, Estrategia didáctica, Química Orgánica, debate, Polímeros.

ABSTRACT · The Chair of Organic Chemistry, aligning itself with the challenge of including activities that promote the development of competences and committed and active learning by the student, introduces an activity as a didactic strategy: "Debate Polymers today: advantages and disadvantages". The student is expected to develop technological competencies, and social, political and attitudinal skills. The students played two types of roles: DEFENDERS, who focused on the advantages of polymers, and FISCALES who referred to the disadvantages. A tribunal composed of professors of Organic Chemistry chaired the debate. It was evaluated between pairs and with self-evaluation, in a group and individual way. The internalization of competences is inferred, especially in the first levels. The skills developed in greater depth were: Competence to perform effectively in work teams and Competence to communicate effectively. The students liked the activity; they considered it novel, attractive and even fun. In general, the students considered it convenient and useful to implement this activity and the evaluations were broadly satisfactory.

Keywords — Competencies, didactic strategy, organic chemistry, debate, polymers.

»

INTRODUCCIÓN En la Facultad de Ingeniería se está promoviendo la implementación de la enseñanza orientada al desarrollo de competencias en los alumnos (acordadas por CONFEDI en 2006): el ingeniero no sólo debe saber, sino también saber hacer.

Según CONFEDI, el saber hacer no surge de la mera adquisición de conocimientos sino que es el resultado de la puesta en funciones de una compleja estructura de conocimientos, habilidades, destrezas, etc. que requiere ser reconocida expresamente en el proceso de aprendizaje para que la propuesta pedagógica incluya las actividades que permitan su desarrollo [1].

Es importante compartir y ejecutar esta visión en el dictado de las asignaturas de ingeniería con la inclusión de nuevas estrategias didácticas.

Competencia es la capacidad de articular eficazmente un conjunto de esquemas (estructuras mentales) y valores, permitiendo movilizar (poner a disposición) distintos saberes, en un determinado contexto con el fin de resolver situaciones profesionales [1].

CONFEDI acordó la clasificación de las Competencias Genéricas, en Competencias Tecnológicas y Competencias Sociales, Políticas y Actitudinales.

Se ejercitó la modalidad de enseñar por competencias en la asignatura Química Orgánica de Ingeniería en una actividad teórico-práctica enfatizando la Competencia para desempeñarse de manera efectiva en equipos de trabajo y para comunicarse con efectividad.

El programa analítico de Química Orgánica se articula sobre ejes temáticos, uno de ellos es Macromoléculas naturales, semisintéticas y sintéticas y sus transformaciones. Tradicionalmente el proceso de enseñanza de este tema se aborda con tres actividades coexistentes temporalmente:

I. Clases teóricas/seminarios: (combina el tipo expositivo con el participativo). Se trata principalmente el marco conceptual del tema, se discuten clasificaciones generales, mecanismos de obtención analítica y prospectiva.
II. Seminarios: el eje está en los distintos tipos de polímeros, materias primas para la obtención, la reacción neta, usos y aplicaciones.
III. Laboratorio: Según la disponibilidad de reactivos se realizan síntesis, transformaciones y se miden propiedades.

Todo este abordaje tiene en común que el eje de acción es soportado principalmente

por los docentes mientras que los alumnos ejecutan en función de "modelos predeterminados" (mapas conceptuales, seminario y trabajos prácticos de laboratorio propuestos de antemano). La evaluación es la tradicional: un examen parcial escrito e individual.

La cátedra de Química Orgánica alineándose en el desafío de incluir actividades que promuevan el desarrollo de competencias y que además fundamentalmente promuevan el aprendizaje comprometido y activo por parte del alumno plantea una nueva estrategia didáctica orientada a:

1. Favorecer distintas formas de intercambio que posibiliten la discusión sobre temas relacionados con el aprendizaje áulico y el futuro desarrollo profesional;
2. Contribuir al entrenamiento de los alumnos y los propios docentes en formular proyectos de mejoras fundamentados en el análisis crítico de la realidad y de las situaciones que puedan conducir a un deterioro del ambiente y/o ineficiencia de un proceso;
3. Considerar la necesidad de coherencia entre el proceso de dar clases y de evaluación;
4. Centrar el aprendizaje en los estudiantes.

A modo de innovación se introduce una actividad diferente: "Debate Polímeros hoy: ventajas y desventajas", con el objetivo de que se demuestre la formación adquirida en el trayecto universitario, en las competencias tecnológicas y los campos disciplinares específicos, y en las competencias sociales, políticas y actitudinales, ponderando los aspectos discursivos, el desarrollo de capacidades de análisis crítico, de síntesis, de emisión de argumentos sólidos y fundamentados.

MARCO TEÓRICO

El término competencias se utiliza desde 1970 en el ámbito laboral. Sin embargo, a partir de 1980 el término empezó a ser utilizado en el ámbito de la educación, y desde 1990, se elaboraron modelos para implementar competencias en diferentes niveles educativos. En años recientes este concepto ha tomado mayor relevancia dentro del ámbito educativo, por su gran potencial para transformar y hacer más eficiente el proceso de aprendizaje [2]. Las dos propuestas más importantes en el mundo que enarbolan la educación por competencias surgen en Europa, primero el proyecto Tuning, impulsado por la UE y el proyecto Definición y Selección de Competencias, que promueve la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico [3].

El aprendizaje convencional considera a los estudiantes como receptores pasivos de la información; en cambio el centrado en el estudiante, considera su individualidad y favorece el desarrollo de competencias [4]. Como parte de este enfoque los estudiantes tienen

la oportunidad de comparar sus ideas con las de sus compañeros y profesores, pueden tomar decisiones y tener sus propias trayectorias de aprendizaje [5]. De acuerdo a Moffett y a Wagner [6], en una clase centrada en el alumno, los estudiantes deben desarrollar su individualización y ejercer interacción e integración, que se intensifica con metodologías activo participativas. Estas metodologías, según Hernández García [7], Schwartz y Polli-shuke [8], son una estrategia pedagógica que utiliza recursos didácticos como el debate, la discusión grupal, talleres y el aprendizaje colaborativo.

El debate tiene más de 4.000 años de historia y desde la época de Protagorus, padre del debate según Freeley y Steinberg [9], se usa en el campo educativo. El debate mejora la experiencia de aprendizaje del alumnado al estimular la discusión, el análisis y la aplicación de contenidos de un modo más consciente y práctico, a diferencia de lo que sucede cuando se trata de absorber contenidos pasivamente [10].

Dado que el debate requiere que participantes y oyentes evalúen las opciones que se presentan, se ajusta a un tipo de interacción que contribuye a desarrollar funciones psicológicas superiores [11] además de habilidades de pensamiento crítico. Las habilidades de pensamiento de orden inferior, conocimiento, comprensión y aplicación, se centran en lo que los estudiantes deberían pensar, mientras que las habilidades de pensamiento de orden superior, análisis, síntesis y evaluación, se centran en cómo pensar: “el objetivo a corto plazo de adquirir conocimiento se debe acompasar con el objetivo a largo plazo de entrenar la mente para pensar analítica y críticamente” [12].

Según el filósofo Karl Popper el debate se basa en una contienda de dos puntos de vista argumentados: “afirmativo” y “negativo”, sobre un tema polémico. El debate es un acto propio de la comunicación, el cual consiste en el desarrollo y discusión acerca de un tema polémico entre dos personas o grupos, se lleva a cabo de manera argumentativa y es guiado por un moderador, en él los participantes deben sostener sus mejores ideas y defenderlas. Un debate será más completo y complejo a medida que las ideas expuestas vayan aumentando en cantidad y en solidez de argumentación. Se comporta también como una excelente instancia para reforzar y fomentar los aprendizajes en torno a ciertos temas, así como también puede ser una excelente manera de desarrollar determinadas habilidades relacionadas a la comunicación [13].

METODOLOGÍA La competencia principal seleccionada para contribuir a su desarrollo es: “Competencia para desempeñarse de manera efectiva en equipos de trabajo” que pertenece el grupo de las competencias sociales, políticas y actitudinales.

Una de las metodologías más populares para desarrollar la competencia anterior es el "aprendizaje cooperativo", que emplea el trabajo en equipo [14].

En la práctica docente de la cátedra se advirtió que ciertas competencias no pueden ni deben ser desarrolladas en cualquier etapa del dictado, entonces luego de proveer elementos para el tratamiento del tema desde lo conceptual se implementó la nueva actividad descripta en los ítems del a) al g).

a. Se realizó formalmente en los espacios curriculares de dos días de dos semanas consecutivas con tres horas cada uno, un debate sobre la temática elegida para arribar en forma conjunta a conclusiones y/o propuestas y/o reflexiones sobre la temática.
b. Se sortearon los roles de DEFENSORES y FISCALES. El debate fue presidido por un tribunal integrado por los docentes de la cátedra.
c. Para permitir la focalización y la profundización en las temáticas se establecieron subtemas: Polímeros vinílicos, Fibras, Polímeros termoestables, Elastómeros, y Otros (Poliuréas, Poliuretanos y Policarbonatos).
d. Cada subtema fue abordado por un grupo de 3 o 4 estudiantes.
e. A los alumnos se les indicó la siguiente consigna: "Para el tratamiento del tema los "fiscales" y "defensores" podrán disponer y hacer uso del material y/o soporte de las tecnologías de información que tengan disponibles. Podrán leer sus alegatos y deberán estar atentos a la réplica y/o a la defensa oportuna, conforme se va desarrollando el debate. El debate se desarrollará asumiendo los roles de Fiscales y Defensores previamente definidos. El debate será dinámico y los propios "fiscales" y "defensores" solicitarán la anuencia del tribunal para intervenir. El orden del debate de los temas a debatir se realizará por sorteo. Cada grupo propondrá el cierre del debate correspondiente emitiendo conclusiones consensuadas entre Defensores y Fiscales asistidos por el tribunal."
f. Se evaluó grupal e individualmente aspectos disciplinares y competencias. Además en un formulario estructurado, para evaluación múltiple entre pares y auto evaluación, cada miembro evaluó a sus compañeros de equipo y a sí mismo. El formulario se diseñó adoptando los indicadores de trabajo, participación y organización de los niveles de dominio (ND) 1 y 2 de la competencia trabajo en equipo propuestos por Villa y Poblete [14], y adaptando los descriptores propuestos por estos autores. Se formularon preguntas abiertas sobre: la metodología empleada, el reemplazo del examen escrito por esta nueva actividad, y las sugerencias para mejorarla.
g. La nota numérica dada por el examen parcial escrito se calculó ahora mediante

un promedio ponderado de Distribución del tiempo asignado a cada grupo para el debate (20%), Nota evaluación del tribunal (30%), Nota evaluación de pares (30%), y Evaluación de conclusiones (20%).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN El debate de cada tema por partes de defensores y fiscales de cada grupo, se desarrolló entre una hora y una hora y cuarto, en promedio. En los primeros 20 minutos se procedió con las locuciones de los fiscales y luego en los 20 minutos siguientes, las de los defensores, para dar lugar después al intercambio con la participación del tribunal y de la "sala".

ANÁLISIS DEL DEBATE · Los debates particulares contaron con un alto nivel de participación y entusiasmo.

Los alumnos demostraron capacidad de adaptarse al rol (Defensor o Fiscal) y al tema que le tocó actuar, ya que estas asignaciones fueron aleatorias producidas por sorteo.

Las distintas temáticas fueron encaradas con modalidades diferentes: Desde puntualización de temas generales soportados por datos estadísticos hasta el intercambio veloz de preguntas y respuestas por parte de los Defensores y Fiscales.

Los aspectos más cuestionados de los polímeros sintéticos tratados en el debate fueron la biodegradabilidad escasa o nula, impacto en el ambiente, origen de la materia prima para la fabricación del polímero, el proceso de fabricación, y la ubicación y disposición de los residuos generados luego del uso.

Las defensas se fortalecieron en aspectos generales tales como: investigación y desarrollo científico tecnológico para la búsqueda y empleo de nuevas materias primas que son en sí mismas renovables, introducción de técnicas de reciclaje diferenciadas según el tipo de polímero obtenido, formación de nuevos polímeros con funcionalidad equivalente al termorrígido, pero reciclables por el tipo de uniones (no covalentes) entre las unidades poliméricas como es el caso de los elastómeros termoplásticos frente a los vulcanizados y la coprocesamiento como aporte tecnológico para mejorar las condiciones medioambientales.

La actualización en acciones concretas en el campo de los polímeros en el país y en particular en nuestra provincia fue tenida en cuenta por los defensores quienes acercaron información de emprendimientos y reprocesamientos actuales de los residuos de polímeros.

Todo se desarrolló en un ambiente académico agradable y entusiasta por parte de todos los participantes.

La experiencia didáctica compartida contribuyó a la construcción del conocimiento

sobre la temática de polímeros y se demostró en general un desempeño efectivo en grupos de trabajo, y dominio del lenguaje científico, así como capacidad de comunicación y convicción de lo expresado.

ANÁLISIS DE LAS RESPUESTAS A LAS ENCUESTAS REALIZADAS · Se enuncian a continuación los resultados comparativos del total de la población sin tener en cuenta el equipo ni el rol del mismo.

En el ítem respecto a las reglas del trabajo del equipo tanto en autoevaluación como entre pares la mayoría 53,1% y 45,4% respectivamente admiten que participa positivamente en establecer las reglas de tu grupo.

Esto implica que como es lógico las reglas habrían sido establecidas entre todos los miembros del equipo.

Respecto a la aplicación de la metodología de trabajo adoptado por el equipo, hay coincidencia en la auto evaluación y la opinión del grupo, obteniendo la mayor puntuación, (39,4 y 36,1% respectivamente) en participa activamente en el diseño de la metodología de trabajo del equipo.

Con porcentajes similares, aunque menores (36,4% y 30,6%), se coinciden en Introducir cambios en la metodología de trabajo para mejorar la calidad del trabajo del equipo.

Respecto a cómo el encuestado se relaciona y comunica con el resto del equipo, ninguno admite en la autoevaluación ser agresivo o cuestionador, si bien un pequeño porcentaje (1,8%) de la evaluación entre pares sí atribuye esa actitud a sus compañeros. Tanto autoevaluados como entre pares consideran que se comunican de manera clara y directa sus ideas y opiniones al resto de miembros del equipo, aunque el porcentaje de esta convicción es mayor en los autoevaluados (50% frente 34,5%). En segundo lugar consideran que se relacionan con empatía con el equipo.

Respecto al conocimiento y dominio del tema debatido en el equipo, es el único caso en el que la evaluación en equipo tiene una valoración mayor a la autoevaluación. En la autoevaluación el 53,6% admite conocer la temática, hablar al respecto pero no opinar porque la domina parcialmente. En tanto que un 53,7% de las encuestas entre pares considera que sus compañeros conocen y dominan el tema tratado y opinan del tema.

Del análisis de las respuestas abiertas podemos decir:

En su mayoría la actividad fue de agrado para los alumnos, la consideraron novedosa, atractiva e incluso divertida. Varios expresaron no dominar su expresión oral por nervios o timidez pero consideraron que esta actividad fue el primer paso para superar esta dificultad. En general los alumnos consideraron conveniente y útil la implementación de esta actividad

en lugar del examen parcial escrito, ya que les proporcionó una mejor asimilación del tema, el adquirir mayor vocabulario específico e internalizar los distintos ejemplos presentados por cada uno de los grupos. Así también esta actividad los entrenó en el trabajo en equipos y les permitió mayor interacción con sus compañeros. Por otra parte, afirman que les permitió tomar conciencia de los problemas de contaminación ambiental que presentan ciertos polímeros. En relación a las sugerencias para mejorar la actividad podemos citar: extender esta metodología a otros temas de la materia, incrementar el tiempo de debate y el tiempo de preparación para el mismo, realizar trabajos de campo, visitas temáticas a empresas y/o plantas recicladoras de polímeros.

ANÁLISIS DE LAS COMPETENCIAS DESARROLLADAS · Se detallan y analizan a continuación las competencias desarrolladas por parte de los alumnos durante la aplicación de la actividad, ponderando los logros del 1 al 5, siendo 1 el desarrollo escaso y 5 el máximo desarrollo de la competencia para el ND alcanzado:

COMPETENCIA PARA CONTRIBUIR A LA GENERACIÓN DE DESARROLLOS TECNOLÓGICOS Y/O INNOVACIONES TECNOLÓGICAS: Esta competencia requiere la articulación efectiva de diversas capacidades que se evidenciaron durante el desarrollo del debate en la mayoría de los equipos, ya que para poder mantener un debate fluido los alumnos debieron, previa investigación e internalización de conceptos, detectar tecnologías adecuadas e innovadoras para intentar resolver aspectos negativos de los polímeros como es el impacto en el ambiente durante su proceso de fabricación e idear de manera creativa una forma de reciclado y/o reutilizado de los polímeros para minimizar el impacto de los polímeros desechados como residuos. Esta búsqueda de alternativas de procesamiento e incluso de innovación para la mejora de las condiciones medioambientales en todos los aspectos involucrados con los polímeros contribuyó positivamente al desarrollo de esta competencia tecnológica.

Esta competencia se desarrolló en los primeros ND con valoraciones entre 1 y 2, de una ponderación del 1 al 5.

COMPETENCIA PARA DESEMPEÑARSE DE MANERA EFECTIVA EN EQUIPOS DE TRABAJO: Requiere la articulación efectiva de diversas capacidades, que van desde un rol general y no discriminado hacia roles “individuales” con participación más creativa. Para poder desarrollar efectivamente la “capacidad para reconocer y respetar los puntos de vista y opiniones de otros miembros del equipo y llegar a acuerdos” es condición *sine qua non* el haber desarrollado (o al menos comprendido) los CONOCIMIENTOS de forma tal de participar o poder emitir opiniones fundadas. Sino se tornaría en una cuestión de capacidad

dialéctica, no de capacidad del conocimiento. En el dictado de la materia Química Orgánica tomamos especial empeño en incrementar la capacidad del conocimiento, por lo que el debate se incluyó en la planificación teniendo en cuenta los requerimientos de manejo de lenguaje técnico y conocimientos previos necesarios para un buen desarrollo del mismo.

Entre las indicaciones para la implementación al currículum académico de esta competencia [14], se recomienda incorporar técnicas de autoevaluación y evaluación de pares como complemento a las empleadas, ya que el profesor puede observar determinados comportamientos en grupo de los estudiantes, sin embargo, debido al tiempo empleado en las actividades de grupo son los compañeros y el propio estudiante, quienes mejor conocen el funcionamiento en equipo.

Siguiendo estas recomendaciones, los alumnos se auto evaluaron y evaluaron a sus pares según los aspectos descriptos en la metodología y los resultados ya fueron expuestos en el ítem anterior "Análisis de las respuestas a las encuestas realizadas".

El 1er y 2do ND de esta competencia, empleando los descriptores adaptados de los indicadores (trabajo, participación y organización) propuestos por Villa y Poblete [14], alcanzó una valoración 3, de una ponderación del 1 al 5.

COMPETENCIA PARA COMUNICARSE CON EFECTIVIDAD: Ser un buen orador no es fácil, pero con unas instrucciones relativamente sencillas, y mediante la práctica para superar la timidez y las limitaciones personales se puede conseguir que la mayoría de los estudiantes mejoren sustancialmente su habilidad para expresarse correctamente y para dirigirse a una audiencia [14].

Entre las indicaciones para su incorporación al currículum académico recomiendan la práctica de debates, la interpelación directa, los incentivos en forma de "puntos adicionales" a la participación y la inclusión de presentaciones en el aula por parte de los estudiantes; todo esto puede ser suficiente para que una mayoría logre un grado aceptable de dominio de esta competencia a lo largo de sus estudios universitarios. En el análisis de las preguntas abiertas del "Análisis de las respuestas a las encuestas realizadas" se expuso que la implementación del debate los ayudó a mejorar la expresión oral y superar progresivamente el temor, los nervios y la timidez.

Por otro lado, la capacidad de transmitir ideas, información y sentimientos a través de la escritura y los apoyos gráficos no es innata. Se desarrolla con la práctica, siguiendo instrucciones o imitando los modelos a los que tenemos acceso a través de la lectura. Exige orden en la exposición y claridad en el vocabulario, la construcción de las frases y el uso de los signos de puntuación. Aun cuando se supone que los estudiantes llegan a la

universidad con suficiente dominio de la ortografía y de la sintaxis, la realidad es que en muchos casos este supuesto es falso. Incluso si fuera cierto, no es suficiente para asegurar una buena comunicación escrita. El estudiante requiere instrucciones claras sobre cómo redactar, incluyendo cómo organizar y presentar un documento. Esa información básica debería proporcionársele independientemente de cual sea el tipo de estudios que esté cursando [14].

Los profesores, además, deberían valorar los escritos no sólo por su contenido en relación con la materia sino también por la forma en que se presentan, puntuando positivamente la buena organización y presentación y señalando los errores de cualquier tipo que los estudiantes pudieran cometer.

Esta competencia se relaciona con 3 competencias tratadas por Villa y Poblete [14]: comunicación verbal, comunicación escrita y comunicación interpersonal. Para el 1er ND de cada una de ellas, empleando los descriptores adaptados de los indicadores (iniciativa, contenido, autocontrol, estructuración, escucha, asertividad, feed-back, claridad, utilización de recursos), se desarrolló con valoraciones entre 2 y 3 de una ponderación del 1 al 5.

COMPETENCIA PARA ACTUAR CON ÉTICA, RESPONSABILIDAD PROFESIONAL Y COMPROMISO SOCIAL, CONSIDERANDO EL IMPACTO ECONÓMICO, SOCIAL Y AMBIENTAL DE SU ACTIVIDAD EN EL CONTEXTO LOCAL Y GLOBAL: El actuar con ética, responsabilidad profesional y compromiso social, forma parte del mensaje diario del plantel docente de la cátedra de Química Orgánica, adecuándola al tema tratado y al grado de avance en el desarrollo de la asignatura y el contexto circunstancial que representa los cambios sociales y ambientales. Particularmente, en el tema polímeros pudo manifestarse la preocupación de los alumnos como futuros profesionales en el impacto ambiental que se podría generar ante la falta del desarrollo de esta competencia. En el cierre de la actividad, lo resaltante fue la premisa: “La ética, la responsabilidad y el compromiso son fundamentales en el desempeño de un Ingeniero”.

Tomando Indicadores (Adecuación moral, Reflexividad, Comportamiento virtuoso, Asunción normativa) del 1er ND de la competencia Sentido Ético de Villa y Poblete [14]: “Identificar, reconocer y aplicar la personalidad moral y los principios éticos”, se valora el desarrollo de esta competencia con 3 de una ponderación del 1 al 5.

CONCLUSIONES Se introdujo una actividad diferente e innovadora en el programa de Química Orgánica: “Debate Polímeros hoy: ventajas y desventajas”. Se infiere la internalización de las siguientes competencias con la implementación de la actividad, especial-

mente en los primeros ND: Competencias para: contribuir a la generación de desarrollos tecnológicos y/o innovaciones tecnológicas; actuar con ética, responsabilidad profesional y compromiso social, considerando el impacto económico, social y ambiental de su actividad en el contexto local y global y desempeñarse de manera efectiva en equipos de trabajo; para comunicarse con efectividad.

La actividad fue de agrado para los alumnos, la consideraron novedosa, atractiva e incluso divertida. En general, los alumnos consideraron conveniente y útil la implementación de esta actividad y las evaluaciones resultaron ampliamente satisfactorias. Los estudiantes valoraron positivamente aprender participando en lugar de aprender siendo enseñados y recibiendo información pasivamente.

El debate potenció las habilidades comunicativas a través de la argumentación, la oralidad y el dominio de las emociones.

El tomar una postura diferente a la propia sobre algún tema, resultó muy buen ejercicio para el aprendizaje, toda vez que los alumnos fueron capaces de defender sus puntos de vista con buenos argumentos, desarrollando la flexibilidad en su forma de razonar así como la tolerancia, al ver la posibilidad de pensar de otra forma a la propia.

La puesta en valor de los aportes de esta experiencia contribuirá a perfilar un abordaje integral de las estrategias didácticas de la asignatura y al consiguiente rediseño de los aspectos metodológicos.

Las competencias sociales, políticas y actitudinales, sólo si se estructuran sobre la gestión del conocimiento desarrollado, pueden propender hacia un profesional éticamente responsable. •

🕮 REFERENCIAS

[1] CONFEDI. “Acuerdo sobre las competencias genéricas”. Consejo Federal de Decanos de Ingeniería de la República Argentina, Argentina, 2017.

[2] Edutrends. “Educación Basada en Competencias. Observatorio de Innovación Educativa.” Internet: http://observatorio.itesm.mx/redutrends/, 2015 [10 Dic, 2018]

[3] T. Moreno Olivos. “Competencias en educación. Una mirada crítica.” *Revista mexicana de investigación educativa*. vol.15 (44), México, 2010.

[4] B. L Mc Combs and J. S. Whisler. “The learner-centered classroom and school”. San Francisco: Jossey-Bass. 1997.

[5] X. Mamaqi and J. Miguel. “El modelo de aprendizaje centrado en el estudiante: un enfoque cuantitativo mediante la aplicación de técnicas multivariantes”. In Actualización de los nuevos sistemas educativos. ACCI (Asociación Cultural y Científica Iberoamericana), 2014, pp. 251-272.

[6] J. Moffett and B. J. Wagner. “Student-centered language arts, K-12”. Portsmouth, NH: Boynton/Cook Publishers Heinemann. 1992.

[7] M. Hernández García. “Metodología activa como herramienta para el aprendizaje de las operaciones básicas en matemáticas maya”. Universidad Rafael Landívar, Quetzaltenango, 2014.

[8] S. Schwartz and M. Pollishuke. “Aprendizaje Activo, Una Organización de la clase centrada en el alumnado”. Canadá: Narcea S. A., 2a. ed., 2005.

[9] A. J. Freeley and D. L. Steinberg. “Argumentation and Debate Critical Thinking for Reasoned Decision Making (Twelfth)”. London: Wadsworth Cengage Learning, 2005.

[10] C. C. Bonwell and J. Eison. “Active Learning: Creating Excitement in the Classroom”. 1991 ASHE-ERIC Higher Education Reports. ERIC Clearinghouse on Higher Education, The George Washington University, One Dupont Circle, Suite 630, Washington, 1991.

[11] L. Vygotsky. “Interaction between learning and development”. Readings on the development of children, 1978, vol. 23, no 3, pp. 34-41.

[12] H. X. Vo and R. L. Morris. “Debate as a tool in teaching economics: Rationale, technique and some evidence”. Journal of Education for Business, 2006, vol.81, no 6, pp. 315-320.

[13] P. K. T. Camargo, L. M. Wilches Lobo, M. C. Vargas Corredor. “El debate como estrategia didáctica para el mejoramiento de la expresión oral”. Tesis de grado, Universidad Libre de Colombia, Colombia, 2014.

[14] A. Villa and M. Poblete. “Aprendizaje basado en competencias: Una propuesta para la evaluación de las competencias genéricas”. Universidad de Deusto, Bilbao: Gestingraf S.A.L., 2007, pp. 241-247.

Desarrollo de competencias genéricas a través de un proyecto de investigación sobre la calidad del agua

Educación en Ingeniería Industrial

Gemelli, María Eugenia - megemelli@austral.edu.ar
Baumgartner, Erwin - ebaumgartner@austral.edu.ar
Moya, María Angélica - mmoya@austral.edu.ar
Garcia, Beatriz - bgarcia@austral.edu.ar

Facultad de Ingeniería - Universidad Austral

RESUMEN · En la asignatura *Química II* de Ingeniería Industrial se reemplazaron las prácticas tradicionales de laboratorio por un Proyecto de Estudio sobre la Calidad de Agua en Pilar. Además de cumplir con las actividades de formación experimental en campo y en laboratorio, se buscó simultáneamente promover en estudiantes de primer año el desarrollo de capacidades constitutivas de competencias genéricas de egreso en ingeniería. Se trabajó sobre tres líneas directrices:

- el agua, sus propiedades físico-químicas y parámetros característicos,
- el muestreo y el análisis instrumental,
- el análisis, la validación y la interpretación de resultados.

Ellas responden directamente a los elementos que componen el desarrollo de una competencia, el saber (conocimiento), el saber hacer (operativo) y el saber ser (poder dar razones de lo que se hace).

Los resultados alcanzados permiten confirmar que la incorporación de un modo incipiente de elementos de investigación en ingeniería desde el inicio de la carrera es una oportunidad para promover el desarrollo de las siguientes competencias genéricas: aprender en forma continua y autónoma, desempeñarse de manera efectiva en equipos de trabajo, comunicarse con efectividad y actuar considerando el impacto ambiental.

Palabras clave — agua, proyecto investigación, competencias, rúbricas.

ABSTRACT · In the *Chemistry II* course of Industrial Engineering, the traditional laboratory practices were replaced by a Research Project on Water Quality in Pilar. In addition to complying with the experimental training in field and laboratory activities, it is sought to simultaneously promote the development of skills constituting general professional competences of engineering in first-year students. It worked on three guidelines:

- water, its physical-chemical properties and characteristic parameters,
- sampling and instrumental analysis,
- analysis, validation and interpretation of results.

They respond directly to the elements that make up the development of a competence, the knowledge, the know-how (operational) and the ability to give reasons for what is done.

The achieved results allow to confirm that the incorporation in an incipient way of elements of research in Engineering right at the beginning of the career is an opportunity to promote the development of the following generic competences: learn in a continuous

and autonomous way, perform effectively in teams of work, communicate effectively and act considering the environment.

Keywords — water, research project, competences, rubrics.

»

1. INTRODUCCIÓN

1.1. OBJETIVO · Presentar una experiencia de enseñanza-aprendizaje orientada al desarrollo de competencias genéricas de egreso en ingeniería en alumnos de primer año de la carrera *Ingeniería Industrial* vinculada al estudio de temas ambientales, en un contexto real y cercano.

1.2. CARACTERÍSTICAS GENERALES · Es muy significativo destacar que este trabajo surgió a partir de las inquietudes de estudiantes interesados por realizar investigación sobre temas relacionados con medio ambiente y energías alternativas. Esta actitud activa y constructiva de estudiantes de ingeniería, tales como el espíritu emprendedor, el compromiso social y la conciencia ambiental, constituyen un interés legítimo que los profesores debemos atender y al mismo tiempo fomentar.

Luego de evaluar distintas alternativas, contemplando el grado incipiente de avance en la carrera y las capacidades propias de los laboratorios, los profesores de química decidimos desarrollar una actividad centrada en el estudio de la calidad del agua en Pilar (zona de radicación de la Facultad) en las horas asignadas al trabajo experimental correspondientes a la asignatura *Química II* (1° año, 2° cuatrimestre de la carrera Ingeniería Industrial), reformulando la práctica de laboratorio tradicional.

2. MARCO TEÓRICO

Nuevos paradigmas como la sociedad del conocimiento, la globalización, las redes y la actual economía conforman un escenario particular que requiere de nuevas formas de intercambio y de comunicación. El mundo cambió y sigue cambiando, y la sociedad actual exige más a la Universidad [1]. Esta realidad hace necesario “que las personas desarrollen capacidades amplias, que les permitan aprender, y desaprender, a lo largo de toda su vida para adecuarse a situaciones cambiantes. Es posible que no ocupemos el mismo puesto de trabajo toda la vida... Necesitamos conocimientos, habilidades y actitudes que nos faciliten esa flexibilidad que se hará imprescindible” [2]. Y esto es exactamente lo que

justifica pensar en una formación por competencias. Como bien dicen Giordano-Lerena y Cirimelo: "La visión actual de la sociedad propone ver al egresado universitario como un ser competente (con un conjunto de competencias), capaz de ejercer su profesión en la realidad que lo rodea" [3].

2.1. LAS ACTIVIDADES DE LABORATORIO EN LA FORMACIÓN POR COMPETENCIAS

· No hay dudas de que el trabajo práctico de laboratorio constituye un rasgo diferencial en la enseñanza de las ciencias y en particular de la Química. Sin embargo, como bien dice Barberá [4] "aunque el trabajo práctico es habitualmente considerado inestimable en la enseñanza de las ciencias, la investigación parece mostrar que no siempre resulta tan valioso para su aprendizaje".

Gil Pérez en su trabajo Cómo promover el interés por la cultura científica explica claramente el porqué de esta situación: "El trabajo experimental se realiza, como es frecuente, con el propósito de observar algún fenómeno, para "extraer" de él un concepto o cuando los estudiantes lo llevan a cabo mediante una guía previamente preparada, sin tener en cuenta, reiteramos una vez más, las cuestiones a que se pretende dar respuesta (lo que contribuye a una visión aproblemática), la discusión de su posible interés y relevancia (visión descontextualizada), la formulación tentativa de hipótesis, el proceso de diseño que necesariamente precede a la realización de los experimentos o el análisis crítico de los resultados obtenidos (reforzando así una visión rígida, algorítmica y cerrada de la ciencia), etc. Todos estos aspectos son absolutamente fundamentales para que la experimentación tenga sentido" [5].

Una revisión de las guías de trabajos prácticos habituales pone en evidencia que las prácticas poseen un formato tradicional, cuyo objetivo fundamental es comprobar o ilustrar la teoría que ha sido explicada en clase y que limitan el rol del alumno a simple reproductor de consignas [6].

En el marco de la educación basada en competencias es necesario preguntarse qué papel juegan las actividades experimentales en el proceso de aprendizaje y de enseñanza, qué se espera del trabajo práctico, qué se obtiene del trabajo práctico y cómo se evalúa. Entonces, de ser necesario, debe ser reformulado para transformarlo en una experiencia de aprendizaje movilizadora de conocimientos, destrezas, valores, que, combinados de manera pertinente, permita a los alumnos resolver la situación problema que se plantea. Además, debemos reconocer que si esta situación problema se plantea en el marco de un proyecto de investigación cuya temática es cercana a los intereses de los estudiantes y en un contexto cotidiano se potencian las posibilidades de que el aprendizaje sea verdadera-

mente significativo.

3. DESARROLLO DEL PROYECTO AGUA

El Proyecto Estudio de la Calidad de Agua en Pilar se implementó en el contexto de las actividades experimentales de la asignatura *Química II* de primer año con 65 estudiantes cursantes de Ingeniería Industrial. Trabajaron activamente los tres profesores a cargo de la materia y cuatro ayudantes de segundo año previamente capacitados para este fin (primera etapa del Proyecto [7]). La asignatura tiene como correlativa anterior *Química* I y una carga de seis horas (reloj) semanales, de las cuales dos horas se emplearon para el Proyecto.

Se distribuyó a los alumnos en 18 equipos según el orden alfabético de la lista. Se adoptó este criterio para evitar que se agrupen por amistades, para que se conozcan más entre sí y aprendan a trabajar con el compañero/a que les toque, es decir en condiciones parecidas a la futura actividad profesional, donde por lo general no se elige.

Se establecieron tres líneas directrices a desarrollar:

- el agua, sus propiedades físico-químicas y parámetros característicos,
- el muestreo y el análisis instrumental,
- el análisis, la validación y la interpretación de resultados.

Ellas responden directamente a los elementos que componen el desarrollo de una competencia, el saber (conocimiento), el saber hacer (operativo) y el saber ser (poder dar razones de lo que se hace). La reflexión, el rigor, el pensar lógicamente, el saber documentar, argumentar siguiendo un hilo discursivo, saber abstraer, saber interpretar contextualizando, explorar nuevas vías, trabajar en equipo, etc., no son todos comportamientos elaborados de orden cognitivo, sino que constituyen un tipo de formación que sólo se puede desarrollar si se configura en “forma de ser” personal, compleja, si inciden y afectan la estructura más profunda de la persona y la hacen competente [8].

Las actividades se fueron concatenando a lo largo del cuatrimestre, comenzando naturalmente por la inducción y estudio de los temas teóricos (teoría del agua, del principio operativo de los equipos y del fundamento del muestreo), realizando luego el muestreo y el análisis de las muestras en el laboratorio, concluyendo con validación de los datos, análisis e interpretación de los resultados. Cada fase tuvo su producto final previsto o “entregable” que fue corregido por ayudantes y profesores, que en todo momento acompañaron activamente el proceso. Tal como puede observarse en la Tabla 1, el análisis de las muestras en laboratorio ocupó la mayor parte del tiempo del Proyecto (9 semanas).

Semanas	Fase		Documento entregable por equipo
1 a 3	1	Introducción teórica. Toma de muestras	Investigación de Estudio Teórica
4	2	Evaluación individual previa al ingreso al Laboratorio (comprobación rápida)	
5 a 13		Análisis de muestras en Laboratorio	Minuta de Laboratorio
14 a 16	3	Discusión y evaluación de resultados	Informe Final del Proyecto

Tabla 1. *Distribución de las actividades durante el cuatrimestre (16 semanas)*

En la primera fase, los ayudantes realizaron una introducción teórica a los conceptos más importantes a investigar y presentaron los instrumentos explicando el principio de medición, su operación y aspectos de seguridad más relevantes para tener en cuenta. Asimismo, se explicó la importancia del muestreo y el modo de conservación de la muestra. A cada equipo se le asignó un sitio para la toma de muestra, pozo de agua subterránea de la Universidad o bien el agua de red provista por la empresa local. También por equipo, se realizó una investigación teórica sobre un tema asignado relativo a la calidad de agua. Una vez aprobados los documentos correspondientes (en todos los casos se requirieron varias instancias de corrección), cada uno constituyó un capítulo del material de estudio teórico para todos los estudiantes del curso. De este modo, se procuró una construcción colaborativa de conocimiento de base, donde cada equipo fue responsable de proveer una parte de información fidedigna, clara y concisa a sus compañeros. Merece destacarse que se brindaron instrucciones precisas y obligatorias relativas al formato de presentación: extensión máxima, tipo de letra, alineación y espaciado, formato de citas, etc., tal como se solicita a los trabajos que se presentan a congresos. Una selección de estos temas teóricos de estudio fue evaluada en forma individual en el primer examen parcial de la materia. Se puso también a disposición de los estudiantes como material de estudio una selección de páginas de los manuales operativos de los equipos a utilizar en su idioma original (inglés), una guía denominada *Pautas de Trabajo* con aspectos de seguridad en el laboratorio y una selección de tablas. Los ayudantes y profesores atendieron consultas y explicaron dudas tanto en clase como por correo electrónico. Para el manejo compartido de documentos entre profesores, ayudantes y alumnos se utilizó una carpeta en Dropbox creada específicamente para este Proyecto, con subcarpetas correspondientes.

Luego de la introducción teórica y de la toma de muestras, se pasó a la fase de análisis

instrumental. Como condición previa al ingreso al laboratorio, se evaluaron individualmente los conocimientos relativos al muestreo, al fundamento de la operación de los equipos, a la operación para la determinación de cada parámetro y los aspectos de seguridad en el laboratorio. Se dispusieron de hasta dos instancias de recuperación.

Aprobado este examen breve individual y de acuerdo con un cronograma preestablecido, cada equipo midió en el laboratorio los siguientes parámetros de calidad de agua en la muestra respectiva: sólidos totales, sólidos en suspensión, salinidad, conductividad específica, pH, dureza, nitratos y turbidez. La operación del espectrofotómetro Hach, medidor multiparamétrico Hydrolab y turbidímetro de fibra óptica fue realizada íntegramente por los estudiantes, asistidos por los ayudantes y los profesores. Cuando se detectaron errores, se repitieron las determinaciones y se discutió la validez de los resultados. Luego de cada sesión de trabajo y antes de retirarse del laboratorio, los estudiantes informaron al ayudante a cargo los resultados obtenidos y las observaciones correspondientes que fueron volcadas en la planilla general (Excel) de los análisis realizados. Con esta misma información elaboraron una Minuta de Laboratorio para la respectiva carpeta en Dropbox del Proyecto.

En la tercera fase, cada equipo analizó el conjunto total de datos de todos los parámetros obtenidos por todos los equipos y elaboró conclusiones al respecto. El trabajo con el total de los datos busca aumentar la significación estadística para la elaboración de conclusiones y al mismo tiempo, comprometer a los estudiantes en su responsabilidad al aportar datos no sólo para su propio trabajo, sino también para el de los demás. Se trabajó en sesiones generales coordinadas por un profesor y en sesiones por equipo de estudiantes. El análisis, procesamiento, elaboración y justificación de conclusiones constituyó el núcleo central del Informe Final del Proyecto por equipo.

Tal como ya hemos mencionado, en este proyecto fue tan importante el desarrollo del proceso en sí mismo, como los resultados finales obtenidos. Los distintos instrumentos de seguimiento empleados procuraron acompañar, retroalimentar y evidenciar lo actuado por los distintos actores involucrados, estudiantes, ayudantes y profesores (Tabla 2). Los tres primeros instrumentos fueron elaborados en equipo y corresponden a formas tradicionales de seguimiento y evaluación de profesores. En ellos se atendieron consultas y se indicaron y realizaron las correcciones pertinentes a los documentos entregables. Del mismo modo corresponden a esta categoría los exámenes parciales (previos al ingreso al laboratorio como de evaluación durante el cuatrimestre) y el examen final de la materia, todos ellos de carácter individual y obligatorio.

Instrumento de seguimiento	Carácter
Investigación de Estudio Teórico	En equipo
Minuta de Laboratorio	En equipo
Informe Final del Proyecto	En equipo
Exámenes parciales de laboratorio y de la materia	Individual
Examen Final de la materia	Individual
Encuesta Final	Individual
Rúbricas	Individual (alumnos) y en equipo (profesores)

Tabla 2. *Instrumentos de seguimiento y carácter*

La novedad que aporta este Proyecto es que desde el primer momento se les planteó a los cursantes de *Química II* el Proyecto en todas sus dimensiones: qué se iba a realizar, cómo se iba a trabajar y fundamentalmente, qué se esperaba de ellos en cuanto al desarrollo de capacidades constitutivas de competencias y porqué las mismas son tan importantes para el ejercicio de la profesión de ingeniero. Es decir, se procuró que los estudiantes fueran protagonistas activos de su propio proceso de formación. Alineado con este objetivo, al finalizar el cuatrimestre los estudiantes se autoevaluaron respondiendo a una Encuesta Final y completando Rúbricas relativas a sus resultados y a la percepción de logros alcanzados.

4. ANÁLISIS DE RESULTADOS

4. 1 ENCUESTA FINAL INDIVIDUAL · La Encuesta Final Individual[1] que respondieron los estudiantes fue armada sobre cinco preguntas, cuatro de ellas cerradas con *ítems* a valorar según una escala de 1 (menos) a 5 (más), correspondiendo 1: malo, 2: regular, 3: bueno, 4: muy bueno y 5: excelente.

4.1.1 PREGUNTAS · ¿Qué es lo principal que aprendió? ¿Cómo lo aprendió? De acuerdo con la percepción de los estudiantes (Figura 1), lo que más aprendieron se refiere a la "operación de equipos de laboratorio" (mayoritariamente valoración muy buena 4 y excelente 5), toma de muestras, y en menor medida, validación de mediciones. En contra partida, no resulta bien calificado el estudio de teoría sobre el agua. Los estudiantes destacan especialmente la "realización de las mediciones en el laboratorio" como el medio más eficaz de aprendizaje (amplia mayoría 4, muy bueno, Figura 2), es decir se comprueba la importancia del "aprender haciendo".

1. Adaptación de la Encuesta de cursos de capacitación docente la Dirección General de Cultura y Educación de la provincia de Buenos Aires (2014).

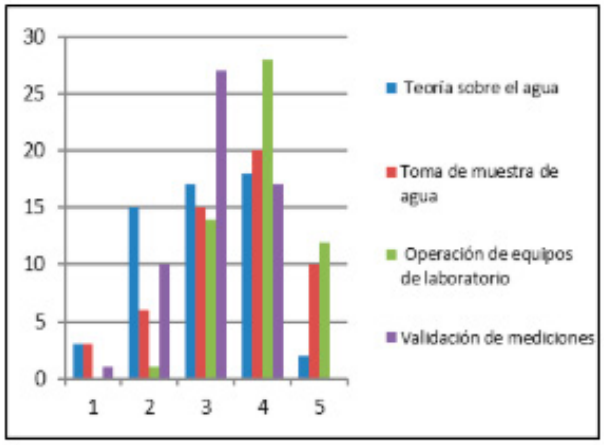


Figura 1. *¿Qué es lo principal que aprendió?*

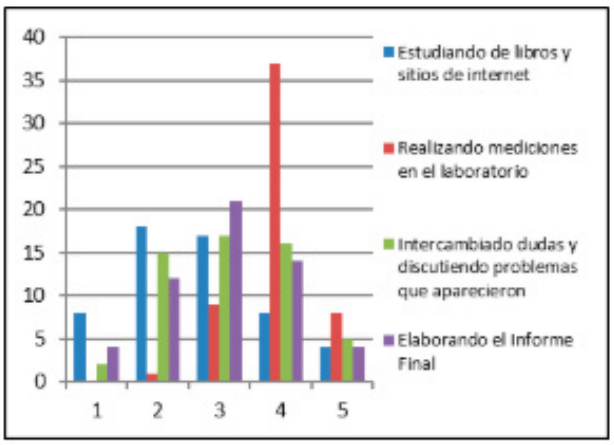


Figura 2. *¿Cómo lo aprendió?*

A continuación, se muestran algunos comentarios textuales que responden a la pregunta abierta "¿Cuál fue la situación que le resultó más provechosa y por qué?" e ilustran los resultados que surgen de los dos gráficos anteriores:

"En el laboratorio al experimentar con los equipos, pude comprender más del tema agua"; "ver la dureza del agua es shockeante"; "me da un nuevo conocimiento que me puede servir a futuro"; "cuando utilizamos el espectrofotómetro, no nos daban los valores y tuvimos que repetir las mediciones"; "el uso del espectrofotómetro permitió una buena discusión para confrontar distintos puntos de vista"; "el espectrofotómetro por ser el más variado y delicado de los equipos de medición";

"Hydrolab y Hach, viendo los resultados veíamos los diferentes valores del agua de la Facultad"; "aprender a usar los instrumentos, es un conocimiento complejo sobre los análisis de muestras"; "uso de instrumentos, podíamos utilizarlos por nuestra cuenta, lo cual nos ponía como responsables"; "aprender la toma de muestras correcta, será útil para futuros proyectos"; "espectrofotómetro, por ser el instrumento más complejo que requería mayor precisión para el trabajo"; "usar el Hydrolab, tuve que pensar".

La mayoría de los estudiantes destacan positivamente el valor del trabajo en el laboratorio como medio eficaz para el aprendizaje. En sus respuestas se evidencian diferentes dimensiones: vinculación con la realidad y por tanto interés, utilidad del conocimiento y de las habilidades adquiridas para más adelante (visión de futuro), oportunidad de discusión, sentir el reto de un desafío ante el uso de equipos delicados y al mismo tiempo asumir responsabilidades, etc.

En contra partida no fue bien percibido el estudio autónomo que se pretendió realizaran en equipo los alumnos sobre temas nuevos (teoría del agua). Así surge de la figura 2, el medio de aprendizaje "estudiando de libros y sitios de internet" fue el peor valorado en

la percepción de los alumnos. A la pregunta abierta "¿Cuál fue la situación que le resultó menos provechosa y por qué?" aplican estas respuestas:

"Los trabajos teóricos, porque no se discutieron en clase", "la investigación teórica, no entendí mucho".

4.1.2 PREGUNTA: ¿EN QUÉ MEDIDA CONSIDERA QUE ESTA ACTIVIDAD CONTRIBUYÓ AL DESARROLLO DE LAS CAPACIDADES INDICADAS? · La mayoría de los estudiantes considera que este Proyecto contribuyó de un modo bueno y muy bueno (valoraciones 3 y 4) al conjunto de las capacidades planteadas, diferenciándose levemente en mayor grado, en primer término, la competencia trabajo colaborativo y en equipo, y luego *integración de conocimientos y concientización sobre la importancia del medio ambiente*.

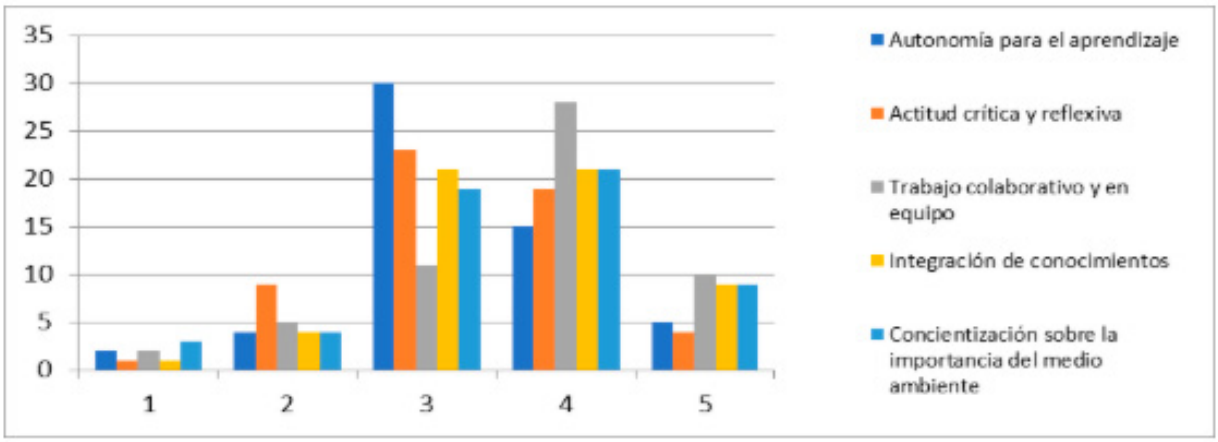


Figura 3. *¿En qué medida considera que esta actividad contribuyó al desarrollo de las competencias indicadas?*

De la figura 3 surge también que las capacidades *de autonomía para el aprendizaje y actitud crítica y reflexiva* no se perciben tan bien logradas (mayoritariamente sólo calificación 3, bueno).

Respecto de la integración de conocimientos se destacan estos comentarios favorables relativos modo de elaboración del Informe Final de Laboratorio: "Ahí se aclararon dudas y entre todos llegamos a una misma conclusión"; "Nos dio la oportunidad de ponernos a discutir sobre los resultados y entenderlos"; "Realizar el informe, me ayudó a aprender aunque nos llevó tiempo".

4.2. RÚBRICAS DE ESTUDIANTES Y PROFESORES · Las Rúbricas fueron los instrumentos elegidos para evaluar con mayor detalle, tanto profesores como estudiantes, las tres capacidades siguientes:

- gestión de la información para el autoaprendizaje, aplicada especialmente a la investigación teórica sobre el agua,

- trabajo colaborativo y en equipo desarrollado a lo largo de todo el cuatrimestre,
- obtención, identificación y organización de datos pertinentes, se refiere a la coherencia entre las mediciones analíticas, la interpretación de resultados y la elaboración de conclusiones, denominada sintéticamente, competencia científica.

Cada capacidad de abrió, a su vez, en los elementos que la conforman y en cada caso, se evaluó el grado de desarrollo en una escala sintética: muy bien MB, bien B y regular R.

4.2.1 CAPACIDAD GESTIÓN DE LA INFORMACIÓN · En líneas generales, la apreciación del desarrollo de la capacidad *Gestión de la Información* desagregada fue, en su mayoría, muy buena y similar entre estudiantes y profesores (Figuras 4 y 5).

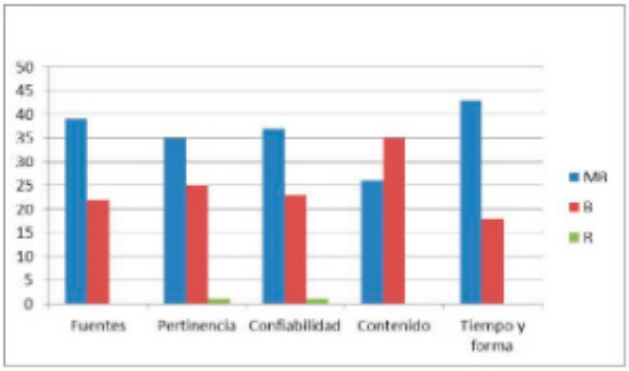


Figura 4. *Estudiantes.*

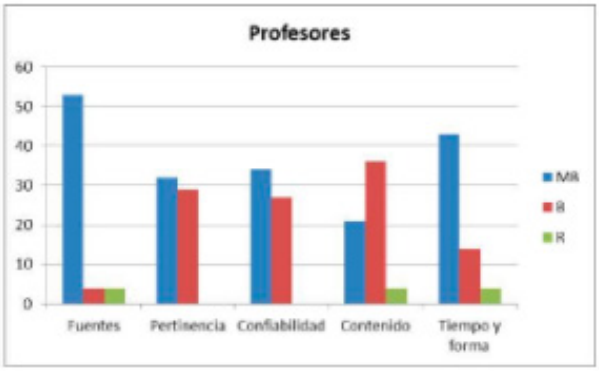


Figura 5. *Profesores.*

En parte los resultados finales fueron muy buenos porque los documentos entregables se debieron corregir hasta ser aprobados. Sin embargo, en los estudiantes se evidencia una percepción más favorable de las capacidades involucradas que en los profesores. En ambos, surge una valoración más baja (mayoritariamente buena) respecto del *contenido*, calificando como no completo. Se corresponde con la dificultad ya explicada respecto de la investigación teórica sobre el tema agua que no logró el desarrollo deseado de la capacidad de la autonomía para aprender y la plena comprensión de lo estudiado.

4.2.2 CAPACIDAD TRABAJO COLABORATIVO Y EN EQUIPO · Si bien los estudiantes están muy conformes con el *Trabajo en equipo*, especialmente con la *actitud de colaboración* puesta en juego, esta percepción es opuesta en los profesores, donde todas las capacidades son calificadas mayoritariamente sólo con bueno (Figuras 6 y 7). En *participación* la mayoría intervino sólo a requerimiento, en la *actitud de colaboración*, en general se limitaron aceptar el trabajo propuesto y en *liderazgo* participaron en la planificación y organización de la tarea y distribución. Es decir, si bien los estudiantes trabajaron, para los profesores se evidenció una falta de actitud proactiva y de iniciativa propia más allá del mínimo obligatorio por cumplir.

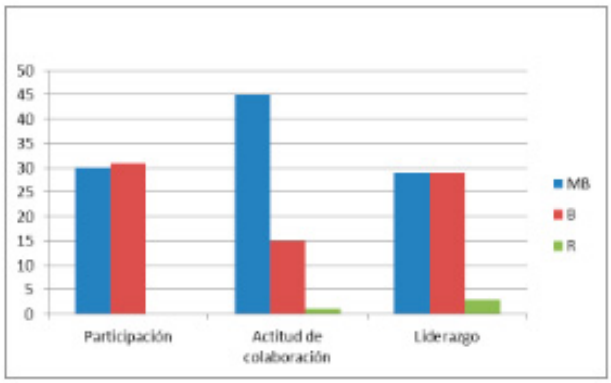


Figura 6. *Trabajo en equipo. Estudiantes.*

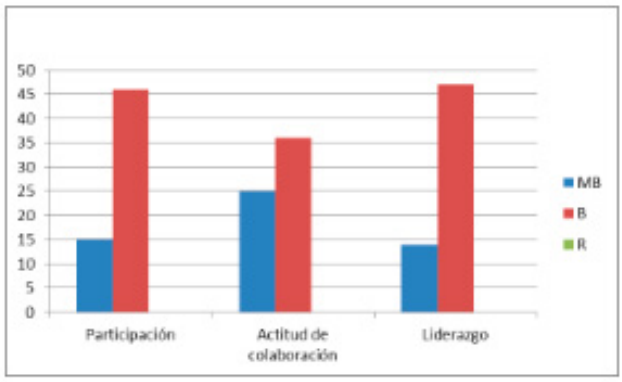


Figura 7. *Trabajo en equipo. Profesores.*

4.2.3 CAPACIDAD CIENTÍFICA · La capacidad *Toma de muestra y datos* tanto profesores como estudiantes coincidentemente la califican en su mayoría como muy buena (Figuras 8 y 9). Esto refuerza lo ya expresado respecto de las mediciones en el laboratorio (muy valoradas). La calificación bueno se corresponde con algunas observaciones negativas por parte de los estudiantes respecto de los tiempos empleados, especialmente para la toma de muestra y esperas en algún caso para realizar las mediciones.

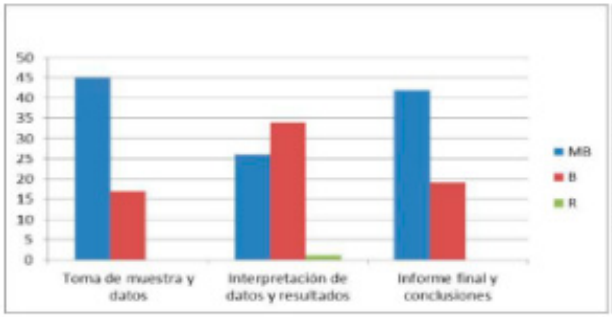


Figura 8. *Competencia científica. Estudiantes.*

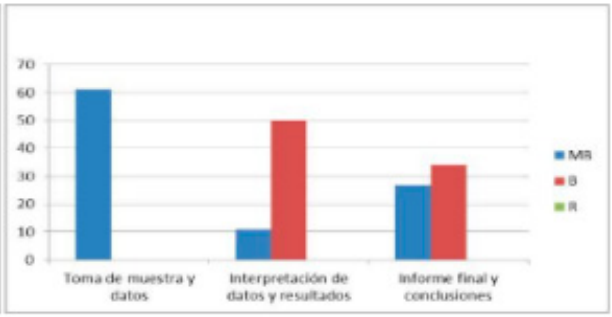


Figura 9. *Competencia científica. Profesores.*

La capacidad *Interpretación de datos y resultados* fue en ambos casos evaluada mayoritariamente sólo como buena, es decir corresponde al "uso de vocabulario científico medianamente, pero llega a buenas conclusiones". Otra vez los estudiantes se sobreestiman en relación con la opinión de los profesores. Naturalmente la elaboración del *Informe Final y conclusiones* está directamente relacionada con la capacidad de *interpretación de datos y resultados*. Así queda de manifiesto que los profesores brindan una apreciación mayoritariamente buena y en menor proporción muy buena respecto de Informe Final. En contraste, los estudiantes valoran principalmente como muy bueno su Informe Final, consideran que se alcanzaron satisfactoriamente las capacidades involucradas, uso del vocabulario correcto, coherencia entre conclusión y dato y análisis correcto y bien fundamentado. Esto muestra una diferencia importante frente a lo evaluado por los docentes y pone en evidencia una

dificultad ya detectada respecto de la capacidad de análisis y sentido crítico lograda.

5. CONCLUSIONES

Los resultados alcanzados en el Proyecto permiten confirmar lo siguiente:

1. Los procesos de enseñanza y de aprendizaje orientados al desarrollo de capacidades son más complejos porque deben atender no sólo los resultados, sino fundamentalmente al desarrollo en sí mismo y conllevan por tanto un cambio importante del rol docente orientado al acompañamiento, guía y motivación. En este sentido los ayudantes, por su cercanía a los cursantes, desempeñaron un rol sumamente enriquecedor tanto en el diseño como en la implementación que es valorado positivamente por los estudiantes.
2. La adquisición de competencias se hace posible cuando los mismos estudiantes (incluidos los ayudantes) son conscientes de las nuevas capacidades, habilidades que adquieren e intereses que desarrollan y los aprecian porque identifican su aplicación actual y futura, es decir los conecta con la realidad actual y su proyección profesional.
3. La incorporación de un modo incipiente de elementos de investigación en ingeniería desde el inicio de la carrera es una oportunidad para promover el desarrollo de las siguientes competencias genéricas: aprender en forma continua y autónoma, desempeñarse de manera efectiva en equipos de trabajo, comunicarse con efectividad y actuar considerando el impacto ambiental.

Del análisis de resultados del Proyecto Agua surgen oportunidades concretas de mejora, de actualización del Proyecto Agua para el nuevo curso de *Química II* y de expansión a otras asignaturas, tal como *Química I* a cargo de los mismos profesores. Asimismo, se espera que esta experiencia ayude a reflexionar a otros actores involucrados, en especial autoridades y profesores, sobre la necesidad de crear escenarios propicios para el desarrollo de las habilidades, actitudes y valores que de manera integrada, intencional y progresiva a lo largo de toda la carrera académica se orienten a la formación de profesionales de ingeniería competentes. •

🕮 REFERENCIAS

[1] Consejo Federal de Decanos de Ingeniería (2014). *Competencias en ingeniería*. Mar del Plata. 1°Edición. Universidad FASTA.

[2] M.E. Cano García (2008). "La evaluación por competencias en la educación superior". *Profesorado Revista de Curriculum y Formación del profesorado*. Vol.12, N°3. Universidad de Granada, España.

[3] R. Giordano-Lerena, S. Cirimello (2013). "Competencias en ingeniería y eficacia institucional". *Ingeniería Solidaria*, Vol. 9, No. 16.

[4] O. Barberá, P. Valdés (1996). "El trabajo práctico en la enseñanza de las ciencias; una revisión". *Revista Enseñanza de las ciencias*, Vol. 14, N° 3.

[5] D. Gil Pérez *et al*. (2005). ¿Cómo promover el interés por una cultura científica? Una propuesta didáctica fundamentada para jóvenes de 15 a 18 años. OREALC/UNESCO Santiago.

[6] DGCyE de la Pcia. de Bs As, Dirección de Formación Continua (2012) Guión Curso de capacitación "Introducción al Diseño Curricular de Química del Carbono".

[7] M.A. Moya *et al* (2015). "Desarrollo de competencias profesionales en la Universidad Austral a través de un Proyecto de Investigación sobre la calidad del agua en la zona de Pilar (1era etapa)". *COINI 2014: VII Congreso Argentino de Ingeniería Industrial*. Editor Cesar Bustelo et.al. 1° Edición. edUTecNe. Buenos Aires.

[8] A.M. Amarante (2013). *Enseñar, aprender y evaluar por competencias en la universidad*, Universidad Austral, Rectorado, Universidad Austral. Buenos Aires.

Una estrategia para enseñar Cálculo con el enfoque por competencias

Cuadros, Patricia del Valle - pcuadros@unsj.edu.ar

Facultad de Ingeniería - Universidad Nacional de San Juan

Pósito, Rosa María - rosaposito@gmail.com

Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales - Universidad Nacional de San Juan

RESUMEN · El Cálculo es una de las más importantes herramientas de la Matemática a aplicar en Ingeniería. El estudiante aprende conceptos y técnicas avanzadas para modelar problemas reales que posibilitan la toma de decisiones y la solución de problemas específicos de ingeniería. El proceso de enseñanza aprendizaje de esta asignatura representa un reto para los docentes; quienes deben plantear una estrategia didáctica que promueva en los alumnos las capacidades que contribuyan favorablemente al desarrollo de las competencias de egreso fijadas en el perfil del ingeniero dado por CONFEDI y los prepare para afrontar los retos del siglo XXI.

El presente trabajo comparte una estrategia para el proceso de enseñanza aprendizaje de la asignatura Cálculo II. La estrategia presenta una combinación de diseños didácticos con uso de recursos tecnológicos, que promueven en el estudiante el desarrollo de capacidades, estructuradas en función de los cuatro pilares de la educación, y permiten desarrollar habilidades de orden superior como aplicar, analizar y evaluar de la Taxonomía de Bloom que van más allá de memorizar algunas fórmulas y resolver ejercicios. Todo lo que redunda en un mayor nivel de conocimiento, calificaciones y de competencias sociales de los alumnos.

Palabras clave — Competencias, Blended Learning, Cálculo, Tecnología, Aula Virtual.

ABSTRACT · The Calculus is one of the most important tools of Mathematics to apply in Engineering. The student learns advanced concepts and techniques to model real problems that enable decision making and the solution of specific engineering problems. The teaching-learning process of this subject represents a challenge for teachers; those who must propose a didactic strategy that promotes in the students the capacities that contribute favorably to the development of the graduate competences set in the profile of the engineer given by CONFEDI and prepare them to face the challenges of the 21st century.

The present work shares a strategy for the teaching-learning process of the Calculus II subject. The strategy presents a combination of didactic designs with the use of technological resources, which promote in the student the development of skills, structured according to the four pillars of education, and allow the development of higher order skills such as applying, analyzing and evaluating the Bloom Taxonomy that go beyond memorizing some formulas and solving exercises. All that results in a higher level of knowledge, qualifications and social skills of students.

Keywords — Competence, Blended Learning, Calculation, Technology, Virtual classroom.

»

INTRODUCCIÓN El Cálculo es una de las más relevantes herramientas de la Matemática a aplicar para la Ingeniería. El estudiante aprende conceptos y técnicas avanzadas para modelar problemas reales, algo muy importante en la solución de problemas específicos de ingeniería. Sin embargo, es considerado por la mayoría de los estudiantes como una asignatura difícil de aprender.

En investigaciones previas realizadas por el equipo de cátedra de la asignatura Cálculo e investigadores del GATIE -Gabinete de Tecnología e Innovación educativa de la FCEFyN- se identificaron factores incidentes en el problema de aprendizaje de dicha asignatura, entre los principales citamos:

- la preparación previa en Matemática en relación a: capacidad para aplicar lo que saben a la resolución de problemas. capacidad de utilizar el lenguaje matemático, capacidad de razonamiento y análisis, formular problemas, aplicar diversas estrategias para resolver problemas, comprobar e interpretar resultados.
- la autogestión del aprendizaje, en cuanto a la posibilidad de organizar su propio proceso de aprendizaje y reflexionar sobre él, aprendiendo de los errores y frustraciones; saber seleccionar, procesar, y analizar críticamente la información; reconocer lo aprendido y advertir aquello que se desea y se necesita saber para continuar aprendiendo.

A partir del análisis de estos factores, se propone una estrategia para el proceso de enseñanza aprendizaje de las asignaturas de Cálculo, que tiene como base los cuatro pilares de la educación propuestos por la UNESCO [1], “saber”, “saber hacer2, “saber ser” y Saber ser con otros “. Si solo se desarrolla el saber, se está en una fase pasiva del proceso educativo. “El ingeniero debe saber y saber hacer para el desempeño profesional” [2]. Lograr el aprendizaje de un concepto no significa memorizar algunas fórmulas y resolver ejercicios, este es un proceso, de acuerdo a la Taxonomía de Bloom, [3] de orden inferior, de recordar y comprender.

El estudiante de Cálculo debe también aplicar, analizar y evaluar los conceptos, procesos cognitivos de orden superior según Bloom, lo que conlleva a un “saber hacer” significativo.

Por otra parte, los avances de las tecnologías de información y comunicación han po-

sibilitado la incorporación de recursos tanto para la comprensión de los conceptos del Cálculo como para el desarrollo del proceso de enseñanza aprendizaje.

En este contexto, se permite disponer de un aula virtual con materiales hipermediales que facilitan la comprensión del Cálculo y con espacios de comunicación entre pares y con los docentes, generando así, la oportunidad de promover en el estudiante la capacidad de autogestión de su propio aprendizaje, administrando sus tiempos de aprendizaje, transformándose en un estudiante activo, favoreciendo la capacidad de aprender en forma continua y autónoma, preparándolos para afrontar los retos del siglo XXI.

El presente trabajo comparte la estrategia del proceso enseñanza aprendizaje aplicada en la asignatura Cálculo II. Se espera de este modo contribuir favorablemente al desarrollo de competencias de egreso fijadas en el perfil del ingeniero dado por CONFEDI [4] y aportar elementos para la discusión y análisis del proceso de enseñanza aprendizaje centrado en el alumno.

ESTRATEGIA DE ENSEÑANZA PARA CÁLCULO La estrategia propuesta presenta una combinación de diseños didácticos que promueven el desarrollo de capacidades necesarias para el logro de las competencias de egreso en función de los cuatro pilares de la educación que propone la UNESCO.

- Los objetivos principales de la Estrategia son:
- Promover el desarrollo de las competencias de egreso.
- Potenciar el desarrollo del pensamiento crítico en los estudiantes.
- Favorecer el aprovechamiento de los espacios virtuales con el fin de permitir una gestión individual del tiempo de acuerdo a las necesidades de cada estudiante.
- Diseñar entornos educativos de calidad con uso de TIC.
- Disminuir los tiempos de clases presenciales clásicas, donde solo se realiza una transmisión de información.
- Remediar obstáculos de aprendizaje de la materia.
- Propiciar el trabajo colaborativo entre docentes y alumnos para lograr aprendizajes significativos de contenidos específicos y aspectos lógicos.

La Estrategia incluye una amplia variedad de diseños didácticos:

- Modalidad Blended Learning, BL, [5], [6].
- Aprendizaje enriquecido con tecnología, uso de Geogebra, Maple.
- Sistema de gestión del aprendizaje, con aula virtual como soporte a la enseñanza presencial.

- Materiales didácticos como videos de temas académicos para usar con metodología de clase invertida.
- Tareas en grupo e informes individuales, que tienen como finalidad que los alumnos apliquen, refuercen e investiguen en torno al tema planteado.
- Tiempo presencial con temas conceptuales y actividades prácticas
- Tiempo de estudio online en aula virtual.
- Evaluaciones online, formativas, que favorecen la retroalimentación del proceso de aprendizaje.
- Evaluaciones presenciales sumativas.

Conforme a Graham [7] hay formas que combinan los métodos didácticos o las modalidades de clases presenciales con aprendizaje en línea, de acuerdo a ellos se definen grupos de modelos de BL. Tomando como referencia a Graham [7] y Picciano [8], la implementación en la asignatura es a nivel de curso.

La estrategia propuesta se incluye en la tipología de rotación. Los alumnos rotan entre modalidades de aprendizaje: aprendizaje online, clase presencial y trabajo en grupo. La organización de estos bloques puede presentarse superpuesta en el tiempo o secuenciada, a discreción del profesor. Esto posibilita usar la modalidad de aula invertida.

IMPLEMENTACIÓN DE LA ESTRATEGIA En la asignatura Cálculo II, en una primera instancia se puso en práctica una experiencia didáctica de la Estrategia, en un par de temas, con la implementación de TIC, [9]. El resultado constatado fue una mejora en las calificaciones de los alumnos, como así también en la comprensión de los conceptos teóricos involucrados y en el desarrollo de sus capacidades. Esto impulsó a implementar la Estrategia en la asignatura completa.

En una primera etapa se fijaron los criterios para la selección de los temas a abordar en aula virtual, en clases presenciales y los recursos tecnológicos a usar.

Los criterios definidos para la selección de los recursos tecnológicos fueron:

- el grado de adaptabilidad a las necesidades, intereses y ritmo de los alumnos y de la asignatura.
- la adecuación a los aspectos epistemológicos de los contenidos.
- la flexibilidad, tal que permita desarrollar un cierto grado de autonomía de decisiones para su implementación.
- la adaptabilidad a las diversas situaciones que se pueden presentar en el transcurso del curso.

En función de estos criterios se eligió el aula virtual de la plataforma Schoology. Se configuraron en ella distintos espacios y herramientas que ayudaron a la organización y puesta en marcha de la estrategia didáctica.

El diseño del aula virtual se estructuró en tres unidades temáticas, ya establecidas en

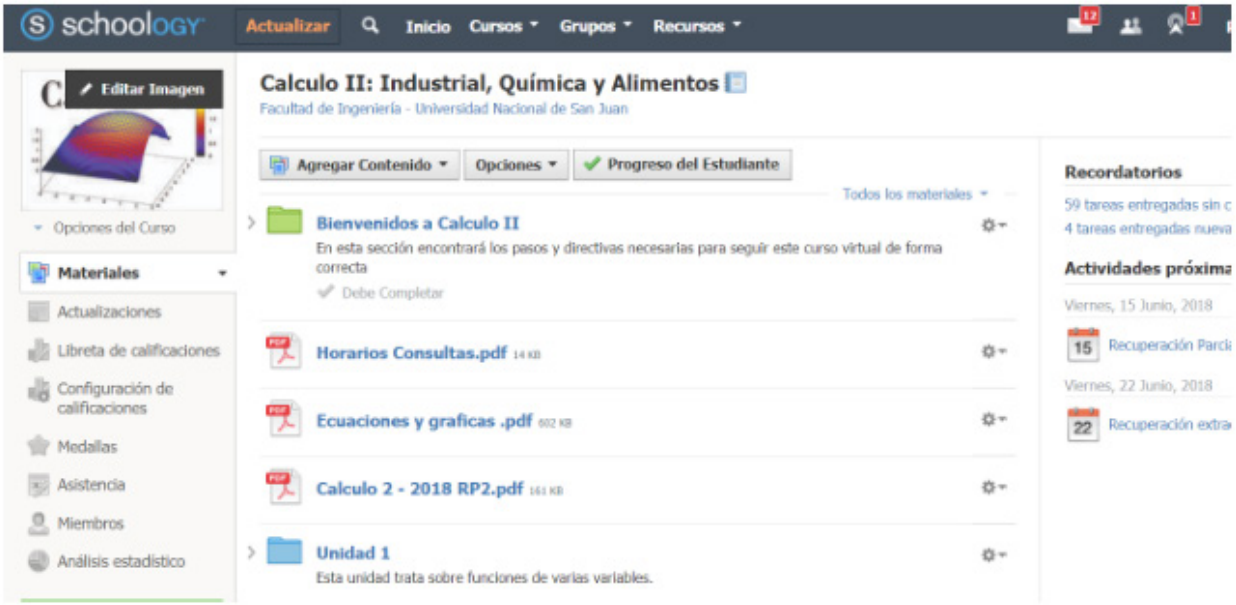


Fig 1. *Pantalla principal del aula virtual desarrollada en la plataforma Schoology para la materia Cálculo II.*

el programa de la asignatura, como módulos de trabajo. En cada uno de estos módulos los alumnos disponían de distintas secciones con diversos materiales y tareas a elaborar. Para seleccionar los contenidos que se desarrollaron en las tareas se requirió del análisis de los obstáculos de aprendizaje de esos temas, y la determinación de una intención de aprendizaje para cada uno de ellos.

Las tareas de temas específicos se diseñaron siguiendo una secuencia didáctica, de manera que sean más eficaces, eficientes y atractivas para el alumno. Estas debían ser analizadas y resueltas en grupo, usando algún recurso tecnológico, y en fecha establecida subir el informe individual elaborado, el cual era corregido por el equipo docente. Las tareas estaban estructuradas como sigue:

1. Ubicación de la unidad temática. Se expresa la fundamentación, el por qué y para qué se seleccionan esos contenidos
2. Tema general a desarrollar.
3. Objetivos a lograr y capacidades a favorecer.
4. Actividad de apertura: ver un video educativo, leer un documento, relacionar conceptos vistos en los distintos materiales. Planteo de un problema disparador del tema.
5. Actividades de desarrollo: Resolver distintos ejercicios propuestos.

6. Actividad de cierre: obtener conclusiones, compartir en el aula virtual el trabajo realizado, exponer y discutir en clase conceptos usados.
7. Orientación para la evaluación: rúbrica a usar, tiempos y condiciones de evaluación y presentación.

En tareas virtuales es prioritario tener los objetivos expresados ya que actúan como punto de referencia para los alumnos, indican la intencionalidad y expresan logros a alcanzar una vez finalizada la tarea. Estas fueron diseñadas para promover la autogestión del aprendizaje y el aprendizaje colaborativo, basadas en el análisis crítico y el intercambio de ideas.

Otros aspectos importantes que se tuvieron en cuenta son: las directivas escritas que el profesor imparte para la realización de la tarea, el nivel de guía con que se acompañe su desarrollo, y la retroalimentación que realice al proceso de enseñanza, sistematizando las observaciones y conclusiones que se derivan de la evaluación de la actividad, dándolas a conocer a los alumnos.

Es importante que las tareas planteadas sean claras y concisas, concentradas en el tema de estudio. Otro aspecto, fue el tiempo que requiere realizar todo el proceso, se consideró que sea acorde al tema y la importancia dentro del programa de la asignatura.

EJEMPLO DE UNA TAREA A DESARROLLAR Se presenta a continuación, la tarea que se elaboró para el tema Curva de nivel, la Figura 2 detalla una parte de ella. Se ha diseñado su duración para el tiempo de una clase.

Las actividades en la tarea consisten en respuestas a preguntas conceptuales, problemas para obtener las ecuaciones de curvas de nivel y de análisis gráfico de mapas de contorno.

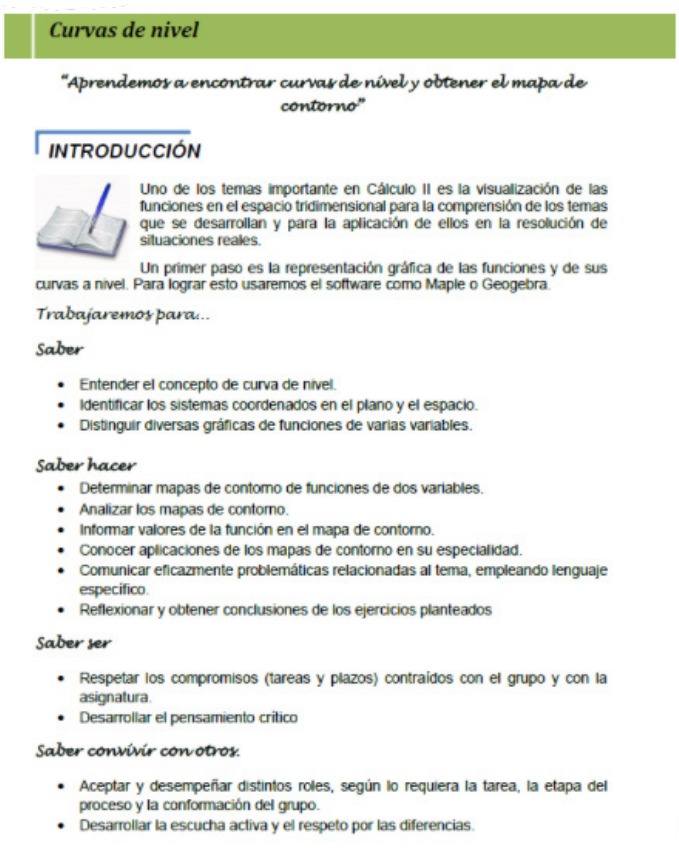
Se organizaron las actividades según la clasificación de la taxonomía del área Matemática de Judi Harris, basada en el modelo TPACK, teniendo en cuenta los siguientes procesos cognitivos:

- Considerar:

1. Leer textos: se indica que lean el documento de la cátedra sobre el tema que se encuentra en el aula virtual.
2. Presenciar una demostración: a los estudiantes se les solicita que vean un video elaborado por los docentes sobre el tema.
3. Discutir: se propone en la clase la discusión de las conclusiones de los conceptos matemáticos que involucra el tema, obtenidas en la tarea desarrollada, mediada

por el docente.

4. Con la elaboración en grupo y publicación de la tarea en el aula virtual se está trabajando las capacidades de comunicación y trabajo en equipo.



Curvas de nivel

"Aprendemos a encontrar curvas de nivel y obtener el mapa de contorno"

INTRODUCCIÓN

Uno de los temas importante en Cálculo II es la visualización de las funciones en el espacio tridimensional para la comprensión de los temas que se desarrollan y para la aplicación de ellos en la resolución de situaciones reales.

Un primer paso es la representación gráfica de las funciones y de sus curvas a nivel. Para lograr esto usaremos el software como Maple o Geogebra.

Trabajaremos para...

Saber

- Entender el concepto de curva de nivel.
- Identificar los sistemas coordenados en el plano y el espacio.
- Distinguir diversas gráficas de funciones de varias variables.

Saber hacer

- Determinar mapas de contorno de funciones de dos variables.
- Analizar los mapas de contorno.
- Informar valores de la función en el mapa de contorno.
- Conocer aplicaciones de los mapas de contorno en su especialidad.
- Comunicar eficazmente problemáticas relacionadas al tema, empleando lenguaje específico.
- Reflexionar y obtener conclusiones de los ejercicios planteados

Saber ser

- Respetar los compromisos (tareas y plazos) contraídos con el grupo y con la asignatura.
- Desarrollar el pensamiento crítico

Saber convivir con otros.

- Aceptar y desempeñar distintos roles, según lo requiera la tarea, la etapa del proceso y la conformación del grupo.
- Desarrollar la escucha activa y el respeto por las diferencias.

Fig 2. *Detalle de la tarea de curvas de nivel.*

• Practicar:

Al hacer las actividades de desarrollo, el alumno está entendiendo y automatizando el proceso de cálculo. El docente actúa como guía, pudiendo el alumno consultarlo en la clase o en el foro del aula virtual. De esta manera se está favoreciendo a la capacidad de identificar, formular y resolver problemas de ingeniería, identificando los sistemas coordenados en el plano y el espacio, distinguiendo diversas gráficas de funciones de varias variables y obteniendo mapas de contorno.

• Interpretar:

El alumno analiza los mapas de contorno, informa valores de la función en el mapa de contorno, informa aplicaciones de los mapas de contorno en su especialidad y trabaja en grupo. Al realizar estas actividades está identificando e interpretando los conceptos teóricos. Se está trabajando la capacidad de operar con el pensamiento lógico-formal y desarrollar pensamiento crítico.

• Aplicar:

El alumno usando software grafica las curvas de nivel y la función correspondiente. Con estas actividades se está trabajando en pos de la capacidad de reconocer y aplicar los principios, reglas o teorías para resolver un problema. Se favorece de este modo el desarrollo del pensamiento crítico y creativo.

- Evaluar:

El alumno al comparar y contrastar distintas gráficas y decidir cuál es la respuesta apropiada está evaluando los resultados, en este caso, las curvas de nivel obtenidas.

Con esta metodología el alumno es responsable de su propio aprendizaje y el docente cumple la función de guiarlo en el proceso.

La forma de desarrollar la tarea es usando el enfoque pedagógico de clase invertida, que presenta una estructura ideal para aplicar el modelo TPACK. En la clase invertida el alumno realiza determinados procesos de aprendizaje fuera del aula con las herramientas tecnológicas y se utiliza el tiempo de clase para potenciar los procesos de adquisición y práctica del conocimiento y de reaprendizaje.

En este caso, en una clase previa al tema, se les indica a los alumnos que analicen el material, que se encuentra en el aula virtual, y que realicen la tarea que se indica. En la siguiente clase se procede a la discusión del tema, la realización de las actividades grupales y la obtención de conclusiones, proceso guiado por el docente.

Al realizar estos procesos se desarrolla la capacidad de identificar, formular y resolver problemas de ingeniería. En actividades donde se plantea que exprese o justifique el razonamiento empleado, se está contribuyendo a la capacidad para comunicar eficazmente problemáticas relacionadas a la profesión.

La asignatura promueve que los estudiantes formen grupos de estudio de dos, tres o cuatro miembros para realizar las tareas propuestas. Tener que expresar sus pensamientos o preguntas en forma oral, aclararlas, justificarlas con sus compañeros y compartir la responsabilidad de la evaluación de las tareas, permite desarrollar las capacidades de desempeñarse de manera efectiva en equipos de trabajo (trabajo colaborativo) y para actuar con ética, responsabilidad profesional y compromiso social. De esta manera se favorece el desarrollo del “saber ser” y “saber convivir”, completando así los cuatro pilares de la educación del siglo XXI.

ESTRATEGIA DE EVALUACIÓN La estrategia de evaluación del curso, consiste en una serie de actividades de aprendizaje que tienen un orden interno entre sí, con el fin

de que la información a la que va acceder el estudiante sea significativa. Los resultados de una actividad de aprendizaje, las tareas que el alumno realiza constituyen elementos de evaluación. La estrategia integra de esta manera principios de aprendizaje con los de evaluación, en sus tres dimensiones, diagnóstica, formativa y sumativa, que están estrechamente vinculados a los propósitos del curso.

El profesor tiene un seguimiento de los alumnos de manera permanente con la corrección de las tareas y atendiendo las consultas que realizan por medio del correo interno o en el foro de discusión del aula virtual, y puede proporcionarles retroalimentación, de acuerdo a las necesidades de aprendizaje de cada uno. Este trabajo promueve el desarrollo de competencias digitales del profesor que tiene que realizar su tarea docente en entornos tecnológicos.

La evaluación de las tareas es formativa, se revisan, se resuelven los problemas y se trabaja en grupo en las clases de consulta establecidas de la asignatura. Esto responde a favorecer las capacidades de trabajo colaborativo y de autonomía en el aprendizaje. A través de estas evidencias se puede conocer el estado de avance en la construcción de conocimiento, con énfasis en la producción de los alumnos.

Cada unidad temática tiene una evaluación virtual individual desarrollada en base a los conceptos principales del tema. Las preguntas son asignadas aleatoriamente a cada alumno por la plataforma, seleccionadas de un banco de preguntas previamente diseñado por el equipo docente, con puntaje y tiempo limitado para realizar la evaluación, siendo ésta una evaluación formativa del proceso. En el banco de preguntas, estas se encuentran de diversas formas, algunas con opción múltiple, con opción verdadero, falso, de completar espacios en blanco, preguntas abiertas de respuesta corta, etc.

Las preguntas elaboradas están dirigidas a favorecer el desarrollo de la capacidad de pensamiento crítico y el proceso de metacognición.

La calificación es realizada por la plataforma, el alumno puede conocer de forma inmediata su resultado. Esto es una primera función didáctica de retroalimentación que permite al alumno determinar su nivel de aprendizaje y reflexionar sobre las capacidades logradas o fortalecidas y al profesor obtener información que le será útil para replantear sus actividades.

Otra evaluación que se agrega, es la evaluación parcial presencial, constituyendo la evaluación sumativa. Siendo requisitos la aprobación de ambas para obtener la certificación definitiva de la asignatura, de acuerdo al reglamento académico de la carrera.

Es una propuesta de un proceso de evaluación más integral que conjugua los aspectos

del saber, del saber hacer y del saber ser, aspectos que se encuentran detallados como competencias de egreso a lograr en la formación de ingenieros.

Al finalizar el curso se realiza una encuesta a los alumnos para saber su opinión sobre la experiencia desarrollada.

RESULTADOS En la primera unidad se propuso un trabajo más intensivo de tareas, observándose una evolución muy favorable del proceso de aprendizaje, logrando que el 73% de los alumnos aprobaran la evaluación parcial de esa unidad. En cursos anteriores realizados con el sistema tradicional no se superaba el 50%. En la Figura 3 se muestran los resultados individuales y totales del grupo en la evaluación virtual 1. Se destaca que la calificación promedio es 77,3 puntos, siendo un valor correspondiente a un rendimiento muy bueno.

Para realizar un análisis comparativo, en la unidad dos no se colocaron tareas que fueran parte de los requisitos exigibles de la asignatura, siendo voluntaria su realización

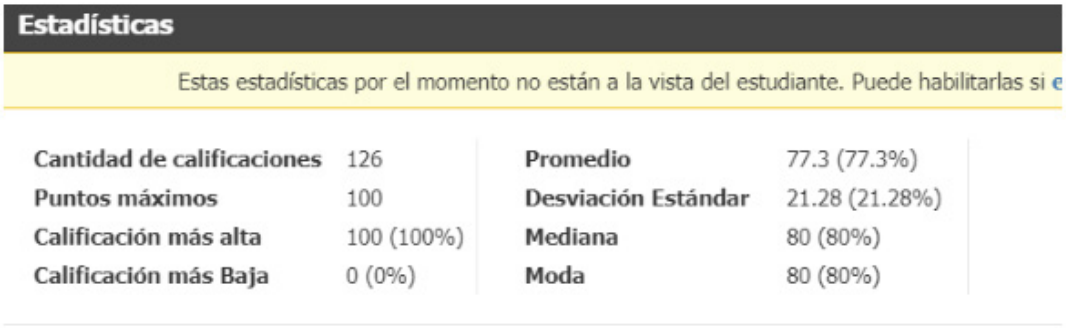


Fig 3. *Resultados totales de la evaluación virtual 1, mostrados en la plataforma Schoology de la asignatura Cálculo II.*

por parte de los alumnos. Sí, debían realizar la evaluación virtual del tema. Los estudiantes alcanzaron, en la evaluación virtual muy buenos resultados, pero no así en la evaluación parcial presencial, siendo su porcentaje de aprobación, del 50%, menor a lo que se había logrado en la unidad anterior y similar a los obtenidos en los cursos previos, en los que no se aplicaba esta estrategia.

Para la unidad tres se realizaron tareas de forma obligatoria, mejorando nuevamente los porcentajes de aprobación, siendo estos del 85%.

Nos planteamos dentro del conjunto de variables en estudio la comparación de los resultados logrados en cuanto a la obtención de certificación definitiva de la asignatura, Tabla 1, en los años 2017 y 2018 en que se usó esta Estrategia, con los años 2015 y 2016 que se trabajó con la metodología tradicional de clase presencial.

Las estadísticas reflejan una significativa mejora en el rendimiento académico de los estudiantes en los años de aplicación de esta estrategia.

	2015		2016		2017		2018	
Nro. De alumnos con actividad académica	165		146		129		115	
Nro. De alumnos con certificación	103	62%	83	57%	111	86%	93	81%

Tabla 1. *Certificación definitiva de la asignatura años 2015 a 2018.*

CONCLUSIONES En forma general se puede decir que el proceso de enseñanza aprendizaje debe apuntar hacia modelos más flexibles, abiertos y con la incorporación de metodologías centradas en el alumno.

Las aulas virtuales crean nuevos espacios para el aprendizaje, lo que lleva a una re-definición de espacios, tiempos y estrategias de enseñanza. También los contenidos se seleccionan apoyándose más en una base tecnológica.

Contemplando que no es llevar el modelo presencial a un formato virtual, es necesario diseñar específicamente las nuevas propuestas educativas. Aunque en el ámbito universitario las TIC están presentes, sobre todo en el área de investigación, hay poca aplicación de modelos pedagógicos con TIC en las carreras de grado y aún hay una fuerte resistencia al cambio de los modelos presenciales tradicionales.

La estrategia propuesta permite evaluar con base en competencias, mejorar y enriquecer la preparación de los alumnos, fomentando sus capacidades de pensamiento crítico, estudio independiente y de adaptación a las distintas experiencias de aprendizaje que demanda la sociedad actual; y tiene algo muy importante que es la posibilidad de retroalimentación en torno a sus fortalezas. También permite optimizar los tiempos de clases y de trabajo individual.

El éxito de esta estrategia de enseñanza se basa “no ya de la tecnología empleada y de la cantidad o proporción respectiva de presencia/distancia, sino de los diseños pedagógicos, de la metodología, del uso adecuado que se hace de los recursos y de la preparación y disposición del profesorado” [8,9].

Al finalizar el curso se logró una mejora de las capacidades digitales de los alumnos, incorporaron nuevos medios y recursos para interactuar, colaborar y apropiarse de nuevos saberes, desarrollaron habilidades para aprender a aprender, planificar su aprendizaje y sus tiempos y distinguir que recursos son los apropiados de acuerdo a las necesidades indivi-

duales. Todo lo que redunda en un mayor nivel de conocimiento y también de calificaciones, como así en sus competencias sociales, de participación y colaboración.

Se debe tener en cuenta que adoptar la modalidad BL no implica la reducción de horas docente por la reducción de horas de clases presenciales, implica la necesidad de organizar de otra manera el proceso de enseñanza aprendizaje. Requiere utilizar herramientas digitales cuya planificación, diseño y desarrollo reportan muchas horas de trabajo. Se presenta una reconversión de los tiempos de trabajo del docente.

Aunque se disponga de un aula virtual, esto solo no garantiza la aplicación correcta de una modalidad BL, es necesario invertir tiempo e interés en el diseño de las secuencias didácticas, en cada uno de los recursos utilizados, en la organización de los contenidos y de los tiempos de evaluación y actividades a realizar. •

🕮 REFERENCIAS

[1] C.L. Scott. "El futuro del aprendizaje 2. ¿Qué tipo de aprendizaje se necesita en el siglo XXI?" Investigación y Prospectiva en Educación UNESCO, Paris, 2015. [Documentos de trabajo ERF, No. 14]

[2] Consejo Federal de Decanos de Ingeniería (CONFEDI). "Primer acuerdo sobre competencias genéricas". Primer y segundo informe, (2006).

[3] Churches, A – Taxonomia de Bloom para la era digital. Eudeka. 2009. http://www.eduteka.org/TaxonomiaBloomDigital.php. [septiembre de 2017]

[4] Consejo Federal de Decanos de Ingeniería. "Propuesta de estándares de segunda generación para la acreditación de carreras de ingeniería en la república argentina". (2018).

[5] M. Gisbert Cervera, B. de Benito Crosetti, A. Perez Garcies, J. Salinas Ibañez, (2018) "Blend Learning, más allá de la clase presencial." *RIED. Revista Iberoamericana de Educación a Distancia*, 21(1), pp.195-213. 2018. http://dx.doi.org/10.5944/ried.21.1.18859

[6] Aretio, García. "¿El blended learning como solución?" USENET: *https://aretio.hypotheses.org/2437*. 2018. [18 de junio de 2018]

[7] C. R. Graham. "Blended Learning Systems. Definition, current trends and Future Directions". En J. Curtis, Ch. Bomk y R. Graham (Ed.). *The Handbook of Blended Learning: Global Perspectives*, Local Design. John Wiley & Sons. 2006.

[8] A. G. Picciano, C. D.Dziuban, C. R. Graham, (Eds.). "Blended learning: Research perspectives" vol. 2. Routledge. 2013.

[9] P. Cuadros, S. Godoy. "Propuesta de diseño para una clase sobre el tema Curvas de Nivel". *Libro de Actas XX Encuentro Nacional y XII Internacional de Educación Matemática en Carreras de Ingeniería*. 2017. 1ª ed. Santiago del Estero. Lucrecia. ISBN 978-987-720-151-2.

[10] M. B. Horn, H. Staker. "The rise of K-12 blended learning". *Innosight institute*, 5. 2011.

[11] C. Graham, C. Henrie, y A. Gibbons. "Developing models and Theory for Blended Learning Research". En *Research Perspectives in Blended Learning: Research Perspectives*, vol. 2, A. Picciano, C. Dziuban, y C. Graham, Eds. Routledge NY, 2014, pp.13-33.

[12] M.R. Corbella, L. G. Aretio. "Movilidad virtual en la educación superior,¿ oportunidad o utopía?". *Revista española de pedagogía*, pp.243-259. 2010

[13] L. G. Aretio, M.R. Corbella. "La eficacia en la educación a distancia:¿ un problema resuelto?". *Teoría educativa*, 2010, pp 141-162.

[14] A. D. Hueros, M. D. Franco, C. R. Domínguez. "Aportaciones de la formación blended learning al desarrollo profesional docente". *RIED. Revista Iberoamericana de Educación a Distancia*, vol 21(1), pp 155-174. 2018

[15] C. L. Scott. "El futuro del aprendizaje 3. ¿Qué tipo de pedagogías se necesita en el siglo XXI?" Investigación y Prospectiva en Educación UNESCO, Paris. 2015. [Documentos de trabajo ERF, No. 15]

[16] Mariana Maggio. Reinventar la clase en la Universidad. Editorial Paidos. Ciudad de Buenos Aires. 2018.

La introducción de las TICs en la enseñanza de Química para Ingeniería y su influencia en la adquisición de competencias genéricas

Barberá de Estrella, Mónica - monicabarbera88@gmail.com
Almazán, María Laura - m.l.almazan@gmail.com

Facultad de Ingeniería - Universidad Nacional de Salta

RESUMEN · En los últimos 15 años se ha generalizado la inclusión de recursos informáticos y telemáticos en las aulas universitarias del país y las carreras de Ingeniería no fueron la excepción. Sus beneficios en educación superior son aprovechados para contribuir a la formación de las nuevas generaciones de ingenieros; aportando al desarrollo de competencias genéricas y aportan a desarrollar la capacidad de aprendizaje situado y autónomo. La tecnología puede mediar en forma virtuosa en el triángulo didáctico clásico: docente-alumno-contenido dentro del paradigma sociocognitivo del aprendizaje , privilegiando la construcción interactiva y colectiva del conocimiento de acuerdo a Coll y otros [1] y no de su mera transmisión. A su vez, el área Química como disciplina experimental, coopera a desarrollar competencias del trabajo en equipo en la realización de los prácticos de laboratorio. Este trabajo da cuenta de nuestra experiencia con la incorporación del aula virtual para enseñar Química a nativos digitales, en el marco del proceso de transformación de la cátedra fruto de cambios generacionales y pedagógicos. Este trabajo es el relato de la experiencia, incluyendo los resultados e impresiones de los estudiantes.

Palabras clave — Aula virtual, Educación Superior, Competencias genéricas, Paradigma Sociocognitivo, Enseñanza de Química.

ABSTRACT · In the last 15 years, the inclusion of computer and telematic resources in the country's university classrooms has become widespread and engineering careers were no exception. Its benefits in higher education are used to contribute to the training of new generations of engineers; contributing to the development of generic competences and contributing to the development of the autonomous and situated learning capacity. Technology can be translated into the classic didactic triangle: teacher-student-content within the sociocognitive paradigm of learning, privileging interactive construction and knowledge and the transmission of information according to Coll et al [1]. At the same time, the area of Chemistry as an experimental discipline, contributes to develop tasks of teamwork in the performance of laboratory tests. This work gives an account of our experience

with the combination of a virtual and face-to-face classroom to teach chemistry to digital natives, within the framework of the process of changing the chair resulting from generational and pedagogical changes. This work is the story of the experience, including the results and impressions of the students.

Keywords — Virtual environment of learning, College Education, Generic competences, Sociocognitive paradigm, Chemistry teaching.

»

INTRODUCCIÓN En nuestra cátedra se desarrollan dos asignaturas para las carreras de Ingeniería de la Facultad: "Química para Ingeniería Industrial" y "Química Inorgánica" para Ingeniería Química. Ambas pertenecen al segundo año de cursado de las carreras de Ingeniería Industrial e Ingeniería Química. Comprenden el desarrollo de contenidos de Química Inorgánica, pero difieren en intensidad y profundidad, además la materia "Química para Ingeniería Industrial", también incluye contenidos de Química Orgánica. Se cursan en diferentes cuatrimestres.

SISTEMA DE APROBACIÓN Para promocionar la asignatura el alumno deberá cumplir los siguientes requisitos:

- Asistencia al 80% de los trabajos prácticos
- Aprobación del 100% de los Trabajos Prácticos
- Aprobar cada examen parcial o su recuperación, un puntaje no menor a 40, para continuar con el cursado normal de la asignatura. El puntaje se establece en una escala de 1 a 100. Se realizarán dos exámenes parciales.
- Para promocionar la asignatura en la etapa normal de cursado se obtiene el puntaje final aplicando la ecuación: $PF = 0{,}6\ P + 0{,}05\ \overline{C} + 0{,}21\ \overline{E} + 0{,}14\ \overline{I}$

  Siendo:

  P: Promedio de notas de los tres parciales

  C: Nota conceptual por el desempeño general del alumno, incluyendo la calidad de las participaciones en clase y las exposiciones de los seminarios y el trabajo de laboratorio.

  E: Promedio de las evaluaciones por tema, que se tomarán en la clase teórica

  I: Nota promedio de los informes de los trabajos prácticos.

Los alumnos que no han logrado un mínimo de 70 puntos pero más de 39 pasan a una **Etapa de Recuperación Global** que comprende dos instancias: La primera terminará antes del comienzo del próximo cuatrimestre, consistente en una evaluación global que se aprueba con un puntaje mínimo del 60 % y la segunda instancia, se realiza para los alumnos que no alcanzaron el mínimo en la anterior, termina antes del nuevo dictado de la asignatura

y tiene las mismas características que la primera.

En nuestra cátedra recién fue incorporado el uso de las TICs, a partir del período lectivo 2018, aunque había algunas experiencias incipientes y aisladas con el correo electrónico. Estos cambios posibilitaron:

- Presentar, concentrar y facilitar toda la información útil de una asignatura en el aula virtual (plataforma moodle): programas, guías de laboratorio, seminarios, horarios de encuentros y evaluaciones etc.
- Extender las posibilidades de comunicación e interacción síncronas y asíncronas. Ej: implementación de grupos de WhatsApp y de correo electrónico.
- Compartir información mediante los documentos de google drive,
- Incluir videos, animaciones y simulaciones, tanto en las actividades presenciales como virtuales, para ilustrar temáticas a los estudiantes.
- Acceder a fuentes informativas virtuales con validez científica y en diversos formatos: texto, audiovisual, imágenes etc.
- Incorporar los teléfonos inteligentes a las actividades de las clases

En la mayoría de las cátedras universitarias se trabaja con estos recursos o con algunos. En nuestro caso utilizamos la tecnología de la información y la comunicación todavía en el nivel suplementario según la clasificación de Haron y Jones presentada por Barberà y Badía [2] y esperamos en el futuro poder utilizar estos medio más intensamente en beneficio de la enseñanza y el aprendizaje. El chat, el WhatsApp y los emails se emplearon para ampliar y enriquecer el espacio de interacción con los alumnos y modificar la forma de relacionarse con ellos, de enseñar y aprender, aprovechándolos para brindar un andamiaje suplementario al aprendiz.

Se complementan las clases con información obtenida de la red, enriqueciéndolas con imágenes, videos y animaciones. Luego dicha información –previa selección con criterio académico y pedagógico es incorporada al aula virtual para que esté disponible para los estudiantes. Gros [3] destaca a estos espacios virtuales como ubicuos, porque les permite aprender en cualquier momento y lugar, favoreciendo la adquisición de aprendizajes significativos y propiciando la autonomía del aprendiz. Toda esta información al alcance del estudiante modifica los entornos de aprendizaje y cambia el modelo de formación centrado en el profesor a uno centrado en el estudiante propuesto por Kowalski [5]. El aula virtual puede contener materiales didácticos de distintos formatos (imágenes, audios, videos, hipertexto etc.) que resultan atractivos para nativos digitales. Aunque también es real, que para el aprovechamiento pleno de todos estos recursos es necesario potentes servidores de

red en los centros de estudio que aseguren la conectividad y la interactividad; dos factores más del proceso educativo como lo plantean Barberà y Badía [2].

METODOLOGÍA APLICADA La inclusión de las TIC's se sumaron a las modificaciones metodológicas y organizativas, que podemos detallarlas de la siguiente manera:

- Combinar y complementar la información de los libros formato papel, con información relevante extraída de la red internet.
- Orientar y crear criterio en los estudiantes para que puedan elegir y utilizar la información que difunde la red internet.
- Proyectar videos y animaciones para visualizar contenidos procesos químicos industriales y experiencias de laboratorio complejas o muy peligrosas.
- Incluir el software disponible en la web para simular estructuras moleculares y cristalinas, lo cual facilita visualización. En décadas anteriores, para lograr lo mismo, los químicos solo contaban con los libros, el pizarrón y su imaginación. Debían ser diestros para dibujar las moléculas, trabajando la perspectiva para dar idea de las tres dimensiones.
- Utilizar las presentaciones en power point para tramitar el enorme volumen de información que implica desarrollar la Química Inorgánica. Se pueden proyectar tablas y gráficos, permite mostrar videos de procesos, cuyos dibujos en la pizarra tomaría tiempo de la clase y nunca igualaría la calidad de las imágenes virtuales. Estas presentaciones son incorporadas a la plataforma moodle junto con la información seleccionada para cada tema y algunos ebooks, superando así la clásica subutilización de las aulas virtuales; solo un repositorio de información de la cátedra.
- Crear sujetos activos de aprendizaje, estimulando la participación de los estudiantes en las clases; proponiendo temáticas que propicien discusiones o debates, organización actividades grupales y tratando de imprimir un enfoque reflexivo al estudio de los temas, superando la mera descripción.
- Superar el enfoque descriptivo clásico en la enseñanza de la química de la tabla periódica coincidente con el estilo de enseñanza transmisor y de aprendizaje memorístico.
- Se incluyó en estudio de los procesos químicos mineros los aspectos ambientales. Ej: la minería de litio en la Puna.
- Se empleó los documentos compartidos de google drive para volcar la corrección de parciales en una misma planilla, para facilitar, comentar y discutir criterios evaluativos.

- Se generalizó el uso del email, y se creó un grupo de WhatsApp para consultas no presenciales, ilustrando las preguntas y respuestas con audios y fotografías.

En el resto de la organización de la cátedra hubo otras **rupturas y algunas continuidades**, entre las primeras se cuentan las **guías de trabajos prácticos**, cuyas ejercicios de lápiz y papel se reformularon con el objetivo de incrementar la demanda cognitiva, propiciando la comprensión, aplicación y análisis conceptual, por encima de la mera aplicación de fórmulas. Se introdujeron gráficos y tablas para analizar la variación de las propiedades periódicas de los elementos y las propiedades físicas de las sustancias.

Los cambios en la **evaluación** se expresaron en la **construcción de los ítems de los distintos exámenes y pruebas** -la mayoría son escritos- y **momentos de aplicación de las pruebas**, procurando que las actividades de enseñanza y aprendizaje estén alineadas con la complejidad y profundidad de las preguntas de los instrumentos de evaluación [Biggs y Tang, 4] y tender a una evaluación formativa [Kowalski, 5]. Los exámenes parciales y finales incluyeron la selección relevante del temario con preguntas acerca de las experiencias de laboratorio, validando el trabajo experimental, con una duración razonable de la prueba. Este último aspecto fue contemplado a solicitud de los estudiantes. Para evaluar la **exposición de seminarios** y con el objetivo de capturar los aspectos importantes de las presentaciones, se construyó y aplicó la siguiente **rúbrica** con los criterios de evaluación, la escala de ponderación de cada ítem a evaluar con el peso asignado, de acuerdo al nivel de desempeño, atendiendo al formato recomendado por Kowalski [5]:

Se invirtió el momento de aplicación de las evaluaciones por tema, ubicándolas al final en lugar de al principio de la práctica, este era una observación constante de los estudiantes.

Criterios de evaluación	Nivel de desempeño			
	Principiante 2 puntos	Básico 5 puntos	Competente 7 puntos	Avanzado 10 puntos
Calidad informativa (20%)	No focalizada en la temática y confusa	Focalizada , pero incompleta	Completa, clara y precisa	Completa y con elementos novedosos
Presentación de la información (Power, prezi, video, animaciones) (20%)	Proyección de un video/power Point con diapositivas textos extensos.	Power point parcialmente Organizado, faltan ejemplos	Power point/ prezi con diapositivas bien organizadas y atractivas	Power point/ prezi combinados con videos y animaciones que enriquecen la presentación

Criterios de evaluación	Nivel de desempeño			
	Principiante	Básico	Competente	Avanzado
Exposición oral/uso de la terminología (15%)	Poco fluida, uso incorrecto de los términos/ lectura tediosa de las diapositivas	Exposición fluida, uso correcto de los términos	Fluida, con uso amplio de la terminología	Excelente, despierta curiosidad e interés por la temática
Nivel de comprensión de la temática (45%)	Escaso, es evidente la confusión conceptual	Bueno en un nivel descriptivo	Muy bueno en un nivel comprensivo y aplicativo	Explica claramente la temática
Total				

Esta inversión en la secuencia habitual permitió mejores resultados de los cuestionarios, porque este diferimiento ofrece el tiempo necesario al aprendiz para comprender mejor el fundamento de las temáticas practicadas. La corrección de los informes de laboratorio, contiene elementos de **autoevaluación**, consistente en el señalamiento de los errores u omisiones en los escritos del aprendiz, para que los salve y los discuta con el docente. Esta forma de evaluar es coherente con la formación por competencias según Kowalski [5], porque propicia que el estudiante sea consciente de sus errores y aprenda al corregirlos.

Entre las **continuidades** está el **sistema general de aprobación por promoción**, respondiendo a lo establecido por la Facultad de Ingeniería (detallado anteriormente), la organización grupal del trabajo de laboratorio cumpliendo estrictamente las normas de seguridad.

COMPETENCIAS Esta cátedra y los cambios implementados **tributan directamente** al desarrollo de las siguientes competencias genéricas de egreso [6].

(7) COMUNICARSE CON EFECTIVIDAD · Estas capacidades se promueven con la redacción de los Informes de Laboratorio. el fomento del uso del vocabulario y la terminología específicas, integrando, en la interpretación de los resultados de los ensayos, el empleo de diagramas, gráficos y lenguaje escrito y formal adecuado. Se propicia, que incluya conceptualizaciones propias de los saberes abordados y aspectos técnicos pertinentes. Se enfatiza en la interpretación y justificación de los resultados obtenidos, tanto en la constatación como en el contraste de lo observado en el laboratorio con los conceptos abordados. La expresión oral correcta, se promueve por medio de exposiciones claras, concisas y precisas, relacionadas con temáticas (industriales, ambientales, químicas) que integran aspectos relevantes de la materia, y en los que se privilegia un análisis y selección crítica de la información. En este contexto, para realizar las actividades mencionadas, los estudiantes deben tener un adecuado manejo de programas, procesadores de textos, programas de

presentación, y otros recursos y herramientas informáticas.

A la vez el trabajo en la asignatura, **sirve de fundamento** a las siguientes Competencias Genéricas de egreso:

(1) COMPETENCIA PARA IDENTIFICAR, FORMULAR Y RESOLVER PROBLEMAS DE INGENIERÍA · Durante los trabajos prácticos, se propician situaciones de aprendizaje para resolver problemas, identificando, organizando y relacionando los datos pertinentes, analizando siempre su contexto y características específicas. Se estimula la participación activa de los estudiantes, supervisados por los docentes, ellos plantean los problemas facilitando su interpretación, luego discuten, fundamentan e implementan una estrategia de resolución, cuestionando, corrigiendo apropiadamente el procedimiento llevado a cabo en el pizarrón o planteando soluciones alternativas. Se analizan las características específicas de cada ejercicio para poder formular supuestos, hipótesis y simplificaciones y elegir la técnica más efectiva de resolución con el debido fundamento conceptual.

(6) DESEMPEÑARSE DE MANERA EFECTIVA EN EQUIPOS DE TRABAJO · En la resolución de los ejercicios de lápiz y papel, como la realización de los ensayos experimentales, se promueve la organización de los estudiantes en grupos de trabajo de manera efectiva. Reunidos explican, justifican, argumentan, proponen alternativas o modificaciones sobre el procedimiento implementado en el pizarrón, consensuando puntos de vista y opiniones con sus compañeros. Asimismo, en la realización de las experiencias de laboratorio es esencial desarrollar una metodología de trabajo para distribuir y realizar las tareas del práctico experimental en tiempo y forma, siempre supervisados por el docente.

Por la naturaleza experimental de la asignatura **aporta a la siguiente competencia genérica, pero en forma acotada**:

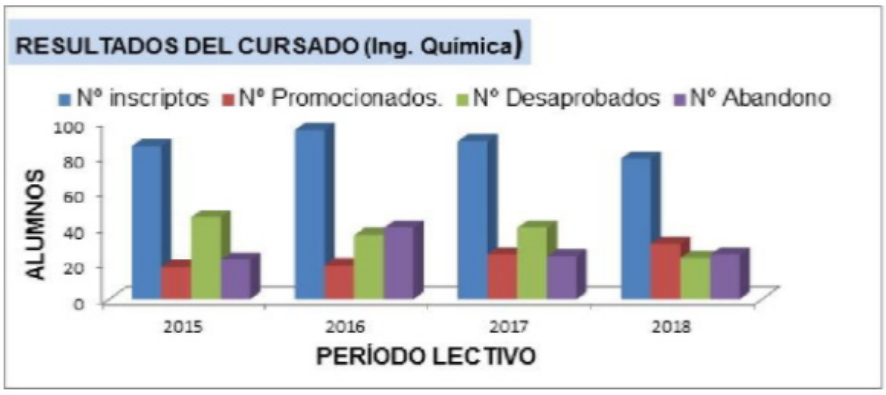
(4) UTILIZAR DE MANERA EFECTIVA LAS TÉCNICAS Y HERRAMIENTAS DE APLICACIÓN DE LA INGENIERÍA · Se propicia que los estudiantes identifiquen y accedan a las fuentes de información necesarias (tablas, diagramas, etc.) para implementar adecuadamente las técnicas y métodos seleccionados con el fin de resolver los problemas abordados. En la práctica, se resalta la necesidad de reflexionar y fundamentar adecuadamente sobre la elección de los procedimientos y métodos empleados, analizando y justificando críticamente la conveniencia y la validez de las mismas según el problema analizado. Un aspecto de fundamental importancia abordado durante el cursado de la asignatura es el análisis crítico, la interpretación adecuada y la justificación de los resultados obtenidos, tanto en los ensayos y cálculos realizados en el trabajo práctico experimental como en los ejercicios y problemas de la clase práctica.

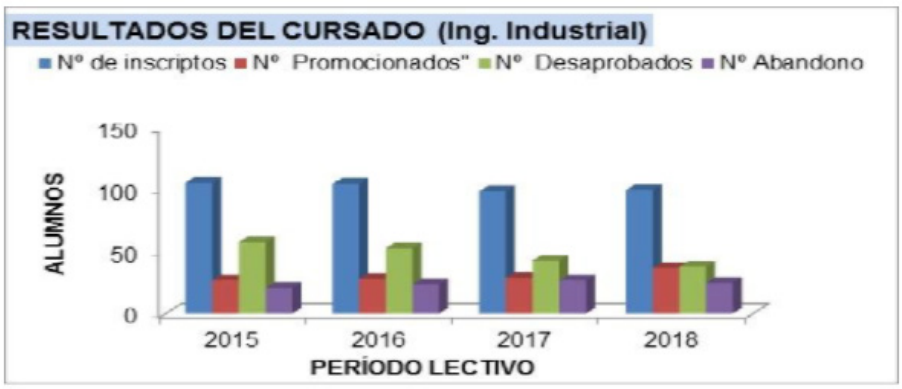
(8) ACTUAR CON ÉTICA, RESPONSABILIDAD PROFESIONAL Y COMPROMISO SOCIAL · La asignatura contribuye a esta competencia mediante las prácticas experimentales, allí se estimula que los estudiantes comprendan la necesidad de actuar responsable y éticamente, cumpliendo con las normas de seguridad estipuladas en la manipulación de reactivos químicos y al realizar las operaciones de laboratorio. El trabajo allí favorece que los estudiantes internalicen estas pautas de conducta, para garantizar la seguridad propia y de sus compañeros. Asimismo, se procura la integridad y honestidad personal, enfatizando en el registro veraz y exacto de los resultados y observaciones obtenidas del práctico, siendo inaceptable tanto la copia de informes como falsear estos últimos.

RESULTADOS OBTENIDOS Se relevaron y representaron en gráficos los resultados (porcentajes) de cursado de las asignaturas, obtenidos en un cuatrienio, incluido el período 2018 y comprende datos de promoción, abandono y desaprobación de las dos asignaturas.

Se consignan a continuación, los comentarios de la respuesta de una breve encuesta y observaciones realizadas durante el tránsito del cursado.

ENCUESTA DE OPINIÓN (APLICADA AL GRUPO DE INGENIERÍA INDUS-





TRIAL) Las respuestas discurrieron sobre los contenidos, la clases de profesores de teoría y práctica y la organización de la cátedra, destacando favorablemente los cambios implementados; la disponibilidad de las presentaciones en power point en el aula virtual, en la evaluación (tiempos e instrumentos) y reconocen la disposición de los docentes de la cátedra para enseñar y atender consultas presenciales y virtuales. Lamentan la densidad temática de la materia, especialmente por los contenidos de Química Orgánica (ubicados al final del cursado).También señalan problemas de organización (extensión excesiva de los trabajos prácticos), observan la necesidad de imprimir mayor dinamismo en algunas clases teóricas y valoran la importancia que se otorga a razonar y reflexionar sobre los contenidos. El impulso que se dio a la participación en estos espacios, no es percibido en todos los casos como positivo por el temor a hablar en público.

ANÁLISIS DE RESULTADOS Los datos numéricos muestran mayor dispersión para la carrera de Ingeniería Química y una mejora sostenida de los resultados para la carrera de Ingeniería Industrial, observándose una paridad entre alumnos promocionados y desaprobados en el período 2018. En este período se incrementa la cantidad de alumnos promocionados en ambas carreras, e incluso los guarismos podrían mejorar para Ingeniería Química, porque falta la tercera etapa de recuperación global. Comparando estos valores, se observa que son ligeramente superiores para Ingeniería Química, pero también el número de inscriptos es menor. Más allá de estos resultados el nivel de desgranamiento es alto y se registran 30% de alumnos promedio que abandonan el cursado en Ingeniería Química y aproximadamente un cuarto lo hace durante el cursado de Ingeniería Industrial.

Hay otros resultados que no se expresan en números, pero constituyen un indicio de impactos favorables, tal como fue los notables trabajos de seminarios expuestos al finalizar el cursado por grupo de estudiantes de Ingeniería Química; en los cuáles además de la calidad de la información indagada, la fluidez del discurso no muestra la adquisición de competencias comunicativas y la originalidad de los trabajos presentados producto del genuino interés por la investigación. La internalización creciente del uso de los elementos de seguridad en el laboratorio es otro indicio positivo de la incorporación de competencias relacionadas con el accionar responsable y seguro. Sumado al interés por aprender demostrado por los alumnos, asistiendo en número casi constante y numeroso a las clases teórico-prácticas.

CONCLUSIÓN Los cambios metodológicos en la organización y funcionamiento

de la cátedra en el período 2018, tuvieron influencia en resultados y en el desarrollo de las competencias genéricas antes desarrolladas. Las opiniones de los estudiantes de Ingeniería Industrial en la encuesta -concuerdan en general con estos números- .Inciden en los rendimientos cuantitativos y cualitativos; la mejora en las notas de las evaluaciones por tema, el desarrollo de capacidades comunicativas expresadas en los seminarios orales, en la elaboración de los informes de laboratorio y en la participación en clase. La asistencia numerosa a las teorías, a pesar de no ser obligatorias – son también aspectos favorables del nuevo rumbo de la cátedra.

El uso del email y del WhatsApp mejoró la relación docente – alumno, creando una atmósfera cordial y relajada, modificando las prácticas en forma positiva. Pero fue el WhatsApp el medio que más contribuyó cambiar aquella relación, tal vez de debido a su accesibilidad y portabilidad, sus características de mezcla de foro y chat, que permite una conversación en tiempo real y la participación de muchas personas al mismo tiempo, ayuda a interactuar no solo con los profesores, sino también con otros compañeros, estableciendo una suerte de construcción colaborativa del conocimiento.

Las diferencias de los resultados del cursado de ambas asignaturas están relacionadas con la mayor exigencia académica que tiene **Química Inorgánica** respecto a **Química para Ingeniería Industrial**, vinculada con la menor dispersión de contenidos, lo que permite profundizarlos. También influye que la desaprobación de la primera afecta solo parcialmente el avance en la carrera; lo contrario ocurre para la segunda.

La reflexión final es que el enfoque de enseñanza orientada al desarrollo de competencias y el aprendizaje centrada en el estudiante, no depende solo de la aplicación de uno o más recursos didácticos por más novedosos y atractivos que estos sean, sino de la reflexión permanente de nuestras prácticas, de la implicación con la tarea docente, de los acuerdos internos de cada cátedra y de la receptividad de los docentes a las necesidades de formación académica de nuestros estudiantes. •

🕮 REFERENCIAS

[1] C. Coll, T. Mauri y J. Onrubia, (2008). Capítulo 3: “El análisis de los procesos de enseñanza y aprendizaje mediados por las TIC: una perspectiva constructivista” (2008).

[2] E. Barberà, A Badia. “El uso educativo de las aulas virtuales emergentes en la Educación Superior”. Revista de Universidad y Sociedad del Conocimiento. Vol.-7, N° Extra 2.Nov. 2005.

[3] B. Gros. ”La caída de los muros del conocimiento en la sociedad digital y las pedagogías emergentes.” Textos de la Educación. Educación y Cultura en la Sociedad de la información, vol. 16, num. 1, abril, 2015, pp 58-68.

[4] J. Biggs and C. Tang. “Teaching for quality learning at University. What the student does”. MCGraw Hill, 2007, 3rd Ed, pp 50-62.

[5] V. Kowalski. “Capacitación de Docentes para el desarrollo de un Aprendizaje Centrado en el Estudiante en las Carreras de Ingeniería”. https://www.youtube.com/watch?v=I-ynP8wyXVwc

[6] “PROPUESTA DE ESTÁNDARES DE SEGUNDA GENERACIÓN PARA LA ACREDITACIÓN DE CARRERAS DE INGENIERÍA EN LA REPÚBLICA ARGENTINA”. Libro rojo de Confedi. Disponible en https://confedi.org.ar/librorojo/

Aprendizaje activo en la enseñanza: experiencias entre cátedras de Ingeniería y con escuelas secundarias

García, Andres Gabriel - andresgarcia@frbb.utn.edu.ar
Vera, Carlos - cvera@frbb.utn.edu.ar
Dotti, Franco - fdotti@frbb.utn.edu.ar

Facultad Regional Bahía Blanca - Universidad Tecnológica Nacional

RESUMEN · Se presentan a continuación experiencias de aprendizaje activo que promueven la enseñanza y adquisición de competencias, realizadas en la Facultad Regional Bahía Blanca de la Universidad Tecnológica Nacional (UTN – FRBB), llevadas a cabo tanto entre cátedras Análisis Matemático II de 2° nivel (homogénea) y de 3° nivel de las carreras de Ingeniería Eléctrica y Mecánica, así como también en articulación con escuelas secundarias técnicas desde el Proyecto Nexos – Articulación Universidad – Escuelas Secundarias (NEXOS). El enfoque, conocido como "aprendizaje activo" propone la transmisión de conceptos en carreras con competencias duras mediante la realización de experimentos que permiten fijar conceptos teóricos. Se discute en consecuencia la pertinencia de la técnica aplicada y también la mejora en la interpretación de conceptos altamente complejos pero de gran utilidad y uso en la práctica de la ingeniería, tanto para estudiantes de grado como para estudiantes de nivel secundario técnico.

Palabras clave — Aprendizaje Activo, Articulación, Enseñanza en Ingenierías, Educación por Competencias.

ABSTRACT · This article presents Active Learning (AA) experiences, promoting teaching and acquisition's competencies in engineering's careers at Facultad Regional Bahía Blanca de la Universidad Tecnológica Nacional (UTN - FRBB). These experiences are a collaborative work between Mathematical Analysis II (2nd level in Engineering careers) and 3rd level courses of Electrical and Mechanical Engineering subjects. Moreover, the experiences with technical secondary level schools, these activities are the Nexos' Project's scope: University - Secondary Schools, which is a University Policies Secretariat' project (SPU) belonging to Ministry of Education (ME). The AA methodology translates theoretical concepts to practical concepts using experiments, being widely accepted in careers with hard competitions around te world. The relevance of the aforementioned AA technique wiht its corresponding improvement related to highly complex concepts are discussed, both for undergraduate and technical secondary level students.

Keywords — Active Learning, Engineering Teaching, Education Skills, Educational Experiments.

»

1. INTRODUCCIÓN

Los conceptos y herramientas matemáticas introducidas en las carreras de ingeniería requieren una fuerte componente cognitiva. Es de destacar que el contenido y carácter de la matemática necesaria en aplicaciones prácticas cambian con rapidez, siendo cada vez más importantes tanto el álgebra lineal, en particular las matrices, y los métodos numéricos para computadoras, como el análisis real y complejo (ecuaciones diferenciales ordinarias y a derivadas parciales). Para ello, es que basado en el desarrollo de competencias, se propone el abordaje de los temas de las cátedras desde un punto de vista práctico y conceptual, no entrando en mayores detalles respecto de teoremas que aborden su justificación teórica, pero sí haciendo hincapié en ejemplos ilustrativos de su práctica en la ingeniería. Esto va permitiendo al estudiante hacer hincapié en los principios, métodos y resultados básicos de los problemas, dando una clara percepción de cuál es el campo de acción de la matemática en la ingeniería.

A modo de ejemplo, se parte de los interesantes contactos entre el análisis matemático, el cálculo y la ingeniería. Es sabido que, por ejemplo, el análisis de Fourier es una herramienta básica para la solución de diversos problemas básicos de la ingeniería (flujo de calor, vibraciones mecánicas, etc.), así como el estudio de la Transformada de Laplace otorga herramientas para el estudio de sistemas lineales de control. Desde la materia Análisis Matemático II y Cálculo Avanzado se articulan esfuerzos para darle la significación física a las ecuaciones diferenciales de 1° y 2° orden que se resuelven de manera simbólica y analítica. Sin embargo, en oportunidades se ha caído en lo que se conoce como un “exceso de abstracción”, es decir un inconsciente apartamiento de toda aplicación matemática inmediata al mundo real, lo que deriva directamente en una reacción “antimatemática”, concluyendo que la culpa de la incapacidad para resolver e interpretar un problema de ingeniería radica en cómo se aprendido la herramienta y cómo se entendido su aplicación. [1]

Por ello, la forma de presentar las matemáticas contextualizadas es el principal fundamento para la adquisición de conocimiento, lo que deriva en la formación académica y profesional del ingeniero.

Básicamente, las competencias que desarrollan las cátedras que articulan acciones en el presente trabajo, permiten a los estudiantes

- Lograr habilidades en la manipulación de instrumentos de cálculo para su aplicación en casos prácticos (series, integrales, transformadas).
- Lograr la asociación de los problemas básicos de la ingeniería a través de las ecuaciones diferenciales, la interpretación física de las condiciones de contorno y/o ini-

ciales y su solución matemática.

En esa dirección y para el logro del desarrollo de las competencias, es que se han tomado varias iniciativas al respecto. En primer lugar la realización de un trabajo de articulación interdisciplinar, mostrando la aplicación de la matemática para el diseño y estudio de sistemas lineales de control, y más recientemente, con la utilización de la técnica de aprendizaje activo. [2] y [3].

En este enfoque de transmisión de conceptos para carreras con competencias duras, el docente realiza experimentos que demuestran y fijan conceptos teóricos (ver por ejemplo [10] y [11]). Es un enfoque aplicado mayormente en carreras como física y afines, particularmente se lo ha incorporado de manera novedosa en cátedras como Control Automático en la carrera de Ingeniería Eléctrica en articulación con Cálculo Avanzado de la carrera de Ingeniería Mecánica, así como también se ha llevado adelante y con alto éxito en articulación con escuelas secundarias técnicas de la ciudad de Bahía Blanca y de Tres Arroyos.

Este enfoque activo y de articulación entre teoría y práctica animan las experiencias que se presentan. Básicamente la técnica consiste en [4]:

- Incorporar experiencias que integran teoría y práctica en la formación temprana de profesionales.
- Introducción al aprendizaje activo usando experimentos de electricidad, mecánica y física.
- Programación de ARDUINO para recolección de datos y presentación en clases.
- Discusiones e intercambios sobre las mejoras y modificaciones necesarias para obtener experimentos/demostradores más didácticos
- Posibilidad de realizar la implementación de cada experimento/demostrador.
- Evaluación de resultados, comparación entre objetivos iniciales y objetivos obtenidos.
- Elaboración de conclusiones e informes.

En relación a las competencias de egreso genéricas que para todo ingeniero se deben desarrollar desde los diseños curriculares [12], en las actividades del presente trabajo se destacan las siguientes:

Tecnológicas:

- Utilizar de manera efectiva las técnicas y herramientas de aplicación en la ingeniería.
- Contribuir a la generación de desarrollos tecnológicos y/o innovaciones tecnológicas.

Sociales, políticas y actitudinales:

- Desempeñarse de manera efectiva en equipos de trabajo.
- Actuar con espíritu emprendedor.

2. EXPERIENCIAS

Tal lo señalado, el proyecto de aprendizaje activo se puso en práctica en el caso particular de la UTN – FRBB desde hace cuatro años en cátedras como Control Automático/ Accionamientos y Controles Eléctricos o incluso colaborando con otras cátedras de otros departamentos, como Calculo Avanzado (Figs. 1 y 2) y Análisis Matemático II, así como también desde el proyecto NEXOS que se ejecuta actualmente en UTN-FRBB y comprende un conjunto de líneas de acción con los colegios de educación secundaria de la región del sudoeste bonaerense, cercano a la ciudad.

2.1. EXPERIENCIAS EN UTN - FRBB · En el caso particular de FRBB, desde las cátedras mencionadas se realiza una práctica que tiene como objetivo presentar la definición y aplicaciones de la conocida Fast Fourier Transform (FFT) vía aprendizaje activo. La actividad se propuso dividida en dos partes [5], [6] y [7]:

- Explicación y experimentos con un péndulo simple: competencia de uso de herramientas de Análisis Matemático II (ecuaciones diferenciales para modelar sistemas)
- Experimentos, mediciones y análisis de mediciones usando un equipo de vibración con motor Ac y variador de frecuencia: competencia de uso y análisis de medidas e instrumentos.

El experimento del péndulo permite a los alumnos clarificar conceptos como señales sinusoidales puras y señales que “parecen serlo”, da origen natural al análisis de Fourier para poder determinar de forma profesional y técnica precisa cuando una señal es sinusoidal pura o no.

Fig 1. *Equipo demostrador de bomba de aceite construido junto a alumnos de Ingeniería Mecánica.*

Fig 2. *Análisis de FFT (Fast Fourier Transform) en un equipo educativo de vibraciones.*

Como objetivos generales pueden destacarse los siguientes:

- Presentar la necesidad de trabajo conjunto entre cátedras en UTN–FRBB.
- Acceso de los alumnos a equipos actuales, con elementos simples pero tecnológicos.
- Incorporar experiencias que integran teoría y práctica en temáticas abstractas como FFT.
- Generar la necesidad de comprender en profundidad un tema para poder generar medicines y experimentos.

2.1.1. Péndulo simple · Consiste en un modelo sencillo mostrado en la ecuación (1), empleando contenidos de Física I que exhibe una naturaleza no-lineal y su consecuente comportamiento no-sinusoidal (Fig. 3). [8]

$$\ddot{\theta} = -\frac{g}{L} \bullet sen(\theta) \quad \textbf{(1)}$$

Fig 3. *Sistema péndulo simple con adquisición Arduino Nano.*

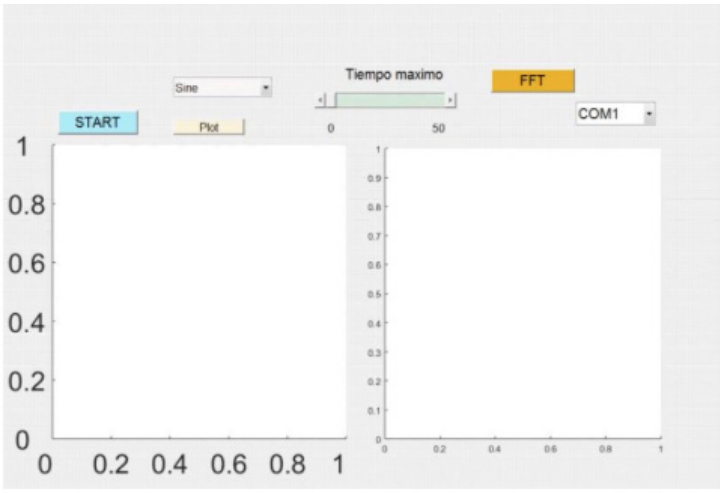


Fig 4. *Medición usando Arduino.*

Con este experimento es posible realizar mediciones del ángulo del péndulo usando Arduino y con ello evaluar sus componentes de Fourier (FFT) (Fig. 4).

2.1.2. Medición de vibraciones usando arduino+acelerómetro · Habiendo presentado las necesidades de herramientas específicas para comprender la forma de onda resultante de las mediciones con el péndulo, se propone estudiar un sistemas mecánico que puede vibrar cuando se lo somete a una rotación controlada: Motor AC+Variador de frecuencia.

Fig 5. *Medición usando Arduino.*

2.2. EXPERIENCIAS EN PROGRAMA NEXOS · Como una extensión de las actividades utilizando la técnica de aprendizaje activo, se acompañaron 10 proyectos finales de 6to y 7mo año de escuelas secundarias: EET 4 de Bahía Blanca y Colegio La Piedad de Bahía Blanca, dentro del contexto del programa Nexos 2018. [9]

Si bien el contexto resulta ligeramente diferente, ya que los conocimientos provienen de una base de diferente nivel académico, la idea de utilizar experimentos se ve reemplazada de forma equivalente por los equipos preparados por los alumnos para sus trabajos finales.

En este sentido, los alumnos aprenden a concebir un plan de trabajo, así como la construcción de una solución conceptual en donde debe involucrarse y utilizarse conceptos vistos en varias materias junto con programación en Arduino (Fig. 6).

Fig 6. *Acompañamiento de alumnos en trabajos finales (Nexos).*

3. CONCLUSIONES Y TRABAJOS FUTUROS

La idea de aprendizaje activo utilizado pioneramente en materias como Control Automático o Accionamientos y Controles Eléctricos, dieron origen a un conjunto de experimentos listo para usar que a la vez incorporan una herramienta de actualidad: Arduino.

Los alumnos mostraron una gran aceptación y cambio de paradigmas cognitivos que les permitió afianzarse aún más en sus estudios de grado o incluso decidirse por estudios de post-grado, motivados por las experiencias del aprendizaje activo.

Es notable la incorporación de competencias de trabajo en grupo a la hora de resolver problemas complejos de Ingeniería, para los cuales una visión colectiva de grupo de trabajo es de una gran riqueza.

En particular, su aplicación en la materia Cálculo Avanzado permite el abordaje del tema de FFT desde un punto de vista teórico y de laboratorio, con lo cual los estudiantes pueden "ver" la aplicación directa para la práctica profesional de tan potente herramienta en la práctica de medición de vibraciones.

Por ejemplo, la interpretación de los espectros de potencia de una máquina giratoria es, en este contexto, de fácil comprensión tanto física como matemática, reconociéndose por sobre todo su origen. Lo que antes se deducía, resolvía y quedaba como un resultado matemático y simbólico, pasa a tener consistencia física en los hechos (competencia de análisis de soluciones y mediciones).

Como trabajo futuro se propone continuar aplicando esta metodología en la catedra Calculo Avanzado, no solo para que sea descriptiva sino también para permitir la aprobación de los contenidos de la materia, impulsando trabajos integradores a resolver por parte de estudiantes que alcancen dicha posibilidad.

En relación al programa Nexos, se prevé intensificar el dictado de esta actividad en una mayor cantidad de escuelas técnicas, de la mano del programa particular a tal efecto aprobado para el año 2019. Se destaca que ello surge del alto interés mostrado por las escuelas técnicas, que consideraron muy positiva y de alto impacto la actividad, para lo cual se incrementó el número de becarios estudiantes que ayudan al docente de las cátedras Control Automático/Accionamientos y Controles Eléctricos.

4. AGRADECIMIENTOS

Los autores desean agradecer el apoyo de la Secretaría Académica y de los Departamentos de Ingeniería Eléctrica, Ingeniería Mecánica y Ciencias Básicas de la UTN–FRBB. •

🕮 REFERENCIAS

[1] Joan Gómez Urgellés. LA INGENIERÍA COMO ESCENARIO Y LOS MODELOS MATEMÁTICOS COMO ACTORES. Universitat Politécnica de Catalunya. /www-ma4.upc.es/~andreu/.

[2] Schön, Donald. La formación de profesionales reflexivos. Barcelona, Paidós, 1997.

[3] Godoy, P.; Benegas, J.; Pandiella, S. "Metodologías para el aprendizaje activo en la Física". En III Jornadas De Ingreso y Permanencia en Carreras Científicas y Tecnológicas. San Juan, Universidad Nacional San Juan. 2012.

[4] Quanser. Innovate. Educative. Ubicado el 20/4/2017 en www.Quanser.com

[5] Linares, A.; Garcia, A. "Demostrador para enseñanza del concepto de modelado: control de dos tanques". En V IPECYT, Bahía Blanca, Universidad Tecnológica Nacional, 2016.

[6] Perotti, E.; Pino, J.J. ; Villagra, O.; Garcia, A. "Demostrador para enseñanza del concepto de estabilidad: péndulo invertido". En V IPECYT, Bahía Blanca, Universidad Tecnológica Nacional, 2016.

[7] A. García; O. Cura. Aprendizaje Activo en Ingeniería Eléctrica: Aplicación a la cátedra Control Automático. 1er Congreso Latinoamericano de Ingeniería. 13, 14 y 15 de Septiembre, Paraná, Argentina. 2017.

[8] Richard C. Dorf y Robert H. Bishop. Modern Control Systems. Prentice Hall. 2010. 12th Edition.

[9] A. García y C. Vera. FORMACIÓN DE VOCACIONES TEMPRANAS Y APRENDIZAJE ACTIVO ENTRE UTN FRBB Y ESCUELAS SECUNDARIAS. XXI Encuentro Nacional y XII Internacional de Educación Matemática en Ingenierías (EMCI). Entre Ríos, Argentina. 2018.

[10] Valiente Barderas, Antonio y Galdeano Bienzobas, Carlos. La enseñanza por competencias. Educación química, 20(3), 369-372. 2009.

[11] Kanupriya Misra Bakhru .Personal Competencies for Effective Teaching: A Review Based Study. Educational Quest: An Int. J. of Education and Applied Social Science: Vol. 8, Special Issue, pp. 297-303, June 2017.

[12] CONFEDI, Giordano Lerena R. y Cirimelo S. (compiladores). Propuestas de Estándares de Segunda Generación para la Acreditación de Carreras de Ingeniería en la República Argentina "Libro Rojo" Córdoba, 2018.

Trabajo Práctico Integrador del ciclo intermedio

Matemática y Estadística, FI-UNLZ

No, Irma Noemí - no.irma@gmail.com

Facultad de Ingeniería - Universidad Nacional de Lomas de Zamora

RESUMEN · El presente escrito contiene una descripción metodológica del enfoque de la formación por competencias que se ha implementado en las tareas de matemática y estadística correspondientes al Trabajo Integrador del Ciclo Intermedio (TPICI), de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Lomas de Zamora. Por razones de extensión, se comparten sólo los cuatro últimos problemas de los treinta y uno creados a la fecha; enunciados, ayudas y resoluciones de éstos, se encuentran disponibles en las direcciones web indicadas en el texto. Los contenidos disciplinares involucrados en las temáticas compartidas son: gráficas y recursos multimediales en Matlab, muestreo y estadística descriptiva, minería de datos y regresión, transformada de Laplace, interpolación gráfica, series de tiempo y optimización logística; respondiendo a los planteos temáticos: ingeniería para la inclusión, autos eléctricos, turbinas eólicas verticales, y residuos de aparatos eléctricos y electrónicos. Los utilitarios de soporte han sido: Matlab, GAMS, Octave, R, Excel y otros disponibles en web. Se ejemplifica el proceso de definición y escritura de una competencia matemática a desarrollar/fortalecer y, finalmente, se mencionan brevemente algunos logros alcanzados a través el uso de la metodología implementada en el TPICI, en diferentes dimensiones institucionales.

Palabras clave — Formación por competencias, ABP en ingeniería, matemática aplicada, competencias tecnológicas en matemática, problemas integradores del ciclo intermedio.

ABSTRACT · The present document contains a methodological description of the competency-based approach that has been implemented in the mathematics and statistics tasks corresponding to the Intermediate Cycle Integration Work (TPICI), of the Engineering Faculty of the National University of Lomas de Zamora. For reasons of extension, only the last four problems -of the thirty-one created- are shared; enunciations, aids and resolutions of these, are available at the web addresses indicated in the text. The disciplinary contents involved in the shared themes are: multimedia graphics and resources in Matlab, sampling and descriptive statistics, data mining and regression, Laplace transform, graphic interpolation, time series and logistic optimization; responding to thematic issues: engineering for inclusion, electric cars, vertical wind turbines, and waste electrical and electronic equipment. The support utilities have been: Matlab, GAMS, Octave, R, Excel and others available on the web. The definition and writing process of a mathematical competence to be developed / strengthened is illustrated and, finally, some achievements are briefly mentioned using the

methodology implemented in the TPICI, in different institutional dimensions.

Keywords — Training by competences, PBL in engineering, applied mathematics, technological competences in mathematics, integration problems of the intermediate cycle.

»

1. INTRODUCCIÓN

Las propuestas matemáticas y estadísticas que se comparten en este artículo corresponden a tareas creadas para el espacio curricular "Trabajo Práctico Integrador del Ciclo Intermedio" (TPICI), parte de las carreras de Ingeniería Industrial, Mecánica y Mecatrónica de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Lomas de Zamora (FI-UNLZ).

Desde el año 2003 a la fecha, cada cuatrimestre se elabora un nuevo problema práctico a resolver[1], cuya creación, seguimiento y evaluación es responsabilidad de un grupo interdisciplinar de seis docentes de FI-UNLZ.

El desarrollo y fortalecimiento de habilidades y competencias en el alumno ha sido un objetivo permanente en esta propuesta educativa, dado que su resolución involucra el saber (conocimientos), el saber hacer (habilidades), y el saber ser (valores, actitudes y principios) [1].

Las problemáticas y su tratamiento didáctico han variado a lo largo de estos quince años, manteniendo siempre la orientación del "aprendizaje basado en problemas" como método [2]. Paulatinamente las tecnologías se han instituido en un soporte esencial para su desarrollo: sosteniendo la comunicación por diferentes medios (aula virtual, redes y apps), utilizando diferentes instancias de aprendizaje (en situación semipresencial (blended learning) [3] o de aula invertida (flipped classroom)[2] [4]), haciendo uso de diferentes tecnologías de ejecución (impresoras 3D y simulaciones), de registro (audios, imágenes, y videos) y utilizando métodos de evaluación acordes a la formación por competencias (rúbricas) [5]. Las temáticas también han variado y se han teñido de sustentabilidad ambiental, de compromiso social y de investigación aplicada en el área de las nuevas socio-tecnologías (nanotecnologías, minería de datos, etc.). El nivel de la propuesta, en contenidos y evalua-

1. Se ha generado un repositorio con problemas (que han alcanzado la cantidad de treinta y un enunciados multidisciplinarios inéditos diferentes, uno por cada cuatrimestre desde fines del año 2003).

2. Creando, analizando y evaluando en forma presencial, y, comprendiendo, aplicando y recordando en forma domiciliaria.

ción, se ajusta a un quinto cuatrimestre de las carreras.

Se espera que las experiencias expuestas en los párrafos siguientes sirvan de inspiración y aplicación en el área de las ciencias básicas de otras casas de estudio.

2. PROPUESTAS DIDÁCTICAS

Para una mejor organización, se detallan muy sintéticamente las propuestas de trabajo del área matemático-estadística de los problemas integradores elaborados en estos últimos dos años (ver Tabla 1). Podrá observarse que las actividades están orientadas al fortalecimiento de las competencias genéricas del ingeniero [6], con énfasis en:

Competencias tecnológicas:

- Competencia para identificar, formular y resolver problemas de ingeniería.
- Competencia para utilizar de manera efectiva las técnicas y herramientas de la ingeniería.

Competencias sociales, políticas y actitudinales:

- Competencia para aprender en forma continua y autónoma.

Temática	Propuesta del área Matemática / Estadística	Notas metodológicas
Ingeniería inclusiva (2017 -1°C)	Recursos para convertir textos matemáticos a formatos accesibles: en un sólo nivel de escritura (según normas W3C). Investigación del utilitario MathTRAX de la NASA, para sugerir y crear instrumentos de apoyo a la comunicación matemática en situaciones de disminución visual y ceguera (creaciones de audios en utilitarios matemáticos, relatos, etc.). Informe final en formato accesible Word Office. En el área estadística se solicita un muestreo de accesibilidad web en un nicho (unidades de análisis) a elección según las dimensiones "percepción" y "operabilidad" definidas por CONADIS-Argentina. (Consignas y ayudas disponibles en: https://drive.google.com/file/d/1jorE6_42Xr1ZZvh4TRqok9luoGzNPkFc/view?usp=sharing , Febrero, 2019))	Recursos utilizados: *Latex, Matlab, MathTRAX, y Soporte de Office*. Resultados comunicados al área de universidad y discapacidad UNLZ.
Autos eléctricos (2017- 2°C)	Determinar mediante regresión estadística el camino óptimo de recarga, utilizando minería de datos para formar: clusters de clientes, y estaciones de carga ubicadas en centroides. Simular matemáticamente mediante la Transformada de Laplace el sistema de amortiguación básico en situaciones de "baches" y "salientes". (Guías de tareas disponibles en: https://drive.google.com/file/d/1P9uf6bM3GwKL9a-DNd-QQyZaP_7SWSVm/view?usp=sharing, y, https://drive.google.com/file/d/1ZKXorOosf9EstC3MBPN-wrvzUKM9KR9E/view?usp=sharing, Febrero, 2019)	Soporte de resolución: *Matlab y simulink.*
Creación de turbina eólica vertical de pequeña escala (2018-1°C)	Descripción de un perfil NACA, y generación de su gráfica. Cálculo del número de Reynolds con los datos del caso y su corroboración web. Predicción de las condiciones de viento en una región (elegida por el equipo) con uso de datos históricos disponibles mediante la aplicación del concepto de series de tiempo. (Consignas e Indicaciones disponibles en: https://drive.google.com/file/d/1-BfkjiytHbnr1X7uvpGUuwlt4bSCtFCq/view?usp=sharing, https://drive.google.com/file/d/1OITKxCPNV8hYUv5QXHvOJ8FET1wMopsM/view?usp=sharing, y, https://drive.google.com/file/d/1QFWOpyR6O4GD4moapUrSIQEBQfJOTtpv/view?usp=sharing, Febrero, 2019).	Soporte multimedia y web. La turbina se imprime en el *Laboratorio de simulación e impresión 3D.*
Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos (RAEE) (2018- 2°C)	Desarrollar una de las siguientes propuestas: a) Trabajo de campo (encuesta y tratamiento de datos relacionados a RAEE) b) Cálculo de indicadores (según manual RAEE provisto en aula virtual y disponible en: https://drive.google.com/file/d/1nl4_V9KTjTBsq0APUPcafbA6fsGC7UbJ/view?usp=sharing- Febrero, 2019) c) Tratamiento estadístico de alguna de las bases de datos RAEE sugeridas (d) Cálculo de beneficio por gestión de RAEE. Determinar la logística óptima y el costo mínimo para el traslado "almacenes de acopio -plantas de recuperación", según las restricciones de espacio y capacidad de tratamiento existentes. (Consignas y Ayuda tarea logística disponibles en: https://drive.google.com/file/d/1tHR27Ea_GGBKtSYRFCrSA5EmWFEaXMS2/view?usp=sharing, y, https://drive.google.com/file/d/1YR-7-X4ZQD41IW29SfMP5lxGTGBsMRC_/view?usp=sharing , (Febrero 2019)	Se sugiere el uso de *formularios Google* para las encuestas. Resolución logística en diferentes soportes a elección: *GAMS, Octave, R, Excel, Matlab.*

Tabla 1. *Propuestas en el área matemática del TPICI (2017 y 2018).*

Otras temáticas desarrolladas por el TPICI han sido: Ensayos y cálculos con Perfiles de hierro, Construcción de almacenes para aceite automotor, Ensayos y cálculos sobre envases plásticos de consumo masivo, Sistema de abastecimiento continuo alternante, Diseño de depósito bajo tierra para almacenar un producto a elección, Higiene y seguridad en conservación de productos automotores, Aerosoles, Tratamiento de aguas residuales

(efluentes) Industriales, Fuentes de energía alternativa: El hidrógeno, Elaboración y comercialización de Dispersantes, Combustibles alternativos (Biodiesel), Estructuras con Policarbonato, Baterías de Litio Ion, Energía Solar: Construcción de un Colector Solar Parabólico (Fig. 1), Restauración de edificios por humedad, Paneles Fotovoltaicos e iluminación Led (fotometría), Celdas Peltier/Disipadores, Óptica Automotriz, Tecnología Oled, Seguridad Vial y Tránsito, Ingeniería aplicada al Deporte (Fig. 2), El mármol, Residuos Sólidos Urbanos y Nanotecnología. Para cada una de estas temáticas, las consignas del área matemática y estadística se basan en el aprendizaje basado en problemas, en estrecha colaboración con los laboratorios intervinientes (Física, Química, Ensayo de Materiales, Metrología, Dibujo técnico y Simulación e Impresión 3D) para la toma de muestras, verificación de resultados y obtención de productos finales (colectores, turbinas, etc.).

Fig 1. *Cuádricas en Colector solar parabólico.*

Fig 2. *Geodésicas en construcción de Domos Deportivos.*

3. METODOLOGÍA BASADA EN FORMACIÓN POR COMPETENCIAS

La planificación de tareas asociadas a la formación por competencias supone una reflexión sobre la propia actividad docente, redefiniendo y resignificando contenidos (que forman parte del proyecto de cátedra) hasta poder "mencionarlos" como capacidades del alumno. Básicamente se pueden identificar cuatro etapas, que se ilustrarán con un ejemplo de nivel básico [7]:

1. *Identificar el objetivo general* ligado a las competencias matemáticas necesarias para abordar y resolver (de alguna de las maneras posibles) el problema planteado, expresándolo como un conjunto de acciones a realizar sobre un "objeto" (ejemplo en Tabla 2).

OBJETIVO GENERAL: Modelizar *algebraicamente* datos correlacionados obtenidos experimentalmente	
ACCIÓN	**OBJETO**
Definir	La interpolación polinomial sobre un conjunto de puntos
Relacionar	La problemática de la interpolación polinomial con la noción de "matriz de Vandermonde"
Evaluar	La matriz de Vandermonde asociada a un problema de interpolación polinómica de ***n*** puntos dados.
Resolver	El problema de interpolación polinomial con uso de la matriz inversa de Vandermonde.
Resumir	Brevemente otros métodos de interpolación polinomial
Explicar	La existencia de solución única al problema
Describir	Comportamientos esperados para valores no observados en forma experimental
Utilizar	Matlab para resolver problemáticas de interpolación mediante sentencias "Vandermonde".
Generar	Salidas gráficas de los puntos dados y los polinomios de ajuste obtenidos.
Desarrollar	Un script de Matlab para interpolar polinómicamente ***n*** puntos.
Contrastar	El polinomio hallado a través de la matriz de ***Vandermonde*** con el polinomio hallado por medio de la sentencia "***polyfit***" de Matlab y también con el obtenido por un ajuste polinomial "***trendline***" de excel.
Interpretar	La expresión algebraica del polinomio obtenido con relación a la disposición gráfica de los datos experimentales.
Identificar	Datos atípicos en el conjunto experimental representado por puntos.

Tabla 2. *Objetivo General desagregado en Acciones.*

2. *Desagregar el objetivo general definido en objetivos específicos* con mención del aporte que cada uno de ellos efectuará a la competencia en proceso (Tabla 3).

OBJETIVO GENERAL: Modelizar *algebraicamente* datos correlacionados obtenidos experimentalmente			
OBJETIVOS ESPECÍFICOS	**CONOCIMIENTOS (SABER)**	**HABILIDADES (SABER HACER)**	**VALORES, ACTITUDES O PRINCIPIOS (SABER SER)**
Incorporar el concepto de interpolación polinómica de datos y su obtención por diferentes métodos	X		
Apropiarse de metodologías de resolución para la modelización polinómica de ensayos experimentales		X	

OBJETIVO GENERAL: Modelizar *algebraicamente* datos correlacionados obtenidos experimentalmente			
OBJETIVOS ESPECÍFICOS	**CONOCIMIENTOS (SABER)**	**HABILIDADES (SABER HACER)**	**VALORES, ACTITUDES O PRINCIPIOS (SABER SER)**
Detectar ajustes algebraicos óptimos y datos atípicos (aislados)		X	
Comprender la importancia de la robustez matemática como respaldo a las modelizaciones experimentales descriptivo-predictivas			X

Tabla 3. *Objetivos específicos y su aporte a la formación por competencias.*

3. *Definir* la competencia relacionada que se desea el alumno adquiera y/o fortalezca: A través de una descripción y desagregación por capacidades (Tabla 4).

NOMBRE DE LA COMPETENCIA: Modelización matemático-polinomial de datos experimentales	
DESCRIPCIÓN	Capacidad de describir el comportamiento de los datos observados en ensayos experimentales mediante una relación algebraica básica.
CAPACIDADES (ser capaz de…)	Expresar un modelo matemático de ajuste polinómico sobre un conjunto de datos experimentales
	Emplear diversas estrategias de resolución al problema de interpolación polinómica.
	Incorporar herramientas informáticas en el proceso de modelizado y resolución de problemas de ajuste polinómico sobre datos experimentales
	Identificar valores que podrían afectar el ajuste (outliers - valores atípicos) sobre los datos experimentales.
	Utilizar las expresiones algebraicas halladas para predecir comportamientos cuando corresponda.
	Respaldar y comunicar sus resultados/conclusiones con la formalidad matemática requerida acorde al nivel de estudio y perfil de egreso.

Tabla 4. *Definición de la Competencia.*

4. Establecer una ponderación que traduzca el nivel de apropiación de la competencia en términos del sistema de calificación tradicional (Tabla 5).

CALIFICACIÓN	DESCRIPCIÓN DEL NIVEL DE DESARROLLO DE LA COMPETENCIA (Descriptores)
Excelente (10)	**Se apropia del experimento:** Con facilidad modeliza y formaliza el comportamiento de los datos observados mediante un lenguaje matemático distinguido. Demuestra amplia ductilidad en el uso de diferentes métodos y herramientas para la obtención de la expresión algebraica requerida. Posee un muy claro criterio de ajuste logrando la optimización del problema. Puede deducir con precisión y profundidad la predicción de valores, datos atípicos y métodos de interpolación polinomiales alternativos. Expresa inquietudes, propone alternativas.
Muy bien (8 – 9)	**Maneja el experimento:** logra modelizarlo y formalizar su comportamient mediante un lenguaje matemático adecuado. Hace uso de diferentes métodos y herramientas para la obtención de la expresión algebraica requerida. Posee un claro criterio de ajuste. Puede responder al requerimiento de predicción de valores, datos atípicos y métodos de interpolación polinomiales alternativos. Se enfoca a un logro distinguido sin expresar escenarios más allá de lo planteado.
Bien (6 – 7)	**Resuelve la consigna:** Puede resolver modelos de ajuste polinomiales sobre un conjunto de datos experimentales, y expresa formalmente el planteo y la solución que forman parte del método. Conoce el uso de los diferentes métodos y herramientas para la obtención de la expresión algebraica requerida. Logra predecir valores y detectar datos atípicos de clara evidencia, necesitando algún soporte ante situaciones de mayor complejidad.
Regular (4 – 5)	**Resuelve la consigna con limitaciones:** Puede resolver modelos de ajuste polinomiales sobre un conjunto de datos experimentales, y expresa formalmente el planteo y la solución que forman parte del método, pero no demuestra solidez de ejecución requiriendo soporte. Conoce el uso de los diferentes métodos y herramientas para la obtención de la expresión algebraica requerida, pero evidenciando marcada heterogeneidad en su apropiación y conocimiento. Puede responder a predicción de valores y datos atípicos sólo dentro del marco estándar.
Mal (0 – 3)	**No Resuelve la consigna o su resolución evidencia errores de concepto**: No halla la interpolación polinómica adecuada y no logra modificar sus errores ante intervenciones del docente y soportes varios. Da evidencias de desconocimiento de conceptos y métodos. No posee la capacidad de expresar sus dudas para el logro, o bien no logra utilizar las ayudas brindadas para demostrar su manejo del tema.

Tabla 5. *Sistema de Calificación de la competencia definida.*

En el caso del TPICI, se trabaja en colaboración con diferentes laboratorios, por lo cual, el objeto de estudio toma una dimensión “concreta”. La dinámica de trabajo se basa en la

construcción conjunta de bocetos, ensayos, pruebas y presentaciones que son corregidas por el docente y acompañadas de los ajustes, sugerencias y recursos necesarios para impulsar una mejora comprobable. Si bien la evaluación es continua, se exige un producto final (producción) como evidencia de la adquisición de la competencia y condición de aprobación. La devolución al grupo se realiza a través de una rúbrica de calificación. [3]

4. RESULTADOS Y CONSECUENCIAS

Los resultados satisfactorios de las experiencias del TPICI, en el área matemática y estadística como formadores de competencias, se pueden respaldar en:

- Una dedicada relación interpersonal (en modalidad presencial y virtual) docente-alumno.
- La selección de temáticas de interés profesional y compromiso socioambiental.
- La elección de una dinámica de aprendizaje basado en problemas abordados con una importante intervención tecnológica (los alumnos viven inmersos en tecnología y, por lo tanto, aprenden naturalmente de esa manera).
- El rol de madurez y responsabilidad que se le asigna al alumno en su proceso de aprendizaje (no hay carga horaria asignada, los alumnos deben hacer su planificación de tareas, seleccionar métodos y contenidos (ver fig. 3), y decidir caminos de ejecución).

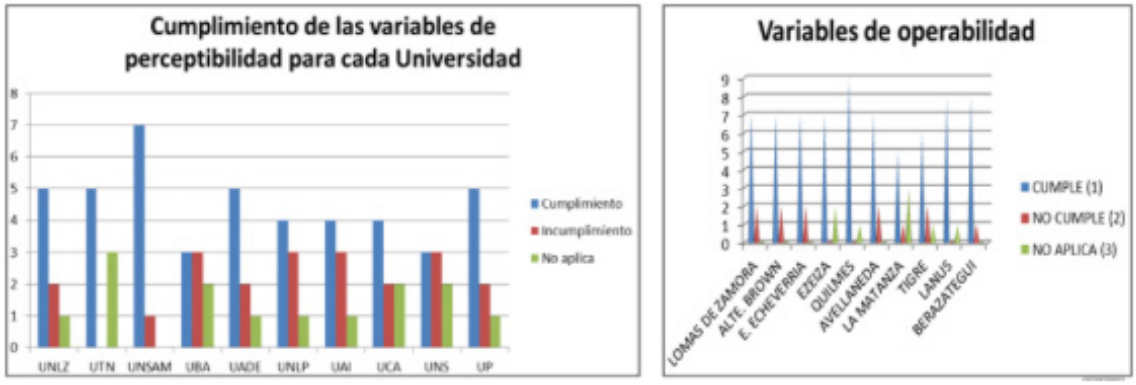


Fig 3. *Gráficas de variables de accesibilidad sobre dos nichos web a elección (en este caso: Web Universidades – Web Municipios*

Los docentes debimos estar preparados para guiar a los alumnos en problemas de tipo abierto (con escenarios múltiples que creará el alumno), dado que, como puede observarse en la Tabla 5, se esperaba que el alumno logre "apropiarse del experimento" a través del

3. Ejemplo disponible (Marzo, 2019) en: https://drive.google.com/file/d/1ZIPGNXg4kesW0xRG9LeR3tKVJdbBTTQq/view?usp=sharing

planteo de alternativas e inquietudes “desafiando modelos y empujándolos para descubrir sus límites” (ver Fig. 4).

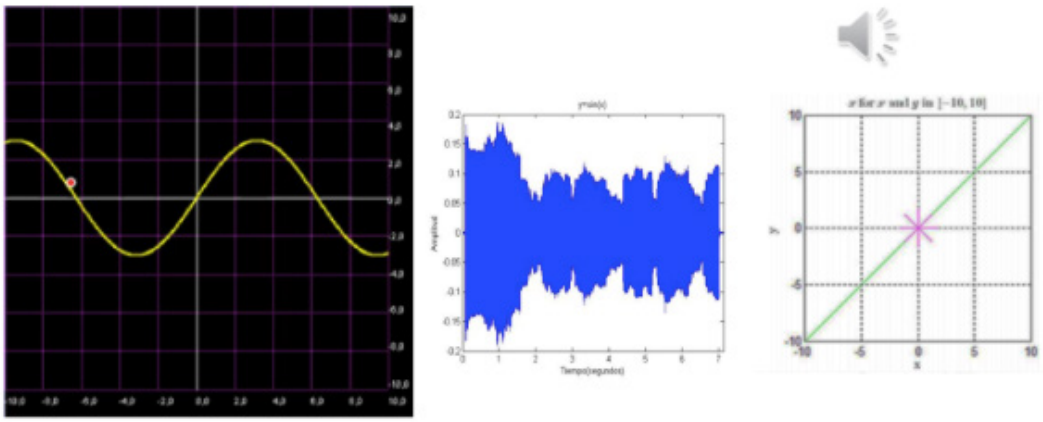


Fig 4. *Reformulación de MathTRAX a través de Matlab como ajuste inclusivo para personas con discapacidad visual.*

La evolución del alumno en la resolución de las consignas del área desde 2003 a la fecha se puede sintetizar en un cambio de rol desde “ejecutor” hacia “diseñador” (ver Fig. 5) quedando al docente sólo las tareas de la confección de los problemas disparadores y las tutorías y guías correspondientes a su desarrollo.

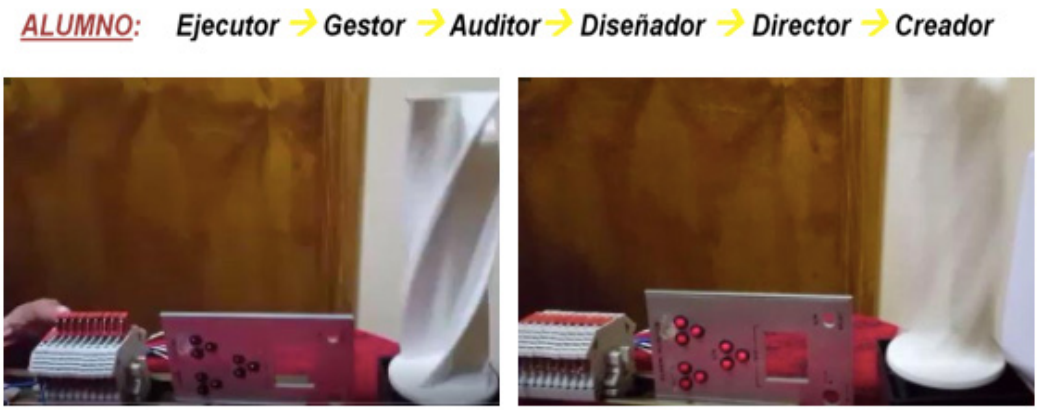


Fig 5. *Turbina Eólica Vertical doméstica creada con impresión 3D.*

El tiempo de entrega de la versión final del trabajo integrador (que consta de nueve tareas interdisciplinarias, con intervención de las cátedras de: física, química, estabilidad I y II, dibujo técnico, inglés, matemática y estadística, y laboratorios), tiene una media de 0,85 del total del tiempo asignado[4] (bajo una modalidad grupal de ejecución). Los alumnos que no logran adquirir las competencias propuestas son inscriptos para la resolución de una nueva problemática.

4. El tiempo asignado es de dos cuatrimestres.

Se ha observado que la variación de temáticas (y consecuentemente, los contenidos disciplinares asociados) no generan heterogeneidad en los niveles de apropiación de habilidades y destrezas. El enfoque que se ha dado al TPICI se basa en: nivel de profundidad, posibles abordajes, e incumbencia profesional vigente de la temática, cuidando que los planteos asociados preparen al alumno en un conjunto de competencias genéricas correspondientes a un nivel medio de su carrera y los resultados de la aplicación de esta metodología se han reflejado en los ejes intervinientes del sistema como se expresa a continuación:

- El "alumno": Ha desarrollado y fortalecido sus competencias educativo-profesionales en las siguientes dimensiones:
  - *Sociales*: Trabajo colaborativo, elevada capacidad comunicacional, actitud participativa, independencia de pensamiento; compromiso y responsabilidad.
  - *Metodológicas*: Autogestión, trabajo en equipo, capacidad investigativa, planificación, gestión de resultados.
  - *Científico-Técnicas*: Modelización, recuperación y aplicación de saberes previos, uso de herramientas informáticas, elaboración de informes, comunicación técnica de resultados, presentación acorde a estándares propuestos.
- El "docente": Incorporó una metodología de trabajo interdisciplinar, de elevada sinergia, y experimentó un real acercamiento a la modalidad de enseñanza-aprendizaje, basado en la formación por competencias con una importante alícuota tecnológica.
- El "instrumento TPICI": Ha sido transferido en su formato a otras cátedras de FI-UNLZ, su metodología ha sido presentada en congresos y jornadas, ha inspirado la creación de otros trabajos integradores en diferentes ciclos de carrera.
- La "institución": Ha logrado cumplir los requerimientos planteados por la CONEAU con relación a la disminución de brecha "ciencias básicas – trayecto técnico", extendiendo sus plazos de acreditación al máximo, en los sucesivos procesos de evaluación, a los que se ha sometido. •

🕮 REFERENCIAS

[1] M.L. Crispín Bernardo, T. Gómez Fernández, J.C. Ramírez Robledo, J.R. Ulloa Herrero. *Guía del Docente para el desarrollo de Competencias*. IBERO C.M., Universidad Iberoamericana C.M. México, junio 2012. pp. 9-20.

[2] A. Escribano, A. del Valle. *El aprendizaje Basado en Problemas. Una propuesta me-*

todológica en Educación Superior. Narcea, S.A. de Ediciones, Madrid, España, 2008.

[3] A. Bartolomé, (2004, Abril). "Blended Learning. Conceptos básicos". *Píxel-Bit. Revista de Medios y Educación*, [en línea], Vol. 23, pp. 7-20. Disponible: https://www.spkrs.net/archivos_conf/blended-learnig_1404089677.%20Conceptos%20basicos.pdf [Feb. 20, 2019]

[4] R. M. Serrano Pastor, O. Casanova López. (2018, Junio). "Recursos tecnológicos y educativos destinados al enfoque pedagógico Flipped Learning". *Revista de Docencia Universitaria (REDU)*, [en línea], Vol.16 (1), pp. 155-173. Disponible: https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/105307/8921-38910-1-PB.pdf?sequence=4 [Feb. 22, 2019]

[5] J. Alsina Masmitjá, y otros. *Rúbricas para la evaluación de Competencias*. Ediciones Octaedro, Barcelona, España, 1ª edición diciembre, 2013, [en línea], pp. 38-48. Disponible: http://www.ub.edu/ice/sites/default/files/docs/qdu/26cuaderno.pdf [Feb.15, 2019]

[6] CONFEDI. *Competencias en Ingeniería*. Universidad FASTA Ediciones, Mar del Plata, Argentina, 1ª edición abril, 2014, [en línea], pp. 21-33. Disponible: https://confedi.org.ar/download/documentos_confedi/Cuadernillo-de-Competencias-del-CONFEDI.pdf [Feb 26, 2019]

[7] I.N. No. Actividad realizada en Curso. "Formación por competencias profesionales y laborales", Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de Lomas de Zamora, Buenos Aires, diciembre 4, 2018.

Un diseño de actividades matemáticas para el desarrollo de competencias en las carreras de Ingeniería: cálculo en una variable en Ingeniería Electrónica

D'Andrea, Leonardo Javier - dandrealj@yahoo.com

Facultad Regional Avellaneda - Universidad Tecnológica Nacional

RESUMEN · Desde el año 2006, en Argentina, el Consejo Federal de Decanos de Ingeniería (CONFEDI) acordó llevar adelante una propuesta de innovación que reformula la formación de los ingenieros y está centrada en la enseñanza basada en el enfoque por competencias.

A partir de las competencias genéricas y específicas que el CONFEDI plantea y ubicados en el descriptor de conocimiento Ciencias Básicas de la Ingeniería: Matemática, la pregunta que proponemos formular es cómo diseñar clases que se centren en el desarrollo de esas competencias en la formación del ingeniero sin "darle la espalda a los saberes" de dicha ciencia.

Estas innovaciones educativas en las carreras de Ingeniería, donde suele ser poco habitual que se trabaje con competencias, plantean la necesidad de cuestionarse cómo podría alguien advertir que una clase de Matemática efectivamente está centrada en competencias y no que se hace "más de lo mismo" pero con renovados problemas. En el presente trabajo, se definen y describen tres etapas para un diseño de actividades considerando saberes matemáticos y competencias matemáticas que ponen en juego los ingenieros en sus tareas. Posteriormente, a modo de ejemplificar un diseño, se considera el Cálculo Diferencial e Integral en la carrera de Ingeniería Electrónica.

Palabras clave — Formación por Competencias, Ingeniería, Actividad Matemática, Electrónica.

ABSTRACT · Since 2006, in Argentina, the Federal Council of Engineering Deans (CONFEDI) agreed to carry out an innovation proposal that reformulates the formation of engineers and focuses on teaching based on the competency-based approach.

Against competencies generic and specific to posed by the CONFEDI, and located in the descriptor of knowledge basic engineering sciences: Mathematics, the question we ask is how to design classes that focus on the development of those competencies in the training of engineer without "giving back to the knowledge" of this science. These innovative education careers in engineering, where typically little to work with competencies, raise the need to question how could someone warn that a kind of mathematics is indeed focused on competencies and not that it is "more of the same" but with renewed problems.

In the present work, three stages are defined and described for the design of activities considering the mathematical knowledge and the mathematical competences that the engi-

neers put into play in their tasks. Later, in order to exemplify a design, Calculus is considered in the career of Electronic Engineering.

Keywords — Training by Competences, Engineering, Mathematical Activity, Electronics.

»

INTRODUCCIÓN Desde el año 2006, en Argentina, el Consejo Federal de Decanos de Ingeniería (CONFEDI) acordó llevar adelante una propuesta de innovación que reformula la formación de los ingenieros y está centrada en la enseñanza basada en el enfoque por competencias.

Este acuerdo responde a un conjunto de nuevos paradigmas acerca de "la sociedad del conocimiento, la globalización, las redes y la actual economía" [1], que conforman un escenario particular en el cual se requerirá nuevas formas de intercambio y de comunicación [2, 3].

Para tal fin, los documentos diseñados por el CONFEDI definen las competencias requeridas para el ingreso [1] y las competencias genéricas de egreso del ingeniero [4]; donde, entre las razones de una innovación en educación en ingeniería, se afirma que "el mundo cambió y sigue cambiando, y la sociedad actual exige más a la Universidad; no sólo exige la formación profesional (el "saber"), sino también, la dotación de competencias profesionales a sus egresados (el "saber hacer")" [1].

A partir de las competencias genéricas y específicas que el CONFEDI [1, 4, 5] plantea para cada una de las 25 (veinticinco) ingenierías, y ubicados en el descriptor de conocimiento Ciencias Básicas de la Ingeniería: Matemática, la pregunta que proponemos formular es cómo diseñar clases que se centren en el desarrollo de esas competencias en la formación del ingeniero sin "darle la espalda a los saberes" [6] de dicha ciencia.

Llevar adelante estas innovaciones educativas en las carreras de Ingeniería, donde suele ser poco habitual que se trabaje con competencias [2, 7, 8] aun estando instalado el modelo [9], plantea la necesidad de cuestionarse cómo podría alguien advertir que una clase de Matemática efectivamente está centrada en competencias y no que se hace "más de lo mismo" pero con renovados problemas [10, 11, 12, 13].

ETAPAS EN EL DISEÑO Definidas las actividades reservadas y competencias específicas correspondientes de cada Ingeniería [4], sugerimos que el *primer paso* debe ser

interesarse por la labor profesional del ingeniero, interiorizarse de sus trabajos y analizar qué conocimientos matemáticos suele poner en juego en estos últimos.

PRIMERA ETAPA: *Reconocer cuáles suelen ser los conocimientos matemáticos y competencias matemáticas que intervienen en la labor del ingeniero.*

A partir de este reconocimiento, se espera poder establecer ese saber y saber hacer referenciales asociados a la Matemática que el ingeniero transfiere a sus actividades profesionales. Las preguntas por responder son:

a. ¿Qué contenidos matemáticos se reconocen en los trabajos del ingeniero?
b. ¿Qué procesos matemáticos: resolución de problemas, razonamientos, pruebas, conexiones, representaciones [14], se ponen en juego en esos trabajos?
c. ¿Cómo caracterizar la interrelación/retroalimentación entre los contenidos y los procesos matemáticos: competencia matemática [14] en la labor del ingeniero?

Una vez establecido ese referencial, la siguiente tarea es llevar adelante un análisis de revisión y comparación entre lo incluido en el referencial y los diseños curriculares y planificación de la materia en que se trabaje. En este *segundo momento*, debe considerarse el posicionamiento docente que se tomará. En función al Enfoque por Competencias, Perrenoud [15, 16] plantea la necesidad de dos posturas fundamentales: la práctica reflexiva (capacidad de innovar, negociar, regular la propia práctica) y la implicación crítica (compromiso del docente en el debate político sobre la educación a nivel de los establecimientos, de colectividades locales, regionales y nacionales).

SEGUNDA ETAPA: *Revisión y análisis del diseño curricular y la planificación del descriptor de conocimiento Ciencias Básicas de la Ingeniería, en función al referencial matemático en la labor del ingeniero.*

Las preguntas-guía son:

a. ¿Aparecen los saberes matemáticos del referencial en el diseño curricular de la materia? ¿En qué grado de importancia o relevancia?
b. ¿De qué manera se configuran las prácticas o guías de estudio (material teórico y práctico) de la materia en relación a lo incluido en el referencial? ¿En qué grado de importancia o relevancia?
c. ¿Cuáles serían los lineamientos que deben desprenderse del referencial para proponer una reordenación, en caso de ser requerido, de los saberes y competencias matemáticas?

Plantear esta segunda etapa implica reconocer y asumir que no hay competencias sin saberes y que una competencia moviliza saberes [6].

Existen diferentes configuraciones didácticas, entendidas como "secuencia(s) interactiva(s) de estados de las trayectorias que tienen lugar a propósito de una situación-problema (o tarea)" [17]. Para el desarrollo de competencias es requerido aproximarse a configuraciones con alta idoneidad didáctica [18].

TERCERA ETAPA: *Diseñar actividades originadas a partir de las competencias genéricas y específicas para la formación del Ingeniero definidas por el CONFEDI y basadas en el referencial matemático de las etapas anteriores.*

Al llegar a esta etapa, se contará con el referencial donde se priorizan los saberes y saber hacer matemáticos asociados a la labor del ingeniero, juntos con las competencias genéricas y específicas de cada ingeniería que propone el CONFEDI [1, 4]. La tarea es proponer actividades y problemas de diferente tipo: de la Matemática pura, de la semirrealidad y/o de la vida real [19].

UN DISEÑO DE ACTIVIDADES PARA LA ENSEÑANZA DEL CÁLCULO EN UNA VARIABLE EN INGENIERÍA ELECTRÓNICA

Con la intención de brindar un ejemplo de diseño, se considera en el descriptor de conocimiento Ciencias Básicas del Ingeniero: Cálculo Diferencial e Integral (en una variable), dentro de la formación del Ingeniero Electrónico.

Para iniciar con la ETAPA 1, debemos involucrarnos en las tareas y trabajos que realizan los ingenieros electrónicos en su labor. En el presente ejemplo, se decide considerar el trabajo de varios ingenieros que han publicado sus investigaciones, que abarcan el origen y la evolución de la Ingeniería Electrónica [20, 21, 22], en particular, en Argentina [20, 23] y proyectos específicos de la Electrónica [24, 25, 26, 27, 28, 29].

Preguntas-guía	Reconocimiento del saber y saber hacer matemáticos en trabajos de investigación seleccionados en Electrónica
¿Qué conocimientos (contenidos matemáticos) se reconocen en los trabajos del ingeniero?	- Planteo y resolución de expresiones y ecuaciones algebraicas en varias variables (Polinómica y Racionales). - Noción de Función Polinómica y Racional: fórmula, análisis de la función (dominio, conjunto imagen, crecimiento o decrecimiento, extremos locales y absolutos, noción de límite superior e inferior o cotas del dominio). - Representación de curvas en el Sistema de Ejes Cartesianos. - Desigualdades. - Números reales: notación científica, orden, escala, intervalos. - Proporcionalidad Directa e Inversa. Porcentaje. - Nociones de Estadística y Probabilidad: regresión lineal o ajuste lineal. - Nociones de Geometría: figuras planas y cuerpos (prismas, cilindros, conos), área de figuras planas, volumen y superficie lateral en cuerpos. - Transformaciones en el plano y el espacio tridimensional (Rotación, Traslación, Simetrías o Reflexiones).

Preguntas-guía	Reconocimiento del saber y saber hacer matemáticos en trabajos de investigación seleccionados en Electrónica				
	Resolución de Problemas	Razonamientos	Pruebas	Conexiones	Representaciones
¿Qué procesos matemáticos se ponen en juego durante las acciones llevadas adelante?	Modelización matemática de fenómenos químicos, físicos, biológicos.	- Se conjeturan afirmaciones desde la lectura de gráficos, interpretación de la variación de variables (análisis de dominio, dependencia y restricciones de acuerdo a resultados de la experiencia). - Se reconocen y se actúa a partir de una amplia variedad de datos y resultados.	- Se justifica mediante modificación de escalas y de la estructura geométrica de los materiales - Comparación entre curvas, distancia de puntos notables de las mismas. - Cálculo estadístico y probabilístico. - Rotación de ejes cartesianos. - Método de sustitución en sistemas de ecuaciones de la Física. - Resolución de expresiones algebraicas (propiedades de la potenciación, factorización de polinomios). - Previsión del comportamiento de variables por medio gráfico y noción de límites (sin su cálculo formal).	*Intradisciplinarias* - Pasaje de escala con apoyo geométrico. - Resolución algebraica en la interpretación de gráficos (rotación o traslación de Ejes Coordenados). - Análisis de funciones en distintos conjuntos numéricos. *Interdisciplinarias* Todos los conocimientos matemáticos se sustentan en su aplicación a la Física, Química y Biología.	- Gráfico de curvas en un Sistema de Ejes Cartesianos. - Figuras planas (poligonales abiertas, polígonos, círculos/ circunferencias, vectores). - Figuras tridimensionales (Prismas, Cilindros, Conos y cortes transversales).
¿Cómo caracterizar la interrelación/ retroalimentación entre los contenidos y los procesos matemáticos (competencia matemática) en la labor del ingeniero?	- Reconocer y utilizar conocimiento matemático en situaciones donde tenga sentido, experimentar, intuir, relacionar conceptos y abstraer. - Modelización de fenómenos físico, químico y biológico a través del lenguaje algebraico, aritmético, geométrico, funcional, estadístico y probabilístico. - Realizar deducciones e inducciones, particularizar y generalizar; argumentar las decisiones, los procesos y las técnicas. - Diseñar, interpretar, predecir y analizar gráfico de funciones puntuales o continuas. - Obtener, interpretar y generar información con contenido matemático. - Implementar técnicas matemáticas básicas (contar, operar, medir, situarse en el espacio y organizar y analizar datos) e instrumentos (tecnologías de la información, de dibujo y medida) para resolver la tarea. - Interpretar y representar expresiones, procesos y resultados matemáticos con palabras, dibujos, símbolos, números y materiales aplicados al campo de investigación.				

Tabla 1. *Etapa 2 del diseño. Fuente: creación propia*

Para la Etapa 2, a modo de contar con un diseño curricular y planificación específico, se selecciona el de la cátedra de Análisis Matemático 1 del primer año de la Facultad Regional Avellaneda, Universidad Tecnológica Nacional de la provincia de Buenos Aires, Argentina. A continuación, se analiza la unidad 1 y la unidad 2:

Saberes en la planificación	Saber hacer en la planificación	Grado de importancia en el material didáctico destinado a la clase	Grado de importancia en el referencial
Topología en R	- Conceptualizar el conjunto de los números reales aplicando sus definiciones y propiedades	MEDIO	MEDIO
	- Clasificar topológicamente puntos y conjuntos	ALTO	BAJO
Funciones Escalares	- Representar y reconocer funciones polinómicas, racionales, de valor absoluto, irracional, circular, hiperbólico, exponencial y logarítmico.	ALTO	ALTO
	- Clasificar de funciones: inyectividad, suryectividad, paridad, crecimiento y acotación.	ALTO	MEDIO
	- Analizar analíticamente la composición de dos o más funciones.	ALTO	BAJO
	- Aplicar con soltura distintas clases de funciones que intervienen en Matemática y en la modelización de fenómenos.	BAJO	ALTO
	- Conocer funciones especiales: parte entera, mantisa y signo.	BAJO	MEDIO
Sucesiones	- Reconocer y encontrar el término enésimo de una sucesión.	MEDIO	MEDIO
	- Clasificación en forma analítica de sucesiones.	ALTO	BAJO
	- Demostrar y aplicar fórmula de progresiones aritméticas y geométricas.	ALTO	MEDIO
Límites	- Comprender la definición formal de límite en un punto y en el infinito.	MEDIO	NULO
	- Calcular analíticamente límites, salvar indeterminaciones.	ALTO	BAJO
	- Calcular gráficamente límites, interpretar la existencia de asíntotas lineales.	BAJO	ALTO
	- Analizar la existencia de límite en diferentes contextos.	NULO	ALTO
	- Caracterizar una sucesión mediante cálculo analítico de límites.	ALTO	MEDIO
Continuidad de funciones	- Analizar continuidad puntual de funciones.	ALTO	BAJO
	- Calcular parámetros para determinar continuidad de una función.	ALTO	NULO
	- Demostrar el valor de verdad de proposiciones referidas a funciones, límites y continuidad.	ALTO	BAJO
	- Interpretar, conjeturar y anticipar el comportamiento de una función considerando noción de límites, continuidad y asíntotas.	BAJO	ALTO
	- Analizar la modelización funcional de problemas contextualizados en otras ciencias.	NULO	ALTO
Teoremas	- Aplicar los Teoremas de Bolzano, de Weierstrass y de Intercalación.	ALTO	BAJO
	- Demostrar las hipótesis de los teoremas.	ALTO	NULO
	- Reconocer la aplicación de los teoremas en modelización de fenómenos.	NULO	BAJO

Tabla 2. *Etapa 2 del diseño. Fuente: creación propia*

Seleccionadas algunas de las competencias genéricas y específicas para el Ingeniero Electrónico [1, 4], en función a ellas proponemos dos problemas que entendemos favorecen su desarrollo *en forma directa o indirectamente*. Ambas actividades están basadas en los escenarios de investigación [19] considerando, por un lado, las tipologías de clases de Matemática: el paradigma del ejercicio y el enfoque investigativo; y por otro lado, dos de los contextos de las competencias: contextos disciplinares y contextos transdisciplinarios [30].

La temática elegida se basa en el proceso de Miniaturización, encontrado en *todos* los trabajos de investigación mencionados más arriba [20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29]. Ambos problemas elegidos conllevan a la noción de pequeñez: por ejemplo, reducir la diferencia entre la superficie de polígonos inscriptos y circunscritos, y del círculo –Método de Exhaución de Arquímedes–; o el desarrollo de la miniaturización de los productos electrónicos

Competencias Genéricas [1]	Competencias Específicas [4]	Enunciado del problema	Saber	Saber hacer
*Desempeñarse de manera efectiva en equipos de trabajo. *Comunicarse con efectividad. *Actuar con espíritu emprendedor. *Algunas capacidades relacionadas con otras competencias genéricas*: *Capacidad para identificar y formular problemas. *Capacidad para realizar una búsqueda creativa de soluciones y seleccionar criteriosamente la alternativa más adecuada. *Capacidad para implementar tecnológicamente una alternativa de solución.	*Diseñar, proyectar y calcular circuitos integrados. *Plantear, interpretar, modelar y resolver el problema de ingeniería. *Plantear, interpretar, modelar, analizar y resolver problemas, diseño e implementación de circuitos y sistemas electrónicos.	***Contextos disciplinar, bajo el paradigma investigativo*** **1) a) ¿Qué es el número pi? b) ¿En qué consiste el Método de Exhaución de Arquímedes?**	- Topología en R. - Trigonometría: resolución de triángulos. - Geometría Elemental. - Límites y continuidad. - Relación funcional: función polinómica y racional. - Resolución de expresiones y ecuaciones algebraicas. - Uso de calculadora y software matemático (Geogebra, Wimplot)	- Reconocer la noción de número irracional. - Plantear diferentes estrategias de resolución. - Interpretar, decidir, argumentar, diseñar y evaluar estrategia de resolución. - Comprender la noción de límite y tendencia en el cálculo de perímetro y área. - Reconocer la propiedad de intercalación de límites, y la continuidad en R. - Identificar la relación funcional entre variables (longitud de lados, perímetro, áreas, ángulos). - Plantear, resolver e interpretar expresiones y ecuaciones algebraicas. - Representar, interpretar y analizar funciones en el software matemático.

*Competencia para identificar, formular y resolver problemas de Ingeniería. *Competencia para utilizar de manera efectiva las técnicas y herramientas de la ingeniería. *Competencia para contribuir a la generación de desarrollos tecnológicos y/o innovaciones tecnológicas. *Competencia para actuar con ética, responsabilidad profesional y compromiso social, considerando el impacto económico, social y ambiental.	*Diseñar, proyectar y calcular circuitos integrados. *Plantear, interpretar, modelar y resolver el problema de ingeniería. *Plantear, interpretar, modelar, analizar y resolver problemas, diseño e implementación de circuitos y sistemas electrónicos.	***Contexto interdisciplinar, bajo el paradigma investigativo*** **2) a)¿A qué se debe que celulares, televisores, ordenadores, automóviles sean cada vez más pequeños? b)¿Qué conocimientos matemáticos reconoce en ese proceso?**	- Escala y notación científica. - Límites y acotación de variables. - Relación funcional entre variables. - Nociones de Física, Química o Biología. - Nociones geométricas (área, perímetro, volumen). - Intervalos de números reales. - Gráfico y análisis de funciones puntuales y continuas.	- Efectuar y comprender el pasaje de escalas, sus ventajas y sus limitaciones matemáticas como de los materiales o artefactos. - Interpretar matemática, física, química y/o biológicamente la noción de tendencia de una o varias variables en una función o fórmula. - Reconocer la relación funcional entre variables en fórmulas matemáticas que modelizan fenómenos físicos, químicos y/o bioelectrónicos. - Comprender ventajas y limitaciones en la modificación de la configuración espacial (geométrica) en el fenómeno que se estudia. - Interpretar, analizar y comparar representaciones de funciones (curvas): extremos locales, crecimiento, distancias entre curvas, comparación con curva estándar, amplitud, frecuencia, periodicidad.

Tabla 3. *Etapa 3 del diseño. Fuente: creación propia*

[25], el auge actual de la microelectrónica y la nanoelectrónica [20].

CONCLUSIONES Y TRABAJOS FUTUROS La importancia de proponer alternativas para la enseñanza y el aprendizaje centrados en el Enfoque por Competencias, en las carreras de Ingeniería, no sólo responde a un cambio de paradigma educativo en el Nivel Universitario, sino que también se debe a que los procesos de acreditación en estas carreras se basarán en competencias [9]. Por supuesto, la Matemática, como uno de los descriptores de conocimiento dentro de las Ciencias Básicas de la Ingeniería, no queda exenta de sumarse al cambio.

La presente propuesta del diseño de actividades matemáticas que se enmarquen en el desarrollo de competencias, es un intento de llevar adelante dicho cambio, abierto a posibles correcciones, modificaciones y/o ampliaciones a los otros descriptores de conocimiento. •

🕮 REFERENCIAS

[1] CONFEDI. *Competencias en Ingeniería*. Argentina: FASTA, 2014.

[2] J.I. López Ruiz. "Un giro copernicano en la enseñanza universitaria: formación por competencias". *Revista de educación*, vol. 356, 2011, pp. 279-301.

[3] R. Giordano-Lerena y S. Cirimelo. "Competencias en ingeniería y eficacia institucional". *Ingeniería Solidaria*, vol. 9(16), 2013, pp. 119-127.

[4] CONFEDI. Propuesta de estándares de segunda generación para la acreditación de carreras de ingeniería en la república argentina "libro rojo de CONFEDI". Argentina, 2018.

[5] CONFEDI. *Competencias y perfil del Ingeniero Iberoamericano, formación de profesores y desarrollo tecnológico e innovación* (Documentos Plan Estratégico ASIBEI). Bogotá: Ed. ASIBEI, 2016.

[6] P. Perrenoud. "Construir las competencias, ¿es darle la espalda a los saberes?". *Red U. Revista de Docencia Universitaria* (número monográfico II, Formación centrada en competencias), 2008, pp. 1–8.

[7] H. Rodríguez Zambrano. "El paradigma de las competencias hacia la educación superior". *Revista de la Facultad de Ciencias Económicas: Investigación y Reflexión*, vol. 15(1), 2007, pp. 145-165.

[8] E.T. Trejo, P.C. Gallardo, y N.T. Trejo. "Las matemáticas en la formación de un ingeniero: una propuesta metodológica". *REDU: Revista de Docencia Universitaria*, vol. 11(1), 2013, pp. 397-424.

[9] V. Kowalski, J.A. Posluszny, J.L. López, M. Erck, y H. Enriquez. "Formación por competencias en ingeniería: ¿Camino o destino?", *Revista Argentina de Ingeniería*, vol. 5(7), 2016, pp. 130-141.

[10] J. Irigoyen, M. Jiménez, y K. Acuña. "Competencias y educación superior", *RMIE*, vol. 16(48), 2011, pp. 243-266.

[11] A. Díaz Barriga. "El enfoque por competencias en la educación. ¿Una alternativa o un disfraz de cambio?". *Perfiles educativos*, vol. 28, 2005, pp. 7-36.

[12] C. Coll. "Las competencias en la educación escolar: algo más que una moda y mucho menos que un remedio". *Aula de Innovación Educativa*, vol. 161, 2007, pp. 34–39.

[13] J. Gimeno Sacristán. *Educar por competencias, ¿qué hay de nuevo?* Madrid: Morata, 2008.

[14] A. Alsina. "Diseño, gestión y evaluación de actividades matemáticas competenciales en el aula". *Épsilon Revista de Educación Matemática*, vol. 33(92), 2016, pp. 7-29.

[15] P. Perrenoud. "La formación de los docentes en el siglo XXI". *Revista de Tecnología Educativa*, vol. 14(3), 2004, pp. 503-523.

[16] P. Perrenoud. "Enfoque por competencias ¿una respuesta al fracaso escolar?". *Pedagogía Social. Revista Interuniversitaria*, vol. 16, 2009, pp. 45-64.

[17] J.D. Godino, C. Contreras, y V. Font. "Análisis de procesos de instrucción basado en el enfoque ontológico-semiótico de la cognición matemática". *Recherches en didactique des Mathématiques*, vol. 26(76), 2006, pp. 39-88.

[18] M. Pochulu, y R. Abrate. "Configuraciones de clases de matemática en el nivel superior". En Pochulu (Coord.). *Relatos de investigación y experiencias docentes en educación matemática*. Córdoba: GIDED UNVM, 2018, pp. 9-14.

[19] O. Skovsmose. "Escenarios de investigación". En P. Valero y O. Skovsmose (Eds.), *Educación matemática crítica. Una visión sociopolítica del aprendizaje y la enseñanza de las matemáticas*. Bogotá, Colombia: Una empresa docente, 2012, pp.109-130.

[20] L. J. Cianci. "El papel de la industria electrónica en el proceso de desarrollo argentino" (tesis), Universidad de Buenos Aires, 2011.

[21] Z. Arévalo, y A. Hernández. "Experiencias y reflexiones sobre la enseñanza de la Electrónica en tiempos de grandes cambios científicos, tecnológicos y de globalización". *IEEE Latin America Transactions*, vol. 5(1), 2007, pp. 62-69.

[22] A. V. Giralgo. "Las consecuencias de la Electrónica". *Revista Facultad de Ingeniería*, vol. 27, 2002, pp. 138-150.

[23] G. Queipo. "Industria electrónica en Argentina: Situación actual y perspectivas", Buenos Aires: Área de Economía Industrial INTI, 2010, pp. 25-35.

[24] A. Bergeret Rodríguez. *Tecnologías de miniaturización de biosensores. Screen-printed biosensors*. Uruguay: XIII Seminario de Ingeniería Biomédica, 2004.

[25] F.B. Prinz, S. Kang, y S.J.J. Lee. "El tamaño es importante, pros y contras de la miniaturización". *Revista ABB*, vol. 2, 2001, pp. 54-62.

[26] J.F. Maldonado. "Transductores Miniaturizados". *ResearchGate*, 2018, pp. 1-3.

[27] D.G. Pérez Darquea. "Evolución de los dispositivos electrónicos en un automóvil", *INNOVA Research Journal*, vol. 3(2), 2017, pp. 1-7.

[28] C.A. Galán Vidal, M.L.P. Hernández, G.Á. Romero, M.E.P. Hernández, L.H.M. Huizar, y A.S. Zenteno. "Desarrollo de biosensores miniaturizados de bajo consumo en configuración plana", *Ciencia Universitaria*, vol. 1, 2010, pp. 73-79.

[29] P. Vega Castillo, M. Vílchez Monge, M. Villegas Lemus, y P. Alvarado Moya. "Consideraciones de diseño para robots miniaturizados", *Tecnología en Marcha*, vol. 23(5), 2010,

pp. 60-68.

[30] S. Tobón. *Formación integral y competencias. Pensamiento complejo, currículo, didáctica y evaluación*, 4° Ed. Bogotá: ECOE, 2013.

Jornadas de Estadística Aplicada como estrategia para contribuir al desarrollo de competencias en alumnos de Ingeniería

Tarcaya, Héctor Rubén - rutaunsa@gmail.com
Rodríguez, Héctor Iván - hectorivanrodriguez@hotmail.com

Facultad de Ingeniería, IIDISA - Universidad Nacional de Salta

RESUMEN · El presente trabajo expone una alternativa de contribuir al desarrollo de competencias en las ciencias básicas, particularmente en el área de estadísticas de la carrera de Ingeniería Industrial de la Universidad Nacional de Salta. Dicha alternativa contempla, que los alumnos propongan un caso de análisis de la vida real que requiere la aplicación de técnicas estadísticas y, que lo expongan en un evento donde también asisten docentes y alumnos de otras universidades y profesionales del medio. Finalmente, se concluye sobre la experiencia del evento y sobre la percepción de los alumnos en lo que respecta a la contribución de dicha experiencia.

Palabras clave — Competencias, educación en ingeniería, estadística aplicada.

ABSTRACT · This study presents an alternative to contribute to the development of competences in the basic sciences, particularly in the area of statistics of the Industrial Engineering career of the National University of Salta. This alternative contemplates that the students propose a case of real life analysis that requires the application of statistical techniques and that they expose it in an event where they also attend teachers and students from other universities and professionals. Finally, it concludes on the experience of the event and on the perception of the students regarding the contribution of this experience.

Keywords — Competencies, engineering education, applied statistics.

»

INTRODUCCIÓN

La globalización y los cambios tecnológicos, condicionan a que la educación en todos los niveles, pero sobre todo la profesional, no puede seguirse aferrando a formas de organización que preparaban para actuar en condiciones que ya no existen ni existirán en el mundo del futuro [1].

Surgieron nuevos paradigmas, entre ellos las redes, la globalización y la sociedad del conocimiento, que configuran un escenario que requiere de nuevas modalidades de comunicación y de intercambio. Esta dinámica de cambios, que por supuesto incluye a la sociedad, requiere profesionales que puedan responder en este escenario particular. Ello requiere a las universidades, no sólo la formación profesional (el "saber"), sino también, la dotación de competencias profesionales a sus egresados (el "saber hacer"). El antiguo

paradigma de formación de profesionales basado en la enseñanza como simple esquema de transferencia de conocimientos que el alumno oportunamente sabrá abstraer, articular y aplicar eficazmente, ha ido perdiendo espacio en la realidad actual. La visión actual de la sociedad propone ver al egresado universitario como un ser competente (con un conjunto de competencias), capaz de ejercer su profesión en la realidad que lo rodea" [2].

Podemos decir que posee competencia profesional, aquel que dispone de los conocimientos, destrezas y actitudes necesarios para ejercer una profesión, puede resolver los problemas profesionales de forma autónoma y flexible y está capacitado para colaborar en su entorno profesional y en la organización del trabajo [3]. Dicho de otro modo, las competencias son una combinación de conocimientos, habilidades (intelectuales, manuales, sociales, etc.), actitudes y valores que capacitarán a un titulado para afrontar con garantías la resolución de problemas o la intervención en un asunto en un contexto académico, profesional o social determinado [4].

El hecho que los estudiantes se destacan en los exámenes no asegura que esos mismos estudiantes se destaquen en la etapa profesional, lo que equivale a decir que el conocimiento como acumulación de saber no es significativo, su valor radica en el uso que se hace del mismo, por tanto, las instituciones educativas, entre ellas las universidades, con esta perspectiva deben replantear los programas educativos desde el desarrollo de competencias y de su aplicación a situaciones de la vida real, a partir de enfoques centrados en el aprendizaje en donde el estudiante participe en su construcción y de esta manera le encuentren sentido a las actividades de aprendizaje, a partir de los métodos didácticos pensados con la finalidad de fortalecer y desarrollar competencias [5].

El enfoque por competencias exige a las universidades crear una cultura de aprendizaje personal y organizacional permanentes, estrechamente ligada a la sociedad y a los contextos laborales propios de cada especialidad [4]. Este enfoque por competencias se plantea como alternativa para el diseño curricular y para el desarrollo del proceso enseñanza-aprendizaje, desde un sustento constructivista que considera el desarrollo de competencias como un saber hacer en la práctica, pero motivado en un aprendizaje significativo que se transfiere a situaciones de la vida real y que implica la resolución de problemas [5]. Pero ello no debe estancarse en el diseño, ya que de nada sirve diseñar el currículo y sustentarlo en el enfoque de competencias, sino se comprenden los cambios que se requieren en la práctica docente [5].

Las competencias que algunos graduados subrayan como puntos débiles de sus estudios se encuentran más relacionadas con la gestión de las tecnologías de la información y las

comunicaciones así como las habilidades de liderazgo [6].

De acuerdo a estudios en empresas, las principales competencias potenciales que debe reunir un graduado universitario, en general como en los ingenieros en concreto, para acceder, con éxito, al mercado laboral son, principalmente: la comunicación, la capacidad de trabajo en equipo, la habilidad para un aprendizaje continuo, el conocimiento de idiomas e informática, la flexibilidad, la capacidad de liderazgo y la innovación. Sin embargo, estas competencias demandas por las empresas no son totalmente satisfechas, por lo que nos encontramos ante una situación deficitaria en la formación de los graduados que es preciso corregir. A la vista de estos resultados, las universidades deberían tomar las oportunas medidas para potenciar dichas competencias en sus graduados [7].

Los primeros años de las carreras de ingeniería se apoyan en ciencias básicas, lo que comprende el estudio de áreas como matemática, física y química, constituyendo el cimiento del diseño curricular. En la carrera de Ingeniería Industrial de la Facultad de Ingeniería, de la Universidad Nacional de Salta (UNSa), también responde a esta generalidad, en la que se encuentran asignaturas estadísticas, en donde se muestra un caso de educación en ingeniería que contribuye al desarrollo de competencias. Considerando que el estudio de casos y la exposición son metodologías activas para la formación de competencias [8], desde la cátedra Estadística Experimental y la Secretaría de Vinculación de la facultad, se organizó un evento donde exponen principalmente los alumnos de dicha cátedra. Dicho evento contempló que participen estudiantes y docentes de otras universidades, como así también profesionales de empresas del medio, representantes del gobierno y de cámaras empresarias, conformando un marco de gran trascendencia, para las primeras experiencias de este tipo en los alumnos de ingeniería. La interacción entre universidad, empresas y gobierno tiende a resultados que benefician a la sociedad, tal como está contemplado en el Triángulo de Sábato y la Triple hélice [9], y éste evento, denominado “I Jornadas de estadística aplicada”, también tiene esa intención, donde los alumnos son parte de los actores como universidad y parte de la sociedad beneficiada.

METODOLOGÍA Para el marco teórico, se realizó un relevamiento bibliográfico en Internet, a través de palabras clave identificadas en español e inglés, así como sus sinónimos y sus combinaciones a través de los operadores booleanos correspondientes (AND, OR, NOT). Se establecieron como criterios de inclusión: utilizar documentos que contengan datos útiles para la investigación, trabajos preferentemente en formato pdf, con referencias bibliográficas que contribuyan a sustentar su autenticidad.

En lo que respecta al evento, se enfocó a incentivar que los alumnos expongan resoluciones de casos que requieran aplicaciones estadísticas, en 2 modalidades:

- Exposiciones solamente, sin el documento con formato de trabajo de investigación
- Exposiciones y documento con formato de trabajo de investigación para publicar en las memorias del evento con ISBN. Estos documentos, fueron sometidos a evaluaciones por el Comité Científico designado en el evento.

Para ambas alternativas, se establecieron lineamientos mínimos de forma y los docentes de la cátedra estuvieron disponibles para orientar a los alumnos en lo referente al documento y la presentación.

A los efectos de compartir experiencias y contribuir a la interacción con el medio, la misma invitación se hizo extensiva a docentes, profesionales del medio y a alumnos de Ingeniería Industrial de la Universidad Católica de Salta (UCS) y de la Universidad Nacional de Jujuy (UNJu).

Se clasificaron las exposiciones, considerando su procedencia (alumno, docente, o profesional externo) y si era acompañada de documento con formato de trabajo de investigación.

Existen antecedentes de trabajos de investigación con medición del nivel de desarrollo de competencias a partir de la autopercepción [2]. De manera similar, en el presente trabajo, a través de la autopercepción se intenta medir la contribución al desarrollo de competencias; para ello, se realizó una encuesta por internet dirigida a la población bajo estudio, los 109 alumnos de Estadística Experimental que participaron del evento, contemplando la respuesta voluntaria de estos. Experiencias que comparaban las encuestas presenciales con las encuestas auto administradas en internet en poblaciones acotadas en el ámbito universitario, arrojaron resultados similares en la tasa de respuesta y con escasas diferencias en la calidad de respuesta [10], por lo que la realizada vía internet es una metodología apropiada para este estudio.

El estudio se estructura de manera de conocer la percepción de los alumnos sobre la experiencia del evento relacionado con la contribución para el desarrollo de sus competencias. Se diseñó un estudio de opinión cuantitativo [11], donde se contemplan “preguntas cerradas”, con respuesta única [12]. Se tuvo en cuenta en que el cuestionario sea breve a los efectos de evitar alta tasa de no respuesta [10].

El diseño de la encuesta contempla 7 de las 10 Competencias Genéricas que el CONFEDI considera fundamentales en la formación de cualquier graduado de Ingeniería en la República Argentina [13]. La Ficha técnica de las encuestas de opinión se resume en una pregunta general sobre si su participación en las “I Jornadas de Estadística Aplicada” (J.E.A.)

le fue de utilidad y contribución para cada una de las siguientes competencias:

a) Identificar, formular y resolver problemas de ingeniería

b) Utilizar las técnicas y herramientas de aplicación en ingeniería

c) Contribuir a la generación de desarrollos tecnológicos y/o innovaciones tecnológicas

d) Desempeñarse de manera efectiva en equipos de trabajo

e) Comunicarse con efectividad

f) Aprender en forma continua y autónoma

g) Actuar con espíritu emprendedor

Las encuestas fueron analizadas calculando los porcentajes en cada pregunta, y al tratarse de respuesta única la suma de los porcentajes es igual a cien. Los datos se presentan en tablas y gráficas estadísticas que facilitan la visualización de los resultados obtenidos.

ANÁLISIS DE RESULTADOS El evento se realizó durante 2 días en Diciembre de 2018 con un total de 181 inscriptos, predominando un 60% de alumnos de la asignatura Estadística Experimental, tal como lo expone la Tabla 1, donde también puede verse que se logró la participación de alumnos de la UCS y UNJu, de docentes y de profesionales de empresas de la región, con un marco imponente de incentivación a los alumnos, tal como se aprecia en Foto 1 y Foto 2.

Alumnos de Estadística Experimental inscriptos en las J.E.A.	109	60%
Otros alumnos de la UNSa, UNJu y UCS inscriptos en las J.E.A.	40	22%
Profesionales de empresas inscriptos en las J.E.A.	12	7%
Docentes e investigadores inscriptos en las J.E.A.	20	11%
Total de inscriptos	181	100%

Tabla 1. *Participantes en la I Jornadas de estadística aplicada.*

Hubo 34 exposiciones en total, de las cuales 20 estaban complementadas por un documento con formato de trabajo de investigación, lo que se expone en Tabla 2, clasificadas según los autores.

Trabajos de investigación realizados por alumnos	14	70%
Trabajos de investigación realizados por alumnos y docentes	2	10%
Trabajos de investigación realizados por docentes.	4	20%
Total de trabajos de investigación	20	100%

Tabla 2. *Exposiciones complementadas con documentos de trabajo de investigación.*

Las 14 exposiciones restantes estuvieron conformadas según lo expuesto en Tabla 3 siguiente:

Exposiciones realizadas por alumnos	4	29%
Exposiciones realizados por alumnos y docentes	0	0%
Exposiciones realizados por docentes / investigadores	3	21%
Exposiciones realizadas por profesionales externos	7	50%
Total de exposiciones	14	100%

Tabla 3. *Exposiciones sin documentos de trabajos de investigación.*

Foto 1. *Marco de la "I Jornadas de estadística aplicada"*

Foto 2. *Exposición de alumnos en la "I Jornadas de estadística aplicada"*

En lo que respecta a la autopercepción, la participación en la encuesta fue voluntaria y anónima, alcanzando 43 respuestas en Febrero de 2019, lo que significa un 39% de participación, considerando las 109 invitaciones enviadas.

Los resultados de la encuesta se exponen en la Tabla 4, donde puede verse la percepción sobre la contribución, o no, al desarrollo de cada una de las 7 competencias consultadas.

La participación en las "I Jornadas de Estadística Aplicada" le fue de utilidad y contribución para:	SI	NO	Ns/Nc
a) Identificar, formular y resolver problemas de ingeniería	42 98%	0 0%	1 2%
b) Utilizar las técnicas y herramientas de aplicación en ingeniería	42 98%	1 2%	0 0%
c) Contribuir a la generación de desarrollo tecnológicos y/o innovaciones tecnológicas	33 77%	6 14%	4 9%
d) Desempeñarse de manera efectiva en equipos de trabajo	39 91%	2 5%	2 5%
e) Comunicarse con efectividad	32 74%	6 14%	5 12%
f) Aprender en forma continua y autónoma	31 72%	3 7%	9 21%

La participación en las "I Jornadas de Estadística Aplicada" le fue de utilidad y contribución para:	SI	NO	Ns/Nc
g) Actuar con espíritu emprendedor	36 84%	3 7%	4 9%

Tabla 4. *Percepción sobre la contribución al desarrollo de competencias.*

Puede verse que prevalecen respuestas confirmando que la participación en el evento le fue de utilidad y contribución para el desarrollo de las competencias consultadas, siendo la de "Identificar, formular y resolver problemas de ingeniería", la de "Utilizar las técnicas y herramientas de aplicación en ingeniería" y la de "Desempeñarse de manera efectiva en equipos de trabajo" donde perciben mayor utilidad, tal como lo ilustra el Gráfico 1, el Gráfico 2 y el Gráfico 3.

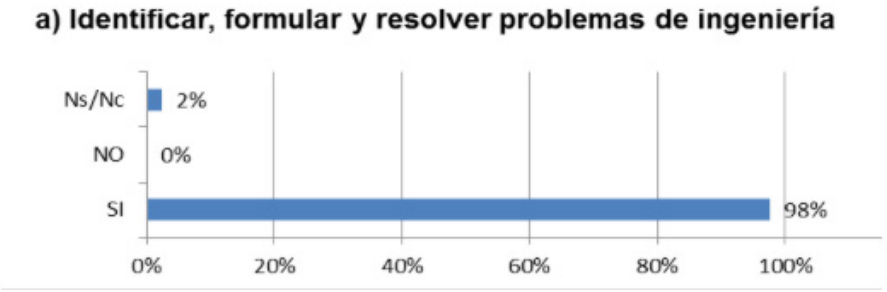


Gráfico 1. *Contribución a identificar, formular y resolver problemas de ingeniería.*

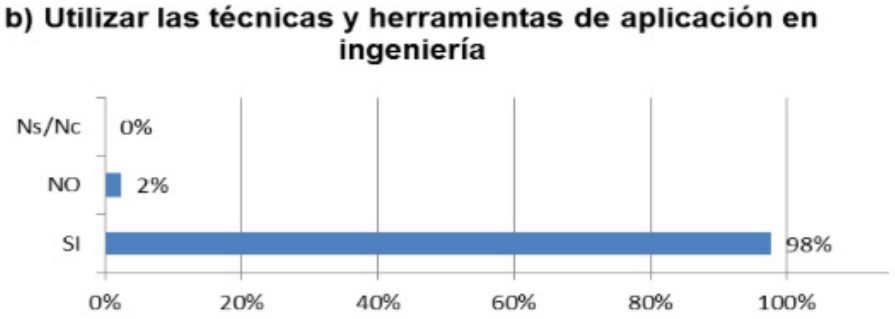


Gráfico 2. *Contribución a utilizar las técnicas y herramientas de aplicación en ingeniería.*

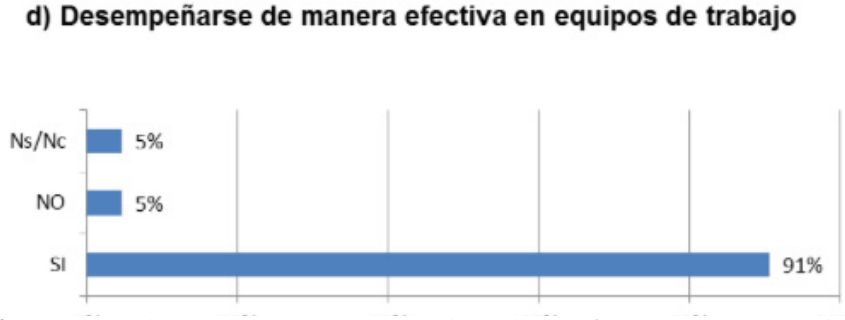


Gráfico 3. *Contribución a desempeñarse de manera efectiva en equipos de trabajo.*

Habíamos mencionado que lo referido a comunicación se encontraba entre las competencias que algunos graduados subrayan como puntos débiles de sus estudios, y en este relevamiento, si bien los alumnos reconocen que el evento le fue de utilidad como lo muestra el Gráfico 4, pero lo es en menor medida que en las restantes competencias, por lo que es un tema para reforzar en el diseño y la planificación curricular.

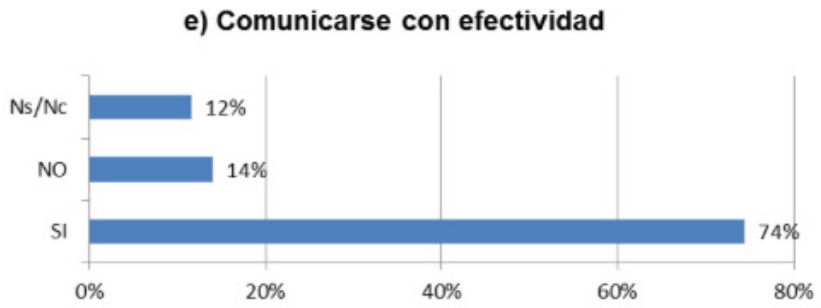


Gráfico 4. *Contribución a comunicarse con efectividad.*

En lo que respecta a la temática de los trabajos, fue muy variada contemplando estudios relacionados con nivel de colesterol en pacientes, tendencia de ventas, mediciones eléctricas, comparación de resistencias, vibraciones de motores, emisiones de gases vehiculares e higiene y seguridad industrial entre otros. Las herramientas mayormente utilizadas fueron: muestreo estadístico, diseño factorial, control estadístico de procesos, comparación de tratamientos y simulación.

CONCLUSIONES La realización de este tipo de eventos que se focalizan en la participación de alumnos resulta de gran utilidad y contribución al desarrollo de competencias, en parte por el desafío de identificar situaciones de la vida real que requieran aplicaciones de herramientas vistas en las aulas, pero también por el evento en sí, que ubica al alumno como protagonista principal ante pares de la asignatura, alumnos de otras universidades, docentes y profesionales de empresas del medio, permitiendo interacciones y experiencias que van formando al futuro profesional en el “saber hacer” .

El análisis de la percepción sobre la utilidad y contribución del evento es un elemento interesante para ampliar en otras competencias y a la vez aplicar en otras asignaturas de las distintas áreas de la carrera. Esta fue la primera experiencia de este tipo en la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Salta, por lo que puede ser mejorada en el tiempo,posibilitando interacciones con otras carreras y a la vez con empresas de diversos rubros.

El marco teórico, el diseño metodológico y la experiencia aplicada son aportes valiosos

de esta investigación a la comunidad de gestión académica.

En futuras líneas de investigación pueden abordarse aspectos relacionados con la temática y herramientas elegidas por los alumnos, como así también con las dificultades que se presentan al momento de analizar casos de la realidad, lo que a su vez puede relacionarse con las competencias que necesitan desarrollar. •

🕮 REFERENCIAS

[1] T. Durán Ramos. "Globalización y formación profesional: ¿nuevas reglas?". *Educación*, Universidad de Costa Rica, vol. 26, número 002, pp. 107-116. 2002

[2] R. Giordano-Lerena y S. Cirimelo, "Competencias en ingeniería y eficacia institucional". *Ingeniería Solidaria*, Vol. 9, No. 16, pp. 119-127, Dic., 2013.

[3] G. P. Bunk. "Teaching competence in initial and continuing vocational training in the Federal Republic of Germany". *Vocational Training European Journal*, vol.1, pp. 8-14. 1994. http://www.cedefop.europa.eu/files/etv/Upload/Information_resources/Bookshop/137/1_en_bunk.pdf

[4] M. Riesco González. "El enfoque por competencias en el EEES y sus implicaciones en la enseñanza y el aprendizaje". *Tendencias Pedagógicas*, vol. 13, pp 79-105. 2008.

[5] R. A. Andrade Cázares. "El enfoque por competencias en educación". *Ide@s CONCYTEG*, vol. 39, pp 39-54. Sep. 2008.

[6] A. Conchado y J. M. Carot. "Puntos fuertes y débiles en la formación por competencias según los graduados universitarios españoles". *Revista de Docencia Universitaria*, Vol.11 (1) Enero-Abril 2013, pp. 429 – 446. 2013.

[7] M. Marzo Navarro, M. Pedraja Iglesias y P. Rivera Torres. "Las competencias profesionales demandadas por las empresas: el caso de los ingenieros". *Revista de Educación*, 341. Septiembre-diciembre 2006, pp. 643-661. 2006.

[8] A. Fernández March. "Metodologías activas para la formación de competencias". *Educatio siglo XXI*, vol. 24, pp. 35-56. 2006

[9] L. Castillo Hernández, J. Lavín Verástegui y N. A. Pedraza Melo. "La gestión de la triple hélice: fortaleciendo las relaciones entre la universidad, empresa, gobierno". *Multiciencias*, Vol. 14, N° 4, pp.438-446. 2014

[10] V. Díaz de Rada. "Ventajas e inconvenientes de la encuesta por Internet". *Papers*, 97(1), pp. 193-223. 2012.

[11] M. Martinez y C. Valentin. “Diseño de encuestas de opinión”. Editorial RA-MA. Barcelona. España. 2003.

[12] H. Hentschel. (2002). “Encuestas y opinión pública. Aspectos metodológicos”. Edivern. Buenos Aires. Argentina. 2002.

[13] Consejo Federal de Decanos de Ingeniería (CONFEDI). “Competencias Genéricas. Desarrollo de competencias en la Enseñanza de la Ingeniería Argentina”. San Juan, Argentina: Universidad Nacional de San Juan, Argentina.

Aprendizaje por competencias en ciencias básicas

Recorrido de un portón levadizo no desbordante

Ardenghi, Juan Ignacio - ardenghi@criba.edu.ar
Buffo, Flavia Edith - flabuffo@gmail.com
Alvarez, Marcela Patricia - palvarez@criba.edu.ar

Facultad Regional Bahía Blanca - Universidad Tecnológica Nacional

RESUMEN · En este trabajo se presenta una aplicación tecnológica sencilla, familiar y cotidiana como recurso para la implementación práctica del aprendizaje enfocado en competencias para las asignaturas Análisis Matemático I y II, Álgebra y Geometría. El problema a desarrollar es el del movimiento de ascenso y descenso de un portón levadizo no desbordante que se desliza sobre dos rieles, uno horizontal y otro vertical. Se pretende que este ejemplo incentive a los estudiantes a comprender y aplicar diferentes contenidos de geometría, cálculo diferencial y optimización. También se considera la elección del tipo de portón en relación al impacto social, como una manera de dar una visión integral socio-tecno-científico de la ingeniería. Se describen las actividades para implementar la estrategia didáctica de resolución de problemas y el método de evaluación que se aplica. Como trabajo futuro se propone ampliar el estudio del problema incorporando contenidos de física.

Palabras clave — Competencias básicas, Resolución de problemas, Cálculo diferencial.

ABSTRACT · In this paper, a simple, familiar and daily technological application is presented as a resource for the practical implementation of learning focused on competences for Mathematical I and II, Algebra and Geometry. The problem to develop is the movement of ascent and descent of a non-overflowing drawbridge that slides on two rails, one horizontal and one vertical. This example is intended to encourage students to understand and apply different contents of geometry, differential calculus and optimization.It is also considered the choice of the type of gate in relation to the social impact, as a way to give a comprehensive socio-techno-scientific vision of engineering. Activities are described to implement the didactic problem solving strategy and the evaluation method that is applied. As future work it is proposed to broaden the study of the problem by incorporating contents of physics.

Keywords — Basic competences, Problem solving, Differential calculus.

»

INTRODUCCIÓN

La pregunta acerca de qué y cuánto necesita saber de cada una de sus asignaturas un estudiante de ingeniería es recurrente en los docentes que dictan ciencias básicas. El mercado laboral requiere trabajadores con capacidad de integración,

trabajo en grupo, facilidad para el análisis y la solución de problemas y con flexibilidad para los cambios ante situaciones nuevas. Pero el perfil profesional que la universidad persigue no puede estar supeditado exclusivamente a las demandas del mundo del trabajo. La universidad pública, así como tiene la obligación, debe tener la autonomía para fijar competencias que tengan que ver con la ciudadanía y las necesidades sociales y políticas propias de diferentes contextos [1]. Referirse a programas académicos que apuntan a que el egresado sea competente en el ejercicio de su profesión en diferentes medios desprende dos preguntas inmediatas: ¿Qué se entiende por competente? ¿Los espacios formativos están pensados y diseñados para el desarrollo de estas competencias?

Mastache describe a una persona técnicamente competente como aquella que es capaz de realizar las tareas requeridas por su profesión o trabajo de manera adecuada según los estándares del mismo [2]. Luego, siguiendo esta idea, y considerando que el mundo no se nos presenta exclusivamente en situaciones técnicas, una persona competente será alguien que, más allá de sus conocimientos y destrezas técnicas, tendrá las capacidades prácticas y psicosociales requeridas por cada situación. Esto lleva a proponer como estándar para la acreditación de carreras de ingeniería en la República Argentina un currículo con un balance equilibrado de competencias y conocimientos académicos, científicos, tecnológicos y de gestión, con fuerte formación humanística [3].

La definición del concepto de competencia refiere al tríptico saber (saberes y conocimientos teóricos), saber hacer (aptitudes y destrezas técnicas) y saber ser (capacidades relacionales y de comportamiento).

El antiguo paradigma de enseñanza se caracteriza por la tradicional fragmentación disciplinaria, la enseñanza centrada en el docente y desarrollada a través de clases magistrales soportadas por los libros de texto. Se produce una diferenciación entre teoría y práctica, y el aprendizaje se basa en la transferencia de conocimientos del profesor (actor) al estudiante (observador). El vínculo entre docente y alumno es escaso o inexistente. Esto es un modelo expositivo de enseñanza [4].

Para lograr un profesional competente el modelo educativo requiere características diferentes, recurriendo a metodologías didácticas particulares, ya que, en el transcurso de su formación, el alumno no solo debe adquirir conocimientos básicos generales que constituyan la base en la que se apoyan los desarrollos científicos, sino también debe desarrollar la capacidad de comunicar y defender sus ideas y proyectos, y coordinar el trabajo con sus pares.

Claramente, un resultado de aprendizaje o una competencia final no se adquiere forzo-

samente en una asignatura. Se requieren diferentes asignaturas para facilitar la comprensión de lo que cada una de estas contribuye a cada competencia [4]. Por otro lado, todos estos recursos individuales implican un trabajo de contextualización y de anclaje en la acción: la competencia solo se revela en el contexto, la cotidianidad y la situación, y sólo se evalúa ante los hechos que la validan. Esto pone en juego la competencia del docente como tal al momento de organizar el dictado de su asignatura [5] [6].

Para los docentes de matemática esto es un verdadero desafío; su tarea comprende la organización matemática, como herramienta fundamental para modelar y el diseño didáctico, desarrollando tareas que faciliten el aprendizaje de nuevos saberes y la movilización de otros previos. Pero los contenidos matemáticos no deben entregarse al puro utilitarismo y a la mera perspectiva funcional; estos son indispensables como apoyo conceptual al servicio de las prácticas ingenieriles por el lenguaje que les brindan, pero al mismo tiempo representan el ejercicio de una competencia transversal que debe estar arraigada en el espíritu de cualquier ingeniero: la convocatoria a pensar.

En este siglo tenemos un acceso casi ilimitado y abrumador a fuentes de información. Pero la comprensión requiere un tiempo que no es cronológico sino que responde al concepto de tiempo lógico para adquirir una certidumbre [7]. Es un proceso individual cuyo momento de concluir el alumno lo percibe porque tiene una idea certera del concepto y de qué puede hacer con él. El docente está como facilitador y promotor de esta travesía que concluye en una certidumbre. Porque el docente tiene la responsabilidad de crear situaciones que favorezcan la emergencia del deseo de aprender, pero no puede desear en lugar del alumno [8].

En este artículo se propone la estrategia didáctica de resolución de problemas, promoviendo el aprendizaje activo de los estudiantes y el desarrollo de capacidades técnicas propias de la formación, intentando seguir los lineamientos de un modelo funcional de enseñanza [4].

Esta estrategia comienza a través de la selección de un problema que se considere un buen ejemplo ¿Qué es un buen ejemplo? Un problema real, lo más cercano a la cotidianidad del alumno y que, por sobre todo, le genere empatía: que el alumno crea que ese problema vale la pena abordarlo. Pero al mismo tiempo, que ese abordaje lo ubique frente a la limitación que representa conocimientos previos insuficientes, tomando conciencia de que debe involucrarse en forma activa en su aprendizaje para lograrlo. Requiere la puesta en marcha de una maquinaria donde se generen tanto respuestas como nuevas preguntas. Desde la concepción de Bachelard, que despierte el espíritu científico: “Para un espíritu

científico, todo conocimiento es una respuesta a una pregunta. Si no hubo pregunta, no puede haber conocimiento científico. Nada viene solo, nada es dado, todo es construido" [9].

PROPUESTA DIDÁCTICA: COMPETENCIAS Y ACTIVIDADES La propuesta educativa está pensada para asignaturas del bloque de Ciencias Básicas de la Ingeniería (CBI), en particular Análisis Matemático (AMI y AMII) y Álgebra y Geometría (AyG). Consiste en el estudio de una aplicación tecnológica sencilla y cotidiana, mediante la realización de varias actividades secuenciales, en grupos de estudiantes, que abarcan temas de las diferentes asignaturas. El desarrollo de estas tareas genera un proceso recursivo entre teoría y práctica, requiere la necesidad de modelar la situación real que, en general, es más compleja y buscar caminos de resolución alternativos [10] [11].

El problema seleccionado para el año 2019 es el siguiente:

"Al entrar un automóvil a un garaje, en el que ya hay otro vehículo estacionado, e intentar cerrar el portón levadizo no desbordante como se muestra en la figura 1, una parte del portón impacta el segundo automóvil. Se desea analizar por qué ocurrió el impacto, de qué forma podría evitarse cualquiera sea el tamaño del vehículo, cuál es el recorrido del portón en su movimiento de ascenso o descenso, y si es correcta la elección del tipo de portón en relación al impacto socio-ambiental."

Fig 1. *Sistema portón, garaje, auto.*

La planificación de la propuesta se realiza considerando un circuito de retroalimentación entre diferentes elementos: competencias en el ingreso a carreras de ingeniería en ciencias básicas, resultados de aprendizaje que se pretenden, actividades propuestas, desarrollo y evaluación formativa.

Se consideran las siguientes competencias básicas (CB), transversales (CT) y específicas de Análisis Matemático, Álgebra y Geometría (CE):

CB1: Poseer, comprender y saber aplicar saberes previos.

CB2: Interpretar y resolver situaciones problemáticas.

CB3: Reunir e interpretar datos relevantes. Emitir juicios que abarquen la dimensión social y ética de la reflexión más allá de la dimensión científica.

CB4: Saber elaborar y defender argumentos. Producir textos y transmitir en forma oral información, ideas, problemas y soluciones a un público tanto especializado como no especializado.

CT1: Aprender solo o en grupo.

CE1: Modelar una situación problemática cotidiana con funciones matemáticas, realizar representaciones gráficas y resolver ecuaciones matemáticas.

CE2: Aplicar conceptos de geometría, álgebra y cálculo diferencial para analizar el comportamiento del problema.

CE3: Utilizar software matemático.

Estas competencias están en estrecha relación con las competencias genéricas de egreso comunes a todas las carreras de ingeniería propuestas como estándar para su acreditación [3]. La figura 2 muestra la relación entre estas competencias básicas, transversales y específicas de las materias mencionadas y las competencias genéricas involucradas.

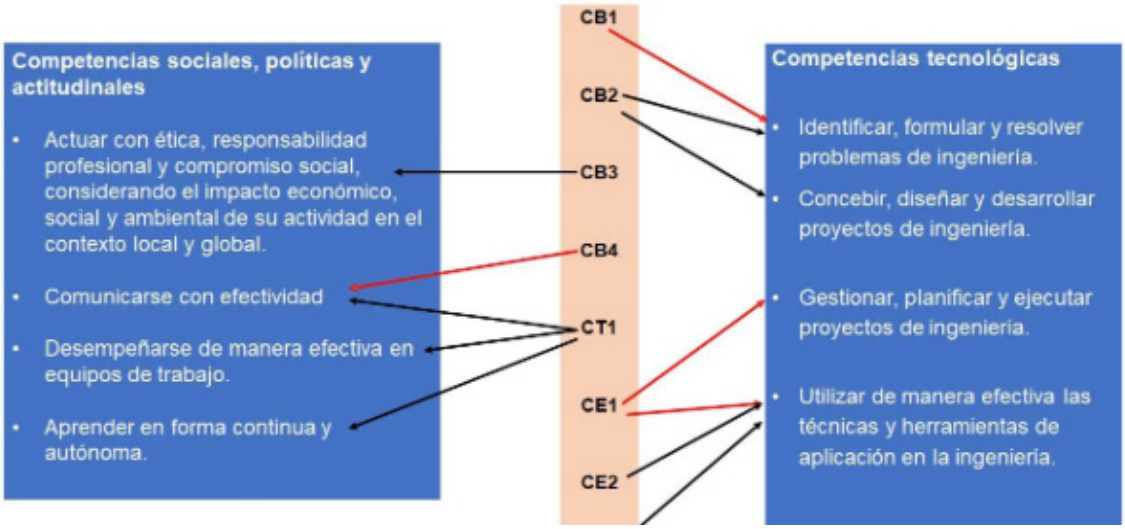


Fig 2. *Relación entre las competencias genéricas de egreso (Azul) y las competencias básicas, transversales y específicas de Análisis Matemático 1 y Álgebra y Geometría (violeta).*

Las actividades (A) propuestas, redactadas como se le presentarán a los estudiantes, son:

A1: Busca información que consideres relevante sobre un portón levadizo no desbordante. Compara el movimiento del mismo con el de otros modelos y discute sobre el impacto socio-ambiental. Considera qué medidas del garaje, del portón y del automóvil son importantes para el problema, construye un modelo simple en el plano y realiza un gráfico que lo represente en coordenadas cartesianas. Establece una función que caracterice a todos los puntos del portón en cualquier posición: cerrado, semiabierto o completamente abierto.

A2: Describe y grafica las trayectorias del punto medio y de cualquier otro punto del portón en su movimiento de apertura.

A3: Vincula la velocidad con la que se levanta verticalmente un extremo del portón y la velocidad con la que avanza horizontalmente el otro extremo hacia el interior del garaje.

A4: ¿Cuál es la menor distancia, medida desde el marco fijo del portón levadizo, a la que puede ser colocado un automóvil dentro del garaje sin que, durante su movimiento de apertura o cierre, el portón lo impacte?

A5: Investiga a qué se le llama recorrido del portón y obtiene la curva que lo representa ¿Cuál es la utilidad de conocer dicha expresión?

Para comunicar su desempeño cada grupo debe elaborar un breve reporte escrito de lo realizado en cada actividad y participar, al finalizar el curso, de una exposición de los resultados obtenidos en una clase plenaria.

DESARROLLO DE LA PROPUESTA Se considera que la asignatura cuenta con un docente profesor responsable del diseño y puesta en acción de la propuesta metodológica, y de docentes orientadores académicos de los diferentes grupos.

El docente profesor deberá planificar cuidadosamente los tiempos de la presentación de nuevos conceptos que serán requeridos para poder avanzar en el desarrollo de cada actividad, definir las fechas de los talleres destinados a la guía y corrección del rumbo que cada grupo exija, y coordinar el trabajo de los docentes orientadores académicos de los diferentes grupos.

Cada actividad tiene prevista una serie de “ayudas” que se irán proporcionando a medida que el estudiantado las requiera. Los docentes orientadores se ocuparán del funcionamiento de los grupos observando la organización, participación y posibles conflictos que puedan acaecer. Asimismo, deberán guiar a cada grupo en el desarrollo de las actividades y en la elaboración de los informes, con especial atención en la organización de los tiempos para evitar demoras en las entregas. Los informes serán revisados y devueltos, las veces que sea necesario, hasta que la solución hallada sea correcta.

EVALUACIÓN DEL DESEMPEÑO DE LOS ALUMNOS Se considerarán diferentes criterios de evaluación utilizando tres diferentes rúbricas.

Una primera rúbrica será global, valorando la tarea, en conjunto, de cada grupo, considerando los siguientes indicadores de desempeño: cumplimientos de los plazos de entrega, disposición para el trabajo en grupo e individual, creatividad de los desarrollos, interés en

la resolución del problema y resolución de conflictos. La evaluación será con tres niveles: poco o insuficiente, a veces o suficiente y siempre o sobresaliente.

Una segunda rúbrica será analítica, al momento de evaluar el informe de cada grupo. Los indicadores de aprendizaje serán la modelización del problema (gráfico, manejo de símbolos, asignación de variables), el modelo matemático (funciones, ecuaciones), la integración de diferentes contenidos de la asignatura y la elección de procedimientos para resolver el problema matemático. Esta rúbrica también incluirá los errores cometidos, y la discusión y validación de los resultados alcanzados, así como la redacción y presentación de los breves informes de cada actividad. En este caso, se considerarán 5 niveles para la evaluación que se puntuarán con 1, 2, 3, 4, y 5.

La presentación en una clase plenaria de los grupos también será evaluada usando una tercera rúbrica por alumno, con los siguientes indicadores relativos a la comunicación: manejo del tema en relación al informe, cómo expresa y defiende sus ideas, participación en el grupo, autonomía y consideración de la audiencia. Los niveles serán tres: insuficiente, suficiente y sobresaliente.

En las tablas 1 y 2 se resume la relación entre las competencias, los resultados de aprendizaje (RA), el desarrollo de la propuesta, la forma de evaluación y la o las asignaturas correspondientes.

Competencias	RA	Desarrollo	Evaluación	Asignatura
CB3	Recaba información diferentes tipos de portones. Determina el impacto ambiental o social.	A 1	Informe Rúbrica Cumplimiento de plazos.	AMI
CB1 y CE1	Modela la posición del portón usando saberes previos: pendiente de la recta, intersecciones con los ejes coordenados.	A 1	Taller Informe Rúbrica. Cumplimiento de plazos.	AMI AyG
CB1 y CE2	Aplica semejanza de triángulos. Reconoce la trayectoria como una circunferencia o una elipse. Elabora y escribe un reporte.	A 2	Taller Informe Rúbrica Cumplimiento de plazos.	AyG
CE2	Aplica los conceptos de tasa de variación media e instantánea, funciones compuestas y regla de la cadena.	A 3	Taller Informe Rúbrica Cumplimiento de plazos.	AMI

Tabla 1. *Relación entre competencias (C), resultados de aprendizaje (RA) para las actividades 1, 2 y 3 y el reporte de resultados, en asignaturas de Ciencias Básicas.*

Competencias	RA	Metodología	Evaluación	Asignatura
CE2	Plantea un problema de optimización para hallar la mejor distancia. Determina la función objetivo. Utiliza software simple (GeoGebra, Excel) y simula el movimiento.	A4	Taller Informe Rúbrica Programas de computación Cumplimiento de plazos.	AMI
CE2	Visualiza el recorrido del portón como una curva continua y derivable. Identifica la envolvente del haz de rectas que modelan la posición del portón. Obtiene la expresión matemática en coordenadas paramétricas. Grafica.	A 5	Taller Informe Rúbrica Cumplimiento de plazos.	AM II
CB4 y CT1	Elabora y escribe un reporte de cada actividad. Usa símbolos matemáticos. Comunica oralmente los resultados. Maneja diferentes registros y recursos. Considera a la audiencia.	Reporte de resultados	Informes Exposición Rúbricas	AMI, AMII AyG

Tabla 2. *Relación entre competencias (C), resultados de aprendizaje (RA) para las actividades 4, 5 y el reporte de resultados, en asignaturas de Ciencias Básicas.*

RESULTADOS ESPERADOS Se define un portón levadizo no desbordante como aquel que no invade el espacio fuera del garaje en su movimiento de apertura, por lo que su diseño es adecuado en cuanto a su impacto social. Se describe geométricamente como una estructura de forma rectangular, sujeta a un marco fijo, que se inclina mediante el deslizamiento de los extremos laterales por un par de correderas de sustentación paralelas y verticales, y otras dos paralelas y horizontales, como se muestra en la figura 3.

Fig 3. *Captura fotográfica de un portón emplazado en la ciudad.*

Se propone un modelo bi-dimensional de un corte longitudinal del portón semi-abierto, ubicando un sistema de ejes coordenados fijo en el extremo superior del marco del portón, como se muestra en la figura 3. Los segmentos horizontal y vertical representan las guías

de sustentación por donde se desliza el portón y el segmento de recta oblicua de tamaño ***L L*** representa el perfil del portón.

A medida que el portón asciende (o desciende) los puntos de coordenadas ***A = (x$_0$, 0) A = (x$_0$, 0)*** y ***B = (0 , y$_0$) B = (0 , y$_0$)*** se desplazan sobre los ejes x e y; la posición del portón abierto queda determinada por ***x$_o$ x$_o$*** e ***y$_o$ y$_o$***. Cada punto del portón satisface la expresión:

$$\begin{cases} 0 \le y \le L, & si \;\; x = 0, \\ y = \frac{-y_0}{x_0}(x - x_0), & si \;\; 0 < x \le L, \end{cases} \quad \begin{cases} 0 \le y \le L, & si \;\; x = 0, \\ y = \frac{-y_0}{x_0}(x - x_0), & si \;\; 0 < x \le L, \end{cases} \qquad \textbf{(1)}$$

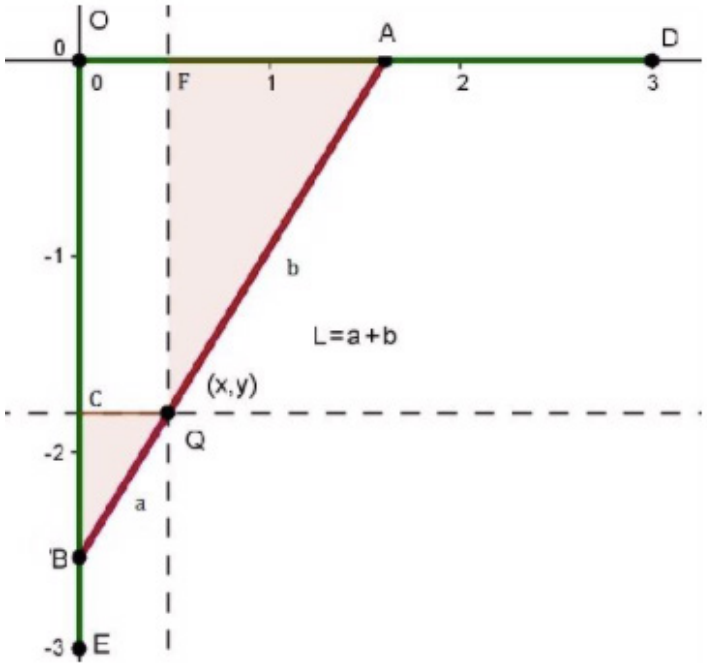


Fig 4. *Esquema simple para el modelo del movimiento del portón.*

Además, ***x$_o$ x$_o$*** e ***y$_o$ y$_o$*** se vinculan entre sí por la relación Pitagórica.

$$x_0^2 + y_0^2 = L^2 \; x_0^2 + y_0^2 = L^2 \qquad \textbf{(2)}$$

Para el punto fijo ***Q= (x,y) Q= (x,y)*** del portón mostrado en la figura 4, los triángulos rectángulos sombreados son semejantes; si ***b b*** es la medida del segmento ***AQ AQ*** y ***a = L - b a = L - b*** la medida del segmento ***BQ BQ***, resulta que . $\frac{x}{a} = \frac{\sqrt{b^2 - y^2}}{b} \frac{x}{a} = \frac{\sqrt{b^2 - y^2}}{b}$ Elevando cada miembro al cuadrado se obtiene la ecuación de la trayectoria elíptica del punto ***Q Q***, $\frac{x^2}{a^2} + \frac{y^2}{b^2} = 1 \frac{x^2}{a^2} + \frac{y^2}{b^2} = 1$, representada por la línea punteada de la figura 5.

Si al abrirse el portón el borde inferior asciende a una velocidad expresada por ,,-.-. $v(t) = \frac{dy_0}{dt} \; v(t) = \frac{dy_0}{dt}$, la velocidad con que el borde superior se introduce en el garaje,

usando (2), es ,-.,,-.-. $\frac{dx_0}{dt} = -\frac{y_0}{x_0}v(t)$ $\frac{dx_0}{dt} = -\frac{y_0}{x_0}v(t)$

Si en el garaje se estaciona un auto cuya altura es ***h h***, el punto de impacto, mostrado en la figura 6, tiene coordenadas ***C (x, h - L) C (x, h - L)***. Si el portón mide 3 m de altura y el vehículo mide 1.8 m de alto, entonces la expresión de la abscisa es

$$x = \frac{(-1.2)x_0}{\sqrt{9-x_0^2}} + x_0 \; x = \frac{(-1.2)x_0}{\sqrt{9-x_0^2}} + x_0 \qquad \textbf{(3)}$$

Para obtener el máximo valor de ***x x*** , se calcula el valor de x_0 x_0 resolviendo un problema de optimización, siendo (3) la función objetico. Para vehículos de diferentes alturas, la posición del portón y el punto de impacto se muestran en la figura 7.

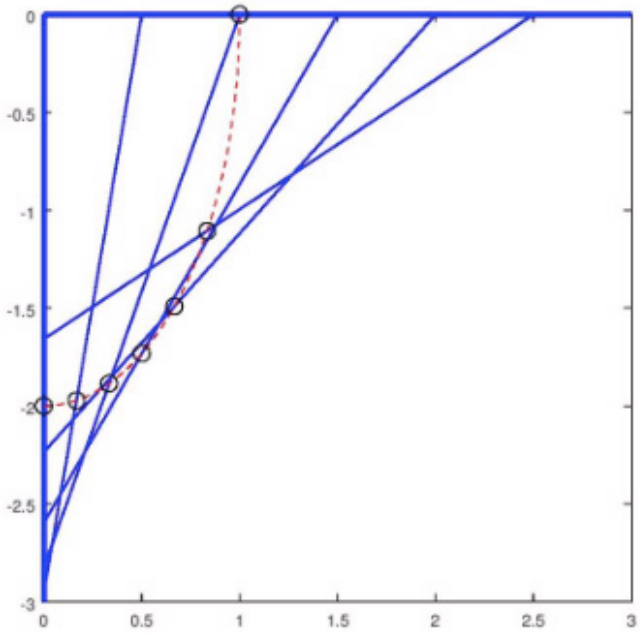


Fig 5. *Trayectoria elíptica de un punto Q (línea punteada)*

El haz de rectas que generan las diferentes posiciones del portón levadizo (figura 7) se expresan en forma implícita como

$$f(x, y, x_0) = x_0 y - \sqrt{9 - x_0^2}(x - x_0) = 0. \; f(x, y, x_0) = x_0 y - \sqrt{9 - x_0^2}(x - x_0) = 0. \qquad \textbf{(4)}$$

Cada una de estas rectas es tangente a una curva continua que se llama envolvente del haz de rectas ***E E***. Para hallar la ecuación de la función continua ***E E***, se resuelven simultáneamente la ecuación (4) y la ecuación diferencial $\frac{\partial f}{\partial x_0} = 0.$ $\frac{\partial f}{\partial x_0} = 0.$. De allí resulta la expresión: $E\begin{cases} x = \frac{x_0^3}{9} \\ y = -\frac{\sqrt{(9-x_0^2)^3}}{9} \end{cases}$ $E\begin{cases} x = \frac{x_0^3}{9} \\ y = -\frac{\sqrt{(9-x_0^2)^3}}{9} \end{cases}$ donde x_0 x_0 toma valores entre 0 y 3.

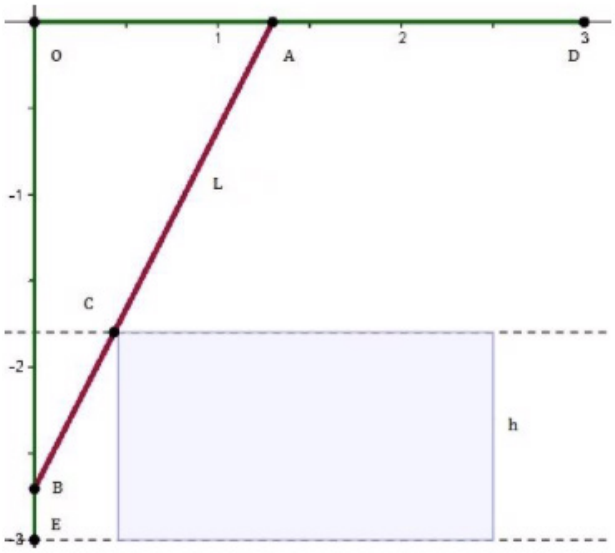


Fig 6. *Representación gráfica, en el plano del sistema garaje-portón-auto.*

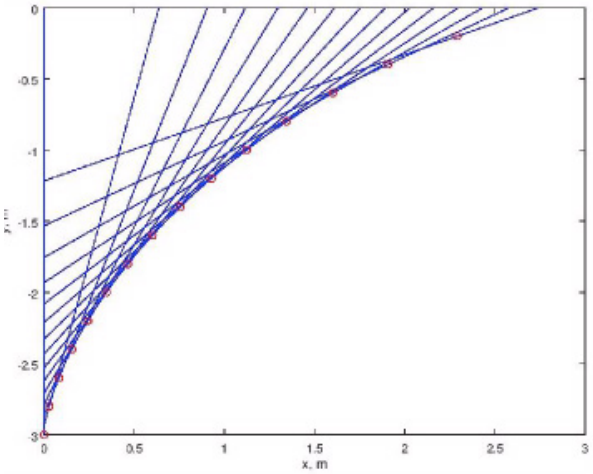


Fig 7. *Gráfico de los puntos de impacto para vehículos de distintas alturas.*

REFLEXIONES FINALES El enfoque por competencias impone un cambio en la visión y en el modelo de enseñanza en nuestra docencia universitaria. Ir hacia un modelo funcional implica cambiar hábitos arraigados en la forma de enseñar, a partir de un compromiso diferente por parte de los docentes, y poner atención en otros aspectos de la formación de nuestros ingenieros que va más allá del científico-académico. Dado que en Ciencias Básicas los estudiantes son ingresantes, el problema a plantear tiene que ser cercano a su cotidianeidad, pero con una complejidad conforme al momento formativo en el que se encuentran. Se considera que el estudio del portón levadizo es acorde a los objetivos planteados y permite realizar trabajo de campo utilizando, por ejemplo, capturas fotográficas.

Las actividades en grupo tienen gran relevancia en estos estudiantes de primer año por la necesidad de establecer lazos sociales. El intercambio entre compañeros los integra en su recorrido como sujetos universitarios y es parte de su formación como futuros profesionales.

Finalmente, la estructura que comprende todas las actividades trasciende el problema particular establecido en este trabajo, pudiéndose implementar con otro buen ejemplo de características similares [12]. •

🕮 REFERENCIAS

[1] M. S. Brovelli. "El curriculum universitario y el enfoque de competencias". *Revista de la Escuela de Ciencias de la Educación*, n° 4, pp. 27-44, 2009.

[2] A. Mastache. *Formar personas competentes. Desarrollo de competencias tecnológicas y psicosociales*, Buenos Aires: Centro de Publicaciones Educativas y Material Didáctico, 2009.

[3] Asamblea del Consejo Federal de Decanos de Ingeniería de la República Argentina. "Propuesta de estándares de segunda generación para la acreditación de carreras de ingeniería en la República Argentina". 1 Junio 2018. [En línea]. Available: https://www.ing.unlp.edu.ar/sitio/institucional/difusion/archivos/LIBRO_ROJO_DE_CONFEDI_estandares_de_segunda_generacion.pdf. [Último acceso: Noviembre 2018].

[4] A. Gual. "El mapa de competencias a adquirir". *EDUC MED 2010*, vol. 13, n° 1, pp. 37-44, 2010.

[5] C. G. J. Vargas, *Una Pedagogía Praxeológica*, Bogotá: UNIMINUTO, 2013.

[6] F.A. Buffa et al. "Las concepciones sobre la enseñanza en docentes universitarios de ingeniería". *Revista Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales*, vol. 5, n° 2, pp. 123-130, 2018.

[7] J. Lacan. *Escritos 1*. Buenos Aires: Siglo XXI, 2003.

[8] P. Meirieu. "Es responsabilidad del educador provocar el deseo de aprender". *Cuadernos de pedagogía*, vol. 373, pp. 42-47, 2007.

[9] G. Bachelard. *La formación del espíritu científico*. Buenos Aires: Siglo XXI, 2000.

[10] J. H. Nieto Said. *Resolución de problemas matemáticos*. Maracaibo, Brasil: Talleres de Formación Matemática, 2004.

[11] A. Escribano and A. Gonzalez. *El Aprendizaje Basado en Problemas. Una propuesta metodológica en Educación Superior*. Madrid: Narcea, S. A. Ediciones, 2008.

[12] J. I. Ardenghi et al. "Una propuesta didáctica en Análisis Matemático I: Aprendizaje basado en problemas", en *VI Jornadas Nacionales y II Latinoamericanas de ingreso y permanencia en carreras científico tecnológicas - IPECyT*, Olavarría, 2018.

El movimiento de la materia y los fenómenos que desencadena

Scotti, Adalgisa del Carmen - scotti@cnea.gov.ar

Perez, Gisela - giseperez35@gmail.com

Facultad de Ingeniería, Sede San Rafael - Universidad de Mendoza

Facultad de Ciencias Exactas y Naturales - Universidad Nacional de Cuyo

RESUMEN · Presentamos tres trabajos grupales para el enfoque por competencias de la química general desde la utilización de dispositivos tecnológicos de alto valor motivacional para el estudiante del primer año de la carrera de Ingeniería en Informática. Los contenidos principales desarrollados son: estructura de la materia, estado de agregación de la materia, teoría cinética, elementos químicos, metales, no metales, uniones químicas, geometría electrónica y molecular, teoría de bandas de valencia y bandas de conducción y nociones de espectro electromagnético. La metodología involucra: a) un disparador de procesos de pensamiento vinculados a los contenidos, aplicando un dispositivo tecnológico, a saber, monitores, microchips, celulares y pantallas de plasma, b) preguntas inductivas para el desarrollo de los contenidos, c) actividades de comprensión mediante esquemas o modelizaciones y d) una búsqueda de "definiciones" completando el desarrollo conceptual del tema. Se verifica la adquisición de competencias integradoras tecnológicas y sociales-actitudinales mediante evaluaciones grupales que plantean la resolución de situaciones inéditas. Los temas tienen un hilo conductor: "el movimiento de materia y los fenómenos que desencadena", el cual utilizamos en cada uno de los dispositivos presentados haciendo que la información de los contenidos sea percibida desde la perspectiva de la vinculación con un problema específico.

Palabras clave — Química General, Ingeniería en Informática, Competencias integradoras tecnológicas y sociales actitudinales, Movimiento de Materia.

ABSTRACT · We present three group works for the approach by competences of the general chemistry from the use of technological devices of high motivational value for the student of the first year of the career of Computer Engineering. The main contents developed are structure of matter, state of aggregation of matter, kinetic theory, chemical elements, metals, non-metals, chemical bonds, electronic and molecular geometry, theory of valence bands and conduction bands, electromagnetic spectrum. The methodology involves a) a trigger of thought processes linked to the contents, applying a technological device used in a real situation, namely, monitors, microchips, cell phones and plasma screens, b) inductive questions for the development of the contents, c) comprehension activities through schemes or modeling; and d) a search for "definitions" completing the conceptual development of the topic. The acquisition of integrative technological and social-attitudinal competences is verified through group evaluations that propose the resolution of unprecedented situations.

The themes have a common thread: “the movement of matter and the phenomena that it triggers”, which we use in each of the presented devices, making the information of the contents be perceived from the perspective of the link with a specific problem.

Keywords — General Chemistry, Computer Engineering, Technological and social attitudinal integrative competences, Matter Movement.

»

INTRODUCCIÓN

En este trabajo presentamos tres ejemplos de aplicación del Enfoque por Competencias (EC) en la enseñanza de las Ciencias Básicas (CB), particularmente orientado a la Química General del primer año de la Ingeniería en Informática. Se ejemplifica la implementación de nuevos paradigmas educativos mediante la dinámica motivadora, inductora y transversal de los procesos de enseñanza-aprendizaje descriptos en este trabajo. Lo que se busca con esta metodología, es que el alumno llegue a un conocimiento empírico, racional y teórico. Para la teoría cognoscitiva social, tal y como señala Schunk (2012) [1], los conceptos de motivación y aprendizaje van integrados; el establecimiento de metas y la autoevaluación del progreso constituyen importantes mecanismos motivacionales, así como la comparación social de habilidades y opiniones con las de otros. El autor también afirma que los factores personales y situacionales ejercen gran influencia en la motivación y el aprendizaje.

Un aspecto importante se refiere a la motivación intrínseca y extrínseca. La motivación intrínseca incluye el valor de la tarea y el interés que nace dentro de sí mismo y que empuja al esfuerzo que ordinariamente exige el estudio. Las motivaciones extrínsecas o externas, por el contrario, proporcionan alguna clase de beneficio material; no nacen en el estudiante, sino que provienen de otras personas y las circunstancias que les rodean [2].

Los aspectos de inducción y motivación son fundamentales en la metodología planteada. La dificultad de un contenido, puede aumentar o disminuir la percepción de eficacia que posee el estudiante acerca de sí mismo; y en este sentido es fundamental el aspecto motivacional. La retroalimentación sobre el desempeño y un clima afectivo de aprendizaje, conducen a una mayor producción e intensidad de los neurotransmisores ligados a los efectos de las actividades placenteras mejorando el aprendizaje. Somos organismos que procesamos, interpretamos y organizamos de forma activa, utilizando una variedad de estrategias. En este flujo dinámico, la motivación es el motor que nos da la energía suficiente

para profundizar en los aprendizajes, una elevada motivación provoca entusiasmo al aprender, no sólo durante la tarea, sino también en el esfuerzo de perseguir nuestras metas [3].

En este trabajo partimos de un dispositivo tecnológico familiar y motivacional para el estudiante y formulamos unas preguntas inductivas que vinculan varios contenidos. Los alumnos trabajan en grupo y presentan diferentes soluciones a la pregunta planteada. El docente guía la actividad de manera de llegar entre todos a una solución correcta. Se deben realizar modelizaciones, esquemas y/o diagramas que se entregarán como informe de la actividad en clase. Posterior a la actividad grupal, el docente entrega un listado de "Terminología" para que los alumnos busquen las "Definiciones" y orienta en la bibliografía seleccionada, Chang [4]. En la clase posterior se aplican las "Definiciones" a las temáticas desarrolladas, se organiza el material de estudio y se da lugar al planteo de dudas. En esta segunda clase se hace una evaluación en grupo. Los dispositivos tecnológicos que utilizamos son: monitores, celulares, pantallas de plasma y microchips. Definimos para cada caso el/los núcleo/s temático/s y el encuadre motivacional principal para el estudiante. Se describen también las metodologías de evaluación aplicadas. El encuadre inductor del docente para la formulación de preguntas se basa en el siguiente hilo conductor: *el movimiento de materia y los fenómenos que desencadena*, a saber: a) movimiento de moléculas en estado sólido, líquido y gaseoso, b) teoría cinética molecular, c) movimiento de electrones en orbitales atómicos, d) movimiento en orbitales moleculares, e) movimientos permitidos según la geometría molecular y electrónica, f) salto energético de electrones, g) espectros de emisión y absorción, h) ionización, i) plasmas, f) flujo de electrones, g) tubo de rayos catódicos, h) bandas de conducción, i) luz y espectro electromagnético. Los contenidos están enmarcados en la Resolución 786/06 de contenidos curriculares básicos y en la transversalidad con los contenidos de Física y Matemática para aplicar los descriptores de conocimiento del Libro Rojo de CONFEDI [5]. Por este motivo es que se pone énfasis al movimiento de la materia, especialmente moléculas y electrones. Las Competencias Genéricas tanto Tecnológicas como Sociales, Políticas y Actitudinales involucradas en este trabajo son: la de identificar, formular y resolver problemas de ingeniería, la de desempeñarse de manera efectiva en equipos de trabajo, la de actuar con responsabilidad ambiental en el contexto local y global, la de aprender en forma continua y autónoma y la de comunicarse con efectividad. Las capacidades promovidas son: la capacidad para identificar y formular problemas, la capacidad para realizar una búsqueda creativa y selectiva, capacidad para implementar tecnológicamente una solución, la capacidad para identificar las metas y responsabilidades individuales y colectivas, la capacidad para reconocer y respetar los puntos

de vista y opiniones de otros miembros del equipo y llegar a acuerdos, la capacidad para asumir roles y responsabilidades dentro de un equipo de trabajo, la capacidad para seleccionar técnicas de comunicación para producir e interpretar textos técnicos, la capacidad para evaluar el impacto económico, social y ambiental de su actividad en el contexto local y global y la capacidad para lograr autonomía en el aprendizaje. Los niveles los definimos como Jimenez (2013) [6] en: a) elemental: el alumno está familiarizado con los conocimientos, teorías, procedimientos y tiene una actitud de aprendizaje; b) intermedio: el alumno tiene una actitud reflexiva y contextualizada; c) experto: el alumno tiene la capacidad de inferir conclusiones y generar modelos. Los contenidos están señalados en cada ejemplo, implicando la adquisición de competencias integradoras transversales, puesto que en la vida profesional un sujeto no utiliza los conocimientos de una disciplina de manera aislada; los problemas que tiene que resolver reclaman de la conjunción de saberes y habilidades procedentes de diversos campos de conocimiento [7]. En esta presentación trabajamos a nivel elemental. Los ejemplos utilizados como "investigación de los alumnos" presentados son reales y pertenecen a una prueba realizada en el año 2018. En este ensayo se abarcan muchos contenidos que se enfocan transversalmente, por este motivo no se describe en detalle el modo de enseñanza tradicional de cada uno de estos temas ya que sería demasiado extenso de transcribir aquí. En términos generales, tradicionalmente, los contenidos se desarrollan, independientemente uno del otro, desde una clase teórica, definiciones y ejercicios de aplicación.

DESCRIPCIÓN DE LA METODOLOGÍA

TRABAJO GRUPAL 1 · Dispositivo tecnológico motivacional: CELULARES

*Pregunta **disparadora** de la búsqueda*

¿Cuáles son los componentes químicos de los celulares? ¿Qué materiales se utilizan para las pantallas táctiles?

Los alumnos investigan en grupos, el docente acompaña para que la búsqueda pase por los requisitos mínimos que el docente necesita para la inducción de los contenidos que quiere desarrollar.

Investigación de los alumnos (ejemplo 1): Para las pantallas táctiles se utiliza principalmente el vidrio de aluminosilicato de sodio, una mezcla de óxido de aluminio y dióxido de silicio, que se colocan en sales fundidas de potasio a altas temperaturas para que los iones de sodio más pequeños dejen el vidrio y los iones potasio ocupen su sitio. Éstos ocupan más espacio por lo que comprimen más el vidrio cuando se enfría, aumentando su fuerza

y resistencia al daño.

a. *Preguntas **inductivas** del docente para abordar las siguientes contenidos: estados de agregación de la materia y teoría cinética de la materia*

¿Qué significa "sales fundidas"? ¿Qué sucede con las uniones químicas intermoleculares cuando pasamos de un estado de agregación a otro? ¿Cómo podemos representar las uniones intermoleculares en cada estado? ¿Las moléculas se mueven? ¿Qué sucede con ese movimiento cuando damos calor (energía) al sistema? ¿Contra quién chocan las moléculas al moverse? Realice un esquema de las moléculas en los distintos estados de agregación.

*El docente guiará a los estudiantes para que lleguen a un **esquema** semejante (Figura 1)*

***Fig 1.** Estados de agregación - Fuente: Tanarro Isabel modificada [8]*

Comience entregando calor (energía) a un elemento en estado sólido y diga que sucede cuando se llega a la temperatura de fusión. Continúe entregando calor hasta alcanzar la temperatura de ebullición y diga que sucede con las fuerzas intermoleculares y la energía cinética. Complete el esquema anterior.

Realice la búsqueda de las siguientes DEFINICIONES:

Materia, Átomo, Moléculas, Fuerzas intermoleculares: London, Di polo, Van der Waals, Puente de Hidrógeno-Teoría Cinética Molecular.

Continuamos con el Trabajo Grupal 1 *Investigación de los alumnos (ejemplo 1)*

b. *Preguntas **inductivas** del docente para abordar tabla periódica de los elementos, número másico, número atómico, isótopos, número de protones, neutrones, electrones, configuración electrónica, valencia, radio atómico, potencial de ionización, electronegatividad, afinidad electrónica.*

Con la tabla periódica en mano por qué decimos que el sodio es más pequeño que

el potasio? ¿A qué grupo y período pertenecen? ¿Cuál es la configuración electrónica del electrón de valencia?

Al entregar energía (calor) a estos átomos, ¿que tienden a hacer? ¿Se mueven o quedan quietos? ¿Quién desarrolla mayor movimiento uno grande o uno chico? ¿Por qué se ioniza un elemento cuando le entrego energía?

¿Cómo queda el sitio en el vidrio de aluminosilicato cuando el ión sodio que tiene una carga positiva se desprende del aluminosilicato? ¿eso se debe a que desarrollo energía cinética a partir del calor entregado?

Partiendo de un átomo de sodio y uno de potasio, ¿cuál de ellos se ioniza con menor energía? ¿Cómo varía la energía de ionización según la tabla periódica? Analizando la tabla periódica ¿Cuáles elementos se asemejan al gas noble más cercano perdiendo electrones? ¿Cuáles elementos se asemejan al gas noble más cercano ganando electrones?

Realice la búsqueda de las siguientes DEFINICIONES:

Grupo y período, configuración electrónica, iones, energía de ionización, afinidad electrónica, radio atómico, electronegatividad, ley del octeto, electrones de valencia, A, Z, isótopos.

Vuelva al esquema de las moléculas en los estados de agregación y continúe entregando calor hasta alcanzar la energía de ionización del elemento que se encuentra ya en estado gaseoso. Agregue al esquema otro estado, el cual se denomina plasma.

*El docente guiará hasta alcanzar este **esquema** o semejante (Figura 2)*

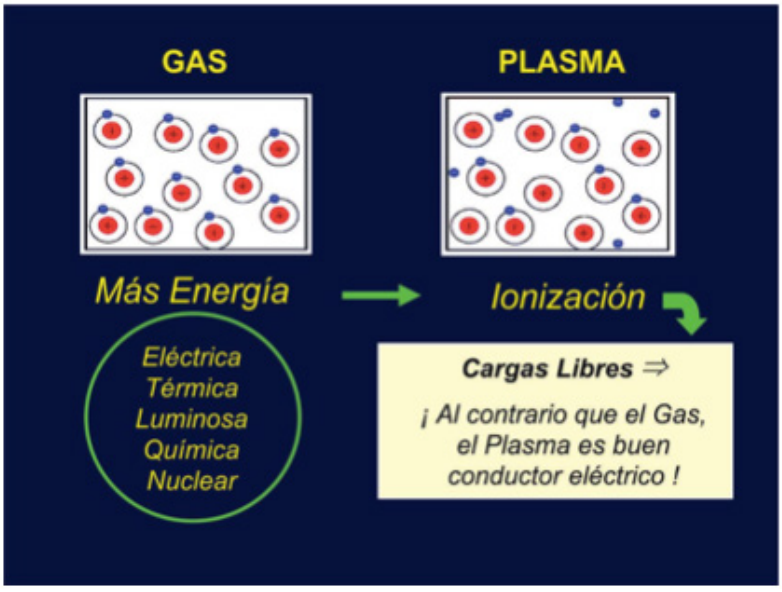


Fig 2. *Gas- Plasma - [8]*

¿Cómo se llama cada cambio de estado de agregación de la materia? ¿Cómo interviene la presión en este esquema?

El docente guiará hasta alcanzar este **esquema** *o semejante (Figura 3)*

Fig 3. *Cambios de estado.*

Evaluación en grupo: El grupo de alumnos debe cumplir las consignas entregando un trabajo escrito y debe exponerlo en forma oral en grupo con la ayuda del material que elijan, power point, video, poster, etc.

Consignas:

Responda: ¿Cómo podría diseñar un modelo de reemplazo de iones para lograr mayor dureza en el vidrio de una pantalla táctil de un celular?

Indique el número másico y atómico del ion saliente y el entrante, compare su afinidad electrónica, radio atómico, potencial de ionización, electronegatividad, número másico, número atómico, cantidad de electrones, protones y neutrones. Especifique la configuración electrónica.

TRABAJO GRUPAL 2 · Dispositivo tecnológico motivacional: MONITORES – PANTALLAS DE PLASMA, ILUMINACIÓN POR PLASMA.

Pregunta ***disparadora*** *de la búsqueda:*

¿Cómo están compuestos químicamente los monitores, y pantallas de las computadoras? ¿Qué es un plasma?

Los alumnos investigan en grupos, el docente acompaña para que la búsqueda pase por los requisitos mínimos que el docente necesita para la inducción de los contenidos que quiere desarrollar.

Investigación de los alumnos (ejemplo 2): Los monitores de computadora contienen materia prima y materiales tratados como semiconductores de metal, fósforo, plomo y

mercurio. Dependiendo del tipo de pantalla, son usados diferentes tipos y cantidades de dichos materiales. En general, el tipo de tecnología de pantalla determina la naturaleza de estos materiales debido a su condición (iónica) eléctrica. Tipo de Monitores: a) Light Emitting Diode LED, b) Liquid Crystal Display LCD, c) CRT.

LED: Está basado en el uso de una sustancia líquida atrapada entre 2 placas de vidrio, haciendo que al aplicar una corriente eléctrica a una zona específica, esta se vuelva opaca y contraste con la iluminación LED trasera. Este principio es aplicado pero con ciertas modificaciones (ya que se utilizan 3 colores básicos para generar la gama de colores), lo cual permite la visualización de imágenes procedentes de la computadora, por medio del puerto de video hasta los circuitos de la pantalla LED, entran dentro de la clasificación FPD (Flat Panel Display) o visualizadores de panel plano.

LCD: Una pantalla de cristal líquido, plana, formada por un número de píxeles en color o monocromos colocados delante de una fuente de luz o reflectores

CRT: Es una tecnología que permite visualizar imágenes mediante un haz de *rayos catódicos* constante dirigido contra una pantalla de vidrio recubierta de fósforo y plomo. La interacción entre los electrones al rebotar en la pantalla fluorescente del CRT produce pequeñas dosis de rayos X. Si el voltaje del ánodo sobrepasa el máximo del recomendado por el fabricante del CRT, la dosis será mayor a la dosis permitida por la ley.

PLASMA: Plasma es la materia gaseosa fuertemente ionizada con igual número de cargas eléctricas libres positivas y negativas. Plasma es la materia más abundante del *universo*, sol, estrellas, nebulosa. Fácilmente detectables a distancia, todos los plasmas emiten luz y casi todo lo que emite luz es un plasma. Los plasmas en la tierra son mucho más escasos que los sólidos, líquidos y gases. Las descargas eléctricas a baja presión también denominado gas radiante e identificado como rayos catódicos (electrones) son ejemplos de plasmas. Estos rayos pueden desviarse con un campo electromagnético (origen del televisor).

Iluminación por plasma: lámparas fluorescentes de bajo consumo, lámparas de arco de alta intensidad.

a. *Preguntas **inductivas** del docente para abordar los siguientes contenidos: luz, teoría ondulatoria corpuscular de la luz y espectro visible, Radiación electromagnética, corriente eléctrica, movimiento de electrones, cuantos, configuración electrónica, saltos permitidos, espectros de emisión y absorción, tubo de rayos catódicos. Plasmas.*

¿Qué es la luz? ¿Las propiedades de la luz se explican pensando que está formada por partículas o por ondas? ¿Qué es un fotón? ¿Por qué tienen colores los espectros de emisión y absorción de los elementos? ¿Cuáles son los plasmas del universo? ¿Por qué se ven de

colores?

Realice un esquema de los distintos plasmas que conoce en la naturaleza evaluando a su criterio la energía que transmiten.

*El docente guiará hasta alcanzar este **esquema** o semejante (Figura 4)*

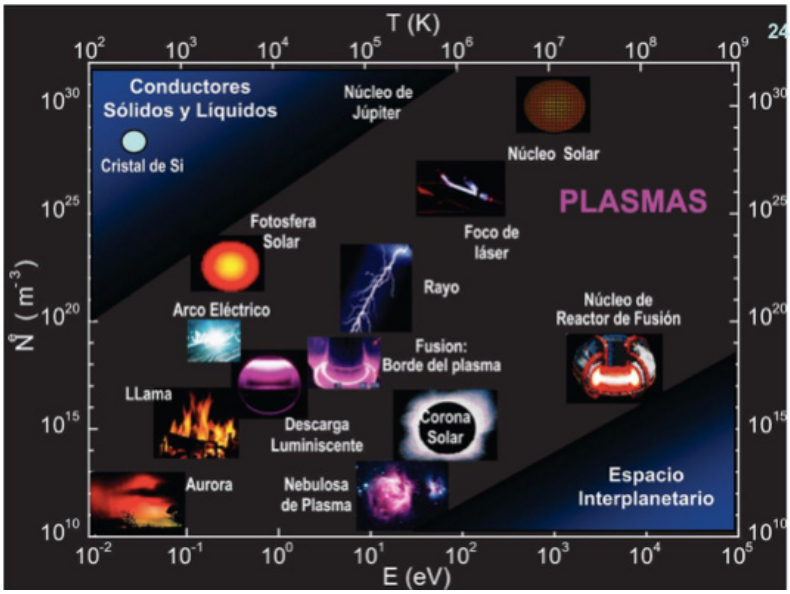


Fig 4. *Plasmas en nuestras vidas - [8]*

Busque en la bibliografía un Tubo de Rayos Catódicos y de generación de plasma y realice un esquema de cada uno.

*El docente guiará hasta alcanzar estos **esquemas** o semejantes (Figura 5.1 y 5.2.)*

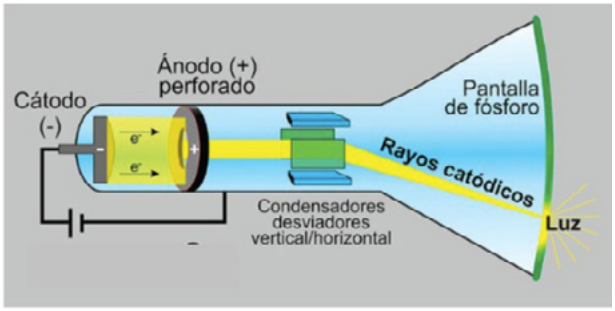


Fig 5.1. *Tubo de rayos catódicos.*

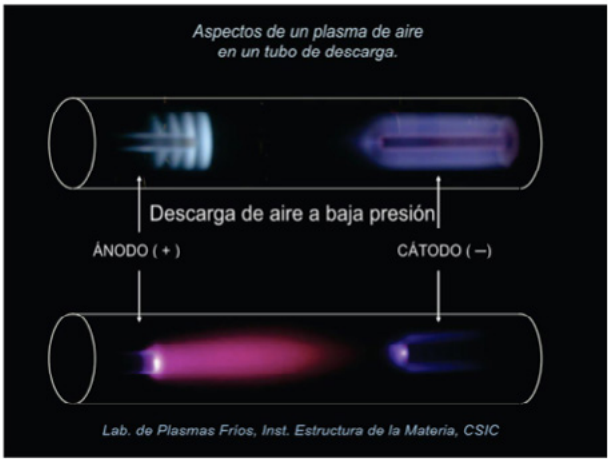


Fig 5.2. *Esquema de generación de plasmas.*

Realice la búsqueda de las siguientes DEFINICIONES:

REM, Espectros de absorción y emisión, configuración electrónica, orbitales, saltos permitidos, fotón, teoría ondulatoria corpuscular de la luz.

Continuamos trabajando con el trabajo grupal 2.

b. *Preguntas **inductivas** del docente para abordar ionización y conducción de la electricidad, reacciones en cadena en un plasma:*

¿Por qué el gas no es buen conductor y el plasma si? Un rayo es un plasma... es un buen conductor?

¿Podría ser que sucesivos choques de electrones generen una reacción en cadena y generen electricidad? ¿Se podrían generar nuevos compuestos químicos?

El docente presentará la siguiente secuencia de generación de plasma el siguiente esquema y pedirá a los alumnos que lo expliquen verbalmente (Figura 6).

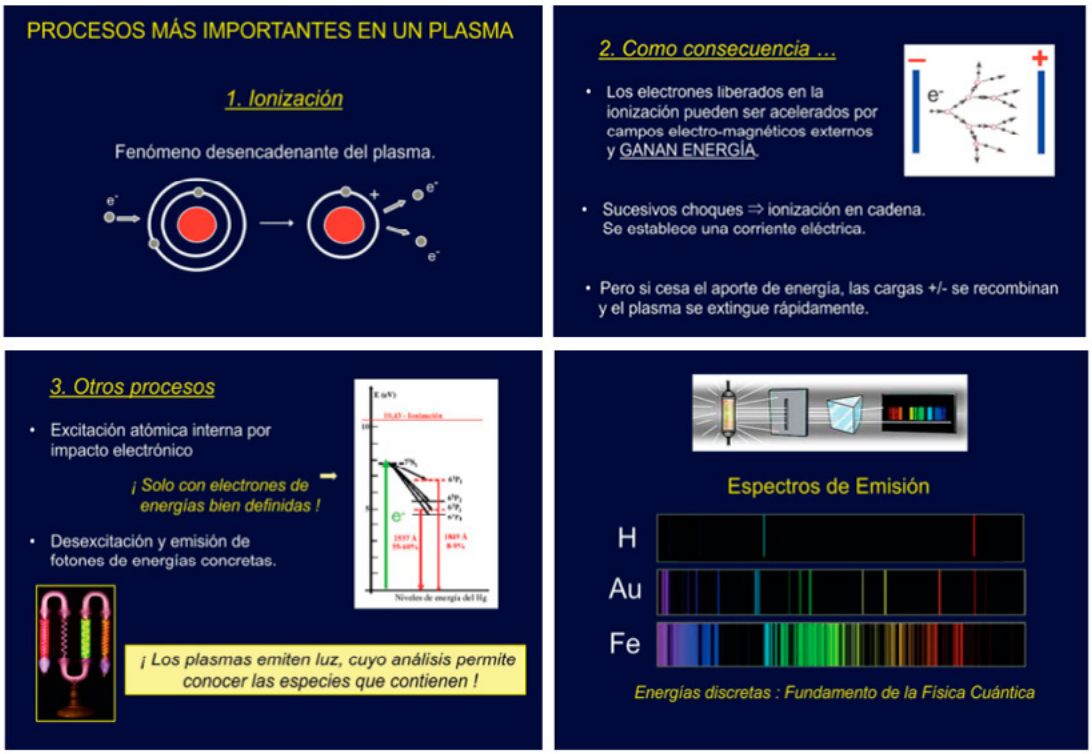


Fig 6. *Generación de un plasma- 6.1-Ionización; 6.2-Como consecuencia; 6.3- Otros procesos; 6.4- Espectros de Emisión. [8]*

El docente presentará la siguiente reacción y pedirá a los alumnos que lo expliquen verbalmente (Figura 7).

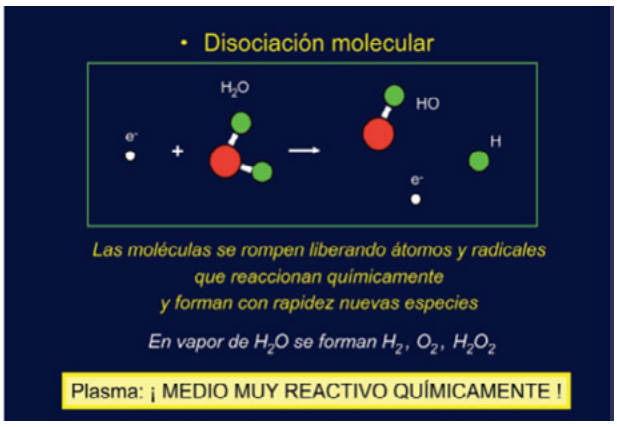


Fig 7. *Disociación molecular- [8]*

Evaluación en grupo: El grupo de alumnos debe cumplir las consignas entregando un trabajo escrito y debe exponerlo en forma oral en grupo con la ayuda del material que elijan, power point, video, poster, etc.

Consignas:

Responda ¿Cómo podría en el laboratorio generar un plasma? ¿Qué condiciones tendría que generar?

Especifique cual elemento o sustancia utilizaría, que colores podría ver, cómo serían los saltos electrónicos y a que longitudes de onda oscilaría la energía.

TRABAJO GRUPAL 3 · Dispositivo tecnológico motivacional: MICROCHIPS

*Pregunta **disparadora** de la búsqueda:*

¿Qué es un chip o microchip? ¿Cómo se fabrican estos microcircuitos? ¿Qué características tienen que tener los componentes químicos de estos "conductores de información"? ¿Qué es un semiconductor?

Los alumnos investigan en grupos, el docente acompaña para que la búsqueda pase por los requisitos mínimos que el docente necesita para la inducción de los contenidos que quiere desarrollar.

Investigación de los alumnos (ejemplo 3): Un circuito integrado (CI), también conocido como chip o microchip, es una estructura de pequeñas dimensiones de material semiconductor, normalmente silicio, de algunos milímetros cuadrados de superficie, sobre la que se fabrican circuitos electrónicos generalmente mediante fotolitografía y que está protegida dentro de un encapsulado de plástico o de cerámica, Figura 8. Los circuitos integrados son usados en prácticamente todos los equipos electrónicos hoy en día, y han revolucionado el mundo de la electrónica. Computadoras, teléfonos móviles, y otros dispositivos electrónicos que son parte indispensables de las sociedades modernas, son posibles gracias a los bajos costos de los circuitos integrados. Los dispositivos electrónicos en estado sólido, como diodos, transistores y circuitos integrados, contienen uniones **p-n** en las cuales un semiconductor tipo p está en contacto con un semiconductor tipo n. El chip, se puede hacer de silicio puro (Si), que luego se expone al oxígeno y al calor para producir una película de dióxido de silicio en su superficie. Pero el silicio no es buen conductor de electricidad por eso se bombardea el silicio con otros elementos, como el fósforo (P), el antimonio (Sb), el arsénico (As), el boro (B), el indio (In) o el galio (Ga). También se utiliza el Germanio (Ge). La oxidación también aumenta la conductividad. Es un no metal sólido de color amarillento que se extrae del cuarzo y otros elementos, es el segundo elemento más abundante en la tierra después del oxígeno. Es un material semi conductor, se usa para fabricar circuitos

integrados ya que transmite el 95 % de las longitudes de onda. El Ge está ubicado en el período 4 grupo 14, su número atómico es 32. Es un elemento semimetálico cristalino de color blanco grisáceo, duro, muy resistente a los ácidos y bases. Es un semi conductor. Se obtiene de los yacimientos de Ag.

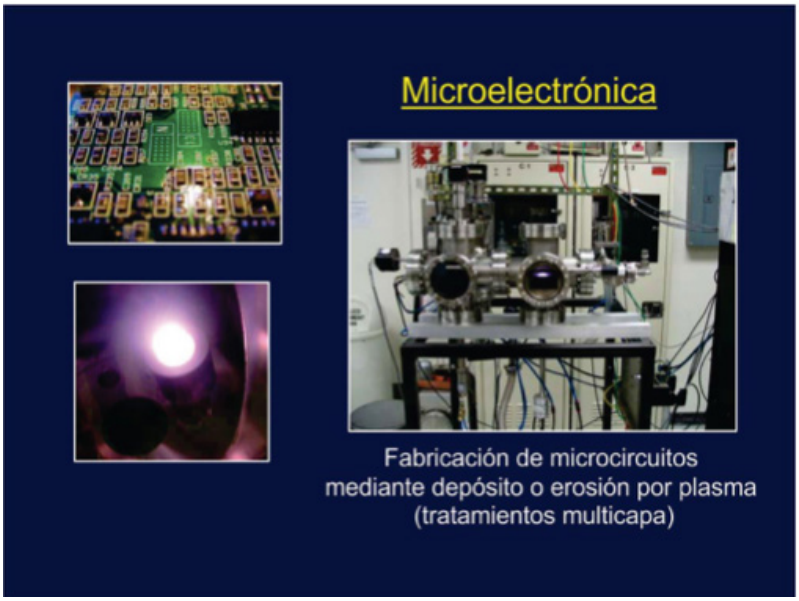


Fig 8. *Microchips, fabricación mediante utilización de plasma en tratamientos multicapa.*

Semiconductor (abreviadamente, SC) es un elemento que se comporta como un conductor o como un aislante dependiendo de diversos factores, como por ejemplo el campo eléctrico o magnético, la presión, la radiación que le incide, o la temperatura del ambiente en el que se encuentre. El elemento semiconductor más usado es el Si, el segundo el Ge, y el tercero es el Se, aunque idéntico comportamiento presentan las combinaciones de elementos de los grupos 12 y 13 con los de los grupos 16 y 15 respectivamente (Ga As, P In, Al, Te Cd, Se Cd y S Cd). Posteriormente se ha comenzado a emplear también el azufre. La característica común a todos ellos es que son tetravalentes, teniendo el Si una configuración electrónica $1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^2$

*Preguntas **inductivas** del docente para abordar los siguientes contenidos: semiconductores, aislantes, conductores, geometría molecular y geometría electrónica, estructuras reticulares, uniones covalentes, iónicas y metálicas.*

¿Qué geometría electrónica tendrá en el espacio un elemento con valencia 4 si todos los electrones tratan de estar lo más alejados posibles? ¿Qué geometría tienen otros elementos con distintas valencias? En el caso del Si, Ge y Se, ¿Cuál es su geometría? ¿Cuál es la configuración electrónica de estos elementos? ¿Qué tienen en común?

¿Cuándo los electrones de valencia están fuertemente unidos por las uniones covalentes

y atrapados en estructuras reticulares pueden moverse para transmitir electricidad? ¿Las sales sólidas conducen la electricidad? ¿Los metales conducen la electricidad? ¿Las sales disueltas en agua conducen la electricidad?

Realice un esquema con la estructura cristalina del germanio sólido, del diamante y/o del silicio y compárela con la estructura cristalina de una sal en estado sólido por ejemplo NaCl y con una estructura de una unión metálica.

*El docente guiará para arribar a este **esquema** o semejante (Figura 9).*

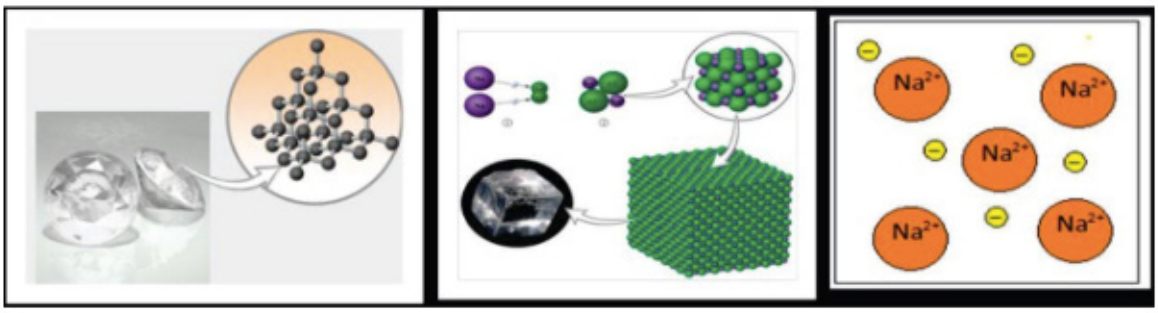


***Fig 9.** Esquemas de diferentes uniones químicas.*

¿En cuál de estas uniones químicas los electrones pueden moverse para transmitir la corriente eléctrica?

Realice un esquema del Si impurificado con un elemento con valencia 3 y con otro elemento con valencia 5.

*El docente guiará para arribar a este **esquema** o semejante (Figura 10).*

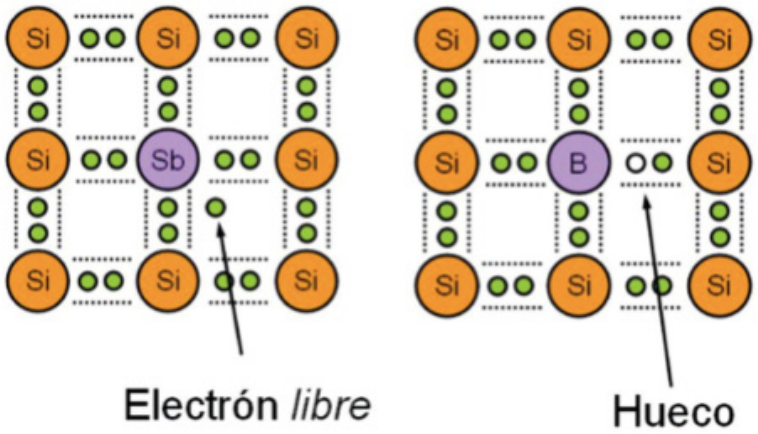


***Fig 10.** Esquema de Si impurificado - Fuente: The Túzaro modificada [9]*

¿Cómo pueden conducir la corriente eléctrica los electrones que quedaron libres?

Realice un esquema de bandas de valencia y bandas de conducción de los electrones en estos ejemplos dados

*El docente orientará a los alumnos a realizar el **esquema** de bandas para cada tipo de semiconductor. (Figura 11 y Figura 12).*

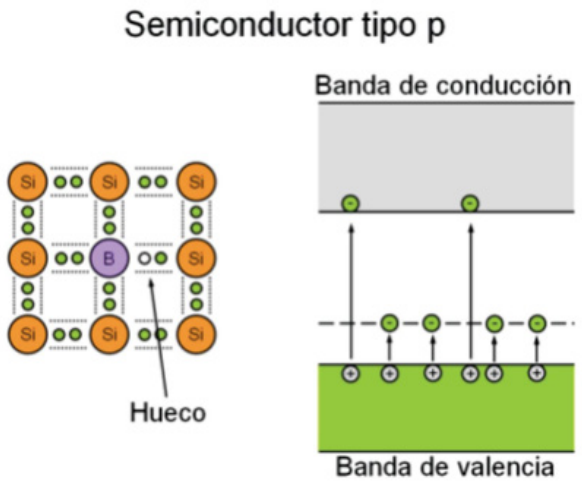


Fig 11. *Esquema de un semiconductor tipo p. [9]*

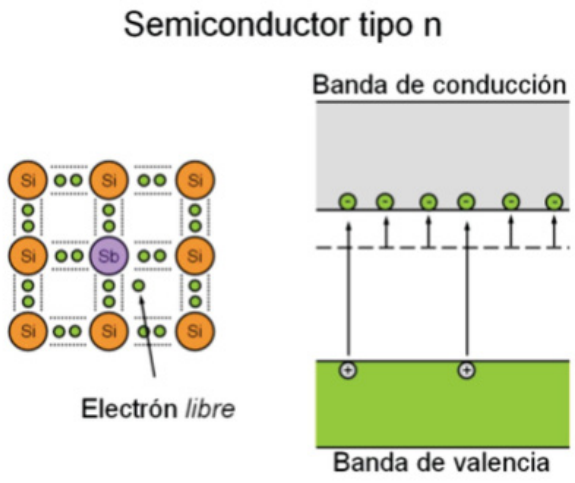


Fig 12. *Esquema de un semiconductor tipo n. [9]*

Realice la búsqueda de las siguientes DEFINICIONES:

Unión covalente, iónica y metálica. Propiedades de los compuestos que presentan estas uniones. Geometría electrónica y geometría molecular.

Evaluación en grupos: El grupo de alumnos debe cumplir las consignas entregando un trabajo escrito y debe exponerlo en forma oral en grupo con la ayuda del material que elijan, power point, video, poster, etc.

Consignas:

Explique el siguiente esquema (Figura 13) en términos de movilidad electrónica para transportar información en un chip.

Fig 13. *Esquema de transformación de un semiconductor en un conductor.*

Teniendo en cuenta el gráfico de utilidad en función de disponibilidad para los elementos químicos que elaboró la Unión Europea en el año 2017 [10], diga cuales y cuántos de ellos, que se encuentran en riesgo están relacionados con la informática. Realice una búsqueda de la toxicidad de estos elementos para la sanidad ambiental.

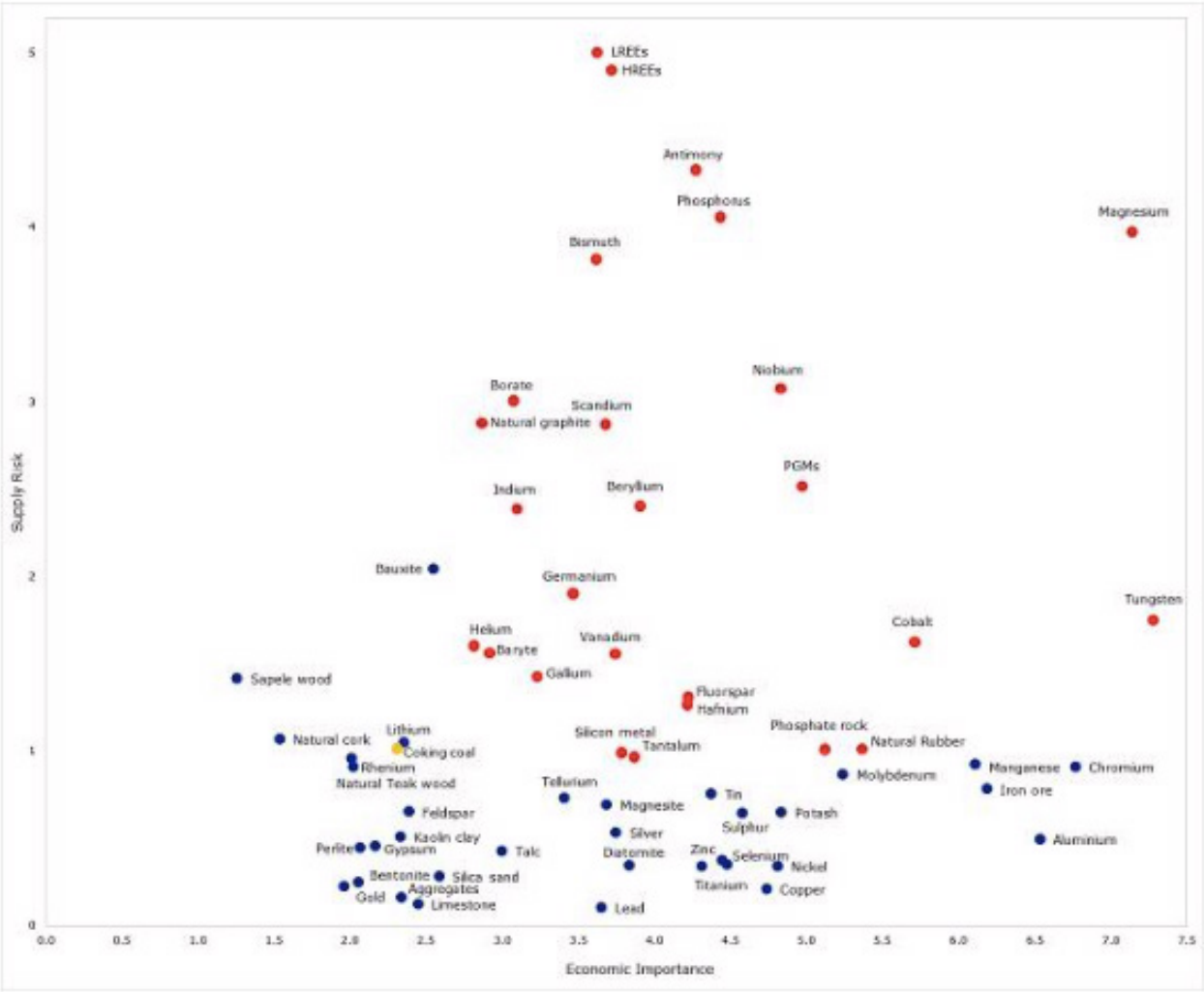


Fig 14. *Gráfico de riesgo de la disponibilidad en función de la importancia económica de elementos utilizados como materia prima. Fuente: Comisión Europea [10].*

RESULTADOS

El resultado es el hallazgo de recursos específicos motivadores que facilitan la implementación práctica de un aprendizaje enfocado en competencias integradoras tecnológicas y sociales, políticas y actitudinales. El conocimiento es adquirido en la perspectiva de vincularse con un problema específico. Las evaluaciones ponen de manifiesto la competencia transversal que guarda relación con el manejo de conceptos básicos para la resolución de situaciones y la multiplicidad de respuestas para un resultado correcto. El alumno se familiariza con los conocimientos en una actitud de aprendizaje.

CONCLUSIONES

Esta metodología permite la adquisición de información disciplinar básica y también la referida a su empleo en problemas específicos.

Las capacidades promovidas en nivel elemental son:

a. Desarrollo profesional integral: particularmente en el trabajo colaborativo, el lide-

razgo y la disciplina.

b. Autonomía: desarrollando el aprender a aprender, la motivación y la reflexividad.
c. Impulso de la creatividad: fomentando la iniciativa, la confianza y el espíritu crítico.
d. Innovación para solucionar problemas: poniendo énfasis en la imaginación y el pensamiento lateral.
e. Capacidad para implementar tecnológicamente una alternativa de solución.

Estas capacidades permiten la adquisición de competencias integradoras tecnológicas (d, e) y sociales-actitudinales (a, b, c). •

🕮 REFERENCIAS

[1] D.H. Schunk *Teorías del Aprendizaje, una perspectiva educativa*. pp 568. Ed Pearson Educación Sexta Edición México 2012

[2] A. Gálvez. "Motivación hacia el estudio y cultura escolar: estado de la cuestión". *Pensamiento psicológico*, 2 (6), 87-101, 2006

[3] J. Ospina. "La motivación, motor del aprendizaje". *Ciencias de la Salud*, 4, 158-160, 2006.

[4] R. Chang. *Principios Esenciales de Química General*. Cuarta edición, McGraw-Hill, Madrid, 2006, pp 1063.

[5] CONFEDI, Propuesta de estándares de segunda generación para la acreditación de carreras de ingeniería en la República Argentina "Libro Rojo de CONFEDI". Rosario, Argentina, 2018.

[6] Y. I. Jiménez, j. Hernández y M. A. González."Competencias Profesionales en la Educación Superior: justificación, evaluación y análisis". *Innovación Educativa*, ISSN: 1665-2673 vol. 13, número 61pp. 45-65. enero-abril, 2013.

[7] A. Díaz Barriga. "El enfoque de competencias en la educación. ¿Una alternativa o un disfraz de cambio?" *Claves, Perfiles Educativos*. vol. XXVIII, núm. 111, pp. 7-36, 2006.

[8] I.Tanarro. "Plasma, el cuarto estado de la materia". Presentación incluida entre las actividades de divulgación y comunicación social de la Semana de la Ciencia y la Tecnología en el Consejo Superior de Investigaciones Científicas, http://www.semanadelaciencia.csic.es/. http://hdl.handle.net/10261/42203, Nov, 2011 [Feb 20, 2019].

[9] The Túzaro. "Física del estado sólido y Física de Semiconductores: lo que hay que saber". https://thetuzaro.wordpress.com/tag/semiconductores-tipo-p/ , Feb. 20, 2012 [Feb.

5, 2019].

[10] European Commission. “Critical Raw Materials. 2017”. http://ec.europa.eu/growth/sectors/raw-materials/specific-interest/critical_en [Feb.5, 2019].

Comprensión del concepto de corriente alterna en primer año de carreras de Ingeniería

Litvack, Federico Julio - federicolitvack@gmail.com
Chesini, Ezequiel - echesini@unc.edu.ar
Drudi, Susana - sudru2002@yahoo.com.ar

Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales - Universidad Nacional de Córdoba

RESUMEN · Se describe la experiencia que se realiza en la cátedra Taller y Laboratorio en el proceso de migración de enseñanza por objetivos a la enseñanza por competencias. Se centra el trabajo en la descripción de la propuesta didáctica para enseñar el concepto de corriente alterna, originalmente pensadas para promover el aprendizaje activo bajo un paradigma de enseñanza por objetivos y como están migrando las actividades del aula a la enseñanza por competencias. Se describen las actividades realizadas hasta el momento y los cambios que faltan realizar, particularmente en lo concerniente a evaluación formativa.

Palabras clave — Constructivismo, corriente alterna, experimentación, formación en ingeniería, aprendizaje activo, formación por competencias.

ABSTRACT · This article describes the experience that exists in Taller y Laboratorio Chair, in the migrating process of teaching by objectives to teaching by competences. The work focuses on the didactic proposal description to teach the concept of alternating current, originally designed to promote active learning under an objectives teaching paradigm and how classroom activities are migrating to teaching by competencies. The changes made so far and the changes that need to be made are described, particularly regarding formative evaluation.

Keywords — Constructivism, alternating current, experimentation, Engineering education, active learning, competency based education.

»

INTRODUCCIÓN

Lograr que los estudiantes de primer año de ingeniería comprendan el concepto de corriente alterna es un desafío para la tarea docente. Un buen punto de apoyo para enseñar es partir reconociendo lo conocido por los estudiantes y generar un espacio en el cual puedan incorporar conocimientos experienciales.

En este trabajo se comparte la experiencia que se realiza en la asignatura Taller y Laboratorio, en cursos de primer año de Ingenierías Electrónica, Biomédica y en Computación, en la Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales (FCEFyN) de la Universidad Nacional de Córdoba (UNC). El objeto de estudio de esta asignatura son los circuitos eléctricos simples vistos desde tres aspectos que se interrelacionan en la práctica profesional de la ingeniería:

el modelado, la construcción material y la medición. Se prioriza un enfoque tecnológico, basado en trabajos de laboratorio que generen situaciones de aprendizaje que favorezcan la disposición a desaprender y a cambiar modelos mentales, a tolerar los errores, a experimentar y a cuestionar. La finalidad de esta materia es que el estudiante comience a conocer la práctica de la ingeniería en la resolución de problemas utilizando los circuitos eléctricos simples como elementos de trabajo concreto en el proceso de modelado armado y medición. Aunque el plan de estudio vigente fue redactado hace 14 años bajo el paradigma de una enseñanza por objetivos, (declarando en el mismo objetivos tales como: motivar a los estudiantes con actividades relacionadas con la práctica profesional; aportar a nivelar la diversidad de conocimientos y capacidades prácticas con que ingresan; iniciarlos en prácticas de taller y laboratorios de electrónica relacionadas con la construcción y medición de sistemas electrónicos elementales; incentivar a los alumnos a utilizar los instrumentos conforme se avanza en las mediciones.), en la práctica, se ha comenzado a implementar la enseñanza por competencias y en esta materia en particular se pretende colaborar en el desarrollo de dos competencias específicas redactadas de acuerdo a lo propuesto por el Libro Rojo de CONFEDI [1] :

- Competencia para Interpretar, modelar, armar y medir circuitos eléctricos simples.
- Competencia para utilizar de manera efectiva las técnicas y herramientas de la ingeniería.

Y se busca que el alumno logre:

- Comprender el concepto de modelado de circuitos eléctricos.
- Establecer diferencias y relaciones entre resultados de medición y resultados de cálculo.
- Comprender el concepto de incertidumbre de una medición y relacionar el error de medición con la precisión necesaria en el cálculo de modelos matemáticos.
- Utilizar de manera correcta el vocabulario técnico utilizado para expresar ideas que involucren parámetros eléctricos.

El desarrollo general de la materia se realiza mediante actividades de laboratorio, en las que se trabaja en el cálculo, armado y medición de circuitos eléctricos. Las actividades se desarrollan en grupos, lo que permite el trabajo en equipo, el debate como metodología de aprendizaje y el aprendizaje colaborativo. Se presenta cada tema, en lo posible, con un enfoque sistémico que permita aprender a abstraer, generalizar y relacionar estas abstracciones en situaciones específicas y prácticas. Se proponen tipos de problemas y se reflexiona sobre sus características para sistematizar análisis más que presentar cantidad

de ejercicios iguales y aplicar fórmulas. Se insiste en que los alumnos elaboren sus propios problemas y aprendan a transferir conocimientos a situaciones nuevas, sobre la base de ciertas analogías, admitiendo sus posibles límites y riesgos. Se trabaja la interrelación entre distintas formas de representación y el valor del lenguaje natural en estas interrelaciones. El docente orienta la realización de las prácticas y la resolución de los problemas propuestos, trabajando con grupos en cada banco de prácticas (Figura 1).

Fig 1. *Ambiente de aprendizaje en la asignatura Taller y Laboratorio.*

La materia Taller y Laboratorio, tiene un promedio de 800 estudiantes anuales y 50 estudiantes por comisión. Se desarrolla en 16 encuentros presenciales, de los cuales tres se utilizan para el desarrollo de exámenes escritos. Los encuentros restantes son actividades de laboratorio en grupos, donde el docente actúa como guía. Las clases expositivas se han ido reduciendo a lo largo de los años, utilizando el tiempo de la clase para el trabajo de los grupos en los bancos del laboratorio. Se describe a continuación una clase típica, que puede durar 3 (tres) horas. En esta clase se aborda la relación entre efectos perceptibles (audibles, táctiles y visuales) de una señal de corriente alterna con el modelo matemático que la representa. Para ello, se utilizan elementos de uso común en un laboratorio de enseñanza de electrónica, tales como un generador de funciones, un osciloscopio, conectores y transductores. En el generador de funciones se establecen frecuencias audibles que se reproducen en un parlante. A partir de las características perceptibles de la onda escuchada (volumen, tono y timbre) se encuentra el correlato en la onda eléctrica mostrada en el osciloscopio (amplitud, frecuencia y forma de onda). También se plantea un enlace por aire de ondas sonoras que son captadas y reproducidas en el osciloscopio, lo cual permite abordar conocimientos más específicos de la ingeniería tales como ruido, señal, enlace y distorsión. Una vez que el estudiante interpretó estos conceptos, aunque se trate de una

experiencia con un pequeño rango de valores (las frecuencias audibles), habrá comprendido los parámetros más relevantes de una señal eléctrica y algún modelo matemático o gráfico que la representa.

EL ROL DE LA EXPERIMENTACIÓN EN LA FORMACIÓN DEL PENSAMIENTO NO VERBAL EN INGENIERÍA El pensamiento tecnológico tiene algunas características que lo diferencian del científico, como en el diseño, propio del quehacer tecnológico, que parte de la concepción en la mente del ingeniero para luego plasmarse en un plan o configuración detallada, y finalmente materializarse en un producto tecnológico concreto. Ciapuscio [2] dice que se puede ver a la tecnología como un espectro, con ideas en un extremo y técnicas o cosas en el otro, con el diseño a medio camino. Las ideas tecnológicas pueden ser plasmadas en el diseño. Este a su vez puede ser implementado por técnicas o herramientas para producir artefactos o sistemas.

Para referirse al pensamiento tecnológico, Robert McGinn [3] distingue cuatro fuentes o bases, tales como la observación directa y experiencia de primera mano, las actividades sistemáticas (como el uso riguroso de métodos experimentales específicos), la comprensión científica, y finalmente, la inspiración intuitiva y la imaginación del ingeniero respecto a cuál sería el procedimiento apropiado para una tarea tecnológica dada, tal como el diseño o la producción. Tanto la inspiración intuitiva como la imaginación necesarias para el diseño innovador introducen una idea que Eugene Ferguson [4], denominó “pensamiento no verbal” en tecnología, que se refiere al pensamiento en términos de imágenes visuales. Ferguson (1992) [4], analiza la naturaleza y la historia del diseño ingenieril. Señala que la imaginación se enraíza principalmente en formas cognitivas no verbales basadas en la experiencia del tecnólogo. Afirma que nuestros sentidos perciben modelos y los almacenan en formato no verbal en lo que llama “el ojo de la mente”. El ingeniero extrae de su experiencia sensorial almacenada los juicios innovativos y los criterios sólidos necesarios para el proceso de diseño. Además, comenta críticamente que “esta era científica” asume demasiado fácilmente que cualquier conocimiento que se incorpora a los artefactos de la tecnología se deriva de la ciencia, ignorando las numerosas decisiones no-científicas, grandes y pequeñas, que hacen los tecnólogos cuando diseñan el mundo que habitamos, determinando formas, dimensiones, aspecto y texturas.

FUNDAMENTOS PEDAGÓGICOS-DIDÁCTICOS La materia toma en cuenta, entre otros, el enfoque de enseñanza para la comprensión [5]. Los desempeños de compren-

sión requieren actividades donde los estudiantes ponen en juego sus conocimientos previos y creencias y los van modificando, extendiendo, transfiriendo y aplicando. La enseñanza para la comprensión se sustenta en el aprendizaje constructivo, donde la nueva información modifica la estructura cognitiva de quien aprende [5] y [6].

En el Documento Curricular del Ciclo General de Conocimientos Básicos en Ingeniería, se establece que "la formación de un ingeniero para el siglo XXI debería contemplar una formación inicial que le brinde sólidos conocimientos básicos integrados en competencias, a través de la relación dialéctica entre teoría y práctica que posibilita el desarrollo de las competencias mediante sucesivas aproximaciones a las problemáticas que requieren el uso de herramientas conceptuales y procedimentales de las ciencias básicas. De este modo, la teoría apropiada se transforma y se consolida a partir de su instrumentación en la práctica y la actuación en la práctica se enriquece y modifica por el aporte de referentes teóricos, contribuyendo así a una sólida formación teórico-práctica" [7].

Estudios recientes han demostrado que ha mejorado el desempeño de los estudiantes cuando se utilizan metodologías que fomentan el aprendizaje activo. Se denomina aprendizaje activo a aquel que guía a los estudiantes en la construcción de su conocimiento a través de la observación directa de fenómenos [8]-[13].

El aprendizaje tradicional se caracteriza porque el docente y los libros son las fuentes del conocimiento y no requieren la colaboración de los estudiantes para el desarrollo de las clases. Tampoco son consideradas las creencias de los estudiantes para preparar una clase y el laboratorio se usa para confirmar lo aprendido. Aunque depende del profesor, en las clases expositivas los estudiantes suelen perder la atención al cabo de un relativamente corto tiempo.

Con el aprendizaje activo los estudiantes construyen su conocimiento realizando actividades que desafían sus predicciones (basadas en sus creencias). Observando las experiencias los estudiantes cambian sus creencias cuando el resultado esperado es diferente del observado. El laboratorio se usa para aprender conceptos. Además, al utilizar los conceptos para resolver diferentes situaciones concretas aumenta la retención de los mismos.

La realización de actividades prácticas facilita el mantenimiento de la atención. Además, el docente, al observar el desarrollo de las actividades obtiene indicios de la comprensión de los temas abordados, y puede utilizar esta información como insumo para reforzar contenidos pobremente asimilados antes de cerrar la clase.

Un cambio notable se reconoce en el rol docente, ya que su función más relevante es la de ser un facilitador que guía el aprendizaje [8]-[13].

DESARROLLO DE LA EXPERIENCIA Una primera dificultad que afrontan los estudiantes es comprender la variación de la señal en el tiempo, y poder interactuar con un modelo que la representa. Por ejemplo, en una tensión alterna, comprender que cada punto de la senoide es el valor de la tensión en un instante. Figura 2 y ecuaciones (1), (2) y (3).

Se propone como modelo matemático simplificado de la función seno, la siguiente ecuación

$$V(t) = V_{máx} \text{ sen } \omega \, t \quad \textbf{(1)}$$

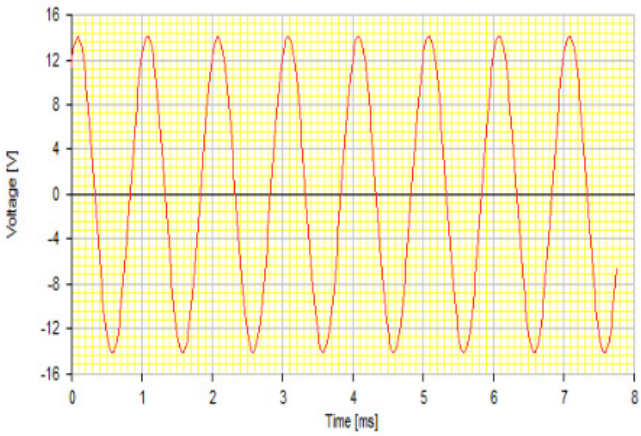


Fig 2. *Representación gráfica de la función seno*

Donde *V(t)* es la función de la tensión variable en el tiempo, $V_{máx}$ es el valor máximo de la tensión, ω la pulsación y *t* el tiempo.

$$\omega = 2\Pi f \quad \textbf{(2)}$$

$$f = 1/T \quad \textbf{(3)}$$

Donde *f* es la frecuencia y *T* es el período.

Es conveniente mencionar aquí que los estudiantes ya conocen cómo se muestra una señal el osciloscopio y para qué se utiliza un generador de funciones.

(A) INCORPORACIÓN DEL PARÁMETRO TIEMPO · Se pretende que el estudiante sea capaz de observar en el osciloscopio una señal variable en el tiempo para relacionar adecuadamente los parámetros del modelo matemático que representa la señal con la imagen que se observa en la pantalla del instrumento.

En clases previas, los estudiantes han medido tensiones continuas con voltímetro y han sido introducidos al uso del osciloscopio. En esta instancia se invita a describir lo que mostraría el osciloscopio al conectarlo a una tensión continua. Midiendo con el voltímetro, en el que aparece un valor fijo, el paso del tiempo no se hace explícito. Algunos suponen que va a aparecer un punto fijo en la pantalla y tienen dificultades para interpretar la línea como una tensión constante. Al medir una corriente continua con un osciloscopio, cuya pantalla

muestra un diagrama cartesiano “tensión versus tiempo”, la variable tiempo se pone de manifiesto. Queda explícito que para todos los instantes el valor de tensión permanece igual. Se propone que discutan entre los integrantes del grupo acerca de lo que esperaban ver y lo que vieron.

Luego, se pregunta qué esperan ver al conectar una tensión que varía periódicamente en el tiempo. Para corroborar las respuestas, se conecta una señal alterna de muy baja frecuencia del orden de un Hertz o menos. Los alumnos podrán ver en la pantalla un punto moviéndose a lo largo del eje de los tiempos pero también variando su amplitud cíclicamente. Estos dos experimentos sencillos están orientados a que los estudiantes incorporen a través de la práctica, como medio para confrontar sus supuestos, un nuevo parámetro: el tiempo.

Además, facilita la construcción del concepto de valor instantáneo, diferenciándolo de la representación cartesiana de la onda de alterna, donde se muestra el valor de sucesivos puntos a lo largo del tiempo.

(B) BARRIDO EN FRECUENCIA · Se pretende que el estudiante sea capaz de asociar el tono audible con el período medido en el osciloscopio para relacionar el tono y la medición del osciloscopio con el parámetro T del modelo matemático.

Se aprovechan los conocimientos previos sobre sonidos y música que pueden tener incorporados los estudiantes para abordar el conocimiento de la tensión alterna.

En una primera instancia se pide a los estudiantes conectar un parlante al generador de funciones. Se ajusta una frecuencia muy baja y se indica a los jóvenes percibir por tacto las vibraciones en el cono del parlante. Luego, se sugiere subir paulatinamente la frecuencia del generador y continuar percibiendo las vibraciones, describiendo lo que sucede. Se formulan preguntas como: ¿qué sucede si se varía la amplitud y la frecuencia del generador?

Continuando la experiencia, se conecta el generador a un parlante y a un osciloscopio. Se indica realizar un barrido en frecuencia desde cero Hertz, donde podrán observar los sonidos en el rango audible y relacionar con la forma de onda en el osciloscopio. De esta manera podrán asociar las frecuencias elevadas con sonidos agudos y las frecuencias bajas con sonidos graves. Dentro de esta misma experiencia se les indicará que cambien la amplitud, la frecuencia y la forma de onda. Obtendrán así, sonidos de diferentes intensidades, tonos y timbres.(Figura 3.)

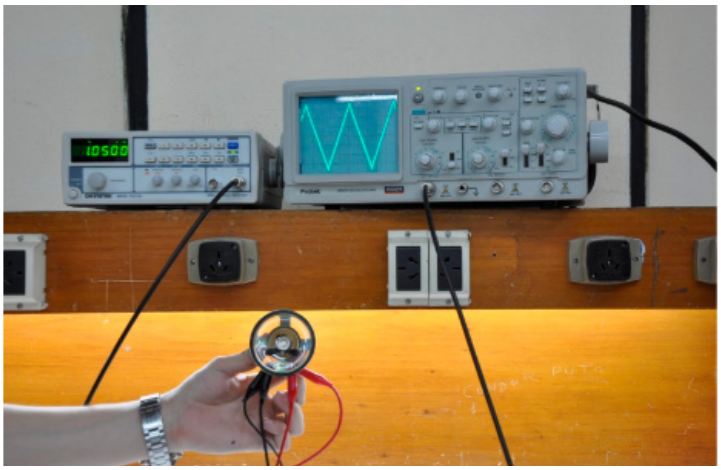


Fig 3. *Experiencia de percepción del rango audible.*

(C) IDENTIFICACIÓN DE FRECUENCIAS · Se pretende que el estudiante sea capaz de asociar la nota "LA" y el tono del teléfono con el período medido en el osciloscopio, calculando correctamente la frecuencia.

Se usan un diapasón, y el tono del teléfono. En este caso se usa el parlante como micrófono, conectado al osciloscopio, en el que se observa la frecuencia que produce el diapasón. Para percibir el tono del teléfono, se colocan 400 Hz en el generador, al que se conecta un parlante y los estudiantes pueden reconocer el tono del teléfono.(Figura 4.)

Fig 4. *Observación de la frecuencia que genera un diapasón de la nota "La" (440 Hz)*

(D) ENLACE POR AIRE · Finalmente, se emplea un parlante conectado al generador como emisor y otro como receptor, conectado al osciloscopio. Se pretende que el estudiante sea capaz de observar un enlace de una señal de audio para poner de manifiesto la distorsión de la señal producida por el ruido ambiente, comparando la forma de la imagen en el osciloscopio de la señal pura y distorsionada.

Se pregunta a los estudiantes que esperan observar en el osciloscopio. De manera similar a la actividad anterior, se identifican las frecuencias en el osciloscopio y se comparan

con la frecuencia indicada por el generador. Los alumnos podrán apreciar la distorsión de la señal provocada por el ruido del medio que es también captado por el micrófono. (Figura 5.)

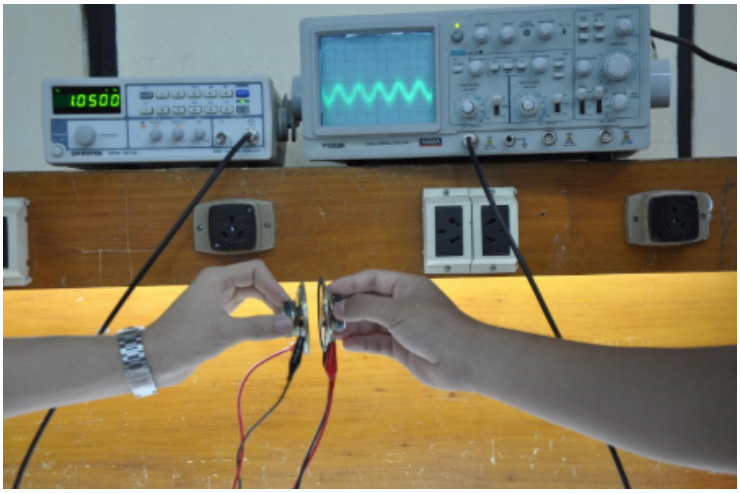


Fig 5. *Enlace por aire de la señal*

(E) ACTIVIDADES AUTÓNOMAS · Se pretende que el estudiante sea capaz de relacionar señales complejas de la vida diaria, como la voz humana, con señales simples y adquiera confianza en la posibilidad de medir dichas señales y obtener parámetros para poderlas modelar de manera suficiente.

Luego de realizar estas actividades guiadas, se desafía a los estudiantes a predecir lo que aparecerá en el osciloscopio si ellos hablan frente a un parlante conectado al instrumento (funcionando como micrófono). También se les propone que estimen el rango audible. Luego de sus respuestas se los invita a experimentar para corroborar las hipótesis. Finalmente se insta a los estudiantes a citar situaciones concretas donde se usa o se podría usar algo de lo visto, reconocer interferencias (ruidos eléctricos) en algún enlace, distorsiones de señales, etc. Figura 6.

Fig 6. *Estudiante experimentando libremente para corroborar sus hipótesis.*

EVALUACIÓN SUMATIVA La evaluación sumativa que se utiliza como medio de acreditar la promoción de la materia, es la descripta en el plan de estudios y consiste en dos parciales escritos y un trabajo final consistente en armar y presentar funcionando un montaje de un dispositivo electrónico sencillo, con adecuada presentación de sus especificaciones y verificación de algunas de las que sean pertinentes para la materia.

Los tipos de problemas son similares a los resueltos en clase y se hace una devolución general a los alumnos de la evaluación realizada, a la que tienen acceso para revisarla. La evaluación se considera un momento particular de aprendizaje, en que no se incorporan contenidos, sino que se acentúa la ejecución individual de prácticas utilizando los conocimientos disponibles, sobre las que el estudiante debe saber argumentar cómo y por qué resuelve de una determinada forma. Se minimizan las preguntas con opciones fijas e insta al estudiante a buscar caminos alternativos de resolución, explicación o verificación. Se da importancia al cálculo aproximado y a la comprensión global del problema. En general se trata que los alumnos integren aspectos prácticos y teóricos y valoren el papel de los distintos tipos de representaciones que conocen.

EVALUACIÓN FORMATIVA La implementación de un modelo educativo basado en competencias, busca integrar el conocimiento con el desarrollo de habilidades, actitudes y valores que componen una competencia. La pregunta importante que debemos hacernos como profesores es ¿Cómo podemos asegurarnos que un alumno adquiere las competencias definidas para un curso en particular? Para responder a esta pregunta, el primero paso es buscar una línea congruente entre las actividades que realizan los alumnos en clase y la forma en la que están siendo evaluados. Todavía se mantiene una brecha entre lo que esperamos que aprendan los alumnos y la inercia de evaluarlos de la forma tradicional con exámenes. En los cursos de electrónica existe el problema de vincular la teoría con la práctica incluso cuando nos apoyamos en prácticas de laboratorio y/o proyectos finales. Queda por implementar en las actividades descriptas un instrumento de evaluación que permita a los estudiantes tener una realimentación más eficaz de su desempeño. Se está trabajando en la elaboración de una rúbrica que considere en forma más específica y explícita cada indicador de desempeño a evaluarse. Para desarrollar la competencia de interpretar, modelar, armar y medir circuitos eléctricos simples, la rúbrica deberá incluir indicadores que den cuenta de:

- Identificar los alcances y limitaciones de las técnicas y herramientas a utilizar.
- Seleccionar el instrumento y la escala adecuada para poder medir con la precisión

necesaria un parámetro eléctrico de un circuito.

- Seleccionar y resolver con la precisión adecuada las fórmulas necesarias para poder predecir el comportamiento de un circuito eléctrico.
- Estimar el valor a medir de un parámetro eléctrico, aproximando el resultado de un cálculo.

CONCLUSIONES En este tipo de actividades se observa alta participación de los estudiantes. Al trabajar con elementos concretos e instrumentos que permiten visualizar variables, ellos formulan y responden una variedad de cuestiones, lo que da la pauta del interés despertado, al tiempo que aprenden a utilizar los instrumentos para visualizar fenómenos.

La enseñanza por competencias exige el desarrollo de un método de evaluación continua fácil de interpretar por los estudiantes en un proceso de realimentación autónomo. El desarrollo de éste método de evaluación no es trivial y se deberá trabajar en él de manera continua. Con las actividades propuestas se busca que los estudiantes de ingeniería desarrollen habilidades relacionadas con la formulación de preguntas y la elaboración de inferencias, o bien, la aproximación a respuestas, junto a la capacidad de proponer diferentes alternativas al momento de solucionar un problema.

La evaluación sumativa que se realiza para cumplir los requisitos del plan de estudio vigente, debe complementarse con instrumentos y métodos de evaluación formativa que sean aptos para aplicar en cursos numerosos y útiles para el proceso de re alimentación que necesitan los estudiantes en su formación.

En los grupos de trabajo se ha logrado un ambiente de cooperación y debate en la evaluación de resultados. Los alumnos, que como se mencionó, están en un curso de primer año, interaccionan en un entorno de aprendizaje que beneficia la discusión, comparación y puesta en común de las ideas y de lo observado en las experiencias. •

🕮 REFERENCIAS

[1] Consejo Federal de Decanos de Ingeniería - CONFEDI, “Propuesta de estándares de segunda generación para la acreditación de carreras de Ingeniería en la República Argentina “Libro Rojo de CONFEDI” Universidad FASTA Ediciones, 2018, Anexo I p.31-33

[2] Ciapuscio, H., “El fuego de Prometeo. Tecnología y Sociedad”, Eudeba, 1994.

[3] Robert McGinn, “Science, technology, and society” Edit. Prentice Hall, 1991.

[4] Eugene S. Ferguson “Engineering and the Mind’s Eye” Editor MIT Press, 1994.

[5] Perkins, David “Un aula para pensar: aprender y enseñar en una cultura de pensamiento” Edición 3ª ed. Aique, 1998.

[6] Perkins, David “El marco conceptual de la enseñanza para la comprensión” En *La enseñanza para la comprensión: guía para el docente*. Paidós, 1999.

[7] Documento Curricular Ciclo General de Conocimientos Básicos en Ingeniería. (CGCB). Red de Facultades de Ingeniería:

[8] P. W. Laws, “Calculus-based physics without lectures,” Physics today, 1991, cap. 44:12, p.p. 24-31

[9] P. W. Laws, “Workshop Activity Physics Guide”, Hoboken, N J Wiley, 1997.

[10] D. R. Sokoloff And R. K. Thornton, “Using interactive lecture demonstration to create an active learning environment” The Physics Teacher, 1997, ch.36: 6, p. 340

[11] D. R. Sokoloff And R. K. Thornton, “Interactive lecture demonstration”, Hoboken, N. J. Wiley, 2004.

[12] D.R. Sokoloff, R. K. Thornton And P. W. Laws, “Real Times Physics”, module 3: Electric Circuits, Hoboken, N. J. Wiley, 2004.

[13] R.M. Felder & R. Brent, “Learning by Doing.” Chem. Engr. Education, 2003, 37(4), p.p. 282–283.

La investigación-acción como motor de cambios pedagógicos para promover el desarrollo de competencias en la formación del bioingeniero

Carrere, Lucía Carolina - ccarrere@ingenieria.uner.edu.ar
Perassi, Marisol Liliana - mperassi@ingenieria.uner.edu.ar
Grupo de Investigación y Desarrollo en Enseñanza de la Ingeniería,
Facultad de Ingeniería - Universidad Nacional de Entre Ríos

Waigandt, Diana - dwaigandt@ingenieria.uner.edu.ar
Miyara, Alberto - amiyara@ingenieria.uner.edu.ar
Escher, Leandro - lescher@ingenieria.uner.edu.ar
Lapyckyj, Iván - ilapyckyj@ingenieria.uner.edu.ar
Pita, Gustavo - gdpita@ingenieria.uner.edu.ar
Ravera, Emiliano - eravera@ingenieria.uner.edu.ar
Facultad de Ingeniería - Universidad Nacional de Entre Ríos

RESUMEN · La educación universitaria en general, y en particular la formación de ingenieros, se encuentra atravesando un proceso profundo de revisión en Argentina. El enfoque de competencias se propone como una de las alternativas para responder a esta necesidad y revisar los procesos de evaluación es indispensable para ello. En este trabajo se describen los cambios en la estrategia didáctica y de evaluación utilizada para la enseñanza de Cálculo Vectorial (CV) y Ecuaciones Diferenciales (ED) generados a partir de un proceso de Investigación-Acción y que aportan al desarrollo de las siguientes competencias genéricas establecidas por el Consejo Federal de Decanos de Ingeniería: identificar, formular y resolver problemas de ingeniería; desempeñarse de manera efectiva en equipos de trabajo; comunicarse con efectividad; aprender en forma continua y autónoma. La construcción de un plan de evaluación en CV y ED, permitió focalizar el trabajo de docentes y de estudiantes en el desarrollo de competencias y no sólo en la enseñanza de contenidos, logrando así una "convivencia" entre la lógica disciplinar y la lógica de la formación por competencias, necesaria en el contexto de los diseños curriculares por asignaturas.

Palabras clave — Investigación-Acción, Competencias, Evaluación, Bioingeniería.

ABSTRACT · Higher education in general, and engineering education in particular, are undergoing major revision in Argentina. In this sense, a competency-based learning approach is an alternative for responding to the new demands. Moreover, making adjustments to the assessment practices is essential. This article describes the changes introduced in the didactic and evaluation strategies used for teaching Vector Calculus and Differential Equations as a result of an Action-Research process. The approach contributes to the development of the following generic competences established by CONFEDI: to identify, formulate and solve engineering problems; to perform effectively as a team member; to communicate effectively; to learn in a continuous and autonomous way. The construction of an assessment plan allowed both the teachers and the students to focus on the development of competences instead of only teaching and learning contents. These changes contributed to the "coexistence" of disciplinary logic and the logic of competences which is essential in subject-centered curriculum designs.

Keywords — Action research, Competences, Assessment, Bioengineering.

»

INTRODUCCIÓN La Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Entre Ríos (FIUNER) es una institución educativa perteneciente al sistema universitario público de la Argentina, creada en el año 1984. En ella se dicta, desde el momento de su creación, la carrera de Bioingeniería. Esta carrera está estructurada en dos ciclos, el primero, de tres años, y comprende cursos de matemática, física, química, biología y tecnologías básicas; mientras que el segundo, de dos años y medio de duración, se focaliza en las tecnologías biomédicas y otros aspectos de la formación profesional.

Las asignaturas Cálculo Vectorial (CV) y Ecuaciones Diferenciales (ED), se encuentran en el segundo año de la carrera de Bioingeniería. Hasta el año 2008, la propuesta didáctica de las mismas comprendía clases de teoría y de práctica con escasa participación de los estudiantes, y la metodología de evaluación se centraba en implementación de exámenes tradicionales. A partir de una serie de cambios institucionales y en la conformación del equipo docente se plantearon como objetivos de las asignaturas proporcionar los conocimientos necesarios para abordar temáticas específicas de la disciplina y, además, promover en los estudiantes el desarrollo de competencias que les permitan aprender de manera continua y abordar la resolución de problemas con ingenio, creatividad y responsabilidad social.

Para poder alcanzar estos objetivos fue necesario modificar las prácticas de enseñanza y de evaluación, lo cual dio origen a los siguientes interrogantes:

- ¿Cómo enseñar los contenidos de matemática necesarios para abordar los temas específicos y al mismo tiempo promover en el estudiante el desarrollo de competencias?
- ¿Cómo generar en nuestros cursos de matemática un proceso de evaluación que tienda a una mayor integración con los procesos de enseñanza y de aprendizaje?
- ¿Qué formas de evaluación pueden contribuir al proceso de aprendizaje de los estudiantes de matemática en Bioingeniería?
- ¿Qué propuestas didácticas y de evaluación facilitan en el estudiante una participación activa?
- ¿Es posible crear escenarios con el estudiante como protagonista principal donde los errores surjan, se reconozcan, se compartan, se analicen, sin que esto genere temores?

Reconocer la complejidad del problema y encontrar soluciones al mismo, motivó a un grupo de docentes de Matemática de la FIUNER a iniciar un proceso de Investigación-Acción. Surgió así un equipo de investigación interdisciplinario, integrado por profesores, ingenieros, una pedagoga y una especialista en lenguas, permitiendo abordar el problema

investigado desde diferentes disciplinas y perspectivas, con investigadores que lo estudiaron desde el interior de la cátedra pero también desde una mirada externa.

Este equipo llevó a cabo dos ciclos de Investigación-Acción (I-A), formalizando cada uno de éstos en un proyecto de investigación. El primer ciclo (PID-UNER N° 6098) se focalizó en el análisis de situaciones didácticas que favorezcan la participación activa del estudiante en el proceso de aprendizaje [1]. En ese marco, el equipo reconoció la importancia del proceso de evaluación y la necesidad de investigarlo, por lo cual desarrolló un segundo ciclo (PID-UNER N° 6154), en el cual se profundizó, con una mirada crítica, sobre la evaluación de los aprendizajes [2].

Estos ciclos de investigación, a su vez, confluyen con el enfoque basado en competencias actualmente propuesto en nuestro país como modelo de formación de ingenieros por el Consejo Federal de Decanos de Ingeniería de la República Argentina (CONFEDI) [3].

En este trabajo se describen los cambios en la estrategia didáctica y de evaluación utilizada para la enseñanza de CV y ED generados a partir del proceso de Investigación-Acción y que aportan al desarrollo de las siguientes competencias genéricas establecidas por CONFEDI [3]:

- Identificar, formular y resolver problemas de ingeniería.
- Desempeñarse de manera efectiva en equipos de trabajo.
- Comunicarse con efectividad.
- Aprender en forma continua y autónoma.

MARCO TEÓRICO

La educación universitaria en general, y en particular la formación de ingenieros, se encuentra atravesando un proceso profundo de revisión. En este contexto, se torna cada vez más necesario reflexionar acerca de cómo se enseña, cómo se aprende y cómo se evalúa para formar profesionales críticos que puedan enfrentar las necesidades del mundo actual. La formación por competencias se propone como una de las alternativas para responder a esta necesidad.

Se entiende que la formación por competencias implica la “capacidad de articular eficazmente un conjunto de esquemas y valores, permitiendo movilizar distintos saberes, en un determinado contexto con el fin de resolver situaciones profesionales” [4], es decir, se trata de centrar la formación en saberes integrados y en acción, por lo cual se requieren de estrategias de aprendizaje activo y centrado en el estudiante. En este sentido, el docente favorece el desarrollo de competencias cuando despliega una serie de dispositivos que involucran al alumno activamente o crea situaciones en la cuales se aprende haciendo,

apelando al conocimiento y a la reflexión en la acción [5].

El aprendizaje activo pone de relieve la participación por parte de quien aprende, principio básico de la pedagogía que sin embargo muchas veces en la universidad no encuentra su correlato en las prácticas docentes: "Bien vista, una pedagogía activa no debería ser considerada una innovación. Porque el aprendizaje es activo o no es. No hay opción (...). Quien no tiene un rol activo en su proceso de aprendizaje, sencillamente no aprende" [6].

Uno de los principales aportes de este enfoque es reflexionar sobre "Cuál es la finalidad de lo que se enseña: llenar la cabeza de información que se retenga y sea reproducida en los esquemas y textos mostrados en la escuela, o formar un individuo con capacidad propia de razonamiento y con un conjunto de habilidades que le permitan resolver situaciones cotidianas" [7, pp. 33].

En este sentido, el autor plantea que este enfoque puede tener una modificación en los modelos de enseñanza tradicionales si es que se logra pasar de los modelos centrados en la información a modelos centrados en el desempeño con participación activa del estudiante.

Por otra parte, numerosas investigaciones indican que los sistemas de evaluación implementados por los docentes influyen en el proceso de aprendizaje de los estudiantes [7][8][9], por ejemplo en el enfoque de estudio ya sea superficial o profundo que ellos adoptan, entre otras

El sentido concedido a la evaluación en el campo educativo ha ido variando a lo largo del tiempo. En los años 60 Michael Scriven distingue entre "evaluación formativa", refiriéndose a la información que se usa para introducir mejoras en un programa educativo que aún se encuentra en desarrollo, y "evaluación sumativa", que se utiliza para valorar el resultado final del mismo [10].

En el enfoque formativo el estudiante adquiere un rol protagónico al plantearse una meta de aprendizaje a seguir, comparar el nivel actual de su desempeño con dicha meta y comprometerse en una acción orientada por el docente que conduzca a la disminución de la brecha. Esto requiere que los profesores y los estudiantes tengan una comprensión y una apropiación compartida de los objetivos de aprendizaje y que los estudiantes sean capaces de supervisar su propio mejoramiento [11]. Diferentes investigaciones han revelado que los estudiantes mejoran su aprendizaje cuando se involucran activamente en el proceso de evaluación [12][13].

El informe más influyente y ampliamente citado sobre la evaluación formativa ha sido la revisión realizada por Paul Black y Dylan Wiliam [14]. Los autores definieron la evaluación formativa como: "aquella que abarca todas las actividades llevadas a cabo por los

docentes, y/o por sus estudiantes, las cuales proveen información para ser usada como retroalimentación para modificar las actividades de enseñanza y de aprendizaje en las que están involucrados" [13,pp.7].

Otros autores [15] encontraron que la mejora del aprendizaje a través de la evaluación formativa dependía de cinco factores claves: la provisión de una retroalimentación efectiva a los estudiantes; la participación activa de los mismos en el propio proceso de aprendizaje; el ajuste de la enseñanza a partir de los resultados de la evaluación; el reconocimiento de la influencia que tiene la evaluación sobre la motivación y la autoestima de los alumnos y de estos factores en el aprendizaje; y la necesidad de los alumnos de ser capaces de evaluarse a sí mismos y comprender cómo mejorar.

En trabajos posteriores, Wiliam formuló una nueva definición de la evaluación formativa: "La práctica en una clase es formativa en la medida en que la evidencia acerca de los logros de los estudiantes es obtenida, interpretada y usada por docentes, aprendices o sus pares para tomar decisiones acerca de sus próximos pasos en el proceso de aprendizaje que tengan probabilidades de ser mejores, o mejor fundadas, que las decisiones que ellos hubieran tomado en la ausencia de la evidencia que fue obtenida" [15,pp.6].

Los trabajos de Sadler en [10] señalan tres aspectos que caracterizan a la evaluación formativa y se resumen en la figura 2:

- La comunicación precisa de los objetivos a alcanzar (objetivos del curso), es decir indicaciones claras al estudiante sobre el punto de llegada o el aprendizaje esperado y de los criterios que permitirán valorar su trabajo.
- La información de la situación actual (estado inicial) del trabajo del estudiante en relación a la meta propuesta, ya sea a través de la retroalimentación del profesor, de la autoevaluación o de la evaluación entre pares (ventanas de observación).
- Las estrategias de mejora (procesos de enseñanza y de aprendizaje) y la orientación necesaria para que el alumno pueda avanzar (retroalimentación), superar las dificultades y acercarse a la meta propuesta.

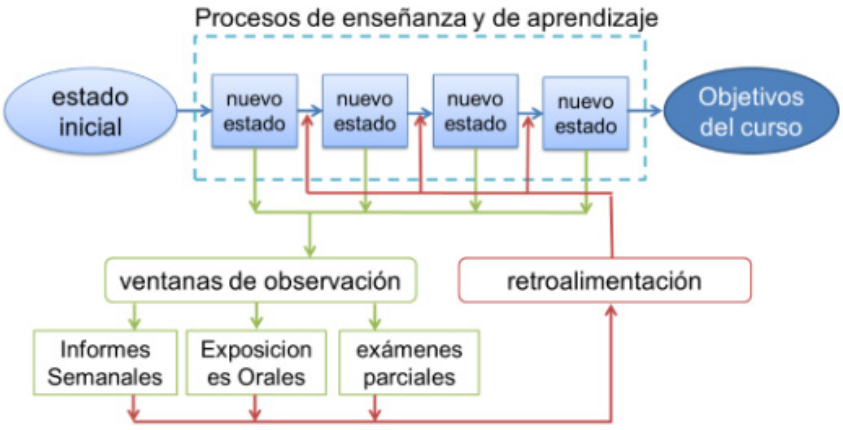


Fig 1. *Aspectos característicos de la evaluación formativa.*

La evaluación, entonces, es un recurso indispensable para el perfeccionamiento de los procesos de enseñanza y de aprendizaje. Desde esta perspectiva la retroalimentación es central, entendiendo que la misma tiene un sentido formativo cuando provee al estudiante información relacionada con su desempeño, con el objetivo de mejorarlo [17]. "Si la retroalimentación permite detectar fortalezas y debilidades, obtener orientaciones y generar espacios sistemáticos para el intercambio de percepciones, experiencias y saberes, contribuirá a rediseñar cursos de acción, desarrollar aprendizajes más profundos y desempeños más eficaces" [17, pp-145].

METODOLOGÍA Teniendo en cuenta la naturaleza del problema que se abordó con estas investigaciones -el proceso de enseñanza y de evaluación de los aprendizajes en las asignaturas CV y ED de la carrera de Bioingeniería-, se optó por una metodología de I-A.

Las siguientes características de la metodología se tuvieron en cuenta al momento de seleccionarla [19][20]:

- La participación de quienes están involucrados en el problema a investigar se convierte en el eje articulador básico. Desde este punto de vista, cada docente es un investigador y las aulas son laboratorios.
- Permite abordar el problema en un contexto determinado, por lo cual durante el proceso de investigación se aumenta el conocimiento que se tiene sobre el ambiente en el cual se desarrolla.
- Implica un proceso de búsqueda, de ruptura y de cuestionamiento, a partir del cual construir colectivamente un conocimiento.
- Supone una reflexión crítica de los docentes sobre su práctica en general.
- Es colaborativa: el equipo trabaja conjuntamente y al mismo tiempo en la investi-

gación y en la docencia.

- Es formativa: promueve permanentemente un diálogo entre el saber que se enseña y la práctica docente.

El proceso llevado a cabo se estructuró en diferentes ciclos, contando cada uno con las siguientes fases: diagnóstico y reflexión inicial, revisión del marco conceptual, planificación de una innovación, implementación, recolección de datos que proporcionan información relevante y análisis de los resultados [21][22]. Se trató de un proceso en espiral en el cual el análisis de los resultados en cada ciclo dio lugar al establecimiento de nuevas preguntas y la apertura a nuevas problemáticas, que fueron abordadas en el ciclo siguiente.

Con el objetivo de instrumentar espacios que favorezcan el compromiso de los docentes participantes con el proceso de investigación, así como la formación y reflexión continua sobre los temas y las modificaciones propuestas, se implementó un dispositivo de Seminario de investigación y trabajo colaborativo.

En cuanto a las técnicas de recolección de información, se utilizaron aquellas basadas en observación, en entrevistas y análisis de documentos [23]. Asimismo, se implementaron diferentes registros con el fin de conservar la información a través de diferentes procedimientos como las notas de campo, la grabación de una exposición, la fotografía de una situación o una combinación de los mismos [24].

PRESENTACIÓN DE RESULTADOS

A continuación se presentan las modificaciones en las prácticas de enseñanza y de evaluación resultantes del proceso de I-A, que favorecen el desarrollo de competencias de los estudiantes:

- Incorporación de un taller de consenso y firma del Contrato Didáctico

Durante el proceso de investigación los docentes reconocieron como dificultad, que si bien se otorgaban indicaciones a los alumnos sobre cómo resolver los problemas, los estudiantes no seguían algunas de estas sugerencias. Por lo tanto identificaron la necesidad de contar con criterios de evaluación de resolución de problemas acordados por el equipo docente, que pudieran ser tomados en consideración en las diferentes instancias de evaluación y conocidos por los alumnos previamente de manera tal que pudieran aportar a su proceso de estudio y de aprendizaje de las asignaturas.

A partir de ello en el año 2016 se incorporó al inicio de cada cuatrimestre una clase denominada “Taller de inicio”, en el cual se acuerdan los criterios de evaluación que son posteriormente materializados en un Contrato Didáctico [25].

El Taller comienza presentando a los estudiantes un interrogante: “¿Cuál es el procedi-

miento que siguen al resolver un ejercicio o un problema matemático con lápiz y papel?" Con el fin de organizar la participación de los estudiantes presentes, se forman libremente grupos de 5 o 6 integrantes y se les indica que elaboren una respuesta a la pregunta mencionada. Se asigna un tiempo de 20 minutos a la discusión grupal, y para orientar el trabajo se indica que la respuesta debe expresar un procedimiento general, ordenado y detallado, como si fuera una secuencia de indicaciones brindadas a un inexperto. A continuación se realiza una puesta en común con el objetivo de generar una construcción colectiva con el aporte de cada grupo. Se leen las respuestas al tiempo que un docente las escribe en el pizarrón. La figura 2 muestra a modo de ejemplo imágenes de las actividades del Taller.

Fig 2. *El trabajo grupal coordinado (a la izquierda) y el análisis de las respuestas elaboradas por los estudiantes (a la derecha).*

Se logra entonces el siguiente acuerdo: "los docentes deberán establecer los criterios de evaluación a partir de las etapas consensuadas", y "los estudiantes los tendrán en cuenta al realizar las actividades de evaluación de todo el cursado". Todo lo trabajado se formaliza en un Contrato Didáctico, firmado por docentes y estudiantes (ver figura 3).

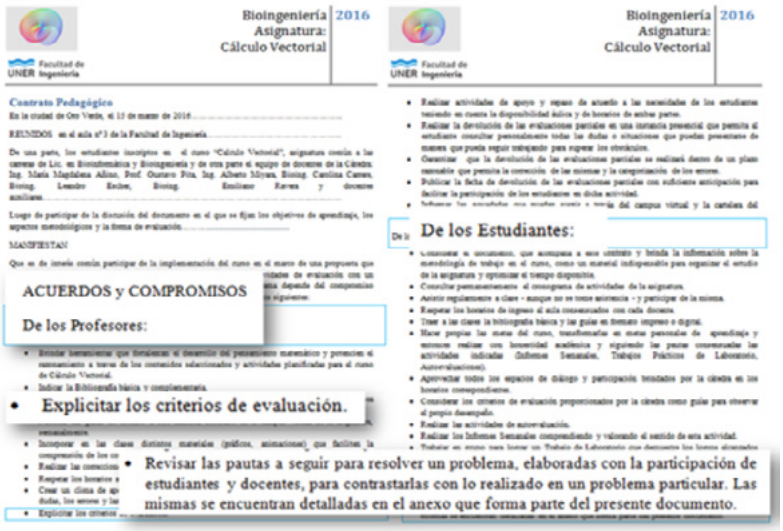


Fig 3. *Contrato Didáctico correspondiente al curso de CV del año 2016*

- Utilización de una rúbrica con criterios de evaluación de resolución de problemas

Los criterios de evaluación consensuados con los estudiantes en el Taller de Inicio se plasmaron en una rúbrica que se utilizó en las clases y en las instancias de evaluación [26]. La misma tiene un diseño analítico que presenta los criterios de evaluación basados en las etapas de resolución de problemas y define una escala de calidad brindando a los alumnos una explicación detallada de lo que debe realizar para alcanzar un nivel determinado (ver figura4).

Aspecto	
A1. Identificación de datos y metas	**MB:** Identifica correctamente la incógnita y las variables. Organiza los datos. Verifica que son consistentes con el problema planteado.
	B: Identifica correctamente la incógnita. Muestra cierta organización de los datos aunque incompleta.
	R: Identifica correctamente la incógnita. No organiza ni analiza los datos.
	I: No realiza un análisis del enunciado o el realizado demuestra que no comprendió el enunciado.
A2. Planteo teórico del problema	**MB:** Relaciona el problema con conceptos teóricos pertinentes, considerando todas las condiciones o hipótesis.
	B: La relación del problema con conceptos teóricos es correcta, faltan algunas precisiones.
	R: La relación del problema con conceptos teóricos es algo confusa e incompleta.
	I: No expresa una vinculación del problema planteado con conceptos teóricos. Se observan errores de concepto
A3 Selección de la estrategia o método de solución	**MB:** Define la estrategia de solución más conveniente. Si corresponde, considera los diferentes métodos. Expresa una justificación completa.
	B: Propone una estrategia adecuada pero la justificación es incompleta.
	R: Selecciona la estrategia adecuada sin justificar la selección realizada.
	I: No selecciona la estrategia más adecuada.
A4 Procedimiento	**MB:** Sigue la secuencia lógica de resolución. Desarrolla la solución paso a paso, usando la notación matemática adecuada y expresando la justificación teórica cuando se aplica una propiedad o teorema.
	B: Sigue la secuencia lógica de la resolución. El desarrollo es correcto, faltan algunas justificaciones
	R: Sigue la secuencia lógica de la resolución sólo parcialmente, no logrando completarla.
	I: No consiguió aplicar un método de resolución.
A5 Cálculos	**MB:** Realiza todos los cálculos correctamente, aplicando las reglas y propiedades que corresponden. Obtiene y expresa el resultado correcto.
	B: Realiza todos los cálculos siguiendo el procedimiento seleccionado. Pero con errores algebraicos menores no llegando al resultado correcto.
	R: Realiza algunos de los cálculos siguiendo el procedimiento seleccionado, pero no logra completarlo. Faltan cálculos necesarios para llegar al resultado.
	I: No realiza los cálculos de acuerdo al procedimiento seleccionado/Se observan numerosos errores de cálculo que surgen de la aplicación incorrecta de reglas y propiedades o de conocimientos previos.
A6 Resultados	**MB:** Vincula el resultado con la meta y el contexto del problema. Interpreta y verifica la coherencia analizando los aspectos del resultado que están a su alcance.
	B: Analiza la coherencia del resultado obtenido aunque de manera incompleta.
	R: No obtiene el resultado pero hace algunas estimaciones o predicciones válidas.
	I: No realiza un análisis del resultado.
A7 Comunicación	**MB:** Utiliza correctamente el lenguaje matemático, con precisión, claridad y notación correcta su razonamiento.
	B: Utiliza la notación correcta. Falta expresar algunas explicaciones menores.
	R: Se observan algunos errores de notación. Falta expresar algunas explicaciones o resultan imprecisas.
	I: La comunicación escrita de la resolución es desordenada y presenta errores de notación.
A8 Representación gráfica (cuando corresponde)	**MB:** Ilustra su razonamiento con gráficas claras, brindando los detalles adecuados.
	B: Ilustra su razonamiento con gráficas claras. Faltan detalles.
	R: La representación gráfica es incompleta y algo confusa.
	I: No realiza la representación gráfica adecuada.

Fig 4. *Rúbrica implementada a partir del contrato didáctico.*

- Implementación de Informes Semanales (IS) con resolución de problemas

A partir del 2008 se implementaron los IS que consisten en un trabajo escrito, cuya función es la de informar, tanto al alumno como al profesor, cómo se va construyendo el conocimiento en un entorno de resolución de problemas [27][28]. Este trabajo es grupal, domiciliario y se discute en las clases de práctica en un debate coordinado por los docentes.

El IS no se califica con una nota; no se penaliza el error, no se exige que se presente completo y tampoco con el resultado correcto. Se solicita a los estudiantes que realicen el esfuerzo de justificar cada paso de la resolución del problema tratando de establecer conexiones entre los cálculos realizados y los conceptos teóricos o propiedades que los sustentan, y también que intenten expresar las dudas que van surgiendo en este proceso y que no pueden salvar en la discusión grupal previa a la clase.

Al inicio de la investigación, la guía del IS brindaba indicaciones tales como: anotar el enunciado, extraer del mismo los datos o información dada, especificar el objetivo o meta, expresar la estrategia de solución incluyendo los cálculos y los aspectos teóricos empleados para llegar a la misma o mostrar el intento realizado para encontrarla aunque no lo logre [27]. Como resultado del proceso de I-A, estas indicaciones se transformaron en criterios que quedaron plasmados en la rúbrica descripta anteriormente [26].

- Comunicaciones orales en las clases prácticas

En el contexto de las clases prácticas, los alumnos comunican oralmente la solución a los problemas de los IS, a partir de lo cual se discute colectivamente. El grupo que expone recibe las opiniones de sus compañeros y también del profesor, quien trata de crear el clima adecuado en el aula para que los errores y confusiones se expresen sin temor. Además, a partir de esta discusión, los estudiantes realizan una autoevaluación confrontando sus propios desarrollos y resultados con las conclusiones del debate, marcando en su trabajo errores, aciertos y aclaraciones.

De este modo, las clases prácticas semanales de las asignaturas se transformaron progresivamente centrándose primordialmente en la discusión y reflexión grupal sobre los ejercicios realizados [27].

- Rediseño de los Trabajos Prácticos de Laboratorio (TPL) para favorecer el desempeño en equipos de trabajo

Los TPL proponen la resolución de problemas con apoyo de software matemático e incluyen la selección de un modelo matemático y la simulación computacional del mismo [29] [30][31].

A partir del año 2017 e intentando dar respuesta a la dificultad observada por los do-

centes en relación con la dinámica de los equipos de trabajo se rediseñaron los TPL [30]. Se incorporaron a los problemas propuestos actividades que debían ser realizadas por cada uno de los integrantes como condición necesaria para la resolución del trabajo, ya que las mismas se utilizaban como insumos para la discusión grupal posterior. De este modo se favoreció la dinámica del equipo de trabajo y se aumentó el compromiso individual con el trabajo grupal [31].

A su vez durante la realización de los TPL, los estudiantes podían enviar borradores o preliminares de manera virtual, permitiendo al docente observar el proceso e intervenir, no para corregir o calificar en esta etapa, sino para sugerir revisiones y/o mejoras.

Se incorporaron además actividades de autoevaluación y coevaluación, en las cuales los estudiantes trabajaron individualmente en presencia de un docente y respondieron un cuestionario (ver figura 5) sobre el desempeño de cada uno de los estudiantes en el trabajo en equipo [31].

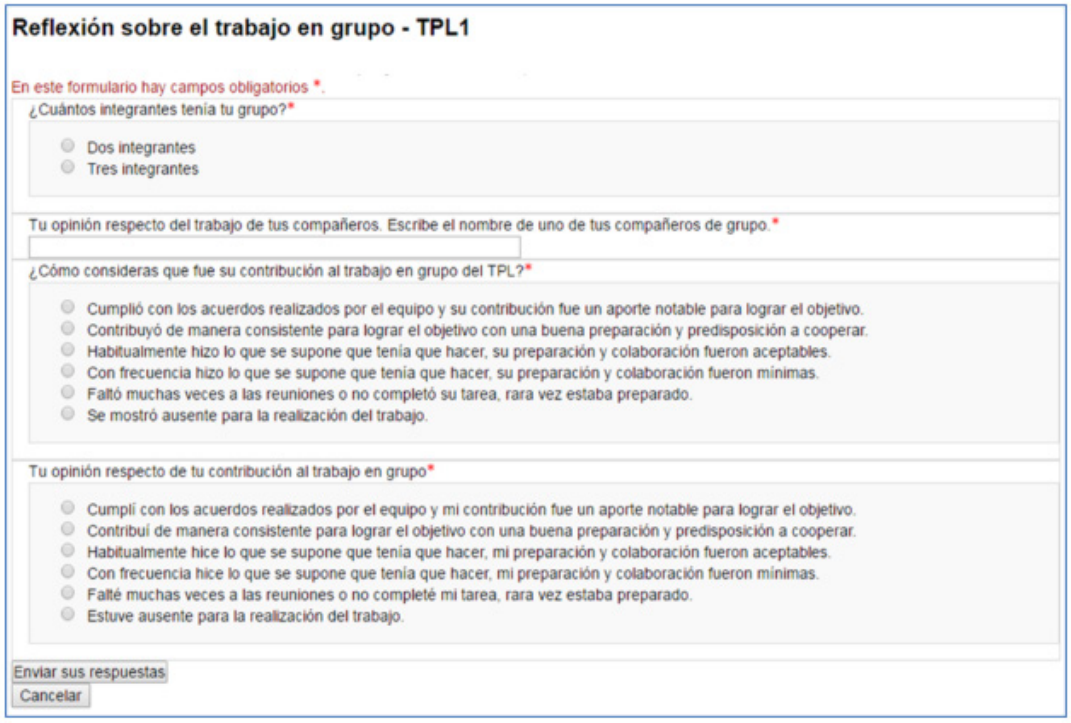


Fig 5. *Cuestionario de Autoevaluación y Coevaluación*

DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES Los resultados del proceso de I-A presentados evidencian que fue posible centrar la formación en el desarrollo de competencias necesarias para el futuro profesional, desde el ciclo básico de la carrera de Bioingeniería.

En relación con la competencia de resolución de problemas, el taller de consenso permitió a docentes y estudiantes reconocer los diferentes procesos involucrados en dicha competencia según el CONFEDI [4] y acordar que los mismos se usarían como criterios de

evaluación de la resolución de problemas. Además, el contrato didáctico ha sido altamente valioso en tanto propicia la creación de ambientes de aprendizajes eficientes, mejora la relación entre quien enseña y quien aprende y sustituye las normas implícitas por normas explícitas consensuadas [32]

Por su parte, los IS y los TPL son herramientas que permitieron tanto a los docentes como a los estudiantes reconocer el avance y las dificultades en el desarrollo de la competencia de resolución de problemas más que en los contenidos disciplinares.

Al mismo tiempo, las modificaciones incorporadas en las prácticas de enseñanza y de evaluación aportaron a las competencias de comunicación efectiva, aprendizaje autónomo y desempeño efectivo en equipos de trabajo.

En cuanto a la comunicación, los IS permitieron al estudiante ejercitar el uso de la escritura como modo de comunicar el proceso llevado a cabo; y además ordenar y sistematizar sus razonamientos [28]. Así también las instancias de comunicación oral incorporadas en las clases prácticas a través del debate de los IS se convirtieron en una oportunidad para desarrollar esta competencia.

Respecto de la autonomía en el aprendizaje, la incorporación de la rúbrica permitió a los estudiantes comenzar con el hábito de autoevaluación y regular su proceso de estudio [33]. Además, y tal como se plantea en la bibliografía [34][35][11][33], mediante la rúbrica se logró aumentar la participación de los estudiantes en el proceso de evaluación, dándoles a conocer con antelación los criterios que se emplean.

En relación al trabajo en equipo, se señala que con los IS se favoreció dicha modalidad de trabajo como estrategia para el estudio de los cursos de CV y ED, mientras que los TPL posibilitaron la autoevaluación y coevaluación de la dinámica grupal. La autoevaluación y la evaluación entre pares otorgaron mayor protagonismo al estudiante en el proceso de evaluación lo cual derivó en una mayor implicación y compromiso de su parte, analizando críticamente dificultades y logros [8].

Cada una de las modificaciones descriptas aportó a la construcción de un plan de evaluación en CV y ED, que focalizó el trabajo de docentes y de estudiantes en el desarrollo de competencias, y no sólo en la enseñanza de contenidos. Se logró así una “convivencia” entre la lógica disciplinar y la lógica de la formación por competencias [36], la cual es necesaria en el contexto de los diseños curriculares por asignaturas como los nuestros.

Finalmente, es válido señalar que dado el impacto que ha tenido esta experiencia de enseñanza de la matemática en ingeniería con un enfoque por competencias, parte de ella ha sido replicada en otra carrera de ingeniería de la Facultad de Ciencias Exactas, Ingeniería

y Agrimensura de la Universidad Nacional de Rosario [37]. •

🕮 REFERENCIAS

[1] M. M. Añino et al., "PID 6098 La Enseñanza de la Matemática en Bioingeniería desde la Investigación-Acción. Una Reseña," *Ciencia, Docencia y Tecnol*. Supl., vol. 5, no. 5, 2015.

[2] L. C. Carrere et al., "Evaluar para aprender: un proceso de investigación-acción en la carrera de Bioingeniería," 2018.

[3] (CONFEDI) Consejo Federal de Decanos de Ingeniería, *Propuesta de estándares de segunda generación para la acreditación de carreras de ingeniería en la república argentina. Libro Rojo.* 2018.

[4] (CONFEDI) Consejo Federal de Decanos de Ingeniería, *Competencias en Ingeniería*, 1a ed. Mar del Plata, Buenos Aires, Argentina: Universidad FASTA Ediciones, 2014.

[5] S. M. Abate and V. Orellano, "Notas sobre el curriculum universitario, prácticas profesionales y saberes en uso," *Trayectorias Univ.*, vol. 1, 2015.

[6] R. M. Torres, "Aprendizaje Activo: ¿Hay algún otro?," 2017.

[7] Á. Díaz Barriga, "El enfoque de competencias en la educación:?` Una alternativa o un disfraz de cambio?," *Perfiles Educ.*, vol. 28, no. 111, pp. 7–36, 2006.

[8] S. A. Brown and A. Glasner, *Evaluar en la universidad: problemas y nuevos enfoques*, vol. 5. Narcea Ediciones, 2003.

[9] O. A. B. Hassan, "Learning theories and assessment methodologies--an engineering educational perspective," *Eur. J. Eng. Educ.*, vol. 36, no. 4, pp. 327–339, 2011.

[10] D. Wiliam, "Formative assessment and contingency in the regulation of learning processes," in *annual meeting of the American Educational Research Association, Philadelphia,* PA, 2014.

[11] L. Shepard, "La evaluación en el aula," *Educ. Measurement*, pp. 623–646, 2006.

[12] R. J. Stiggins, "Assessment crisis: The absence of assessment for learning," *Phi Delta Kappan*, vol. 83, no. 10, pp. 758–765, 2002.

[13] J. H. McMillan and J. Hearn, "Student self-assessment: The key to stronger student motivation and higher achievement," *Educ. Horizons*, vol. 87, no. 1, pp. 40–49, 2008.

[14] P. Black and D. Wiliam, "Assessment and classroom learning," *Assess. Educ. Princ. policy Pract.*, vol. 5, no. 1, pp. 7–74, 1998.

[15] P. M. Broadfoot, R. Daugherty, J. Gardner, W. Harlen, M. James, and G. Stobart, "Assess-

ment for learning: 10 principles," Cambridge, UK Univ. Cambridge Sch. Educ., 2002.

[16] D. Wiliam, "Una síntesis integradora de la investigación e implicancias para una nueva teoría de la evaluación formativa," *Arch. Ciencias la Educ.*, vol. 3, 2009.

[17] H. A. Diefes-Dux, J. S. Zawojewski, M. A. Hjalmarson, and M. E. Cardella, "A framework for analyzing feedback in a formative assessment system for mathematical modeling problems," *J. Eng. Educ.*, vol. 101, no. 2, pp. 375–406, 2012.

[18] R. Anijovich, *La evaluación significativa*. Paidós, 2010.

[19] J. Elliott, *La investigación-acción en educación*. Ediciones Morata, 1990.

[20] S. Kemmis and R. McTaggart, Participatory action research: *Communicative action and the public sphere*. Sage Publications Ltd, 2005.

[21] J. M. Case and G. Light, "Emerging research methodologies in engineering education research," *J. Eng. Educ.*, vol. 100, no. 1, pp. 186–210, 2011.

[22] J. McKernan, Curriculum action research: *A handbook of methods and resources for the reflective practitioner*. Routledge, 2013.

[23] A. Latorre, *La investigación-acción:* Conocer y cambiar la práctica educativa, vol. 179. Grao, 2003.

[24] A. Hermida, "Las grabaciones de clase como instrumento para facilitar la reflexión y la autonomía docente," *Rev. Nebrija Lingüística Apl.*, vol. 13, pp. 1–15, 2013.

[25] C. Carrere et al., *El contrato didáctico en un curso de matemática para Bioingeniería*. 2016.

[26] L. C. Carrere et al., *Formando en la competencia de Resolución de Problemas a través del Contrato Didáctico en un curso de matemática para bioingenieros*. 2017.

[27] L. C. Carrere et al., "Descubriendo el enfoque formativo de la evaluación en un Curso de Matemáticas para estudiantes de Bioingeniería," *REDU. Rev. Docencia Univ.*, vol. 15, no. 1, pp. 325–343, 2017.

[28] D. Waigandt et al., "La escritura en un curso de matemática en ingeniería. Una lente que hace visible el pensamiento," in *Proceedings of IV Writing Research across the borders WRAB 2017*, 2017.

[29] G. A. Merino, M. M. Añino, and E. P. Ravera, "Control de Procesos como Fuente de Problemas Integradores para un curso de Ecuaciones Diferenciales en Bioingeniería," *IEEE Lat. Am. Trans.*, vol. 11, no. 1, 2013.

[30] C. Carrere, S. Milesi, E. Ravera, L. Escher, and M. M. Añino, "El trabajo grupal en Matemática, su aporte al desarrollo de habilidades profesionales desde la perspectiva estudiantil," in 2016 *IEEE Biennial Congress of Argentina (ARGENCON)*, 2016, pp. 1–6.

[31] L. C. Carrere, J. Ilardo, R. Joaquín, S. Milesi, and L. Escher, *Student Engagement in Assessment through Group Work in a Mathematics Course for Bioengineers*. Curran Associates, Inc., 2017.

[32] J. Stephenson, M. Laycock, and M. Laycock, *Using learning contracts in higher education*. Psychology Press, 1993.

[33] Á. Díaz Barriga and F. Arceo, "Enseñanza situada: vínculo entre la escuela y la vida," Mex. City McGrawHill, 2006.

[34] E. Litwin, "La evaluación: campo de controversias y paradojas o un nuevo lugar para la buena enseñanza," *La evaluación los aprendizajes en el debate didáctico Contemp.*, pp. 11–33, 1998.

[35] J. M. Barbier and others, *Prácticas de formación: evaluación y análisis*. Ediciones Novedades Educativas, 1999.

[36] S. M. Abate and C. V. Lucino, "Enfoque curricular orientado al desarrollo de competencias en carreras de Ingeniería," *Paradigma*, vol. 28, no. 1, pp. 87–104, 2007.

[37] A. Miyara et al., Transfiriendo resultados en Investigación-Acción: la experiencia de adaptar un sistema de evaluación formativa entre realidades académicas distintas. 2015.

La inducción electromagnética y el desarrollo de competencias de resolución de problemas en el ciclo básico de carreras de Ingeniería

Bravo, Bettina - bbravo@fio.unicen.edu.ar
Braunmüller, Mariné - mbraunmu@fio.unicen.edu.ar
Verucchi, Carlos - verucchi@fio.unicen.edu.ar

Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires - CONICET

RESUMEN · En este trabajo se describe una propuesta de enseñanza diseñada para favorecer el aprendizaje del fenómeno de inducción electromagnética y el desarrollo de habilidades relacionadas con la resolución de problemas en alumnos de Física del ciclo básico de carreras de Ingeniería. La propuesta se organizó siguiendo una secuencia didáctica que sienta sus bases en la teoría constructivista del conocimiento. Las actividades se plantean de modo tal que los estudiantes, bajo la guía de los docentes, identifiquen las variables asociadas al fenómeno y las relaciones que se establecen entre ellas. Finalmente los estudiantes deberán aplicar el saber construido para resolver diversos problemas. La propuesta ha sido evaluada por un trabajo de investigación didáctica que ha dejado en evidencia su potencialidad para favorecer el aprendizaje deseado.

Palabras clave — Física, enseñanza, inducción electromagnética, resolución de problemas, carreras de ingeniería.

ABSTRACT · This paper describes a teaching proposal designed to favor the learning of the phenomenon of electromagnetic induction and the development of skills related to solving problems in Physics students of the basic cycle of engineering careers. The activities are planned so that the students, under the guidance of the teachers, who identify the variables associated with the phenomenon and the relationships established between them. Finally, students must apply the built knowledge to solve various problems. The proposal has been evaluated by a didactic research work that has shown its potential to favor the desired learning.

Keywords — Physics, teaching, electromagnetic induction. problem resolution engineering career.

»

INTRODUCCIÓN

Se presenta aquí una propuesta de enseñanza diseñada con el objetivo de abordar la temática Inducción Electromagnética (IE) y propiciar el desarrollo de habilidades inherentes a la resolución de problemas, en el contexto de un curso de Física del ciclo básico de carreras de Ingeniería.

Esta propuesta se organizó siguiendo la secuencia didáctica IDAS[1], que consta de cuatro fases: iniciación, desarrollo, aplicación y síntesis. La misma sienta sus bases en la teoría constructivista del conocimiento que en líneas generales propone reconocer a los sujetos como los principales actores del proceso de aprendizaje, quienes construyen nuevos conocimientos a partir de los que ya poseen. En el caso de los alumnos del nivel universitario estos conocimientos son producto de un aprendizaje formal (el que desarrollaron durante su escolarización) e informal (el que generaron como consecuencia de su interacción con su entorno físico y social). Al respecto, numerosas investigaciones didácticas dejan de manifiesto que, aún después de la educación preuniversitaria, el conocimiento que suelen compartir los estudiantes en relación a los fenómenos físicos es un conocimiento pre-científico, más coherente con un saber intuitivo[2] que con uno coherente con el que expresa la Física como ciencia, conocimiento que justamente se pretende enseñar.

Los aportes realizados por la psicología cognitiva contemporánea [4-6] alertan que el aprendizaje no implica el abandono ni la sustitución de esas ideas intuitivas sino la construcción de otras y la re-significación de las más primitivas. Esto conlleva a que convivan en la mente del sujeto que aprende múltiples representaciones sobre un dominio dado. Desde este contexto, aprender el saber de la ciencia en general (y de la Física en particular) no sólo requiere interpretar los conceptos, leyes, modelos, teorías que ésta propone sino también aprender a gestionar las ideas que el sujeto dispone y a aplicarlas con consistencia y coherencia para ***resolver*** exitosamente los ***problemas*** (de índole científico – tecnológico) a los que se enfrente no sólo en el ámbito académico sino también en su vida diaria y en un futuro, en un ambiente laboral.

Pero la resolución de problemas es un proceso complejo en sí mismo que implica no sólo hacer uso de los *conocimientos conceptuales* construidos *sino también hacer uso de conocimientos procedimentales* (como acotar el problema, formular hipótesis, diseñar y contrastar hipótesis a través de experimentos) y aplicar *procesos tanto cognitivos* (como analizar, identificar, comparar, clasificar, resumir, representar, relacionar variables, establecer analogías, elaborar conclusiones; evaluar) como *metacognitivos* (planear, evaluar,

1. El impacto de esta secuencia ha sido validado en diversas instancias trabajo (ver por ejemplo [1-3].

2. Este conocimiento es construido principalmente a partir de la experiencia y la información aportada por los sentidos y se basa en supuestos ontológicos, epistemológicos y conceptuales diferentes a los que subyacen a la construcción del conocimiento científico. El conocimiento intuitivo y el de la ciencia resultan diferentes en su propia génesis lo que conlleva que los modelos explicativos que se elaboran en cada contexto y los modos de razonar que emplean resulten diferentes. Aprender ciencias a partir de un saber intuitivo implica un complejo cambio en el modo de conocer [4].

retroalimentar, diseñar, controlar, regular) [7].

Aunque compleja de desarrollar, la *competencia*[3] de resolución de problemas integra todas las habilidades que la sociedad actual demanda de los profesionales nóveles (como crear, adquirir y transferir nuevos conocimientos; desarrollar capacidades y habilidades epistémicas y aprender a aprender) y que resultan indispensables propiciar durante su formación universitaria. En concordancia con ello, esta competencia (planteada en término de "identificar, formular y resolver problemas de ingeniería") es una de las diez Competencias Genéricas de Egreso del Ingeniero Iberoamericano propuestas por el CONFEDI [9].

Si bien la utilización de los términos *problema y resolución de problemas* ha tenido múltiples y a veces contradictorios significados a través de los años, todos los enfoques contemplan en términos generales, las etapas y capacidades que se sintetizan en la Tabla 1 (adaptados de [9,10]).

Etapas	Ejemplo de capacidades asociadas
Interpretación e identificación del problema	Identificar el objetivo de la tarea; incluir el problema en una categoría teórica; establecer relaciones entre los elementos involucrados y representarlas (de forma esquemática, coloquial y usando el lenguaje matemático); extraer información del enunciado (detectar datos explícitos e implícitos, reconocer los que resultan pertinentes para la resolución y los que faltan, identificar incógnitas).
Planificar y ejecutar un plan a seguir para resolver el problema	Elaborar predicciones; decidir el modelo teórico más adecuado; organizar los datos; buscar, seleccionar y procesar la información necesaria; seleccionar el método de resolución más adecuado y seguir la secuencia de resolución planificada.
Evaluación de resultados y acciones	Evaluar los resultados (a la luz de las predicciones y marco teórico), el camino seguido y los logros obtenidos.
Comunicación de resultados	Comunicar los resultados en forma verbal, oral o escrita usando un lenguaje apropiado.

Tabla 1. *Etapas y capacidades asociadas a la resolución de problemas.*

Ante el desafío de intentar favorecer el desarrollo de habilidades inherentes a la resolución de problemas desde el ciclo básico de las carreras de ingeniería, y atendiendo al marco teórico que se ha sintetizado con antelación, se diseñó una propuesta de enseñanza que como se adelantó, intenta favorecer el aprendizaje de los conceptos y leyes asociados al fenómeno de IE como así también el desarrollo de capacidades como las listadas en la Tabla 1.

3. Se entiende como tal la posibilidad de movilizar e integrar diversos saberes y recursos cognitivos cuando se enfrenta una situación inédita, para lo cual la persona requiere mostrar la capacidad de resolver problemas complejos en distintos escenarios y momentos [8].

Se presentan a continuación (y por cuestión de espacio) algunas de las actividades diseñadas (planteadas todas en términos de problemas[4]) y se las describe en los términos de la instancia didáctica a la que pertenecen dentro de la secuencia según: el objetivo que persiguen, los contenidos involucrados, las capacidades que se desean potenciar y las estrategias docentes que se sugiere implementar para alcanzar los objetivos propuestos.

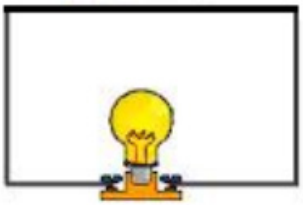
LA PROPUESTA DE ENSEÑANZA

Actividad

1. Considerando un circuito como el representado en la figura: "¿Puede encenderse la lámpara sin utilizar la red eléctrica, una pila o una batería?"

a. Si crees que sí, indica qué elementos necesitarías y explica qué harías para lograr que la lámpara se encienda.

b. Si crees que no, explica por qué.



2. [5] Con los materiales mostrados en la figura (imán y alambre de cobre) es posible encender la lámpara sin conectarla a una pila, batería o red domiciliaria.

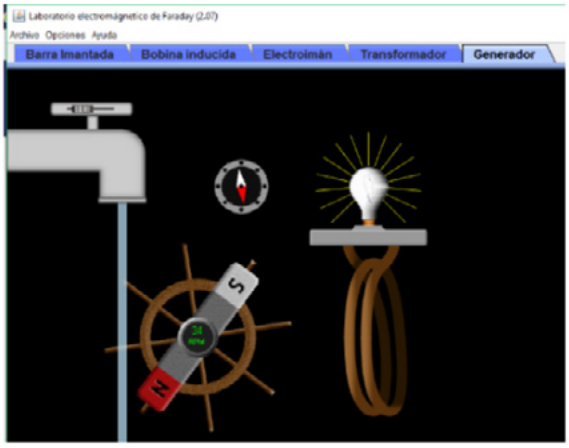
a. Propone qué harías para lograr encender la lámpara usando los materiales dados. Realiza un dibujo o esquema que acompañe tu respuesta.

b. Explica la función que cumple cada uno de los elementos para hacer posible que la lámpara se encienda.

4. Se entiende como tal a cualquier tarea que una persona o grupo de personas necesita o quiere resolver y para la cual no existe un camino directo que lleve a la solución [12].

5. A fin de no inducir las respuestas de los alumnos se les debería entregar la consigna 2 una vez que respondieron a la primera, y la consigna 3 luego de que respondieron a la segunda.

3. La imagen muestra la captura de pantalla en un instante donde la simulación denominada Generador (disponible en https://phet.colorado.edu/es/simulation/legacy/faraday)[6] simula cómo se enciende una lámpara haciendo uso de un imán y un circuito (bobinas – lámpara).



a. Explica por qué crees que se enciende la lámpara.
b. Si se cambia la lámpara por otra que requiere mayor diferencia de potencial para disipar la máxima potencia para la que fue fabricada: ¿qué modificaciones le harías al circuito propuesto o al procedimiento empleado, a fin de lograr que ésta se encienda? Justifica tu respuesta.

- *Objetivo*: que los alumnos usen sus ideas para elaborar explicaciones que involucran a temas conocidos y analizados en clase con antelación (circuitos CC) y predicciones sobre el fenómeno de IE que se comenzarán a estudiar.
- *Instancia didáctica*: INICIACIÓN. Esta instancia tiene como fin ayudar a los estudiantes a reconocer sus ideas sobre los elementos que conforman un circuito y los fenómenos a partir de los cuales se puede generar una corriente eléctrica Esta instancia es fundamental porque será a partir de este conocimiento que construirán el conocimiento que se desea enseñar sobre IE.
- *Contenidos involucrados*: elementos que conforman un circuito. Corriente eléctrica. Diferencia de potencial. Fenómeno de IE (elementos que intervienen y condiciones que deben darse para que se genere una fuerza electromotriz (fem) inducida, a partir de él).
- *Capacidades a potenciar*: elaboración de predicciones.

6. Esta simulación puede ser proyectada por el docente ante el gran grupo para que los alumnos puedan observar la representación dinámica de la situación simulada al momento de elaborar sus respuestas.

- *Dinámica de resolución/recursos usados:* resolución individual / lápiz y papel - simulaciones.
- *Rol del docente*: Una vez que los alumnos respondan a las actividades el docente debería retomar las respuestas elaboradas y ponerlas a consideración del gran grupo dejando en evidencia, a la luz de las leyes de la electricidad y el magnetismo antes analizadas, aquellas ideas científicamente incorrectas (como el hecho de pensar que un imán puede comportarse como una fuente de diferencia de potencial eléctrico) y/o incompletos (como asumir que la sola existencia de un campo magnético conduce al fenómeno de IE)[7] y hacer explícita la necesidad de indagar más sobre este fenómeno. Para ello se les propone realizar la siguiente actividad.

Actividad: *Primera parte*

1. Monta un circuito como el que muestra la figura, haciendo uso de una bobina, un imán y un multímetro.

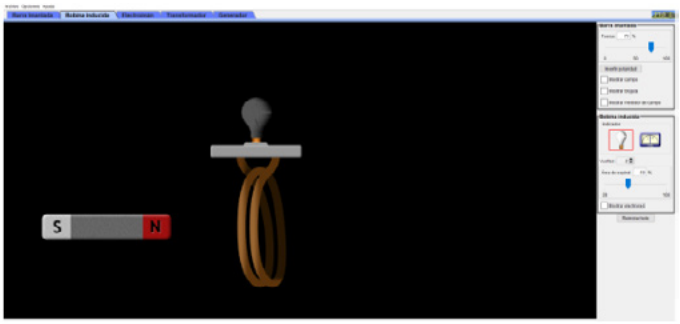
2. Acerca y aleja el imán del centro de la bobina y registra lo que observas.
3. Cambia la orientación del imán y repite la experiencia.
4. Gira el imán y registra lo que observas.
5. ¿Qué ocurre si dejas quieto el imán fuera de la bobina? ¿Y si lo detienes dentro?
6. ¿Cuál crees que es la causa de que se genere una corriente eléctrica en el circuito?

---

7. Ambos tipos de respuestas surgieron en el curso de Física II donde fue implementada la propuesta durante el ciclo lectivo 2018.

Segunda parte

1. Ingresa en la simulación "Laboratorio electromagnético de Faraday" solapa bobina inducida (disponible en https://phet.colorado.edu/es/simulation/legacy/faraday)



2. Interactúa con ella e intenta encender la lámpara. Manipula para ello todas las variables que la simulación te permite: posición del imán; posición del circuito; área de la espira; magnitud del campo, número de vueltas de la espira.
3. ¿Qué debe suceder con la intensidad del campo magnético, el área del circuito, la posición relativa imán - circuito para que la lámpara se encienda? ¿Y para lograr que la luminosidad de la lámpara sea máxima?
4. Representa con un dibujo cómo cambian las líneas de campo generado por el imán dentro de la bobina, conforme mueves el imán en cada situación analizada.

Tercera parte

1. En base a lo observado en las experiencias realizadas concluye sobre:
a. Los elementos necesarios para generar una fem por inducción electromagnética.
b. Los procesos que deben darse para generar dicha fem.
c. Las condiciones que deben darse para que dicha fem sea máxima.

Expresa tus respuestas usando el lenguaje coloquial y matemático y represéntalas mediante esquemas.

2. Faraday, a partir de la realización de experimentos análogos a los que realizaste con antelación, concluyó que: "La fuerza electromotriz inducida en un circuito resulta directamente proporcional a la variación temporal del flujo magnético en el área delimitada por el circuito".
a. ¿Son coincidentes sus conclusiones con las que elaboraste anteriormente? De no ser así, evalúa y reelabora las respuestas dadas.
b. Expresa la ley de Faraday utilizando el lenguaje matemático. Indica claramente qué significa cada uno de los parámetros involucrados y represéntalos en un diagrama.

3. Lenz estudió la polaridad de la fem que se induce en un circuito, y con ello el sentido de la corriente que se establece en él. Concluyó que la polaridad de la fem es tal que "se opone al cambio que la produce". ¿Qué significa esta aseveración? ¿Cómo la interpretas y justificas? ¿Cómo expresarías la Ley de Faraday a fin de atender a este dato?
4. Ingresa nuevamente al "Laboratorio electromagnético de Faraday –generador" y en base a lo analizado hasta aquí:

a. Explica por qué se enciende la lámpara al hacer girar el imán.
b. Si en las proximidades de ambas caras del imán la intensidad el campo magnético es de 0.5 T y dicho imán gira con una frecuencia de 50 vueltas/segundo, ¿cuál sería el valor de la fem máxima que se generaría en la espira circular de radio igual a 10 cm? ¿Podrías con este generador encender una lámpara de las que se usan habitualmente en las linternas? Justifica.

- *Objetivo*: abordar los conceptos y leyes de la Física que permiten estudiar el fenómeno de Inducción electromagnética y la generación a partir de él, de una fem.
- *Instancia didáctica*: DESARROLLO. En esta instancia docente y estudiantes abordan las leyes y teorías que la Física propone para explicar la IE, como así también los procedimientos involucrados en la resolución de problemas asociados con este fenómeno (ver Tabla 1). Para ello se propone que los estudiantes y a partir de experiencias (tanto virtuales como reales) junto con el análisis de los datos obtenidos, concluyan sobre las condiciones que deben darse para que se genere una fem, hallen una relación entre las variables involucradas y la usen para resolver una situación dada.
- *Contenidos involucrados*: Flujo de campo magnético – ley de Faraday - Lenz.
- *Capacidades a potenciar*: organización de datos obtenidos de los experimentos y procesamiento de información aportada por ellos – establecimiento de relaciones entre variables – representación de relaciones (en forma esquemática, coloquial y usando el lenguaje matemático).
- *Dinámica de resolución / recursos usados*: trabajo en pequeños grupos / material de laboratorio – simulaciones – lápiz y papel.
- *Rol del docente*: En esta instancia resulta crucial que el docente guíe y acompañe el trabajo de los grupos ayudándolos a reconocer las variables involucradas en el fenómeno de IE y deducir (a partir del análisis de datos aportados) la ley de Faraday. Una vez culminada la actividad por parte de los alumnos el docente debería reto-

mar las conclusiones a las que arribaron y sintetizarlas formalizando dicha ley. Para ello podría proyectar y usar la simulación propuesta en la actividad, la cual permite manipular las distintas variables (área de la espira, el número de vueltas, la magnitud del campo magnético, la orientación de la espira en el campo) de las cuales depende la producción de la IE y en consecuencia, la magnitud de la fem inducida en una espira. Para motivar el estudio de la ley de Lenz y facilitar su comprensión el docente podría realizar ante el gran grupo alguna experiencia magistral o proyectar algún video (como el disponible en https://www.youtube.com/watch?v=ddq2dhmC-kHg) donde quede en evidencia su postulado.

Una vez abordado formalmente el tema, se propone a los estudiantes la resolución de una serie de situaciones (25 en total) que abarca desde los ejercicios más cerrados (donde deben aplicar de forma directa los conceptos y leyes abordados) hasta problemas más abiertos como el que se ejemplifica a continuación.

Actividad

Diseña y construye un generador eléctrico. Registra el proceso de construcción en un video y edítalo para:

- Explicar el funcionamiento del generador (detallando la función que cumple cada uno de los materiales utilizados).
- Indicar los parámetros que podrías manipular (y cómo deberías hacerlo) para lograr que la diferencia de potencial aportada por tu generador sea lo más grande posible.

Sube el video a You Tube y genera un código QR para compartir con tus compañeros y docente su URL.

- *Objetivo*: aplicar la ley de Faraday - Lenz para resolver distintas situaciones problemáticas.
- *Instancia didáctica*: APLICACIÓN. Esta instancia tiene como fin favorecer el desarrollo de habilidades inherentes a la resolución de problemas haciendo uso del saber construido.
- *Contenidos involucrados*: Ley de Faraday - Lenz.
- *Capacidades a potenciar*: extracción de información de enunciados – búsqueda de información complementaria – organización, selección y procesamiento de datos – evaluación de distintos caminos posibles para resolver el problema - selección e implementación del camino elegido - evaluación de resultados – elaboración y

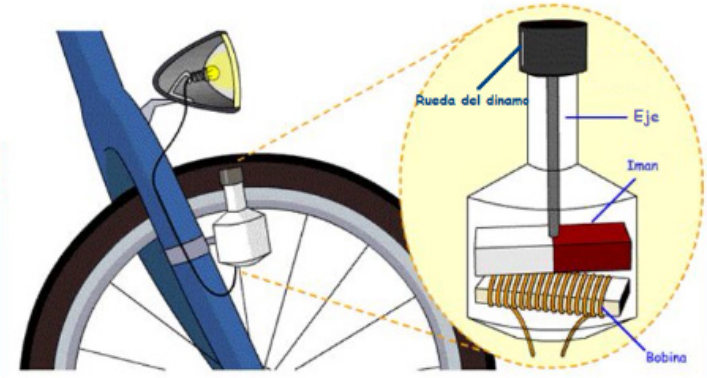
comunicación de respuestas.

- *Dinámica de resolución/recursos usados*: trabajo en pequeños grupos / lápiz y papel - simulaciones - videos.
- *Rol del docente*: El docente debería en esta instancia guiar y ayudar a los alumnos en la resolución de los problemas planteados. Se sugiere que resuelva, fomentando la participación activa de los estudiantes, algún problema en el pizarrón haciendo explícito el proceder que en el contexto de las clases de Física se considera adecuado, para elaborar explicaciones y resolver problemas (atendiendo a lo propuesto en la Tabla 1). Esto con el fin de enseñar explícitamente el saber hacer involucrado (uso consciente del saber construido, elaboración de explicaciones, resolución de problemas).

Resueltas las actividades de aplicación, se les propone realizar otras similares, que buscan favorecer la evaluación de los aprendizaje (e indirectamente, de la enseñanza propiciada).

Actividad N°4

Una estudiante de ingeniería diseñó un dínamo para "alimentar" la lámpara de su bicicleta (cuyas especificaciones son 6 V – 30 mA).



Para ello usó un imán que genera un campo magnético de 0.1 T en las proximidades de sus caras y una bobina cuadrada de 5 cm de lado y 100 vueltas de alambre.

a. Explica el funcionamiento del dínamo.
b. Calcula el número de vueltas por segundo al que tiene que girar el eje del dinamo para que se establezca en la lámpara la máxima diferencia de potencial para la cual fue fabricada.
c. Evalúa el diseño analizando el número de vueltas por segundo que debe dar la rueda de la bicicleta para que la lámpara se encienda (considera que la relación entre el

diámetro de la rueda de la bicicleta y el de la rueda del dinamo es de 35).

- *Objetivo*: que los alumnos evalúen su aprendizaje sobre el fenómeno de IE, la ley de Faraday - Lenz y su habilidad para aplicar las nuevas ideas para resolver problemas.
- *Instancia didáctica*: SÍNTESIS. En esta instancia se busca involucrar a los estudiantes en un proceso de concientización y explicitación de lo que aprendieron. La fase de síntesis culmina con la instancia de examen parcial, correspondiente al régimen de cursada/evaluación establecida para la asignatura. Este parcial involucra cuatro problemas teórico – prácticos, uno de ellos de IE.
- *Contenidos involucrados*: Flujo de campo magnético – ley de Faraday - Lenz.
- *Capacidades a potenciar*: asociación del problema a una categoría teórica – establecimiento de relaciones entre los elementos del problema – extracción de información de los enunciados – búsqueda de información complementaria – organización, selección y procesamiento de los datos – selección e implementación de método de resolución - evaluación de los resultados – comunicación de la respuesta al problema
- *Dinámica de resolución/recursos usados*: trabajo individual / lápiz y papel.
- *Rol del docente*: Una vez resueltas las actividades por parte de los alumnos, el docente podría resolverlas ante el gran grupo y en el pizarrón, guiando y estimulando el proceso autoevaluación. Podría para ello recuperar las ideas que manifestaron en la instancia inicial y compararlas con las que se comparten en la instancia final.

CONSIDERACIONES FINALES Durante el año 2018 se implementó en un curso de Física II destinado a alumnos de carreras de ingeniería (química, civil, industrial, electromecánica y agrimensura) y profesorado en química una propuesta de enseñanza como la aquí presentada[8]. Dicha implementación se realizó con un grupo conformado por 79 estudiantes inscriptos y tuvo una duración aproximada de 10 hs (presenciales).

A fin de evaluar su potencialidad se diseñó e implementó un trabajo de investigación didáctica con el cual se analizó el tipo de respuestas elaboradas por los estudiantes antes y después de la enseñanza, intentando clarificar qué aprendieron respecto del fenómeno de IE y en qué medida aplicaron exitosamente, habilidades inherentes a la resolución de problemas.

8. Las actividades aquí presentadas fueron ajustadas, optimizadas, mejoradas, a la luz de los resultados hallados en la primera experiencia

Sintéticamente, se observó que los alumnos inicialmente no reconocían el fenómeno y quienes lo hacían lo explicaban incorrectamente (considerando, por ejemplo, que el imán podía generar una diferencia de potencial eléctrica). Finalmente, la mayoría pudo resolver exitosamente las situaciones problemáticas propuestas haciendo uso de las ideas de la ciencia (y con ello la ley de Faraday - Lenz). Estos resultados permitirían suponer que la propuesta de enseñanza diseñada habría favorecido la construcción de un saber coherente con el de la ciencia en relación al fenómeno de IE y favorecido el desarrollo de habilidades inherentes a la resolución de problemas. Así, habría ayudado a dicho aprendizaje, la incorporación de una instancia inicial donde los alumnos individualmente primero y con la guía del docente luego, explicitaron y analizaron sus concepciones; un segundo momento donde se aborda el fenómeno experimentalmente (de forma real y virtual) haciendo alusión explícita a las distintas variables que intervienen y procesos que ocurren donde son los alumnos (a diferencia de una enseñanza tradicional) quienes identifican dichas variables y deducen las relaciones; un tercer momento donde los alumnos, trabajando en pequeños grupos y bajo la guía del docente (que en todo momento buscó enseñar explícitamente saberes conceptuales y habilidades), resolvieron situaciones que implicaron resolver problemas de creciente complejidad y apertura; y una cuarta etapa donde al igual que en la inicial, evaluaron sus ideas al finalizar la enseñanza (y previo a la instancia de evaluación formal). •

🕮 REFERENCIAS

[1] B. Bravo. *La enseñanza y el aprendizaje de la visión y el color en educación secundaria*. Madrid: Universidad Autónoma de Madrid (Tesis doctoral sin publicar). 2008. 25-63.

[2] B. Bravo B y M. Pesa, M. "El cambio conceptual en el aprendizaje de las ciencias. Un estudio de los procesos involucrados al aprender sobre la luz y la visión". *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*). Vol 15, n°2, pp 258-280. 2016.

[3] B. Bravo, M. Bouciguez y M. Braunmüller. "Una propuesta didáctica diseñada para favorecer el aprendizaje de la Inducción Electromagnética básica y el desarrollo de competencias digitales". *Revista Eureka Sobre Enseñanza Y Divulgación De Las Ciencias*. Vol 16, n°1, pp 1203-1,1203-14. Enero 2019.

[4] J.I. Pozo. *Humana mente. El mundo, la conciencia y la carne.* Madrid: Ed. Morata. 2001. pp 105 – 240.

[5] M. Chi, R. Roscoe, J. Slotta, y M. Roy, M., Chase, C. "Misconceived Causal Explanations for Emergent Processes". *Cognitive Science.* Vol 36, n°1, pp 1-61. 2012.

[6] S. Vosniadou. "Reframing the Classical Approach to Conceptual Change: Preconceptions, Misconceptions and Synthetic Models" en *Second International Handbook of Science Education* B. Fraser, K. Tobin y C. McRobbie. 1.1 London: Springer 2012. pp 119-130.

[7] J. García y E. Renteria. "La medición de la capacidad de resolución de problemas en las ciencias experimentales" *Ciência&Educação*, vol 18, n°4, pp 755-767. 2012.

[8] M. Denyer, J. Furnémont, R. Poulain, R. y G. Vanloubbeeck. "Las competencias en la educación. Un balance". Buenos Aires: Fondo de Cultura Económica. 2007. pp 34-84.

[9] CONFEDI. "Documentos de CONFEDI competencias en ingeniería. "Declaración de Valparaíso" sobre Competencias Genéricas de Egreso del Ingeniero Iberoamericano. Competencias Genéricas de Egreso del Ingeniero Argentino. Competencias Requeridas para el Ingreso a los Estudios Universitarios en Argentina". Mar del Plata: Universidad FASTA.2014.

[10] J. Pozo y M. Pérez Echeverría. "Aprender a comprender y resolver problemas" en *Psicología del aprendizaje universitario: la formación de competencias*. 1, 1. en J. Pozo y M. Pérez Echeverría Madrid: Morata. 2009. pp 31-53.

Desarrollo de la creatividad e imaginación en estudiantes del ciclo básico de carreras de Ingeniería

Tintori Ferreira, Maria Alejandra - atintori@yahoo.com
Viau, Javier Eduardo - grupodidacticadelaciencia@gmail.com
Bartels, Natalia Vanesa - bartels.natalia@gmail.com

Universidad Nacional de Mar del Plata

RESUMEN · Actualmente la enseñanza de las ciencias, en particular de la física, se ha centrado más en el abordaje teórico de los contenidos, que en promover habilidades del pensamiento creativo, reflexivo y crítico como parte del proceso de enseñanza y aprendizaje. Considerando la problemática de deserción en las carreras de ingeniería y la meta de alcanzar un mejor nivel educativo, es necesario emplear metodologías que tiendan a motivar al estudiante en la construcción del conocimiento. En tal sentido, este trabajo muestra la utilización de diversos materiales y actividades implementadas en la cátedra de Física 1 de la Facultad de Ingeniería de la UNMDP, destinados no solo a promover la construcción del conocimiento y competencias profesionales, sino también, un interés crítico de los estudiantes por el aprendizaje de las ciencias, aspecto que incide en la disminución de las tasas de abandono y desgranamiento en el ciclo básico de las carreras de ingeniería.

Palabras clave — Enseñanza de la física, innovación didáctica, desarrollo de la creatividad, reformulación de la práctica docente.

ABSTRACT · Science teaching, particularly physics, has now focused more on the theoretical approach to content than on promoting creative, reflective and critical thinking skills as part of the teaching and learning process.

Considering the problem of desertion in engineering courses and the goal of achieving a better level of education, it is necessary to employ methodologies that tend to motivate the student in the construction of knowledge. In this regard, this work shows the use of various materials and activities implemented in the Chair of Physics 1 of the Engineering Faculty of the UNMDP, aimed not only to promote the construction of knowledge and professional skills, but also, a critical interest in the students for the learning of the sciences, an aspect that affects the decrease of the abandonment rates in the basic cycle of the engineering careers.

Keywords — Teaching of physics, didactic innovation, development of creativity, reformulation of teaching practice.

»

INTRODUCCIÓN

La enseñanza de las ciencias en el ámbito universitario y principalmente en el ciclo básico está actualmente en un proceso de desarrollo y cambio a nivel mundial [1]. En parte, es debido a que los aportes de las investigaciones educativas evidencian la necesidad de una preparación académica en concordancia con los nuevos requerimientos de los puestos de trabajo en un contexto caracterizado por una disminución de las tareas rutinarias y un aumento de las destrezas de alto nivel intelectual, asociadas a las competencias profesionales. Particularmente nuestra sociedad demanda de forma urgente que los futuros ingenieros sean cada vez más innovadores y emprendedores.

La escasa preparación previa de los estudiantes para abordar una carrera de ingeniería es una situación que año tras año viene siendo observada y analizada desde el ámbito universitario, y ha sido asociada con el bajo rendimiento académico, la deserción y el desgranamiento [2]. Dada esta situación consideramos que a los estudiantes del ciclo básico universitario no se los puede seguir enseñando con las técnicas y estrategias habituales características de un ambiente universitario tradicional como son las clases teóricas magistrales y enciclopedistas.

En tal sentido, en la cátedra de Física 1, materia de primer año de la Facultad de Ingeniería en la Universidad Nacional de Mar del Plata, las problemáticas antes mencionadas, nos han llevado a elaborar y poner en práctica diversos materiales educativos y actividades didácticas, mediante las cuales se facilite en los estudiantes la construcción del conocimiento, y se promueva el desarrollo de las competencias relacionadas con el trabajo colaborativo, la imaginación, el pensamiento creativo y la comunicación efectiva. En este contexto, la metodología de trabajo está orientada a motivar una participación activa de los estudiantes en su proceso de aprendizaje.

MARCO TEÓRICO

Problemáticas detectadas en las clases de Física

La enseñanza de la Física como disciplina del ciclo básico de las carreras de ingeniería juega un papel fundamental contribuyendo directamente al desarrollo de procesos lógicos de pensamiento y de capacidades inherentes a la profesión.

En las investigaciones actuales, realizadas en el ámbito universitario [3,4], se evidencia que la enseñanza de la ciencia en general y en particular de la física, se han centrado más en el desarrollo teórico de los contenidos que en promover habilidades del pensamiento creativo, reflexivo y crítico como parte del proceso de enseñanza y aprendizaje.

Esta realidad se visualiza en el bajo rendimiento de los estudiantes de ingeniería, que se manifiestan con actitudes negativas hacia las cátedras, desinterés, falta de motivación

y culminan con el abandono de la cursada [5]. Desde nuestro punto de vista, superar esta situación requiere instaurar un interrogante esencial ¿cómo podemos contribuir para medianamente subsanar esta problemática? El cuadro de situación nos enfrenta a accionar sobre la práctica docente, en donde la búsqueda de metodologías innovadoras suponga nuevas maneras de generar conocimiento y desarrollar habilidad en los estudiantes que favorezcan la adquisición de competencias relacionadas con el "saber hacer" y el "saber ser".

Es razonable pensar que el logro de estas competencias se consigue en forma paulatina. También que, para conseguirlas, es un requisito indispensable que los docentes diseñen o incorporen en sus prácticas situaciones, escenarios y estrategias didácticas innovadoras y creativas, que reemplacen a las metodologías tradicionales basada en la transmisión del conocimiento.

El desarrollo del pensamiento creativo

La Educación Superior se encuentra hoy ante un gran desafío, que tiene su pilar fundamental en desarrollar y despertar la capacidad creativa en los estudiantes. En este sentido, surgen nuevos escenarios de enseñanza y aprendizaje tendientes a abrir caminos que fomenten el pensamiento creativo, el razonamiento y la construcción de conclusiones abiertas e inesperadas.

Actualmente existe un amplio consenso en que la creatividad y la imaginación es una competencia que puede desarrollarse si se trabaja de la forma adecuada [6].

La creatividad puede empezar en el propio docente, al emplear técnicas y estrategias didácticas adecuadas para motivar a los estudiantes en la actividad de aprendizaje dentro y fuera del aula. El valor de ser creativo radica en volver a mirar con una mirada nueva lo que nos rodea. Por eso la creatividad puede resultar útil, tanto para el ejercicio profesional como para la construcción de la propia personalidad de los estudiantes [7]. Los profesores pueden ser un verdadero motor del pensamiento creativo en las aulas.

Una observación común acerca de un aprendizaje llevado de manera imaginativa es que da placer. Para ajustarse a las exigencias de un aprendizaje creativo, se debe lograr un clima más hospitalario con las emociones de los estudiantes. La educación ineludiblemente supone un compromiso emocional. Esto no quiere decir que en el proceso de una jornada haya lágrimas, angustia o gritos de alegría, sino que es necesario integrar las cualidades de la experiencia de los estudiantes como parte de un aprendizaje imaginativo.

LA INNOVACIÓN DIDÁCTICA EN LAS CLASES DE FÍSICA 1

Teniendo en cuenta que facilitar el desarrollo de competencias durante el proceso de formación de los

estudiantes, supone revisar las metodologías y estrategias didácticas utilizadas en el aula, en la cátedra de Física 1 se viene trabajando en un proceso de innovación para mejorar la calidad de la enseñanza y el aprendizaje. Esta transformación de la práctica docente comenzó, entre otras acciones, con el diseño y elaboración de diversas actividades didácticas y materiales educativos basados en la incorporación de las tecnologías de la información y comunicación (TIC) en el aula.

A continuación, se realiza una descripción de los materiales educativos y actividades con las cuales se trabaja el aula de Física 1 en los últimos años, los cuales se han diseñado bajo la premisa de que faciliten una mejor conceptualización de los contenidos a enseñar y el desarrollo temprano de algunas capacidades profesionales, principalmente el trabajo en equipo y el pensamiento creativo.

MATERIAL DIDÁCTICO DIGITAL

A) VIDEOS DE CLASE · Se trata de un material multimedia subido a un canal de YouTube. En los videos se registran las clases tal cual sucede y en ellos se puede apreciar no solo los contenidos abordados, sino los recursos didácticos utilizados, la interacción con los estudiantes y el despliegue de todo el material desarrollado para el dictado de las clases por los docentes.

Una de las razones que motivaron la elaboración del material fílmico es que favorece habilidades relacionadas con el aprendizaje autónomo, ya que la disponibilidad y el fácil acceso a los videos, permite que sea el estudiante quien controla el ritmo del aprendizaje y participante activo en su propio proceso de aprendizaje.

Cabe destacar que el material fílmico también se utiliza para el análisis y mejora de las prácticas de enseñanza: los docentes se ven a sí mismos dando clases, reconocen sus fortalezas y sus debilidades y, a partir de ello, pueden modificar sus prácticas. El material completo puede ser visualizado en: https://www.youtube.com/watch?v=RvAJNjDamG8

B) CIENCIANIMADA · A partir de la experiencia adquirida con el uso de materiales multimedia rescatamos la importancia de generar materiales educativos de corta duración en donde el estudiante reciba un enfoque concreto sobre temas que presentan dificultades en su aprendizaje, principalmente la resolución de problemas de mecánica clásica.

En consecuencia, se elaboró un recurso educativo utilizando el programa de VideoScribe, ya que es una herramienta que le permite a los docentes explicar conceptos, ilustrar conversaciones, cautivar y atrapar la atención del estudiante de una manera ágil, rápida y sencilla.

El material desarrollado, al cual denominado CienciAnimada, puede ser visualizado en: https://www.youtube.com/watch?v=Xgk1HitLZAk y a modo de ejemplo en la figura 1 se muestran algunas de las escenas presentes en dicho material.

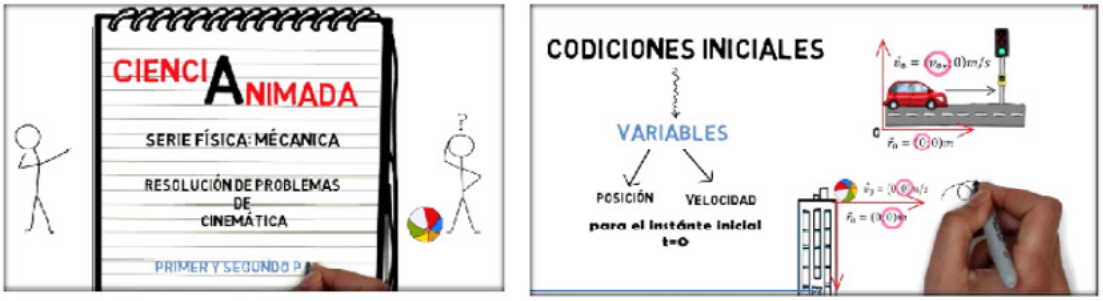


Fig 1. *Escenas del material "CienciAnimada" elaborado con la herramienta de Video Scribe.*

ACTIVIDADES DIDÁCTICAS MEDIADAS POR LAS TIC

A) ACTIVIDADES EVALUATIVAS BASADAS EN CONCURSOS · En la innovación didáctica propuesta, se contempla una actividad evaluativa basada en un concurso, de carácter no obligatorio, que se integra a la metodología de evaluación que posee la cátedra.

Esta actividad está diseñada de manera tal que los estudiantes para su resolución deben aplicar habilidades y capacidades que promueven competencias relacionadas con el trabajo en equipo, el pensamiento creativo y la comunicación entre pares.

En este sentido, la actividad se configura como un instrumento de evaluación, de manera que la calificación obtenida por los estudiantes en el concurso se refleja como puntos que los pueden utilizar tanto para habilitar o promocionar la materia.

La premiación con puntos permite un mayor compromiso por parte de todos los estudiantes en la realización de la actividad, poniendo de manifiesto asimismo un ingrediente motivador.

A continuación, se realiza una breve descripción de las propuestas de concursos llevadas a cabo durante los últimos tres años:

- *Concurso de comic con contenido científico* (1° cuatrimestre de 2015): Durante la cursada de física 1 se utiliza para explicar diversos contenidos un problema que denominamos "El problema del cowboy". El problema elegido es trasversal y se introduce en Dinámica, como ejercitación del concepto de rozamiento, pero vuelve a presentarse y resolverse sucesivamente bajo distintos enfoques a lo largo del curso: cinemático-dinámico, energético y sistema de partículas. El concurso se basa en la recreación del enunciado de dicho problema mediante la utilización de un comic en cuya historia deben estar reflejados los contenidos científicos abordados durante

la cursada, (figura 2).

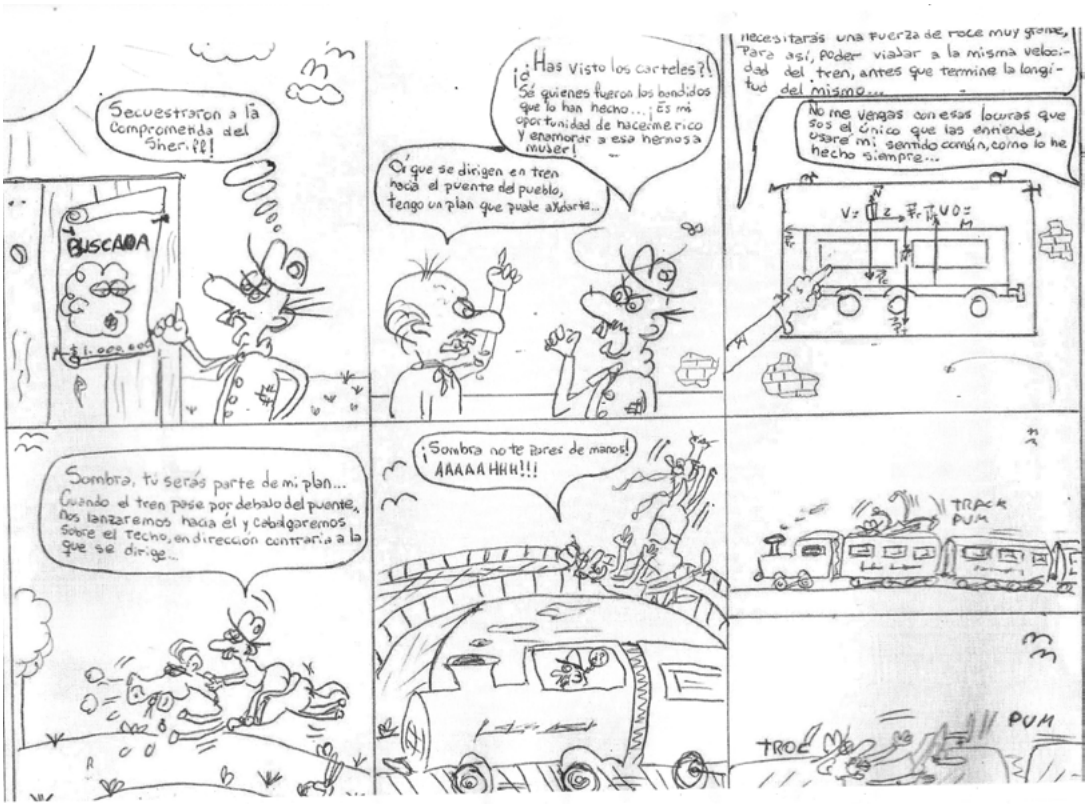


Fig 2. *Parte del comic ganador del concurso. En trabajo presenta una situación en donde el personaje principal realiza una consulta a su profesor sobre la posibilidad de abordar el tren, y en el diálogo fundamenta la naturaleza de la ciencia: racionalismo y teorías científicas.*

- *Concurso de fotografía de fenómenos físicos* (2° cuatrimestre de 2015): Está basado en la presentación de una fotografía en donde se refleje algún contenido de mecánica clásica tratado durante la cursada de la materia. Los alumnos deben presentar sus trabajos acompañados de un título referencial y un epígrafe el cual sintetice el contenido físico captado en la fotografía, (figura 3).

TITULO: BRILLO TANGENCIAL

Epígrafe: Se puede ver un movimiento circular, el cual se produce gracias a una bengala, que se encuentra unida a un motor giratorio. La foto capta un instante en el que se pueden notar características propias del movimiento ya mencionado. Por un lado, su trayectoria circular con un radio constante, lo cual muestra su desplazamiento angular. Por otro, se distingue que este movimiento posee un eje de giro fijo.

Además se muestra un instante puntual en el que las chispas emergen del movimiento, con una velocidad con carácter tangencial a la trayectoria que realiza, la cual posee variación en su dirección y sentido, según el punto de la trayectoria en el que se "libere" la chispa.

Fig 3. *Trabajo ganador del concurso de fotográfica con contenido científico.*

- *Concurso de video de resolución de problemas* (1° y 2° cuatrimestre de 2016): El trabajo consiste en la filmación de los alumnos resolviendo un problema seleccionado por ellos sobre el tema Dinámica de la Partícula. Los trabajos ganadores del concurso son subidos al canal de YouTube de la cátedra, con la finalidad de socializar

las producciones realizada con toda la comunidad estudiantil. El resultado de esta actividad puede visualizase en https://www.youtube.com/watch?v=E5Hp1DWZfzk

- *Concurso de fotografía de contenidos de Mecánica Clásica* (1° cuatrimestre de 2017): Está basado en la presentación de una fotografía original relacionada con algún contenido de mecánica clásica tratado durante la cursada de la materia. Dicha fotografía debe necesariamente estar asociada con el enunciado de un problema, de manera que registre la situación planteada en el enunciado. El enunciado puede eventualmente tomar datos de la fotografía para su resolución, lo que le otorgara mayor valor a la misma. Los trabajos ganadores del concurso fueron exhibidos en la cartelera de la Facultad de Ingeniería con el objetivo de socializar la experiencia con la comunidad docente y el alumnado, (figura 4).

Fig 4. *Trabajos ganadores del concurso de fotográfica exhibidos en la cartelera de la Facultad de Ingeniería*

- *Concurso de desarrollos temáticos con VideoScribe* (2° cuatrimestre de 2017): la actividad se basa en la presentación animada utilizando la herramienta de VideoScribe de la explicación de uno de los siguientes temas científicos: Primer Principio de Newton, Segundo Principio de Newton, Tercer Principio de Newton, Fuerza de roce y Diagramas de cuerpo aislado. Como resultado de esta actividad se muestra en la figura 5 algunas escenas de los trabajos que participaron del concurso. Los trabajos completos se encuentran en https://www.youtube.com/watch?v=W7NwdCoA-3k

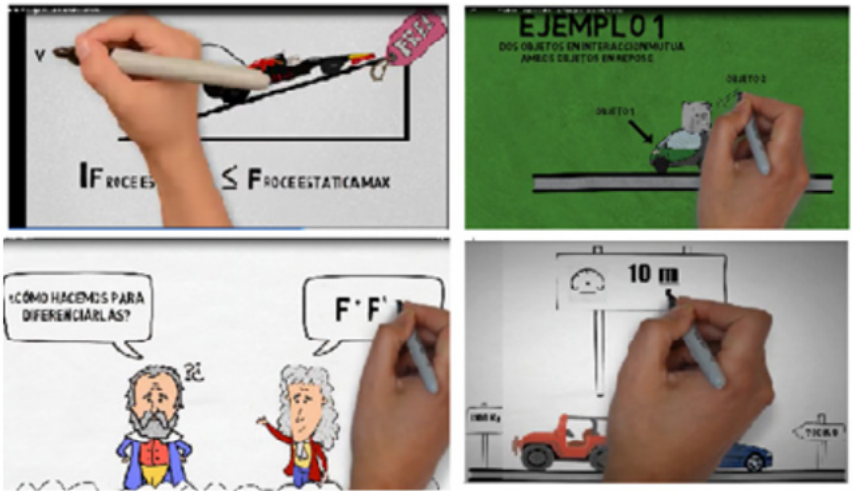


Fig 5. *Escenas de los trabajos realizados por los alumnos con la herramienta de Video Scribe.*

PROCESO DE EVALUACIÓN DE LAS ACTIVIDADES BASADAS EN CONCURSOS Las razones por la cuales se incorporar una actividad evaluativa basada en un concurso al proceso de enseñanza y aprendizaje, radica principalmente en promover en los estudiantes capacidades y habilidades que viabilicen la adquisición de competencias relacionadas con la resolución de situaciones problemáticas, el pensamiento creativo, el trabajo en equipo y la comunicación multidireccional, que son características propias del ingeniero.

La evaluación de los trabajos que participan de los concursos se realiza mediante una rúbrica, ya que este tipo de instrumento nos permiten explicitar y detallar los criterios de valuación de las competencias trabajadas durante la realización de la actividad.

A modo de ejemplo en la Tabla 1 se muestra la rúbrica utilizadas en la actividad *Concurso de desarrollos temáticos con VideoScribe*. En la cual se puede observar los indicadores de logro de las competencias a desarrollar con esta actividad.

CRITERIOS DE EVALUACIÓN		NIVELES DE DESEMPEÑO			puntos
Competencias	Indicadores	Muy bien 3	Bien 2	Regular 1	
Resolución de situaciones problemáticas	Identificar, formular y dar solución al problema	Presenta una delimitación del tema, así como una resolución del problema en forma clara y precisa	Presenta una delimitación del tema, pero la resolución del problema no es clara	No presenta una delimitación del tema, ni la resolución del problema en forma clara.	
	Transmitir en forma correcta el conocimiento	Se cubren los temas a profundidad con detalles y ejemplos. El conocimiento del tema es muy bueno	Incluye conocimiento básico sobre el tema. El contenido es bueno	Incluye información esencial sobre el tema, pero aparecen errores de lenguaje científico	
	Delimitar el problema y formularlo de manera clara y precisa	Se evidencia un claro y preciso entendimiento de los principios científicos. La terminología y notación científica son correctas	Se observa un entendimiento relativamente preciso de los principios científicos La terminología y notación científica son correctas	Se observa un entendimiento poco preciso de los principios científicos La terminología y notación científica no son siempre correctas	

CRITERIOS DE EVALUACIÓN		NIVELES DE DESEMPEÑO			puntos
Competencias	Indicadores	Muy bien 3	Bien 2	Regular 1	
Pensamiento creativos	Originalidad de la presentación del video	El video combina las imágenes, ideas, y recursos en forma original. El diseño es ordenado.	El video combina las imágenes, ideas y recursos en forma original, aunque está un poco desordenado	En el video se observa que las imágenes y las ideas no son originales y está mal diseñado y/o desordenado.	
	Elaboración del guión	El guión es atractivo, claro y muy creativo.	El guión es bastante original, pero está pobremente organizado	El guión no es original y está mal organizado	
	Creatividad en la elaboración de las imágenes	Todas las imágenes y escenarios reflejan un alto grado de creatividad en su diseño	Varias de las imágenes y escenarios son creativas en su diseño	Se han copiado algunas imágenes de distintas fuentes. Hay muy poca evidencia de creatividad	
Trabajo cooperativo	Compromiso y responsabilidad	Muestran un compromiso por la calidad del trabajo y cumplen con los requisitos de presentación	Hay compromiso por parte de algunos de los miembros hacia un trabajo de calidad, pero solo se cumplen con algunos de los requisitos de presentación	Hay poca evidencia de compromiso hacia la calidad del trabajo.	
				Valoración del trabajo	

Tabla 1. *Rúbrica para la evaluación de los trabajos presentados en la actividad basada en un concurso.*

CONSIDERACIONES FINALES El transitar las aulas del primer año de ingeniería, encierra el motivo por el cuál este tipo de carreras llevan el apodo de duras: la falta de motivación. En este punto podríamos preguntarnos, en dónde se debe poner énfasis al aspecto motivador, y cómo lograrlo. Precisamente es en el aula de ciencias en dónde hay que llegar al estudiante de forma de transportarlo a un ambiente que le permita encontrar respuestas a esos motivos que encuentra diariamente como para sentirse desmotivado en el duro transitar, que podemos resumir en la gran dificultad con que se desarrollan esos primeros pasos de la carrera, lo que redunda fundamentalmente en una fisura vocacional del estudiante.

Actualmente es apremiante el uso de metodologías dinámicas e innovadoras, que despierten el interés de aprender de los estudiantes y que propicien el desarrollo de competencias. A su vez, los estudiantes requieren que las clases sean oportunidades para expresarse, pensar, aprender, descubrir y crear, interactuar con los demás, intercambiar puntos de vista, reconocer las propias capacidades y posibilidades. Con la puesta en práctica de las actividades y recursos mostrados en este trabajo, no solo se espera que los estudiantes adquieran nuevos conocimientos, también se persigue potenciar ciertas habilidades y formas de abordar las tareas profesionales.

Cabe destacar, que observamos un aumento significativo en la participación de los estudiantes en las clases, como así también, un mayor compromiso hacia el aprendizaje de la física, a partir de la incorporación de estrategias didácticas innovadoras en la cátedra de Física 1.

Esta actitud positiva de los estudiantes hacia la física repercute, sin duda, en la mejora

del proceso de enseñanza y aprendizaje, lo cual incide en la disminución de las tasas de abandono y desgranamiento en el ciclo básico de las carreras de ingeniería.

Es evidente que los aportes pedagógicos comentados en este trabajo sólo son una muestra de lo posible. Es nuestra intención que este artículo sirva como estímulo para que cada profesor busque aquellos materiales que resulten más convenientes a sus intereses y objetivos de enseñanza.

Compartir este tipo de experiencias nos ayudará a avanzar conjuntamente a encontrar las técnicas más adecuadas para mejorar la eficiencia del proceso de aprendizaje en el nivel universitario. •

🕮 REFERENCIAS

[1] D. Gil y A. Vilches. "Problemas de la Educación Científica en la Enseñanza Secundaria y en la Universidad: contra la evidencia". *Revista Española de Física*, Vol.13, N° 5, pp. 10-15,1999.

[2] J. Di Paolo y C. Dall´Ava. Un sistema de cursado orientado a aumentar la retención en Física I de la Facultad de Ingeniería (UNER). *Ciencia, Docencia y Tecnología*, Vol. XV, N° 29, pp. 183-189, 2004.

[3] J. Alonso Tapia. "¿Qué podemos hacer los profesores universitarios para mejorar el interés y el esfuerzo de nuestros alumnos por aprender?" en Ministerio de Educación y Cultura (Ed): Premios Nacionales de Investigación Educativa. Madrid: MEC,1999, pp. 151-187, 1998.

[4] M. Álvaro Torres y E. Barrios. *La enseñanza de las ciencias naturales y la educación ambiental en el departamento de Nariño*. Pasto: Editorial Universitaria, 2012.

[5] L. Moro L, J. Viau, R. Zamorano. "FÍSICA 1: Un análisis de la problemática de los estudiantes de primer año de ingeniería en el marco del PROMEI. Presentado en *II Jornadas Nacionales y I Latinoamericanas de Pedagogía Universitaria*. Buenos Aires, Argentina, 2009.

[6] S. De la Torre. "Estrategias didácticas innovadoras y creativas" en De la Torre, S. y Barrios O. Estrategias didácticas innovadoras. Octaedro, pp. 108-128, 2000.

[7] S. De La Torre y V. Violant. "Estrategias creativas en la enseñanza universitaria. Una investigación con metodología de desarrollo". *Creatividad y Sociedad*, Vol. 8, pp. 21-47, 2001.

Sensibilidad y especificidad

Enfoque basado en la competencia de resolución de problemas

Kohan, Diana - dikohan@ingenieria.uner.edu.ar

Battisti, Marisa - mbattisti@ingenieria.uner.edu.ar

Facultad de Ingeniería - Universidad Nacional de Entre Ríos

RESUMEN · En la actualidad, y tal como expresó el CONFEDI en 2006 [1], el uso de competencias como horizonte formativo es una tendencia a nivel mundial en el diseño de los planes de estudio de Ingeniería. Frente a esta situación es que se busca mejorar la formación de grado del futuro ingeniero repensando aspectos educativos para que el estudiante logre ciertas competencias.

El presente escrito describe actividades elaboradas por el equipo docente de la asignatura Probabilidad y Estadística, perteneciente a segundo año de las carreras Bioingeniería y Licenciatura en Bioinformática de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Entre Ríos. El objetivo es abordar el contenido de Sensibilidad y Especificidad, insistiendo en la aplicabilidad de la regla de Bayes, comparando dos metodologías de enseñanza: una tradicional y otra basada en el logro de la competencia: "Identificar, formular y resolver problemas de ingeniería".

A partir de este último y nuevo escenario propuesto, se espera que la labor del profesor consista en guiar y facilitar las herramientas para que el estudiante pueda desenvolverse en su rol protagónico de adquisición y comprensión de los contenidos.

Palabras clave — sensibilidad, especificidad, teorema de Bayes, resolución de problemas.

ABSTRACT · At present, and as expressed by CONFEDI in 2006 [1], the use of competencies as a training horizon is a worldwide trend in the design of engineering curricula. Faced with this situation is that it seeks to improve the degree formation of the future engineer by rethinking educational aspects so that the student achieves certain skills.

This paper describes activities developed by the teaching team of Probability and Statistics, belonging to the second year of Bioengineering and Bioinformatics careers of the Faculty of Engineering at the National University of Entre Ríos. The aim is to address the content of Sensitivity and Specificity, insisting on the applicability of the Bayes' rule, comparing two teaching methodologies: a traditional one and another one based on the achievement of competence: "Identify, formulate and solve problems of engineering".

From this last and new proposed scenario, it is expected that the teacher's work consists in guiding and facilitating the tools so that the student can develop in his leading role of acquisition and understanding of the contents.

Keywords — sensibility, specificity, Bayes' theorem, problem solving.

»

1. INTRODUCCIÓN

Actualmente, el uso de competencias como horizonte formativo es una tendencia a nivel mundial en el diseño de los planes de estudio de Ingeniería [1]. Ante esta nueva perspectiva, se pretende que la formación de grado desarrolle en el estudiante aquellas competencias que debería poseer el recién graduado, con un nivel de alcance acorde al inicio de su trayecto profesional.

Según el documento de CONFEDI del año 2014 [2], se entiende por competencia a la "capacidad de articular eficazmente un conjunto de esquemas y valores, permitiendo movilizar distintos saberes, en un determinado contexto con el fin de resolver situaciones profesionales".

En cuanto a la caracterización de las competencias, Mastache [3] describe que permiten el logro de ciertos objetivos preestablecidos y que son complejas pues integran conocimientos, habilidades, destrezas, aptitudes y actitudes. Otra de las cualidades descritas por la autora, es que se definen a sí mismas por sus resultados y no por acciones como tales, por ende al tomar como eje el desempeño y no el conocimiento, las competencias ponen en juego la utilización que el alumno hace de ese conocimiento.

Al darse estas competencias en una situación propia de un contexto representado por su complejidad, es que esta propuesta intenta generar un ámbito que persiga, de manera transversal, el logro de la competencia de resolución de problemas en Ingeniería. En estos casos, se adhiere a las palabras de Díaz Barriga [4] referido a que las metodologías de aprendizaje situado, aprendizaje basado en problemas y aprendizaje colaborativo adquieren sentido y confluyen en la tarea de abordar los contenidos propiciando el desarrollo de ciertas competencias.

El presente escrito describe actividades elaboradas por el equipo docente de la asignatura Probabilidad y Estadística, perteneciente a segundo año de las carreras Bioingeniería y Licenciatura en Bioinformática de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Entre Ríos.

El primer eje temático del curso es Introducción a la Probabilidad dentro del cual se encuentra el Teorema de Bayes. Sensibilidad y Especificidad es una de las aplicaciones del conocido Teorema, y comprende las medidas que cuantifican el desempeño de una prue-

ba diagnóstica en la detección de una determinada patología incluyendo: probabilidades de resultados falsos positivos y negativos, sensibilidad, especificidad y valores predictivos positivos y negativos.

El objetivo es abordar el contenido de Sensibilidad y Especificidad, insistiendo en la aplicabilidad de la regla de Bayes, mediante el logro de la competencia: "Identificar, formular y resolver problemas de ingeniería" que es una competencia tecnológica de las diez competencias de egreso genéricas enumeradas en el Libro Rojo del CONFEDI [5].

2. METODOLOGÍA

2.1. METODOLOGÍA TRADICIONAL DE ENSEÑANZA · La clase se comienza haciendo una revisión rápida del Teorema de Bayes, abordado con anterioridad, recordando la regla.

Regla de Bayes. Si los eventos $B_1, B_2, \ldots, B_k$ constituyen una partición del espacio muestral S entonces, para cualquier evento A de S tal que **P(A) ‡ 0**,

$$P(B_i \mid A) = \frac{P(B_i \cap A)}{\sum_{j=1}^{k} P(B_j \cap A)} = \frac{P(B_i)P(A \mid B_i)}{\sum_{j=1}^{k} P(B_j)P(A \mid B_j)} \quad \text{para } i = 1,2,\ldots,k$$

Seguidamente, el docente menciona a los estudiantes que el contenido que desarrollará es una aplicación de esta propiedad denominado Sensibilidad y Especificidad. Su empleo se fundamenta en la necesidad de cuantificar mediante algunas medidas estadísticas el desempeño de pruebas diagnósticas en el reconocimiento de la presencia o la ausencia de una enfermedad en particular. Dado que la prueba no es infalible, se tienen los siguientes conceptos:

- Falso Positivo (FP): resulta cuando una prueba indica que el resultado es positivo, cuando en realidad no está presente la enfermedad.

$$\mathbf{P(FP) = P(+| \bar{E})}$$

- Falso Negativo (FN): resulta cuando una prueba indica que un resultado es negativo, cuando en realidad está presente la enfermedad.

$$\mathbf{P(FN) = P(-| E)}$$

- Sensibilidad de una prueba: es la probabilidad de que una persona con la enfermedad dé un resultado positivo.

$$\mathbf{Sensibilidad = P(+| E)}$$

- Especificidad de una prueba: es la probabilidad de que una persona que no tiene la enfermedad dé un resultado negativo.

$$\mathbf{Especificidad = P(-| \bar{E})}$$

- Prevalencia: se define como la probabilidad de que una persona esté enferma en una población definida en un momento dado.

Prevalencia = P(E)

- Valor Predictivo Positivo (VPP): es la probabilidad que una persona que da un resultado positivo en la prueba tenga la enfermedad.

VPP = P(E | +)

- Valor Predictivo Negativo (VPN): es la probabilidad de que una persona que da un resultado negativo no tenga la enfermedad.

VPN = P($\overline{E}$ | -)

Se plantea el siguiente problema en donde deberán aplicarse las definiciones anteriores.

Sabiendo que la prevalencia de cierta patología en una población es del 10%, y que se cuenta con una muestra aleatoria representativa de la misma, considere que toda la muestra es sometida a una nueva prueba de detección que arroja resultados negativos en el 15% de los pacientes enfermos y resultados positivos en el 3% de los pacientes sanos.

Obtenga los valores de sensibilidad, especificidad, VPP y VPN para esta prueba diagnóstica e interprete los resultados obtenidos.

El mismo es resuelto por el docente con la participación de los alumnos.

Se comienza recabando los datos del problema y armando un diagrama de árbol con los resultados posibles del experimento (Figura 1), consignando en él las diferentes probabilidades dadas en el enunciado.

Siendo los sucesos, E: "el sujeto padece la enfermedad de interés"; (+): "el sujeto obtuvo resultado positivo en la prueba diagnóstica" y (-): "el sujeto obtuvo resultado negativo en la prueba diagnóstica".

$$P(E) = 0.10, \quad P(-|E) = 0.15, \quad P(+|\overline{E}) = 0.03$$

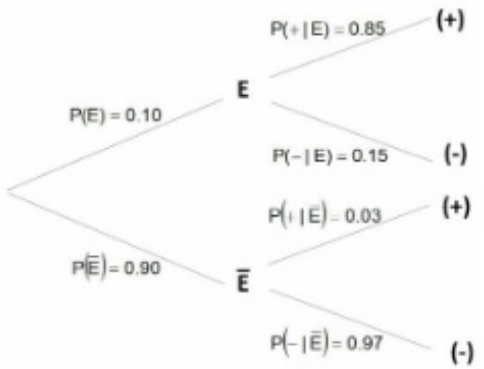


Fig 1. *Diagrama de árbol para el problema planteado.*

A continuación, el docente muestra cómo se calculan las medidas pedidas y luego se discuten los significados de las mismas.

Sensibilidad = P(+| E) = 1 - P (- | E) = 0.85

Especificidad = P(-| $\bar{E}$) = 1 - P (+ | $\bar{E}$) = 0.97

Y para el cálculo de los valores predictivos positivo y negativo, aplica regla de Bayes.

$$VPP = P(E \mid +) = \frac{0.10 \times 0.85}{0.10 \times 0.85 + 0.90 \times 0.03} = 0.7589$$

$$VPN = P(\bar{E} \mid -) = \frac{0.90 \times 0.97}{0.10 \times 0.15 + 0.90 \times 0.97} = 0.9831$$

2.2. METODOLOGÍA ALTERNATIVA DE ENSEÑANZA · La clase se inicia a partir de un problema que los alumnos abordarán empleando diferentes recursos sin el desarrollo previo, por parte del docente, del contenido en sí mismo.

Situación problemática planteada:

Sabiendo que la prevalencia de cierta patología en una población es del 10%, y que se cuenta con una muestra aleatoria representativa de la misma, considere que toda la muestra es sometida a una nueva prueba de detección que arroja resultados negativos en el 15% de los pacientes enfermos y resultados positivos en el 3% de los pacientes sanos.

1. *¿Cuáles son las probabilidades de resultados falsos positivos y falsos negativos en este caso?*
2. *¿Cuáles son la sensibilidad y la especificidad para esta prueba diagnóstica?*
3. *¿Cuáles son las probabilidades de resultados positivos y negativos de esta prueba?*
4. *Obtengan para esta prueba: Valor Predictivo Positivo (VPP) y Valor Predictivo Negativo (VPN).*

Les sugerimos que para su resolución:

- *Identifiquen en el enunciado cuáles son los conceptos nuevos que precisan definirse para poder resolverlo.*
- *Busquen las definiciones de estos conceptos nuevos.*
- *Resuelvan el problema empleando el recurso de GeoGebra disponible en: https://ggbm.at/eu2sfcvw [6].*
- *Vuelvan a resolver los incisos 3 y 4 manualmente. Comparen dichos resultados con los calculados en GeoGebra. ¿Qué contenidos de los desarrollados en clases preci-*

saron para su resolución?

Proponemos consultar el libro Bioestadística: Base para el análisis de las ciencias de la salud de Daniel [7].

Además les proporcionamos los siguientes enlaces que podrán resultarles de utilidad:

https://www.youtube.com/embed/K6GseIt7ua8 [8]

https://www.youtube.com/embed/URgnAB18s5c [9]

Para resolver el problema los estudiantes trabajarán en grupos de no más de cuatro integrantes cada uno. Comenzarán leyendo el enunciado y detectando aquellas palabras que les resultarán "nuevas" como prevalencia, sensibilidad, especificidad, valor predictivo positivo y valor predictivo negativo, entre otras.

En esta instancia se espera que los estudiantes sean capaces de reconocer los datos y comprender qué significan los mismos, recabando la información necesaria acerca de los conceptos implicados y desconocidos mediante la búsqueda en los materiales facilitados. Esta etapa previa basadas en la conceptualización de nociones nuevas, resultará un puntapié para la comprensión y la resolución del problema.

A continuación, los alumnos iniciarán el cálculo de las probabilidades que allí se piden.

En primer lugar, se les propone el uso de un recurso libre, elaborado por la cátedra con GeoGebra y de acceso público en https://www.geogebra.org/[10]. El mismo cumple las funciones de calculadora de las medidas estadísticas pedidas (Figura 2). De manera muy sencilla, los estudiantes aplicando los datos podrán mover los deslizadores de GeoGebra para modificar las probabilidades de que el paciente padezca la enfermedad y las de resultados falsos positivos y negativos en la prueba. En simultáneo y de forma automática, cada modificación se verá reflejada en los resultados de sensibilidad, especificidad, VPP y VPN de la prueba analizada, pudiendo los estudiantes reportar dichos valores en las diferentes consignas.

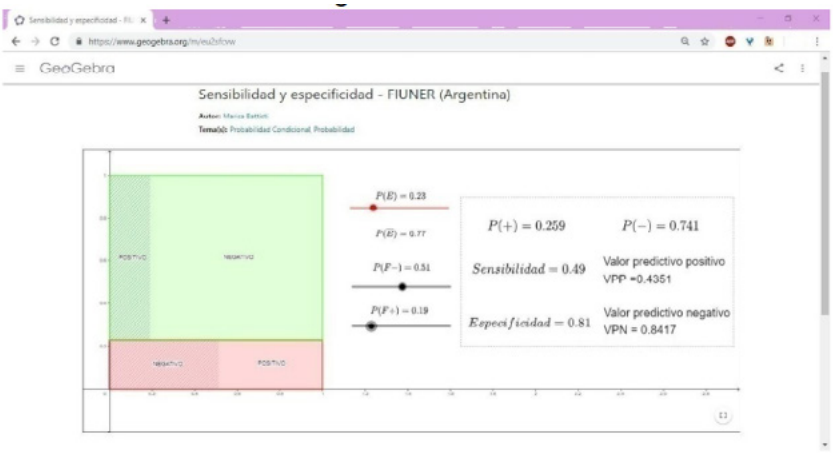


Fig 2. *Vista del recurso libre realizado en GeoGebra.*

Con los datos ya reconocidos, cada equipo deberá aplicar sus conocimientos previos para replicar manualmente los resultados obtenidos con GeoGebra.

En esta instancia recordarán las propiedades estudiadas, evaluando la forma correcta de transferirlas al contexto con el objetivo de dar respuesta a los interrogantes propuestos.

De esta manera, el docente guiará a los estudiantes, sugiriendo la construcción de un diagrama de árbol que consigne los resultados del experimento y las probabilidades que se detallan en el enunciado, además de simples cálculos para alcanzar los resultados de sensibilidad y especificidad de la prueba.

Con el objetivo de la obtención manual de las probabilidades de resultados positivos y negativos, los estudiantes deberán aplicar el teorema de probabilidad total, puesto que el suceso Positivo (+) es un subconjunto del espacio muestral particionado en los sucesos Enfermo (E) y No enfermo ($\overline{E}$) de la patología de interés. Por lo tanto resulta:

$$\mathbf{P\,(+) = 0.85 \times 0.10 + 0.03 \times 0.9 = 0.112}$$

En tanto que para el cálculo del VPP, el docente inducirá a los alumnos para que formalicen el concepto en notación de probabilidad condicional del suceso Enfermo dado que ocurrió resultado Positivo en la prueba de detección. A partir de allí, los integrantes deberán poner en juego sus conocimientos acerca del teorema de Bayes para calcular dicha probabilidad. Es decir, sabiendo que ocurrió el suceso Positivo, se necesita la probabilidad de que este resultado provenga del suceso Enfermo de la partición, esto es:

$$VPP = P(E \mid +) = \frac{0.10 \times 0.85}{0.112} = 0.7589$$

De manera similar, obtendrán la probabilidad de resultado negativo y el VPN.

En todos los casos, es importante tener presente que los estudiantes cuentan con los resultados computados en el recurso, los cuales servirán a modo de verificación de lo efectuado de manera manual.

Para finalizar la clase, el docente hará una puesta en común con los grupos, expresando en el pizarrón las definiciones de los nuevos conceptos que los alumnos han buscado, y retomando las diferentes maneras que utilizaron para obtener las probabilidades pedidas.

Se pretende que estos resultados numéricos sean interpretados en el contexto de la situación problemática generando una discusión al evaluar su pertinencia.

2.2.1. Metodología de evaluación · Con el fin de evaluar los contenidos abordados y la competencia de interés "identificar, formular y resolver problemas de Ingeniería", se propone una actividad que desarrollarán en los grupos ya conformados en el proceso de

aprendizaje y de realización extra-áulica. Así, el trabajo en equipo, seguirá siendo la modalidad adoptada.

El objetivo es continuar potenciando la competencia de resolución de problemas en Ingeniería mediante consignas en las que deberán:

- Definir ciertas nociones a partir de una nueva forma de presentación de la información.
- Recopilar los datos de dos problemas de aplicación relacionados y experimentar con una calculadora on-line para reportar las medidas pedidas.
- Desarrollar el cálculo manual del VPP en ambos problemas, manipulando los datos y vinculándolos con los contenidos y las propiedades abordadas.
- Discutir en el seno del grupo cómo se comportan las medidas cuando se afecta la prevalencia de la enfermedad en las situaciones propuestas, analizando los resultados y determinando las relaciones entre ellos.
- Investigar buscando un ejemplo sencillo en artículos académicos, que dé cuenta de una aplicación de los contenidos en ámbitos bio-ingenieriles a través de una síntesis apropiada de la información recabada.

Actividad:

Existe otra manera, más sencilla para el lector, de presentar la información acerca del desempeño de pruebas diagnósticas en la detección de enfermedades. La misma consiste en una llamada "tabla de contingencia" que cuenta con dos filas y dos columnas. En las columnas se reportan las cantidades de pacientes que participan del estudio que presentan efectivamente la enfermedad o no, y en las filas se distribuyen los pacientes con resultados positivos o negativos luego de habérselos sometido a la prueba diagnóstica de interés.

A continuación, se muestra una tabla general con los cuatro resultados posibles y sus abreviaciones.

	Presencia de la Enfermedad	
Resultado de la Prueba	*Sí*	*No*
Positivo	*Verdadero Positivo (VP)*	*Falso Positivo (FP)*
Negativo	*Falso Negativo (FN)*	*Verdadero Negativo (VN)*

1. *Empleando las notaciones VP, FP, FN y VN para los resultados verdadero positivo, falso positivo, falso negativo y verdadero negativo, respectivamente, completen cómo se calculan las medidas que definimos anteriormente: Sensibilidad, Especificidad, Valor Predictivo Positivo (VPP) y Valor Predictivo Negativo (VPN).*

- *Sensibilidad =*
- *Especificidad =*
- *VPP =*
- *VPN =*

2. *Para cada una de las siguientes situaciones presentadas, reporten los valores de sensibilidad, especificidad, VPP y VPN ingresando los datos de las tablas de contingencia en http://www.semergencantabria.org/calc/accalc.htm [11].*

Situación 1. En la tabla 1 se encuentran los datos obtenidos de un estudio realizado en el año 2013 acerca de la exactitud diagnóstica de la tomografía computada (TC) en la detección de daño cerebral irreversible en pacientes que han sufrido un accidente cerebro-vascular (ACV) isquémico.

	Daño cerebral	
Diagnóstico con TC	Sí	No
Positivo	433	16
Negativo	246	91

Tabla 1. *Prueba diagnóstica con TC– Año 2013.*

Situación 2. En la tabla 2 se encuentran los datos obtenidos del mismo estudio pero efectuado en el año 2015 en el cual la prevalencia de daño cerebral irreversible luego de ACV isquémico fue menor y se contó con una muestra levemente más pequeña de pacientes.

	Daño cerebral	
Diagnóstico con TC	Sí	No
Positivo	289	48
Negativo	164	273

Tabla 1. *Prueba diagnóstica con TC– Año 2015.*

3. *Calculen manualmente los VPP en ambas situaciones a partir de los datos y comparen con los resultados encontrados por el recurso en línea.*
4. *¿Qué ocurre al disminuir la prevalencia de la enfermedad con las medidas: Sensibilidad, Especificidad, VPP o VPN? (¿Disminuyen, aumentan, se mantienen sin cambio?)*
5. *Busquen un artículo científico donde se mencionen los conceptos trabajados y en el que pueda apreciarse una tabla de contingencia similar a las vistas en esta acti-*

vidad. Comenten brevemente de qué se trata el estudio e incluyan los datos que se reportan en la tabla del artículo.

3. RESULTADOS ESPERADOS

La metodología del Enfoque por Competencias incita aprovechar al máximo cada una las partes que componen la situación problemática, aportando diversas preguntas capaces de generar un encuadre motivacional para el estudiante. Si bien en esencia el ejercicio es el mismo, el docente lo resignifica y transforma en un problema, formulándolo en un contexto donde no fue abordado previamente el contenido con sus conceptualizaciones correspondientes. En este sentido, se espera que el alumno gestione sus propios procesos de aprendizaje, participando como protagonista y no sólo observando y tomando apuntes.

En este nuevo escenario, la labor del profesor será guiar y facilitar las herramientas para que el estudiante se desenvuelva en un rol activo de adquisición y comprensión de los contenidos.

Se desea que a partir de esta actividad los estudiantes trabajen en grupos potenciando el intercambio de ideas, busquen información, sean capaces de conectar la teoría con la práctica en una aplicación real, manipulen recursos libres disponibles en Internet, y elaboren análisis y conclusiones basándose en datos, procedimientos y resultados.

Con esta estrategia de enseñanza activa se pretende lograr el desarrollo de habilidades complejas como la abstracción, la reflexión, el manejo de la información, la comprensión de sistemas complejos y la experimentación, además del incremento en las actitudes de compromiso, respeto por la opinión del compañero y solidaridad con el equipo de trabajo [12]. •

🕮 REFERENCIAS

[1] CONFEDI. Primer Acuerdo sobre Competencias Genéricas. Villa Carlos Paz, Argentina: 2006, pp. 9-10.

[2] CONFEDI. (2014, Abril). *Competencias en ingeniería*. (1era edición). [On-line]. Disponible: confedi.org.ar/documentos-confedi/. [Feb. 25, 2019].

[3] A. Mastache. *Formar personas competentes*. Buenos Aires, Argentina: Noveduc, 2007, pp. 37-40.

[4] A. Díaz Barriga. "El enfoque de las competencias en la educación". *Perfiles educativos*,

vol. 28 (111), pp. 7-36, Enero. 2006.

[5] CONFEDI. (2018, Octubre). *Propuesta de estándares de segunda generación para la acreditación de carreras de ingeniería en la República Argentina "Libro Rojo de CONFEDI"*. (1era edición). [On-line]. Disponible: confedi.org.ar/documentos-confedi/. [Feb. 25, 2019].

[6] M. Battisti. "Sensibilidad y especificidad - FIUNER (Argentina)." Internet: www.geogebra.org/m/eu2sfcvw. Feb. 18, 2019 [Feb. 25, 2019].

[7] W. Daniel. *Bioestadística*. D.F., México: Limusa Wiley, 2002, pp. 71-76.

[8] L. Cordero. "Sensibilidad, especificidad y valor predictivo 1." Internet: youtu.be/K6GseIt7ua8. Jun. 14, 2012 [Feb. 26, 2019].

[9] E. Offerman. "Sensibilidad y Especificidad de una Prueba." Internet: youtu.be/URgnAB18s5c. Nov. 3, 2004 [Feb. 26, 2019].

[10] GeoGebra. "Recursos para el aula." Internet: www.geogebra.org/materials. Jul. 28, 2004 [Feb. 26, 2019].

[11] SEMERGEN Cantabria. "Cálculo Bayesiano (evaluación de una prueba diagnóstica)." Internet: www.semergencantabria.org/calc/accalc.htm. Jul. 13, 2005 [Feb. 26, 2019].

[12] O. Spósitto, G. Blanco, F. Grinsztajn, y M. Imperiale. *Enseñanza de la ingeniería hacia un modelo pedagógico transformador*. Buenos Aires, Argentina: Editorial UNLaM, 2017, pp. 38-39.

Transformaciones lineales y videojuegos

Rueda, Sonia Vivian - svrueda@gmail.com
Castro, Silvia Mabel - smc@cs.uns.edu.ar

Universidad Nacional del Sur

RESUMEN · Los videojuegos son un recurso valioso en unidades curriculares ligadas a las Tecnologías Básicas y Aplicadas de la Ingeniería en Computación e Ingeniería en Sistemas de Información. Su utilización permite retomar y profundizar contenidos de Ciencias Básicas y aplicarlos en un contexto motivador para desarrollar nuevos contenidos conceptuales y competencias, relevantes para la disciplina. Este capítulo propone anticipar este recurso al primer tramo de la carrera, utilizando el escenario de un videojuego para introducir transformaciones lineales en una unidad curricular de Álgebra. Las transformaciones de escalado, traslación y rotación se analizan informalmente, con la participación activa de los estudiantes, para luego llegar a la formalización Matemática. Este abordaje permite aumentar progresivamente el nivel de abstracción y reflexionar acerca de la notación formal que brinda el Álgebra.

Palabras clave — Transformaciones lineales, escenarios de videojuegos, aprendizaje centrado en el estudiante, pensamiento abstracto.

ABSTRACT · Videogames are a valuable resource in curricular spaces linked to the Basic and Applied Technologies of Computer Engineering and Information Systems Engineering. Its use allows to take up and deepen Basic Sciences contents and to apply them in a motivating context to develop new conceptual contents and competences, relevant to the discipline. This chapter proposes to anticipate this resource to the first section of the curriculum, using the scenario of a videogame to introduce linear transformations in a curricular space of Algebra. The scaling, translation and rotation transformations are informally analyzed, with the students´ active participation, to subsequently come up to the mathematical formalization. This approach allows to increase progressively the level of abstraction and think over the formal notation provided by the Algebra.

Keywords — Linear transformations, video game scenarios, student-centered learning, abstract thinking.

»

INTRODUCCIÓN

En este capítulo presentamos dos enfoques alternativos para abordar el concepto de transformaciones lineales en el contexto de espacios vectoriales

reales. Asumimos que este abordaje se realiza en una unidad curricular vinculada al Álgebra, en el tramo inicial de la carrera. Previamente se han desarrollado los siguientes contenidos:

- Sistemas de ecuaciones lineales. Vectores y matrices. Matrices inversas.
- Espacios vectoriales euclídeos.
- Espacios vectoriales Reales. Subespacios. Independencia lineal.

El primer enfoque está brevemente descripto ya que se basa en el modelo tradicional que se utiliza habitualmente en las asignaturas iniciales de Matemática en el nivel universitario. La articulación entre las unidades curriculares se rige a partir de restricciones de correlatividad basadas en contenidos conceptuales.

Una alternativa natural es seleccionar algunas aplicaciones del Álgebra dentro de los trayectos de las Tecnologías y plantearlas en las asignaturas iniciales. Presentamos este segundo enfoque con mayor detalle tanto en lo que se refiere a la aplicación de los contenidos matemáticos, como a las estrategias pedagógicas.

La intención del enfoque basado en una aplicación, es que la articulación entre las unidades curriculares no considere solo los contenidos conceptuales, sino también las competencias desarrolladas en cada trayecto formativo. La expectativa es que los equipos docentes del tramo medio y final puedan retomar contenidos conceptuales y competencias previas, para reforzarlos y desarrollar otros específicos de la disciplina.

La implementación de un diseño curricular que integre contenidos conceptuales y competencias, requiere de un modelo pedagógico en el cual los estudiantes adquieran un rol activo y los grupos trabajen en forma colaborativa. La frontera que ha separado tradicionalmente la teoría de la práctica se desdibuja y los conceptos teóricos y las actividades prácticas se entrelazan. Adoptamos la concepción y los principios del modelo de aprendizaje centrados en el estudiante propuesto en [6].

Como contrapartida, el segundo enfoque demanda una cantidad de tiempo considerablemente mayor que el tradicional. Por supuesto, no todas las aplicaciones van a requerir una inversión tan significativa, pero una estrategia pedagógica que involucre a los estudiantes activa y colaborativamente, por lo general implica una inversión en horas mayor que un abordaje expositivo.

La evolución hacia un enfoque que explicite el desarrollo de competencias y contenidos conceptuales de Ciencias Básicas a partir de una aplicación específica, requiere generar un ámbito de interacción continua entre docentes. Así, la comunicación, que se entiende como un aspecto esencial en la formación de un Ingeniero, debería ser también un requi-

sito ineludible para el cuerpo académico que diseña e implementa el plan de estudios [7].

ENFOQUE TRADICIONAL Una de las características del enfoque pedagógico tradicional en las asignaturas de Matemática, es la división entre la teoría y los trabajos prácticos. EL dictado de la teoría está a cargo de un docente con cargo de Profesor y adopta una modalidad expositiva y conductista, los contenidos conceptuales son ilustrados a través de algunos ejemplos, por lo general con un alto nivel de abstracción.

Así, el concepto de transformación lineal, por ejemplo, se define en un escenario descontextualizado, fuera de cualquiera de los ámbitos en los cuales se aplica.

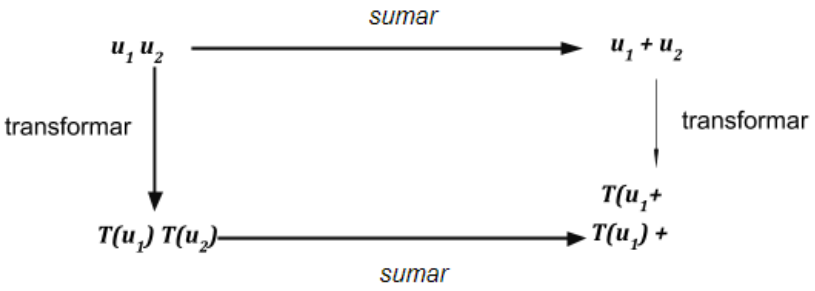
Una ***transformación lineal T*** es un mapeo de un espacio vectorial ***U*** en un espacio vectorial ***V***, que además conserva las propiedades de linealidad de ***U*** y ***V***. Se denota $T: U \rightarrow V$, esto es, ***T*** transforma vectores del dominio ***U*** en vectores de la imagen ***V*** [2,5].

No toda transformación es lineal, esto es, no todo mapeo que asigne un vector de ***V*** a un vector de ***U*** es una transformación lineal.

Una transformación $T: U \rightarrow V$ es lineal sí y solo sí se cumplen las siguientes dos condiciones:

1. $T(u_1 + u_2) = T(u_1) + T(u_2) \ \forall \ u_1, u_2 \in U$
2. $T(k\,u) = k\,T(u) \ \forall \ k \in R \ \forall \ u \in U$

Cualquiera sea el enfoque adoptado, las representaciones gráficas son siempre un recurso valioso, como por ejemplo la siguiente figura para ilustrar la primera condición:



Luego de la definición, se enunciarán las propiedades de las transformaciones lineales, seguidas por demostraciones y ejemplos. La continuación natural será definir la matriz asociada a una transformación lineal y describir cómo se construye, para posteriormente presentar la clasificación de transformaciones lineales y los conceptos de cambio de base y matriz de cambio de base [2, 11].

Durante el desarrollo de las actividades prácticas, coordinadas por un Asistente de Docencia acompañado por algunos Ayudantes, se aspira a que los estudiantes asuman un rol activo. Podrán avanzar con distintos ritmos, pero estarán sujetos a las mismas restricciones

que impone el cronograma del período lectivo.

La selección y elaboración de ejercicios y problemas va a tener diferentes objetivos según el contenido, pero en todos los casos un factor esencial es la articulación con el abordaje teórico. En este tema particular, un objetivo al elaborar los trabajos prácticos será enfatizar el hecho de que *una transformación lineal "transporta" combinaciones lineales de* ***U*** *a* ***V****, conservando los escalares de la combinación lineal*. Una de las primeras consignas para el trabajo práctico puede ser *Determine si cada una de las siguientes transformaciones de U en V es lineal*, seguida de una secuencia de ejercicios con complejidad creciente. A continuación se plantea una segunda secuencia de ejercicios con la consigna: *Interprete geométricamente las siguientes aplicaciones lineales* $f:R^2 \rightarrow R^2$.

Una de las particularidades de este enfoque es la delimitación precisa de los roles de los docentes y estudiantes, con una relación asimétrica y no intercambiable. Los docentes son la fuente de conocimiento, su función enseñar y su intención es que los alumnos aprendan [3].

Las evaluaciones tienen el objetivo de calificar al alumno a través de exámenes parciales y una instancia final. Los parciales proponen ejercicios vinculados a un conjunto de trabajos prácticos, probablemente siguiendo el mismo formato para las consignas. En la instancia final se evalúan los contenidos teóricos y las actividades prácticas integradas. En algunos casos se ofrece una alternativa de promoción para los estudiantes que alcancen determinado rendimiento en los parciales y/o que rindan contenidos teóricos junto con los prácticos.

Uno de los riesgos de este enfoque es que el estudiante alcance las habilidades procedimentales que necesita para realizar actividades prácticas, sin adquirir el conocimiento conceptual ni desarrollar los procesos cognitivos que le permitirán aplicar lo aprendido fuera del contexto de la asignatura. Algunos estudiantes dispondrán de la capacidad de integrar la teoría y la práctica y transitar el camino desde lo abstracto a lo concreto. Para otros, la separación de la teoría y la práctica y el abordaje de contenidos con un alto nivel de abstracción, implicará que estos mismos temas deban ser reforzados más adelante, cuando se apliquen a la resolución de problemas de la ingeniería.

ENFOQUE BASADO EN UNA APLICACIÓN Los videojuegos son populares como una forma de- entretenimiento y muchos de ellos se consideran, además, herramientas útiles para el desarrollo cognitivo de jóvenes en cualquier franja etaria. Estos juegos se desarrollan en distintos tipos de escenarios que se construyen a partir de bloques. Con frecuencia los bloques se definen a partir de cubos.

Dependiendo del juego, los escenarios pueden ser predeterminados, especificados dinámicamente o construidos por el jugador. De hecho, las primeras versiones de algunos juegos se desarrollaron para escenarios predeterminados y las versiones sucesivas incorporaron mejoras que permiten personalizarlos.

Comenzamos planteando el desafío de construir escenarios predeterminados (Escenarios de figuras 4 y 6). Los bloques constitutivos serán cubos y prismas cuadrangulares obtenidos a partir de cubos. En cada caso, primero construimos los objetos y luego los ubicamos en el escenario usando un sketch (croquis, boceto).

El docente guía el proceso de enseñanza planteando consignas y preguntas cuyas respuestas pueden ser elaboradas en forma individual o grupal. Los estudiantes tienen un rol activo y están involucrados en su propio proceso de aprendizaje como se propone en [4]. El mayor desafío es abordar cada uno de los contenidos relacionados con el tema central desde un enfoque informal e intuitivo, para luego llegar a la formalización matemática. En este sentido, es esencial considerar la complejidad que implica el uso de un lenguaje formal. Una competencia fundamental es entonces la capacidad para interpretar la notación algebraica, en el contexto de una aplicación específica.

SISTEMAS DE COORDENADAS · *Dibujamos en la dirección positiva los ejes de coordenadas en el espacio tridimensional, esto es en el espacio vectorial* $\boldsymbol{R^3}$*, como muestra la figura 1:*

Figura 1.

Llamamos ***objeto base*** *a un cubo cuyos lados tienen longitud 1. El objeto base tiene su propio sistema de coordenadas que puede dibujarse de acuerdo a como muestra en la figura 2:*

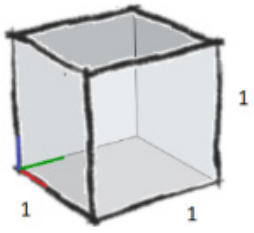


Figura 2.

Determinamos las coordenadas de los vértices del objeto base, con referencia al origen de su sistema de coordenadas. Así, cada vértice se modela mediante un vector. Gráficamente:

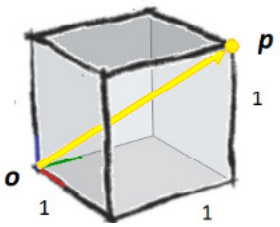


Figura 3.

El punto ***o*** *que corresponde al origen de coordenadas se modela con el vector* ***(0,0,0)****, esto es* ***o = (0,0,0)****.*

Entre todos, escribimos los vectores que modelan los demás vértices del objeto. Luego, cada grupo de alumnos construye un escenario con la consigna de ubicar entre 2 y 5 objetos base, diseñando manualmente un *sketch*. Como la consigna es muy general, no hay una solución única. Cuando cada grupo ha diseñado su escenario, se elige una en particular. El *sketch* elegido podría ser el siguiente:

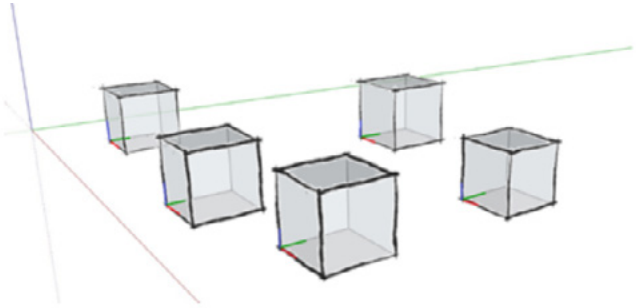


Figura 4.

El escenario tiene su propio sistema de coordenadas, diferente al sistema de coordenadas de cada objeto. Consideremos ahora un punto ***p*** *perteneciente a uno de los cubos, como muestra la Figura 5.*

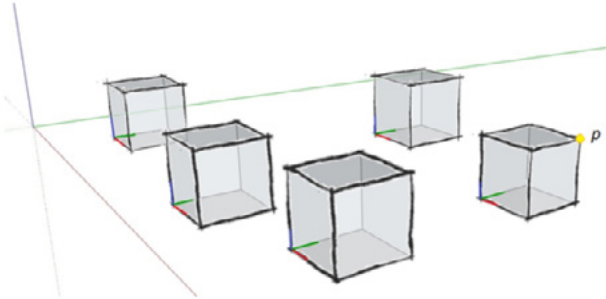


Figura 5.

*El punto **p** en un espacio vectorial, en este caso R^3, denota al mismo tiempo un punto y el vector que va desde el origen del sistema de referencia hasta este punto. En la figura 5, **p** corresponde a uno de los vértices del cubo.*

Luego reflexionamos acerca de que, para un mismo punto ***p***, sus coordenadas cambian según se refieran a un sistema de referencia u otro.

*Podemos referenciar a un punto **p** con relación a dos sistemas de coordenadas diferentes:*

- *el sistema de coordenadas del objeto*
- *el sistema de coordenadas del escenario*

Cada grupo determina las coordenadas de los vértices de dos de los cubos dibujados en su propio escenario, con referencia al origen del sistema de coordenadas del escenario. A continuación, a partir de la **transformación** de un conjunto de instancias de objetos, podemos generar un nuevo *sketch*.

Dibujamos ahora un nuevo escenario como muestra la figura 6:

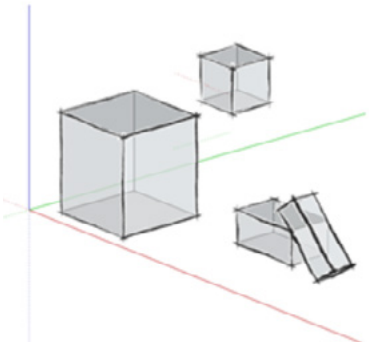
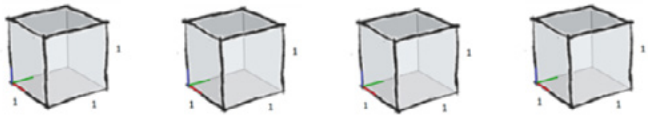


Figura 6.

Los saberes previos de los estudiantes incluyen las nociones de escalar, rotar y trasladar, al menos intuitivamente. El docente interviene con preguntas y observaciones que promueven la concepción de estas operaciones como tres formas de transformación. En el tránsito entre lo concreto y lo abstracto, lo conocido y lo nuevo, los alumnos interactúan entre sí y esa interacción también incide en el aprendizaje. Así, se desdibujan los roles específicos de docentes y alumnos, todos aprenden y participan del proceso de enseñanza [3].

ESCALADO · *Intuitivamente podemos modificar el tamaño de un cubo o transformar un cubo en un prisma rectangular para mediante una **transformación de escalado**. Si partimos de cuatro instancias de objetos base como muestra la figura 7:*

Figura 7.



Podemos transformarlos en:

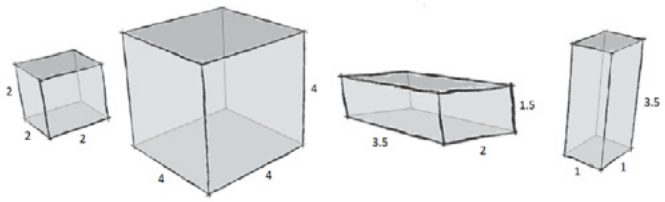


Figura 8.

Hemos cambiado el tamaño y/o la forma de cada objeto aplicando sobre cada uno una ***transformación de escalado*** *en referencia a su sistema de coordenadas. Esta transformación se realiza en el espacio tridimensional, es decir en* $\boldsymbol{R^3}$*, de modo que, la transformación mapea* $\boldsymbol{R^3}$ *en* $\boldsymbol{R^3}$*. A este mapeo de la transformación de escalado lo denotamos como* $\boldsymbol{S: R3 \rightarrow R^3}$.

Dado que podemos escalar el objeto en la dirección de cada uno de los ejes coordenados, debemos establecer el ***factor de escalado*** *en cada dirección. Si se escala el objeto base con factor* ***3.5*** *para* ***x****, factor* ***2*** *para* ***y*** *y factor* ***1.5*** *para* ***z****, se obtiene el prisma que muestra la figura 9:*

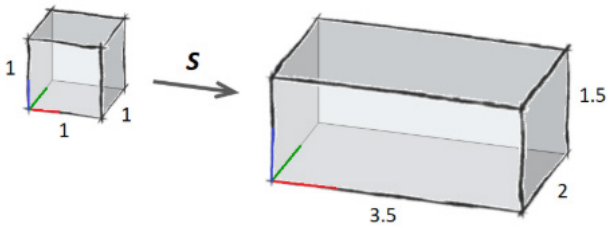


Figura 9.

Cada punto $\boldsymbol{p = (x,y,z)}$ *es* ***transformado*** *en* $\boldsymbol{p' = (3.5x,2y,1.5z)}$*. En forma matricial:*

$$p' = 3.5\ 0\ 0\ 0\ 2\ 0\ 0\ 0\ 1.5\ p$$

La transformación de escalado puede representarse entonces con una matriz ***S*** *en la base estándar de* $\boldsymbol{R^3}$*:*

$$S = 3.5\ 0\ 0\ 0\ 2\ 0\ 0\ 0\ 1.5$$

Observamos que modelamos la transformación de escalado como el producto de una matriz por un vector.

La reflexión acerca de esta observación es esencial, hemos partido de un problema concreto, diseñar un videojuego, para llegar a un modelo abstracto. La capacidad para interpretar y elaborar abstracciones es una de las competencias más relevantes a desarrollar en el trayecto de Ciencias Básicas [10].

Generalizando, cada punto ***p = (x,y,z)*** *es* ***transformado*** *en* ***p´= (x´,y´,z´)*** *a partir de la multiplicación por los factores de escala* s_x s_y s_z, *correspondientes a cada una de las coordenadas, o sea que* ***p´= S(p)***

$$p´=Sp=Sp=sx\ 0\ 0\ 0\ sy\ 0\ 0\ 0\ sz\ p$$

La transformación sobre un objeto que resulta en una contracción o dilatación horizontal, se denomina ***escalado horizontal****. Si, por ejemplo, queremos escalar el objeto base mediante un escalado horizontal con factor* ***3****, debemos multiplicar la coordenada x de cada vértice por* ***3****. Si todas las componentes se multiplican por el mismo factor* ***s****, hablamos de* ***escalado uniforme****, en caso contrario, hablamos de* ***escalado no uniforme****.*

Se trabaja entonces sobre el concepto de que para escalar un cubo o un prisma rectangular basta con transformar sus vértices. Observamos que los vértices del objeto están unidos por rectas que constituyen sus lados y, al transformar cada vértice, se transforma el lado.

Proponemos luego que cada grupo aplique transformaciones de escalado a tres instancias de objetos base y hallen la matriz de escalado para cada uno.

Aunque de los contenidos previos es posible inferir que los estudiantes están familiarizados con el lenguaje de la Matemática, cualquiera sea el enfoque adoptado, es fundamental reforzar la comprensión lectora cuando se utiliza una notación formal. Por ejemplo, ***S(p)*** se lee ***S de p***, mientras que ***Sp*** es el producto de ***S por p***.

Es importante observar nuevamente que hemos definido las transformaciones con respecto al origen de coordenadas de cada objeto.

¿Qué ocurre si aplicamos la transformación de escalado a un objeto que está ubicado en el origen del escenario? ¿Y si el objeto está ubicado en una posición diferente al origen? Dibujen el sketch de un escenario que incluya a dos objetos, uno ubicado en el origen y otro ubicado en cualquier otro punto y luego escale ambos con factor 2. ¿Podemos encontrar una matriz de escalado para aplicar a los vértices del objeto para modelar la transformación de la figura 10?

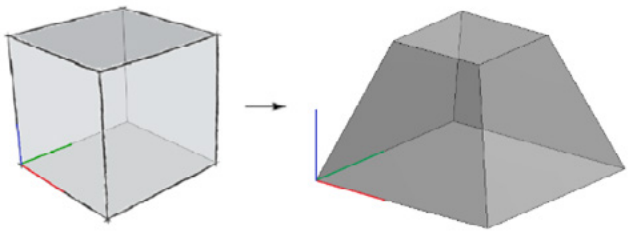


Figura 10.

Los grupos son heterogéneos y es probable que no todos los estudiantes estén en condiciones de elaborar la respuesta en este momento. Es importante que, aunque no puedan elaborarla, sí puedan comprenderla una vez propuesta y analizada.

ROTACIÓN · *Intuitivamente podemos decir que girar un objeto en el escenario sobre uno de sus ejes, implica una* ***transformación de rotación****.*

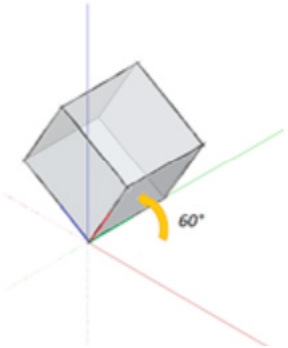


Figura 11.

La figura 12 muestra tres rotaciones de un prisma rectangular en $\mathbf{R^3}$*. La figura de la izquierda y la del centro están rotadas alrededor del eje* **x***, 180° y 90° respectivamente. La rotación de la derecha es una rotación alrededor del eje* **z** *en 90°. Todas son rotaciones positivas, es decir, en sentido anti-horario.*

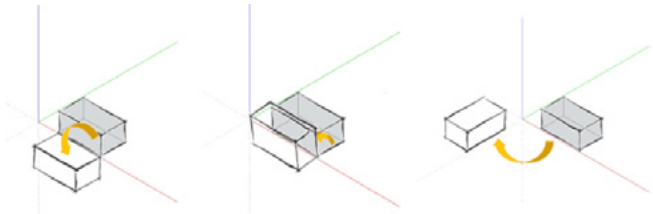


Figura 12.

Para formalizar la definición de una rotación en $\mathbf{R^3}$*, vamos a considerar cómo rotar un objeto en un espacio de* $\mathbf{R^2}$*. A partir de esta rotación, analizaremos cómo definir las rotaciones en* $\mathbf{R^3}$*.*

En $\mathbf{R^2}$ *podemos rotar un objeto en sentido horario o anti-horario alrededor de un determinado punto. En la figura 13 se muestra el efecto de rotar dos puntos,* **p y q***, en* $\mathbf{R^2}$*, alrededor del origen. A medida que cambia el ángulo de rotación, cada punto se mueve sobre un círculo.*

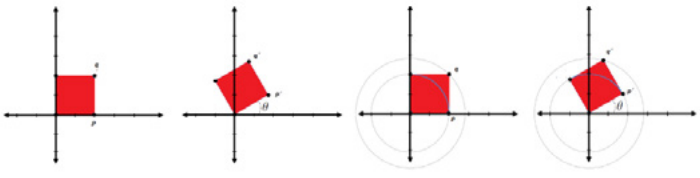


Figura 13.

Aplicando trigonometría se puede describir entonces cómo se rota un punto ***p(x,y)*** en un ángulo **θ** transformándose en el punto ***p´(x´ y´)***.

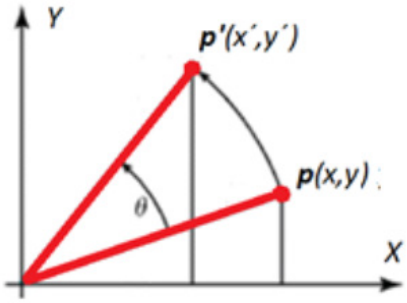


Figura 14.

Considerando las relaciones trigonométricas planteadas en la figura 14, deducimos la transformación:

$$x´ = x\cos\theta - y\,\theta \quad y´ = x\,\theta + y\cos\theta$$

Si la escribimos en forma matricial, $\mathbf{R_\theta}$ *relativa a la base estándar* ***B={e1,e2}*** *para* $\mathbf{R^2}$ *es:*

$$p´=Rp=\begin{bmatrix}\cos & \cos\theta\,\theta \\ \theta & \cos\end{bmatrix} p$$

Esta transformación la definimos relativa al origen de coordenadas de cada objeto.

Extendemos ahora esta transformación a $\mathbf{R^3}$*. En el espacio tridimensional, la rotación alrededor de un punto está indeterminada; en este espacio, se define la rotación alrededor de un determinado eje. En particular, se definen las rotaciones alrededor de los ejes coordenados y la rotación alrededor de un eje arbitrario se define por composición de rotaciones alrededor de los ejes coordenados.*

Si rotamos un punto ***p(x,y,z)*** *alrededor del eje* ***z****, es equivalente a rotar el punto* ***p*** *en el plano* ***xy****. Es decir que, en este caso, la coordenada* ***z*** *de cada uno de los vértices del objeto no cambia. Sólo cambian las coordenadas* ***x*** *e* ***y****.*

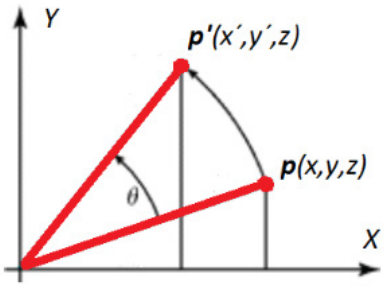


Figura 15.

Entonces, considerando las relaciones trigonométricas planteadas en la figura 15 deducimos la transformación ***p´=R(p)*** *al rotar un ángulo* **θ** *alrededor del eje* ***z****.*

$$p' = R(p) = Rp = [\cos \cos \boldsymbol{\theta}\ \boldsymbol{\theta}\ \mathbf{0}\ \boldsymbol{\theta}\ \cos \cos \boldsymbol{\theta}\ \mathbf{0}\ \mathbf{0}\ \mathbf{0}\ \mathbf{1}\ ]\ p$$

*Análogamente se definen las rotaciones alrededor de los ejes **x** e **y**.*

Proponemos a cada grupo que dibuje la rotación de un objeto base alrededor del eje x para **θ=90°** y defina la matriz de rotación.

TRASLACIÓN · *Intuitivamente podemos decir que desplazar un objeto en el escenario implica una **transformación de traslación**.*

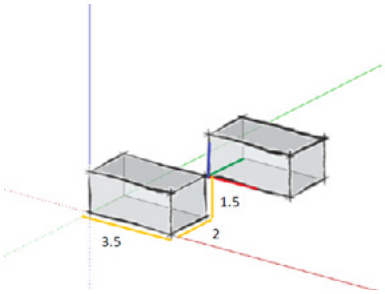


Figura 16.

Una traslación de un punto en el espacio lo desplaza en una o más de las direcciones respecto a los ejes coordenados. Así, una traslación es una transformación que se realiza adicionando una constante a cada una de las coordenadas.

*En esta traslación cada punto **p = (x,y,z)** del objeto es transformado en **p´= (x+3.5,y+2,z+1.5)** a partir de la suma de las **constantes de traslación** correspondientes a cada una de las coordenadas. Esto es, **p´** es **p** más el **vector de traslación**:*

$$p' = p + [3.5\ 2\ 1.5\ ]$$

*Además, al expresar esta ecuación en notación matricial, podemos multiplicar **p** por la matriz identidad. Al vector de traslación lo llamamos **D**:*

$$p' = Ip + D = [\ 1\ 0\ 0\ 0\ 1\ 0\ 0\ 0\ 1]\ p + [3.5\ 2\ 1.5]$$

*Al generalizar, en una transformación de traslación, cada punto **p = (x,y,z)** del objeto es transformado en **p´= (x´,y´,z´)** a partir de la suma de las constantes de traslación **dx dy dz** a cada una de las coordenadas.*

$$p' = Ip + D = [1\ 0\ 0\ 0\ 1\ 0\ 0\ 0\ 1]\ p + [dx\ dy\ dz]$$

Nuevamente proponemos a cada grupo que traslade uno o dos objetos de su propio escenario y calcule ***D(p)***. Reflexionamos otra vez en forma intuitiva sobre la noción de transformación.

FORMALIZACIÓN DEL CONCEPTO DE TRANSFORMACIÓN LINEAL · Luego de presentar transformaciones de escalado, rotación y traslación definimos formalmente el concepto de transformación lineal, tal como se hizo en la sección correspondiente al enfoque tradicional.

Verificamos en forma gráfica la transformación de rotación en $\boldsymbol{R^3}$ *propuesta antes.*

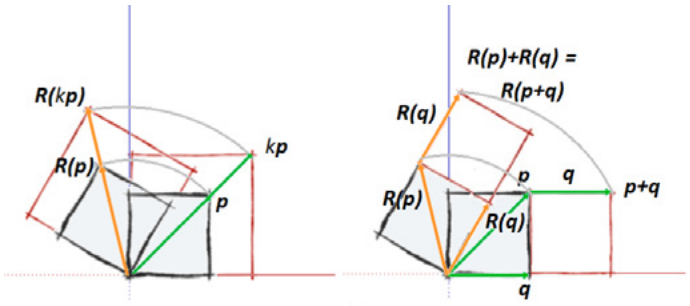


Figura 17.

Así, cuando $\boldsymbol{T: U \rightarrow V}$ *es una transformación lineal, la estructura de* $\boldsymbol{U}$ *se preserva cuando se mapea en* $\boldsymbol{V}$*. Específicamente, la imagen de una combinación lineal de vectores, bajo un mapeo lineal, es igual a una combinación lineal de los vectores de la imagen, con los mismos coeficientes. El hecho de que una transformación lineal* $\boldsymbol{T}$ *entre espacios vectoriales* $\boldsymbol{U}$ *y* $\boldsymbol{V}$ *preserva las combinaciones lineales, es útil al momento de evaluar* $\boldsymbol{T}$ *cuando se conoce su acción sobre los vectores.*

Verificamos en forma gráfica que las transformaciones de escalado uniforme y no uniforme son transformaciones lineales.

La traslación mapea los puntos de $\boldsymbol{R^3}$ *en* $\boldsymbol{R^3}$*, esto es,* $\boldsymbol{D: R^3 \rightarrow R^3}$*. ¿Es ésta una transformación lineal?* La complejidad de esta pregunta es considerablemente mayor a las planteadas anteriormente. Una traslación en $\boldsymbol{R^3}$ es una transformación lineal sí y solo sí el vector de traslación es 0, es decir, las tres constantes de traslación son 0.

Siguiendo con este enfoque presentaríamos a continuación, siempre en el contexto de la construcción del escenario de un videojuego, las propiedades de las transformaciones lineales y desarrollaríamos los conceptos de cambio de base y matriz de cambio de base.

ENTRE LAS CIENCIAS BÁSICAS Y LA TECNOLOGÍA · El mundo de los videojuegos ha permitido introducir un contenido de Álgebra a partir de una aplicación concreta y en un ámbito participativo y colaborativo, con un rol activo del estudiante. Desde el punto de vista de la aplicación el tema no está agotado. Es vital la articulación entre el espacio curricular en el cual se presentan el concepto de transformación lineal y aquéllos en los cuales se retoman y refuerzan estos contenidos, desde los trayectos tecnológicos.

Una alternativa es proponer la construcción de un objeto compuesto a partir del ensamblado de varios objetos simples [1,9]. Cada grupo de estudiantes, a partir de un conjunto de instancias de un objeto base, los escala y ensambla para armar un robot.

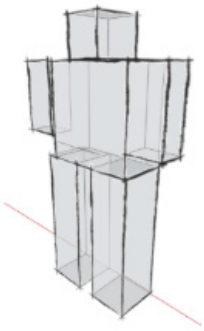


Figura 18.

En la figura 18 partimos de un prisma, el cuerpo, y le adicionamos los brazos. En la cara de arriba ubicamos la cabeza y en la cara inferior las piernas. Usamos transformaciones para modelar un objeto compuesto, eligiendo arbitrariamente su sistema de coordenadas. Por ejemplo, podemos decidir que el sistema de coordenadas del robot estará ubicado en el centroide de su cuerpo.

Otra alternativa es avanzar en el abordaje de cambio de base, considerando que observadores en distintos lugares del mundo, verán la escena de manera diferente [9].

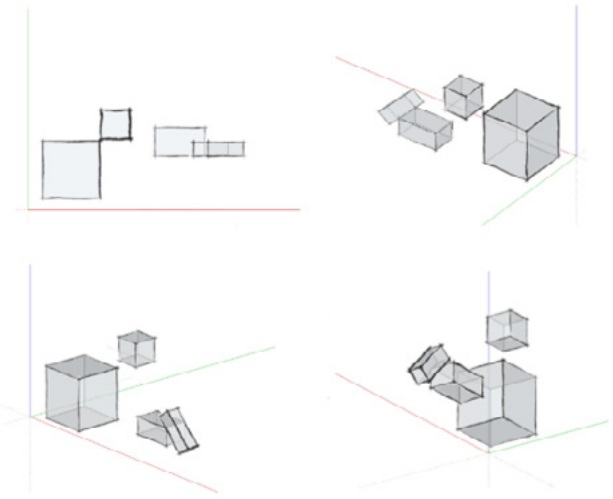


Figura 19.

Esto nos lleva a pensar al ojo del observador como el origen de un sistema de coordenadas. Así, para obtener las coordenadas de los objetos que están en el escenario en coordenadas del observador, debemos transformar éstas al sistema de coordenadas del observador. Este cambio de sistemas de referencia lleva a un cambio de base.

La formulación de aplicaciones concretas para un contenido matemático, la participación activa de los estudiantes en y el trabajo colaborativo de los grupos, favorecen el aprendizaje y el desarrollo de competencias [8]. La adopción de este enfoque requiere un

análisis cuidadoso de la relación entre los contenidos conceptuales, las competencias a desarrollar, las estrategias pedagógicas y la carga horaria. •

🕮 REFERENCIAS

[1] M. Agoston. *Computer graphics & geometric modeling / Mathematics*. Springer-Verlag, 2005.

[2] H. Anton, Ch. Rorres. *Elementary linear algebra: applications versión*. Wiley Press, 11th Ed, 2014.

[3] A. Camilloni et al. *El saber didáctico*. Editorial Paidós, 1ª Ed, Buenos Aires, 2007, Colección: Cuestiones de educación.

[4] U.R. Cukierman. *Aprendizaje Centrado en el Estudiante, Un enfoque imprescindible para la Educación en Ingeniería*. UTN-FrBA.

http://www.frbb.utn.edu.ar/frbb/info/secretarias/academica/planeamiento/competencias/3.Cukierman-Educacion-centrada-en-el-alumno.pdf

[5] J. DeFranza, D. Gagliardi. *Introduction to Linear Algebra with Applications*. Waveland Press, 2015.

[6] *Student-Centered Learning -- Toolkit for students, staff and higher education institutions*, publicado en el marco del proyecto "Time for a New Paradigm in Education: Student Centered Learning", financiado por European Commission. Bruselas, 2010.

http://www.aic.lv/bolona/2010/Reports/SCL_toolkit_ESU_EI.pdf

[7] R. Graham. *Achieving excellence in engineering education: the ingredients of successful change*. MIT, Cambridge, 2012.

http://www.rhgraham.org/resources/Educational-change-summary-report.pdf

[8] R. Graham. *The global state of the art in engineering education*. MIT, Cambridge, 2018.

http://neet.mit.edu/wp-content/uploads/2018/03/MIT_NEET_GlobalStateEngineeringEducation2018.pdf

[9] J. Hughes, A. Van Dam, M. McGuire, D. Sklar, J. Foley, S. Feiner, K. Akeley. *Computers Graphics: Principles and Practice*. Pearson Education, 3rd Ed, 2014.

[10] PROPUESTA DE ESTÁNDARES DE SEGUNDA GENERACIÓN PARA LA ACREDITACIÓN DE CARRERAS DE INGENIERÍA EN LA REPÚBLICA ARGENTINA, 2018.

https://confedi.org.ar/download/documentos_confedi/LIBRO-ROJO-DE-CONFEDI-Estandares-de-Segunda-Generacion-para-Ingenieria-2018-VFPublicada.pdf

[11] G. Strang. *Introduction to Linear Algebra*. Cambridge Press, 5th Ed, 2016.

Aprendizaje basado en proyectos, una estrategia para aportar a la adquisición de competencias

Savini, Claudio Ariel - arielsavini@gmail.com
Gasull, Viviana Lucia - viviana.gasull@gmail.com
Gimeno, Patricia Beatriz - patricia.gimeno4@gmail.com

Facultad de Ingeniería y Cs. Agropecuarias - Universidad Nacional de San Luis

RESUMEN · La adquisición y fortalecimiento de competencias genéricas en estudiantes que se encuentran cursando carreras de ingeniería, son un factor fundamental para el posterior logro de competencias específicas a lo largo de las carreras.

Entre las competencias Genéricas de egreso, se encuentra "Actuar con ética, responsabilidad profesional y compromiso social, considerando el impacto económico, social y ambiental de su actividad en el contexto local y global".

Existen diversas metodologías y estrategias de enseñanza-aprendizaje que favorecen la adquisición de estas competencias.

En este trabajo, desarrollamos la experiencia llevada a cabo en la asignatura Fundamentos de Informática de la Facultad de Ingeniería y Ciencias Agropecuarias de la Universidad Nacional de San Luis, mediante el cual se aporta a la formación de la competencia antes mencionada, como así también a las competencias, comprensión lectora, resolución de problemas, autonomía en el aprendizaje, comunicarse con efectividad, aprender en forma continua y autónoma, entre otras.

Para tal fin la estrategia aplicada es el método de aprendizaje basado en proyectos.

El proyecto comienza con la búsqueda y selección de información, enfocada en el impacto social y ambiental de la evolución tecnológica y la responsabilidad en su uso y desarrollo, obteniendo como productos finales una infografía o línea de tiempo.

Palabras clave — Competencias, estrategias didácticas, aprendizaje basado en proyectos, impacto social y ambiental.

ABSTRACT · The acquisition and strengthening of generic competences in students who are studying engineering careers, is a fundamental factor for the achievement of specific competences of them in the course of their careers.

Among the graduation generic competences, we find "Act with ethics, professional responsibility, and social commitment, considering the economic, social and environmental impact of its activity in the local and global context".

It is known that there are different teaching-learning methodologies and strategies that favor the acquisition of these skills.

In this paper, we developed the experience carried out in the Fundamentals of Computer Science course of the Faculty of Engineering and Agricultural Sciences of the National University of San Luis, through which we contribute to the training of the aforementioned

competence, as well as to the skills, reading comprehension, problem solving, autonomy in learning, effective communication, continuous and autonomous learning, among others.

The project starts with the search and selection of information, focused on the social and environmental impact of technological evolution and the responsibility for its use and development, the result was an Infographic or time line, in its elaboration the students also had demonstrated their capacity of synthesis.

Keywords — Competences, teaching strategies, project-based learning, social and environmental impact.

»

1. INTRODUCCIÓN

En la República Argentina, las carreras de ingeniería se encuentran inmersas en una profunda transformación en vistas a adoptar un modelo de formación centrado en el estudiante [1]. En este contexto, en el desarrollo de la materia Fundamentos de informática de las carreras de ingeniería de la Facultad de Ingeniería y Cs. Agropecuarias (FICA) de la Universidad Nacional de San Luis (UNSL), se decidió incorporar nuevas estrategias de enseñanza aprendizaje, seleccionando aquellas que favorecen la formación centrada en el estudiante, así como la adquisición y fortalecimiento de competencias genéricas y transversales. Consecuentemente se modificaron las estrategias e instrumentos de evaluación, introduciendo además la autoevaluación y coevaluación.

En el presente trabajo se describe la experiencia mediante la cual, se aporta a la formación de competencias genéricas, se analizan los resultados obtenidos tanto desde la perspectiva docente, midiendo el nivel de satisfacción de los indicadores definidos para las competencias a cuya formación se busca aportar, como desde la perspectiva y valoración de los estudiantes en relación a la metodología empleada y a su percepción del logro de las mencionadas competencias.

2. MÉTODO EXPOSITIVO DE ENSEÑANZA

En ingeniería el modelo de educación dominante fue aquel en el que el docente era el centro del proceso educativo, en la actualidad dicho modelo educativo sigue vigente en numerosos lugares y para muchos profesores.

En un estudio referido a las concepciones sobre la enseñanza de docentes universitarios

de ingeniería se ha establecido que las prácticas educativas no han dado un salto cualitativo hacia la mejora. Actualmente se sigue un modelo de transmisión de conocimientos, basado en una metodología expositiva del profesorado y una falta de fomento de la participación del estudiantado en la construcción de su propio aprendizaje. [2]

Las críticas al modelo de transmisión-recepción[1] pueden resumirse en que la mera exposición de un cuerpo de conocimientos, por muy clara y correcta que sea, no asegura su comprensión, y que los conocimientos no se adquieren ya hechos, sino que cada persona los rehace a la luz de sus conocimientos y experiencias anteriores. [3]

3. APRENDIZAJE BASADO EN PROYECTOS

El aprendizaje basado en proyectos (ABP o PBL, Project-based learning) es una metodología didáctica centrada en el estudiante que facilita la adquisición de conocimiento, potencia el trabajo en equipo, desarrollando habilidades y competencias como la colaboración, comunicación, toma de decisiones y gestión del tiempo, además, fomenta la iniciativa de los estudiantes, aumenta la motivación y la autoestima, mejora las habilidades de investigación, incrementando la capacidad de análisis y síntesis[4].

3.1. INFOGRAFÍA · La definición formal de infografía refiere a una «combinación de elementos visuales que aporta un despliegue gráfico de la información». Su fin es aprovechar la capacidad del cerebro para aprender y retener conceptos y números más fácilmente a través de imágenes y gráficos. Se utiliza para comunicar y transmitir información compleja (objetos, procesos, sistemas o hechos) de manera clara y concisa, usando una forma de comunicar diferente al lenguaje escrito u oral.

3.2. LÍNEA DE TIEMPO · Línea del tiempo, es una serie de divisiones temporales, que se establecen para poder comprender a través de la visualización, el conocimiento histórico y los acontecimientos según su duración, de tal forma que quede explícita con claridad la relación temporal entre ellos.

3.3. EVALUACIÓN DE COMPETENCIAS · Mediante el cumplimiento de criterios de desempeño claramente establecidos. Los criterios de desempeño, entendidos como los resultados esperados en términos de productos de aprendizaje (evidencias), establecen las condiciones para inferir el desempeño; ambos elementos (criterios y evidencias) son la base para evaluar y determinar si se alcanzó la competencia. Por lo mismo, los criterios de

1. Modelo Transmisión-Recepción: Se conoce también como modelo "tradicional". Consiste en la transmisión de conocimientos ya elaborados, "transmitidos" a la mente del alumno a través de descripciones orales o escritas, en el pizarrón y/o en los libros (Sánchez Mercado, 2008).

evaluación están estrechamente relacionados con las características de las competencias establecidas.

Al centrar el aprendizaje en el estudiante la evaluación adquiere una nueva dimensión, si bien el objetivo de la evaluación es la valoración de la calidad de aprendizaje conseguido por el estudiante, esta debe permitir además valorar si el estudiante ha alcanzado, como objetivo, no sólo los conocimientos sino también las competencias previamente definidas por el profesor para una materia concreta.

Dentro de los cambios de la evaluación se incorpora a los estudiantes en estos procesos, como una forma que estos se apropien de los objetivos y criterios del aprendizaje y su evaluación, promoviendo la autoevaluación y coevaluación o evaluación por pares.

3.4. MATRÍCES DE VALORACIÓN O RÚBRICAS · Otro componente inherente a la evaluación de competencias es que estas deben expresarse en indicadores o comportamientos que puedan observarse de alguna manera, una posible alternativa para ello es recurrir a una tabla de doble entrada, también denominada rúbrica que según Herrera [5] es una pauta, minuta o tabla que nos permite aunar criterios de evaluación, niveles de logro y descriptores. Es un recurso lo suficientemente flexible que se puede regular en la práctica hasta encontrar el justo valor de la evaluación que hacemos.

4. NUESTRA PROPUESTA DE IMPLEMENTACIÓN DE APRENDIZAJE BASADO EN PROYECTOS Y PRODUCCIÓN DE INFOGRAFÍAS Y LÍNEAS DE TIEMPO

Para la enseñanza de los temas de la Unidad Introducción a la Informática, cuyos contenidos mínimos son: Hardware, Software, Sistema Operativo e Internet, se utilizaba el modelo de transmisión-recepción, valiéndonos del método expositivo tradicional, por su parte la evaluación consistía en un parcial teórico sobre estos contenidos.

Relatamos a continuación el nuevo abordaje y la experiencia de implementación de metodologías de aprendizaje basado en proyectos para el fortalecimiento de competencias genéricas y transversales, además de las competencias específicas.

En el trabajo práctico “Introducción a la informática, búsqueda, selección de información, uso de software colaborativo”, mediante el Aprendizaje Basado en Proyectos se propone a los estudiantes elaborar una infografía o línea de tiempo sobre una temática asignada a cada grupo. Siguiendo los pasos de esta metodología:

1. Selección del tema y planteamiento de la pregunta guía. Se presentan a los alumnos diversos temas, cada uno de ellos seleccionados de acuerdo a la disciplina, los temas elegidos son de gran actualidad, algunos de ellos disruptivos y todos vinculados a los

avances tecnológicos e impacto social y ambiental que su desarrollo trae aparejado.

2. Formación de los equipos. Se organizan grupos de tres alumnos, buscando que haya diversidad de perfiles.
3. Definición del producto o reto final. El producto a desarrollar es una infografía o línea de tiempo en formato digital, que desarrollan con alguna de las herramientas que se proponen, los alumnos cuentan desde el primer momento con los criterios de evaluación y objetivos cognitivos y competenciales que deben alcanzar.
4. Planificación. El proyecto se realiza durante 3 semanas y requiere una planificación y entregas parciales.
5. Investigación. Los estudiantes deben buscar información de diversas fuentes, cumpliendo con pautas claramente definidas para la selección de las mismas, como así también los criterios de búsqueda, orientando a los mismos en el enfoque de la búsqueda, proponiéndoles que contrasten fuentes y analicen el contenido de las mismas
6. Análisis y síntesis. Usando una herramienta colaborativa recopilan la información, la analizan, la jerarquizan y la sintetizan
7. Elaboración del producto. Aplicando las pautas para la construcción de infografías o líneas de tiempo, y las metas de nuestro producto, hacen un diseño en papel de la misma, seleccionan los elementos gráficos, eligen la plantilla adecuada para lo que desean transmitir y aplican la creatividad para su logro.
8. Presentación del producto. Los alumnos deben exponer a sus compañeros y equipo docente lo que han aprendido y muestran cómo han dado respuesta al problema inicial. Cuentan con un tiempo limitado para la misma, por lo que deben tener claro lo que quieren transmitir
9. Respuesta colectiva a la pregunta inicial. Las instancias de presentación prevén una puesta en común y preguntas relacionadas al tema desarrollado. Todas las infografías y líneas de tiempo son compartidas en un muro virtual colaborativo, en el cual los compañeros pueden agregar comentarios y aportes
10. Evaluación y autoevaluación. Por último, se evalúa el trabajo de los alumnos mediante la rúbrica de evaluación docente, evaluación por pares y autoevaluación.

4.1. EVALUACIÓN · La evaluación de la actividad incluye: evaluación del proceso, llevada a cabo por los docentes, coevaluación o evaluación por pares entre distintos grupos (Tabla I y II: Ítems para la evaluación por pares) y autoevaluación por parte del grupo (Tabla III: Ítems para la autoevaluación del grupo).

5. TRABAJO PRÁCTICO UNIDAD 1: "INTRODUCCIÓN A LA INFORMÁTICA, BÚSQUEDA, SELECCIÓN DE INFORMACIÓN, USO DE SOFTWARE COLABORATIVO"

5.1. INTRODUCCIÓN · La tecnología avanza y modifica gran parte de las actividades humanas, en este práctico buscamos no solo conocer qué impactos generan estos cambios en la sociedad y en el medioambiente sino también indagar sobre qué avances de las distintas ciencias permiten que esto suceda, en qué contextos sociales e históricos se producen estos cambios y los impactos que los mismos producen.

5.2. TAREA · Cada grupo debe elaborar una infografía o línea de tiempo, siguiendo las especificaciones que se establecen. Para construir del producto final se sugiere usar una de las herramientas cuyo link se encuentra en Recursos.

5.3. DESARROLLO · 5.3.1. Infografía ·

- Armen grupos de a lo sumo 3 integrantes
- Lean e investiguen todo lo relacionado con el tema que les fue asignado.
- En un documento de Google Drive, que compartirán entre los integrantes del grupo y con la materia (computacion.ingenierias@gmail.com), recopilen la información y esquematicen su infografía.

  - Busquen información del tema que se le asignó en al menos 3 fuentes, consultando sitios educativos. Para elegir las páginas tenga en cuenta que contenga información respecto a los avances de la ciencia y al impacto de este en la sociedad y el medioambiente. Para realizar las búsquedas usen los distintos criterios de búsqueda aprendidos.

  - Busque datos numéricos, imágenes acordes e información relacionada al impacto de alguno de los avances.

  - Busque información en sitios comerciales relacionados al tema y que pueda ser interesante para agregar a la infografía.

  - Busque 3 libros relacionados al tema, copie sus nombres, autores e información útil para construir la infografía, esta información debe formar parte del documento compartido.
- Construya su Infografía teniendo en cuenta las ayudas que encontrará en Recursos - Material de consulta

Importante: al pie de la infografía colocar integrantes del grupo y fuentes

- Publicación de la infografía

  - Comparta la infografía o línea de tiempo, en el sitio creado para tal fin que se

encuentra en recursos, usando el mail que ingresó al conformar el grupo.

- Complete la rúbrica de evaluación por pares.

- Exposición de la infografía: El grupo expone el tema investigado usando la infografía o línea de tiempo, según corresponda.

5.3.2. Línea de tiempo ·

- Armen grupos de 3 integrantes
- Usando los distintos criterios de búsqueda aprendidos, busque y seleccione información adecuada para construir la línea de tiempo.
- En un documento de Google Drive, que compartirán entre los integrantes del grupo y con la materia (computacion.ingenierias@gmail.com), recopilen la información y creen un esquema de su línea de tiempo, para esto:

  - Busque al menos 8 eventos relacionados a la evolución del tema que se le asignó en al menos 3 fuentes, consultando sólo sitios educativos. Para elegir las páginas tenga en cuenta que contenga información respecto a los avances de la ciencia y descubrimientos que luego impactaron en esta tecnología.

  - Busque algún evento histórico relevante que sucedía en el periodo de tiempo que está analizando y que pueda tener relación con estos avances.

  - Busque información relacionada al impacto de alguno de los avances.

  - Busque información en sitios comerciales relacionados al tema y que pueda ser interesante para agregar a la línea de tiempo.

  - Busque 3 libros relacionados al tema, copie sus nombres, autores e información útil para construir la línea de tiempo.

- Construya su línea de tiempo teniendo en cuenta:

  - En Setting (seteo) además del título de su línea de tiempo debe colocar los integrantes del grupo y las fuentes de información consultadas (use los campos introduction y about)

  - Agregue todos los eventos seleccionados.

  - El último evento de su línea debe ser una evolución que se espera del tema que investigó hacia el futuro.

  - Comparta el link de la línea de tiempo, en el sitio para tal fin que se encuentra en recursos.

  - Complete la rúbrica de evaluación por pares.

5.4. RECURSOS - MATERIAL DE CONSULTA ·

- Las infografías como fuente de información: http://www.huesca.es/_archivos/fiche-

ros/2015_3936.pdf

- Creación de cuentas en el software de líneas de tiempo: https://youtu.be/4thKhsEvN1g
- Desarrollo de líneas de tiempo: https://youtu.be/U58TWvx-u_4

5.5. SOFTWARE Y APLICACIONES ·

- Desarrollar infografía:

Recomendado: https://www.canva.com/es_ar/crear/infografias/

Puede utilizar: Piktochart, Infogr.am, Easelly, Creately, Genial.ly

- Desarrollar línea de tiempo:

Recomendado: http://www.tiki-toki.com/

Puede utilizar: Preceden, Timeline

- Publicar Infografía/línea de tiempo: Padlet

5.6. EVALUACIÓN · Para la evaluación se tendrá en cuenta:

- El cumplimiento de las consignas
- Los criterios de búsqueda aplicados
- La calidad de la Infografía/Línea de tiempo
- Los términos agregados al glosario
- El trabajo en equipo

Además, cada grupo evaluará a otro mediante una rúbrica de evaluación por pares, que pondremos a disposición al finalizar el trabajo práctico.

Criterio	Desempeño bajo	Desempeño medio	Desempeño alto	Desempeño excelente
Estructura: Contiene todos los elementos que conforman una infografía	Falta la mayoría de los elementos	Contiene varios de los elementos pero hay texto en exceso y pocos datos	Posee todos los elementos pero no se integran adecuadamente	Posee todos los elementos muy bien integrados
Relación con el tema asignado	No se entiende	Da alguna idea sobre el tema	Se entiende el tema	Queda muy claro el tema desarrollado

Criterio		Desempeño bajo	Desempeño medio	Desempeño alto	Desempeño excelente
contenido	**Temas que requieren comparación**	No se refleja la comparación solicitada	Compara solo algunos aspectos	Queda claro las ventajas y desventajas de cada uno	Queda claro las ventajas y desventajas de cada uno y hay datos que lo reflejan
	Temas que no requieren comparación	Casi no abarca lo que se detalla en el práctico.	Cubre solo algunos aspectos que se detallan.	No cubre todos los aspectos, pero los que cubre están muy claros.	Cubre la mayoría de los aspectos de forma clara e informativa.
	Solo para los que hacen referencia a impacto en el medio ambiente	No tiene en cuenta ese aspecto	Hay solo alguna referencia a ello	Queda claro el impacto	Queda claro el impacto y quiero saber más del tema

Tabla I. *Ítems para la evaluación por pares (infografía)*

Criterio	Desempeño bajo	Desempeño medio	Desempeño alto	Desempeño excelente
La cantidad de eventos es acorde a la temática	Hay pocos eventos	Hay pocos eventos pero abarca todo el periodo desde la aparición de esta tecnología	Hay bastantes eventos pero no cubren todo el periodo desde la aparición de esta tecnología	Hay bastantes eventos y cubren todo el periodo desde la aparición de esta tecnología
En los eventos incluyó información e imágenes acordes	Hay escasa información	Hay información pero es poco relevante	Hay información relevante solo en algunos eventos	Gran parte de los eventos cuentan con información relevante
Incluyó Contexto histórico	No tuvo en cuenta este ítem	No hay vinculación entre el contexto y el tema	Hay poca relación entre el contexto y el tema	El contexto es muy acorde al tema
Incluyó el Impacto de algún avance	No tuvo en cuenta este ítem	Describe un impacto poco relevante	Describe un impacto relevante	Describe varios impactos relevantes

Tabla II. Ítems para la evaluación por pares (línea de tiempo)

Criterio	Desempeño bajo	Desempeño medio	Desempeño alto	Desempeño excelente
Trabajo en equipo	Fue difícil escuchar, compartir y acordar sobre el trabajo	Medianamente de pudo escuchar, compartir y acordar sobre el trabajo	Se integraron correctamente en el grupo, escuchando compartiendo y acordando sobre el trabajo	Se integraron correctamente y el producto final superó los esfuerzos individuales
Actitud de los integrantes	La actitud hacia el trabajo fue negativa	Algunas veces la actitud hacia el trabajo fue negativa	La actitud hacia el trabajo fue casi siempre positiva	La actitud hacia el trabajo fue siempre positiva
Clima de trabajo	Clima de trabajo inadecuado, impidió el intercambio de información y puesta en común en el grupo	El clima de trabajo género intercambio de información fue insuficiente en el grupo.	La puesta en común ha sido algo insuficiente pero el clima de trabajo fue adecuado y existió la puesta en común	El clima de trabajo fue adecuado existió suficiente puesta en común e intercambio de información
Elaboración de tareas	Nulo o escaso grado de elaboración de tareas	Insuficiente grado de elaboración de tareas	Las tareas se han ajustado a lo solicitado. Escasa originalidad	Las tareas han sido resueltas de manera original y ajustándose a lo solicitado

Tabla III. Ítems para la autoevaluación del grupo

5.7. TEMAS INFOGRAFÍA ·

A. Ingeniería Electromecánica, Electrónica, Mecatrónica

- Residuos Electrónicos (Volumen a nivel mundial, principales países generadores, tipos de materiales, tratamientos, peligros.)
- Motores de combustión vs motores eléctricos. (Comparación, ventajas y desventajas de cada uno, tendencias en la legislación mundial.)
- Impacto en el medioambiente de la refrigeración de servidores de Google (Datos sobre el consumo de los servidores, comparación con el consumo de otras actividades. Qué acciones se toman para contrarrestar este impacto)
- Automatización y robótica en la industria (Uso de robots en la industria argentina, tendencias mundiales, impacto de la automatización en las líneas de producción.)
- Inteligencia artificial (Historia, impacto, beneficios, riesgos, aplicaciones)
- La huella de carbono de la industria Vs la huella de carbono de Internet (Cálculo de la huella de carbono, comparación entre la huella de carbono de distintas industrias y la huella de carbono del uso de internet)

B. Ingeniería Química y Alimentos

- Biocombustibles Vs seguridad alimentaria (Principales cultivos empleados en la producción de biocombustibles, impacto de los biocombustibles en la seguridad alimentaria)
- Impacto ambiental de las baterías (Destino de las baterías de autos eléctricos, celulares, computadoras y herramientas; comparación entre Europa/USA y Argentina)
- Impacto en el medio ambiente del uso de internet (Datos sobre el consumo, ¿cuantos usuarios domésticos representa este consumo?, comparación con el consumo de otras actividades. Qué acciones se toman para contrarrestar este impacto)
- Biomasa como energía alternativa (Desarrollo, implementación, costos, gestión de residuos, materias primas, beneficios y controversias)

C. Ingeniería Industrial

- Industrias 4.0 (Evolución de la industria (revoluciones industriales), la fábrica del futuro, fábricas inteligentes)
- Ciudades inteligentes (Que hace a una ciudad inteligente, algunas ciudades inteligentes, beneficios)
- Panorama de la logística en Argentina: red vial, ferroviaria, aérea y fluvial/marítima (Análisis de la actualidad, ventajas y desventajas de cada sistema de transporte)
- Impacto de la tecnología en el trabajo, Aportes Vs controversias (Uso de robots en tareas peligrosas, reducción o reubicación de mano de obra)
- Industria verde (Buenas prácticas ambientales para la industria, tecnologías limpias)

5.8. TEMAS LÍNEA DE TIEMPO ·

A. Ingeniería Electromecánica, Electrónica, Mecatrónica

- Microprocesadores
- Dispositivos de almacenamiento
- PLC (Mecatrónica)
- Dispositivos móviles
- Internet (hardware de conectividad)
- Domótica (Mecatrónica y electrónica)
- Interfaces de comunicación
- Innovaciones tecnológicas en la industria automotriz

B. Ingeniería Electromecánica, Electrónica, Mecatrónica

- Materiales usados en circuitos
- Materiales usados en conectividad

- Software de desarrollo y aplicación utilizado en la carrera / disciplina que estudia.
- Virus informáticos

C. *Ingeniería Industrial*

- Sistemas operativos dispositivos móviles
- Sistemas operativos computadoras personales
- Sistemas operativos de red
- Sistemas de control de gestión
- Internet (Desde la visión del software y los servicios)

6. COMPETENCIAS A ABORDAR En este trabajo práctico se busca fortalecer las siguientes competencias teniendo en cuenta la clasificación de CONFEDI.

- Comprensión lectora, resolución de problemas
- Autonomía en el aprendizaje, relaciones interpersonales
- Comunicarse con efectividad
- Actuar con ética, responsabilidad profesional y compromiso social, considerando el impacto económico, social y ambiental de su actividad en el contexto local y global
- Aprender en forma continua y autónoma
- Búsqueda y selección de la información, uso de software basado en Web. Comprensión de la importancia de la computadora en el ámbito de la ingeniería.

7. RESULTADOS Y OBSERVACIONES Se incluyen a continuación infografías logradas por los estudiantes en el desarrollo del trabajo práctico objeto de este estudio. La figura 1 (Fig. 1), sobre el tema Huella de Carbono, la figura 2 (Fig. 2) sobre el tema Domótica y por su parte la figura 3 (Fig. 3) sobre el tema Impacto ambiental del uso de Internet.

La implementación de metodologías de enseñanza aprendizaje centradas en el estudiante requiere de un cambio de paradigma respecto al rol del docente y el de los estudiantes en el proceso. Por otra parte, demandan para su elaboración una visión integral que incluya los contenidos a abordar, las competencias a las cuales se busca aportar, la selección del método de enseñanza a aplicar buscando que este sea acorde a lo definido anteriormente, el explicitación de los resultados de los aprendizajes esperados, y la construcción de herramientas de evaluación que permitan medir esos resultados.

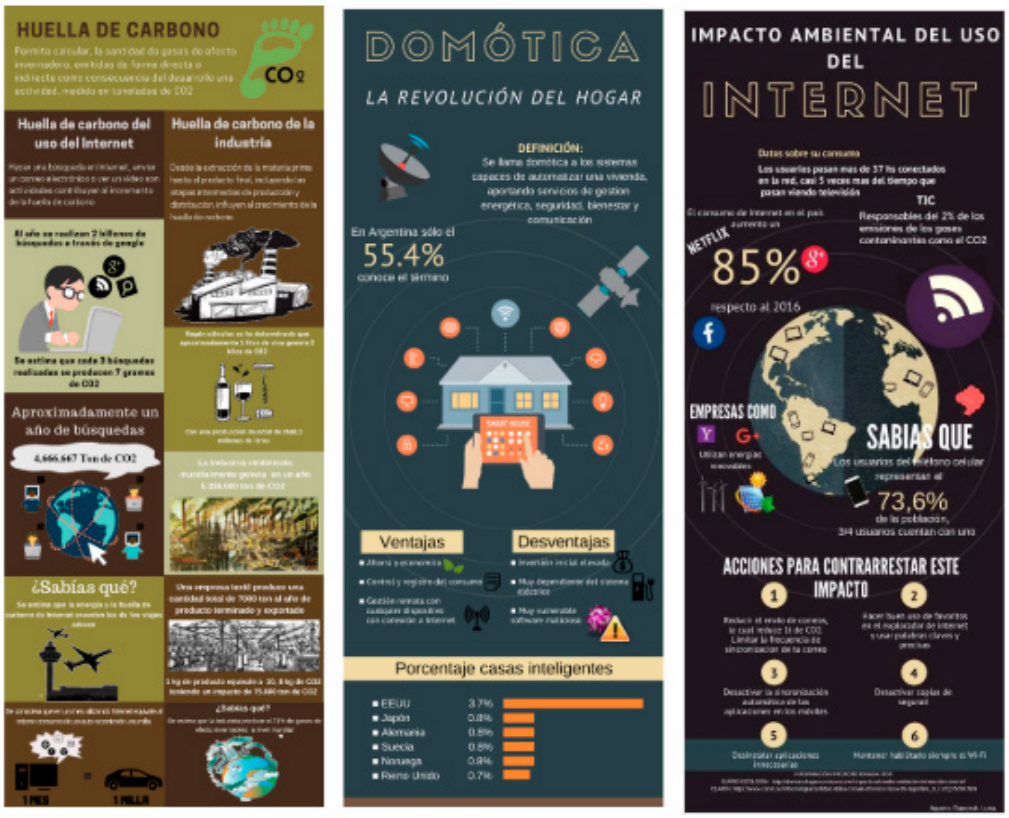


Fig 1. *Huella de carbono.* ***Fig 2.*** *Domótica.* ***Fig 3.*** *Impacto ambiental del uso de* internet

El ABP pone en juego y favorece la formación de competencias genéricas, por su parte las infografías y las líneas de tiempo retan a realizar búsquedas exhaustivas, demandan el análisis de la información, ponen en juego la capacidad de síntesis y son excelentes elementos para transmitir conceptos y procesos complejos, sumando a esto que los productos o contenidos visuales son mucho más fáciles de recordar y permanecen más en la memoria. Estas experiencias resultan innovadoras para los estudiantes y si bien en el proceso de implementación se observa cierta inquietud en relación a la tarea que están llevando a cabo, una vez que sortean las etapas iniciales y logran acuerdos grupales las tareas comienzan a fluir y los desafíos son bien aceptados por parte de los estudiantes.

La tarea de evaluación cobra gran relevancia ya que lo que se busca es la comprobación en la práctica del cumplimiento de criterios de desempeño claramente establecidos.

La autoevaluación y la evaluación entre pares, ofrecen a los estudiantes la posibilidad de reflexión sobre su propia experiencia de aprendizaje, la valoración de su aporte a los grupos de trabajo, como así también una visión crítica de su proceder y de los otros integrantes. En este punto puede observarse que, si bien los estudiantes inicialmente debido a un sentido de pertenencia buscan diluir diferencias en el compromiso hacia la tarea, finalmente aceptan el reto y pueden recorrer caminos más objetivos y comprometidos en la evaluación de sus pares.

Es importante recalcar que los resultados de estos procesos de evaluación deben ser transmitidos a los estudiantes, de manera que esta información ayude a hacerlos conscientes de sus fortalezas y debilidades y de aquellos retos que tendrán que enfrentar para la consecución de los objetivos. •

🕮 REFERENCIAS

[1] CONFEDI "Propuesta de Estándares de Segunda Generación para la Acreditación de Carreras de Ingeniería en la República Argentina", 2018.

[2] F. Buffa *et al*, "Las concepciones sobre la enseñanza en docentes universitarios de ingeniería", UNMDP, Córdoba, 2018.

[3] S. Sánchez Mercado, "Los modelos pedagógicos utilizados en la enseñanza de las ciencias", 2008

[4] L. Galeana de la O, "Aprendizaje basado en proyectos". Revista CEUPROMED de Investigación Educativa, 2006.

[5] S. Sánchez Mercado, "Los modelos pedagógicos utilizados en la enseñanza de las ciencias", 2008 [En línea]. Disponible en http://www.seduca2.uaemex.mx/ckfinder/uploads/files/modelos.pdf.[Accedido 01-mar-2019]

El desarrollo de la competencia resolución de problemas mediante la utilización de material didáctico diseñado con plataformas informáticas de animación

Viau, Javier Eduardo
Tintori Ferreira, Maria Alejandra
grupodidacticadelaciencia@gmail.com

Universidad Nacional de Mar del Plata

RESUMEN · Actualmente se relaciona al ingeniero con la idea de que es un profesional capacitado para resolver problemas. Es razonable pensar que el logro de esta competencia se consigue a lo largo de toda la carrera. También que, para conseguirla, es un requisito indispensable que los docentes diseñen o incorporen en sus prácticas situaciones, escenarios y estrategias didácticas innovadoras y creativas, mediante las cuales más que enseñar a resolver problemas reduciéndolos al manejo de algunas técnicas, se enseñe habilidades para abstraer y aplicar los conocimientos a un amplio rango de situaciones en forma creativa e innovadora.

En el trabajo se expone una propuesta didáctica utilizada en las clases de Física 1 de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Mar del Plata (UNMDP). La propuesta está orientada a contribuir al desarrollo de la competencia resolución de problemas, y tiene como punto de partida materiales educativos en formato digital.

Palabras clave — metodología didáctica innovadora, enseñanza de la Física, TIC como recurso didáctico, competencia de resolución de problemas.

ABSTRACT · Currently, an engineer is considered to be a qualified professional to solve problems. This competence must be taught all through the career. The professional development must be carefully planned in order to foster the solving problem abilities in the future engineers.

Among the most important teaching practices professors must deliver classes with innovative and creative situations, through which students not only solve problems using some techniques, but also learn skills to abstract and apply acquired knowledge to a wide range of situations in an innovative and creative way.

This paper didactic proposal used in the Physics 1 classes of the Faculty of Engineering of the UNMDP is exposed. The proposal is aimed at contributing to the development of the problem-solving competency, and its starting point is educational materials in digital format.

Keywords — innovative teaching materials, teaching of Physics, ICT as a teaching resource, problem solving competence.

»

INTRODUCCIÓN

Actualmente, hay consenso en cuanto que el ingeniero no sólo debe saber, sino también saber hacer. Es sabido, que el saber hacer no surge de la mera adquisición de conocimientos, sino que es el resultado de una compleja estructura de conocimientos, habilidades y destrezas que requieren ser enseñadas expresamente en el proceso de aprendizaje [1].

Esta situación, convierte al aula universitaria en un escenario educativo en donde la propuesta pedagógica permita cultivar las habilidades necesarias para la formación del saber hacer, que es un aspecto que caracteriza a la competencia resolución de problemas.

Es razonable pensar que el logro de esta competencia para resolver problemas se consigue a lo largo de toda la carrera. También que, para conseguirla, es un requisito indispensable que los docentes diseñen o incorporen en sus prácticas situaciones, escenarios y estrategias didácticas innovadoras y creativas, mediante las cuales más que enseñar técnicas algorítmicas para resolver problemas, se enseñen las habilidades y estrategias para abstraer y aplicar los conocimientos a un amplio rango de situaciones en forma creativa e innovadora.

En ello, las tecnologías de la información y comunicación (TIC), tienen un papel importante. Debido a la potencialidad y versatilidad de estas tecnologías, su utilización puede servir como herramienta para la elaboración de materiales didácticos orientados al desarrollo de nuevos aprendizajes, habilidades y competencias en forma innovadora [2], acción que genera un impacto favorable sobre el interés y la motivación de los estudiantes, en el aula universitaria.

En el trabajo se expone una propuesta didáctica orientada a contribuir con el desarrollo de la competencia resolución de problemas, cuyo punto de partida es la utilización en las clases de Física 1 de materiales educativos en formato digital. La experiencia se realiza en la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Mar del Plata (UNMDP).

FUNDAMENTACIÓN

Problemáticas en la enseñanza y aprendizaje de la resolución de problemas en la clase de física.

En la actualidad los estudiantes tienen una visión equivocada sobre los fundamentos de la física, considerando que para entenderla se deben aprender varias fórmulas y luego aplicarlas en la calculadora [3]. Como consecuencia, recurren a las fórmulas, que en mayor o menor cantidad conocen, y las utilizan en función de los datos del problema, resolviéndolos de manera mecánica, sin reflexionar o realizar un análisis racional de la situación planteada en el problema. Por otro lado, generalmente se potencia la habilidad matemática en la resolución de problemas frente a la comprensión racional de los conceptos físicos y la

adquisición de las correspondientes destrezas y hábitos necesarios lograr la competencia de resolución de problemas.

En general, cuando un estudiante se enfrenta a un problema no encuentra la forma o el camino para resolverlo adecuadamente, motivo por el cual le surgen muchos interrogantes respecto a lo que se debe hacer, y busca similitudes con problemas ya elaborados o pide ayuda al docente o un compañero para que le indique lo que tiene que hacer para aplicar un mecanismo y encontrar la solución, pero realmente lo que desconoce son los pasos a seguir para resolver un problema aunque tenga claro los contenidos de referencia [4].

Algunas de las dificultades que manifiestan los estudiantes para resolver problemas en el aula de Física 1 se pueden clasificar de la siguiente manera:

- Dificultades para identificar los datos relevantes del problema
- Dificultades para comprender los significados de los datos
- Dificultades para contextualizar los conceptos de la Física
- Dificultades para transcribir al lenguaje matemático los datos del problema
- Dificultades para comprender e identificar las metáforas encerradas en el enunciado de un problema
- Dificultades por deficiencias en sus habilidades matemáticas
- Dificultades para transcribir al lenguaje de la Física los datos de la solución del problema

Superar esta situación requiere reflexionar sobre lo que se hace habitualmente en las aulas para lograr la competencia de resolver problemas.

La universidad ha utilizado la clase magistral como la piedra angular de su forma de enseñar. Bajo este modelo generalmente no se enseña a resolver problemas de forma creativa e innovadora, sino que se muestran soluciones ya hechas. Ante los ojos de los estudiantes, la resolución de problemas aparece, como un proceso lineal, fruto de una intuición inmediata, que aparentemente, sólo está al alcance del profesor [5]. Además, se les transmite que esa manera de proceder la alcanzará si realiza muchos problemas, sin enseñarles, en momento alguno, cómo enfrentarse actitudinal, metodológica y conceptualmente a dichos problemas.

Esta situación es muy ineficiente desde el punto de vista del logro del aprendizaje, por este motivo, especialmente en el ciclo básico, es importante que docentes busquemos continuamente nuevas ideas y estrategias de intervención que propicien un entorno formativo que fomente la motivación y la participación activa de los estudiantes, para lograr buenos resultados en la resolución de problemas [6].

¿Cuál es el sentido de un material educativo digital integrado al ambiente de aprendizaje?

Hoy en día las tecnologías de la información y comunicación (TIC), han permitido romper con las barreras de espacio y tiempo. La aparición de las TIC en la educación ha impulsado la generación de nuevas formas de enseñar y aprender, exigiéndoles a los docentes la incorporación de estrategias metodológicas innovadoras y creativas con el fin de mejorar la práctica docente.

La incorporación de las TIC en el aula universitaria permite nuevas formas de acceder, generar y transmitir conocimientos, despertando el interés de los estudiantes por el aprendizaje [7]. Así mismo, las herramientas tecnológicas, con un enfoque pedagógico adecuado contribuyen a que los docentes generen nuevas formas de enseñar que destierren las clases magistrales en el ámbito universitario.

Particularmente, el VideoScribe es un programa muy utilizado para crear presentaciones animadas con agradables efectos visuales siendo el más destacado que el texto es escrito por una mano y las imágenes dibujadas de igual forma, creando la sensación de estar frente a una pizarra. En el ámbito educativo se configura como un recurso que los profesores pueden emplear para explicar conceptos, ilustrar conversaciones y cautivar el interés de los estudiantes.

LA COMPETENCIA DE RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS EN EL AULA DE FÍSICA 1

Está claro que el logro de la competencia para resolver problemas se consigue paulatinamente a lo largo de toda la carrera de ingeniería, pero en algún momento se debe comenzar, y en tal sentido, en la cátedra de Física 1 de la Facultad de Ingeniería de la UNMDP, se viene trabajando en un proceso de innovación para mejorar la calidad de la enseñanza y el aprendizaje en la resolución de problemas.

Como se mencionó en el apartado anterior, una de las problemáticas que surgen en el aula se relaciona con la dificultad que manifiestan los estudiantes cuando se enfrenta a un problema de física.

Es habitual al momento de resolver un problema escuchar a los estudiantes comentar: *¿por dónde comenzamos?, no entiendo el enunciado, no comprendo la consigna, ¿qué fórmula uso?*, etc.

Estas inquietudes, motivaron al equipo docente a modificar la estructura de la cátedra, incorporando un espacio de enseñanza denominado “Clases de resolución de problemas”, de cuatro horas semanales. En la Tabla 1 se muestra la planificación de la intervención

pedagógica para este espacio de enseñanza y aprendizaje.

<table>
<tr><th colspan="3">“Clases de resolución de problemas”</th></tr>
<tr><td>Objetivo de enseñanza</td><td colspan="2">Promover y potenciar las estructuras de conocimiento, destrezas y habilidades que contribuyan a que los estudiantes adquieran las capacidades necesarias para enfrentar la resolución de problemas en forma activa y creativa.</td></tr>
<tr><td rowspan="3">Capacidades a enseñar para la resolución de problemas</td><td colspan="2">Competencia Resolución de problemas</td></tr>
<tr><td>Capacidades asociadas</td><td>El estudiante debe ser capaz de:</td></tr>
<tr><td>1. Identificar y formular problemas</td><td>- Identificar, organizar y comprender los datos relevantes del problema.
- Contextualizar los conceptos físicos en el problema.
- Comprender e identificar las metáforas encerradas en el enunciado del problema.
- Modelar el enunciado por medio de bocetos y/o representaciones gráficas.
- Transcribir al lenguaje matemático los datos del problema y formularlo en forma clara y precisa.</td></tr>
<tr><td></td><td>2. Realizar una búsqueda creativa de soluciones y seleccionar la alternativa más adecuada.</td><td>- Proponer diversas alternativas de solución a un problema ya formulado.
- Utilizar procedimientos heurísticos para dar respuesta al problema.
- Evaluar las soluciones propuestas y seleccionar la más adecuada.</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Metodología de trabajo</td><td colspan="2">Descripción de las acciones docentes para la enseñanza de resolución de problemas</td></tr>
<tr><td colspan="2">- Elaborar material didáctico innovador, el cual viabilice el desarrollo de las capacidades necesaria para resolver problemas.
- Proponer actividades mediante las cuales se pueda evaluar si el estudiante entiende el problema; esto implica manejar los términos que se encuentran en el enunciado, comprender lo que se les solicita y así proponer diferentes formas de resolver el problema.
- Promover el modelado del enunciado por medio de bocetos y/o representaciones gráficas, bajo la finalidad de que los estudiantes logren transformar el enunciado e identificar las metáforas que encierra un enunciado.
- Diagramar espacios para el trabajo en equipos, de manera que los estudiantes resuelvan un problema en forma cooperativa, para luego socializar los resultados y escoger el método más adecuado de resolución.
- Proponer problemas integradores que les permitan a los estudiantes interpretar, modelar, formular nuevos problemas y estrategias de solución.
- Orientar y moderar la resolución del problema, realizando preguntas orientadoras y evaluando las estrategias de solución propuestas por los estudiantes.
Evaluar las estrategias y habilidades utilizadas por los estudiantes en la resolución de un problema y discutir con el grupo las soluciones dadas</td></tr>
</table>

Tabla 1. *Planificación del espacio “Clases de Resolución de problemas”*

ELABORACIÓN DEL MATERIAL DIDÁCTICO DIGITAL PARA LAS CLASES DE RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS Al momento de diseñar el material didáctico, consideramos importante, no solo abarcar en forma teórica la resolución de problemas, sino

también, incorporar en su elaboración aspectos innovadores que promuevan el pensamiento creativo y un aprendizaje autorregulado en los estudiantes.

En tal sentido, en una primera instancia se diseñó una propuesta basada en una serie de pasos para la resolución de problemas, como una forma de acercar y guiar al estudiante a una comprensión racional de los problemas planteados en el aula de Física 1, de modo de desarrollar esta competencia. [9, 10].

Es importante mencionar que, si bien consideramos que el proceso de resolución de problemas no está rígidamente dividido en pasos, la identificación de los mismos ordena y promueve posteriormente la metacognición en el estudiante. En la tabla 2 se muestra a modo de ejemplo los pasos propuestos y diseñados para la resolución de problemas de cinemática, pero cabe destacar que se han diseñado y extendidos también a la resolución de problemas de dinámica y sistema de partículas.

Resolución de problemas de cinemática
1. Lectura del enunciado
2. Realización de un gráfico o boceto
3. Elección de un sistema de referencia (SR)
4. Escritura de las ecuaciones del movimiento
5. Dar respuesta a las consignas del problema

Tabla 2. *Pasos para la resolución de problemas de cinemática*

Si bien se indican pasos a tener en cuenta, es sólo para que los estudiantes logren ordenarse, comprender mejor el proceso, e ir construyendo un camino que les permita lograr un planteo racional del problema. La metacognición en la interpretación racional de la mecánica es necesaria para desarrollar la capacidad de identificar y formular un problema que caracteriza a la competencia resolución de problemas.

Habiendo transitado como primera experiencia la filmación de las clases de Física 1 y su utilización como material didáctico que los estudiantes dispone como apoyo en de su aprendizaje, surge en base a los comentarios y sugerencias de los estudiantes, el disponer de un material, también en formato de video, más concreto, sencillo y de corta duración, en los cuales se aborden diversas temáticas y metodologías para la resolución de problemas. Podríamos decir que su sugerencia de los estudiantes era la de disponer un material que podríamos denominar exprés.

De modo que lo solicitado por los estudiantes, nos motivó a diseñar materiales didácticos en formato de animación, utilizando el programa de VideoScribe. Es así, que hemos desarrollado, la serie de animaciones que denominamos *CienciAnimada* y que puede ser

visualizada en: https://www.youtube.com/watch?v=Xgk1HitLZAk

El material digital se basa en videos animados cuya duración no supera los 4 minutos, donde se abordan los contenidos de la mecánica clásica y se describen en forma animada los pasos de la resolución de problema, como así también, algunos procedimientos heurísticos para elaborar estrategias y dar respuestas en forma creativa a las situaciones problemáticas.

De esta forma el material se configura como un apoyo a la explicación del docente, pero principalmente como una estrategia motivacional que contribuye a la adquisición del conocimiento y las habilidades que requiere la resolución de problemas.

Como ejemplo se muestran, en la figura 1, algunas de las escenas presentes en el material didáctico *CienciAnimada*.

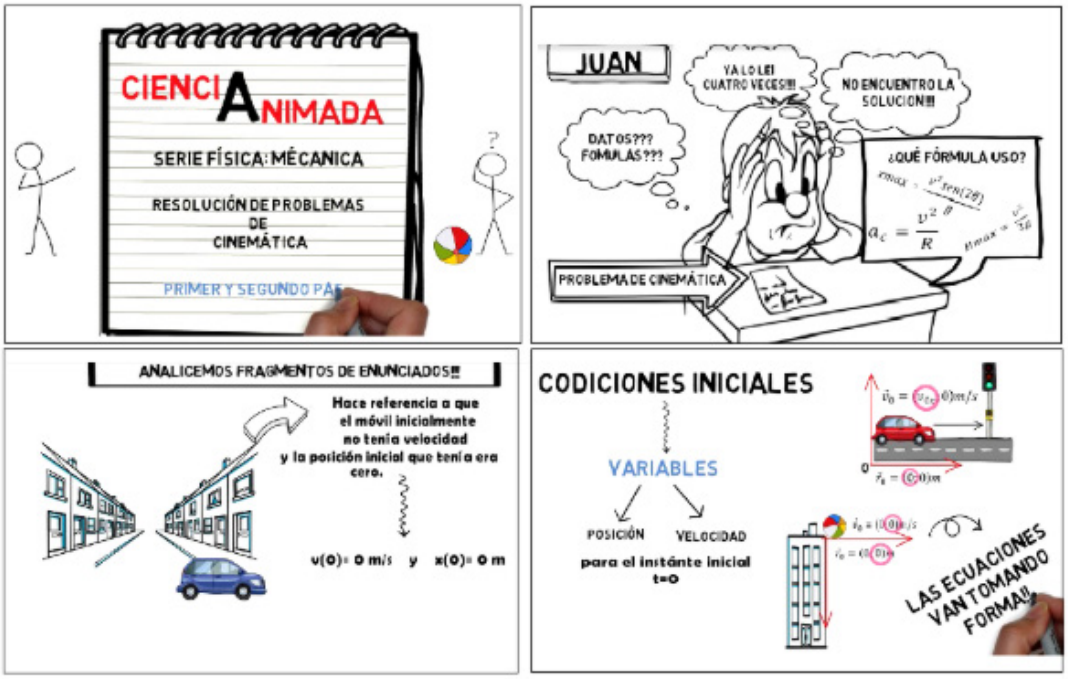


Fig 1. *Escenas del material "CienciAnimada".*

Es importe destacar que para el diseño se tuvieron en cuenta los siguientes aspectos:

- Presentar los contenidos a través de estímulos variados que atraigan y mantengan la atención de los estudiantes.
- Durante el desarrollo, presentar la información adecuadamente organizada y dosificada; emplear lenguajes comprensibles para los estudiantes y proporcionar diversidad de ejemplos.
- Sintetizar la información a través de imágenes y sonidos.

IMPLEMENTACIÓN DEL MATERIAL CIENCIANIMADA EN LAS CLASES Los videos de *CienciAnimada* son utilizados en el espacio "Clases de resolución de problemas" como punto de partida para abordar la metodología a seguir para resolver un problema de Física.

Durante el desarrollo de la clase se invita a los estudiantes a que busquen en sus dispositivos (celulares, notebook, Tablet, etc.) los videos y los reproduzcan. De esta manera se genera un ambiente de interacción entre docente- estudiante y estudiante-estudiante, que permite el debate y análisis del contenido de los videos. En este punto adquiere especial relevancia, la forma animada, la corta duración, el enfoque temático, y la facilidad de acceso que posee este material digital, ya que proporciona a los estudiantes una nueva forma de asimilar y conceptualizar la resolución de problemas de Mecánica Clásica, estimulando el pensamiento creativo, reflexivo y crítico.

RESULTADOS Con respecto a los logros obtenidos destacamos los siguientes aspectos en relación a:

- *La creación del espacio Clases de resolución de problemas.*

La dinámica utilizada en las clases nos permitió detectar y analizar, en forma concreta, las dificultades que presentan nuestros estudiantes al momento de enfrentarse a un problema. De manera que posibilitó una evaluación de las capacidades, destrezas y procedimientos que requerían una profundización en su enseñanza.

La asistencia de los estudiantes fue muy alta, teniendo en cuenta que las clases son de carácter no obligatorio. Situación que resalta la necesidad de los estudiantes por participar de espacios de aprendizajes, en los cuales se les enseñe con una metodología activa, las habilidades y procedimientos requeridos para enfrentar la resolución de problemas.

- *Utilización de material didáctico digital*

El material CienciAnimada se configura como una herramienta que le permite a los docentes de la cátedra hacer una referencia directa sobre las situaciones descriptas en los videos, por ejemplo, durante las clases en diversas ocasiones se les menciona a los estudiantes: recuerden a Juan cuando se pregunta..., o porque Juan no logra resolver la consigna o qué importancia debe darse al enunciado. Estas intervenciones posibilitan dinamizar el desarrollo de las clases.

El diseño y la forma en que se presentan los contenidos en el material digital permiten que el estudiante internalice las diferentes instancias que debe tener en cuenta al enfrentarse a un problema y contribuyen a la metacognición. En tal sentido, observamos que con

el avance de las clases los estudiantes prescindían de la ayuda del docente para realizar la formulación de los problemas propuestos. Como así también, la fácil disponibilidad y acceso a los videos, favorece a que sea el estudiante quien controla el ritmo del aprendizaje y participante activo en su propio proceso.

- *Alcances obtenidos en la resolución de problemas*

Con el avance de las clases destinadas a la resolución de problemas, evidenciamos una mayor autonomía y eficacia por parte de los estudiantes para la identificación y formulación de los problemas propuestos. Como así también, un mayor grado de desempeño para modelizar los enunciados y analizar bajo distintas situaciones las respuestas a las consignas del problema.

CONSIDERACIONES FINALES Consideramos que la metodología didáctica que proponemos es un posible camino destinado a mejorar el desarrollo de la competencia resolución de problemas en el aula de física.

Es sabido que la resolución de problemas mejora la enseñanza, si se la percibe como algo más que el manejo de algunas técnicas y desarrollos matemáticos. En consecuencia, es necesario que los docentes seamos partícipes de un cambio en la enseñanza, reflexionando sobre cómo elaboramos y transmitimos el conocimiento en nuestras aulas, como así también, diseñando o incorporando metodologías, actividades y materiales didácticos innovadores y creativos que favorezcan la autonomía que necesitan los estudiantes para convertirse en los protagonistas de las situaciones de aprendizaje.

En este sentido, creemos que las estrategias y el material didáctico propuesto en este trabajo, pueden ser útiles para otros docentes que, como nosotros, se enfrentan al reto de mejorar la enseñanza universitaria, y así, lograr una mayor motivación y contribuir de una forma más creativa al desarrollo de la competencia resolución de problemas en nuestros estudiantes. •

🕮 REFERENCIAS

[1] M.L. Jover. “La resolución de problemas en la enseñanza de la ingeniería”. *Revista Argentina de Enseñanza de la Ingeniería*, 4 (6), pp. 81-86, Jul. 2003.

[2] P. Marquès. “Impacto de las TIC en la enseñanza universitaria”. *Didáctica, innovación y multimedia*, vol.11, pp 1-15, Mar. 2008.

[3]. C. Malavé Carrera; B. Flores Nicolalde y F. Flores Nicolalde. "Análisis descriptivo de las dificultades que afrontan estudiantes de Ingeniería en el aprendizaje de Física de una Universidad ecuatoriana". *Latin-American Journal of Physics Education*, vol. 10, (4), pp. 4322-1- 4322-8, oct. 2016.

[5] D.M Mazzilli.; L.E. Hernández; S.I. De La Hoz. "Procedimiento para Desarrollar la Competencia Matemática Resolución de Problemas". *Escenarios*, 14 (2), pp. 103-119, Jul. 2016.

[6] C. Becerra Labra; A. Gras-Martí y J. Martínez-Torregrosa. "Análisis de la resolución de problemas de física en secundaria y primer curso universitario en Chile". *Enseñanza de las ciencias*, vol. 22, (2), pp. 275–286, Jun. 2004.

[7] P. E. Oviedo. El papel de la resolución de problemas en la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias. En F. Vásquez (Ed.), *Periscopio Universitario. Reflexiones sobre educación, investigación y docencia.* Bogotá: Universidad de La Salle. pp. 93-113, Jun. 2010.

[8] J. Salinas. "Innovación docente y uso de las TIC en la enseñanza universitaria". *Revista de Universidad y Sociedad del Conocimiento*. Vol. 1, pp. 22-30, Nov. 2004.

[9] J. Viau; M. A. Tintori Ferreira; H. Gibbs y N. Bartels. "Cinemática: la resolución de problemas", en *Física: Cinemática Tutoriales para la Enseñanza y Aprendizaje de la Física. 2ª Ed. Revisada y Ampliada*. Mar del Plata, Argentina: EUDEM, 2017, pp. 39-40.

[10] J. Viau; M. A. Tíntori Ferreira y H. Gibbs. "Dinámica: la resolución de problemas", *Física: Dinámica. Tutoriales para la Enseñanza y Aprendizaje de la ciencia*. Mar del Plata, Argentina: EUDEM, 2016, pp. 21-25.

Enseñanza para el desarrollo de competencias

Una propuesta para "Análisis Matemático I"

Rosso Martha Susana, marthasrosso@gmail.com
Soria Mercedes, msoriaf@yahoo.com.ar
Oddino Sonia María, soniamoddino@gmail.com

Facultad Regional Villa María - Universidad Tecnológica Nacional

RESUMEN · En este trabajo se explicitan las prácticas de enseñanza implementadas en Análisis Matemático I en la Facultad Regional Villa María de la Universidad Tecnológica Nacional. Las mismas se orientan al desarrollo de competencias disciplinares, psicosociales y tecnológicas, entre otras, desde una concepción constructivista y significativa del aprendizaje. Esta propuesta se lleva a cabo desde el año 2017, motivada por algunos indicadores tales como los elevados índices de desgranamiento, la necesidad de incorporar las nuevas tecnologías de la información y la comunicación a los procesos de enseñanza y aprendizaje, rescatar fortalezas del diseño curricular vigente para carreras de ingeniería de la Universidad Tecnológica Nacional, como así también adecuar a la propuesta de formación profesional por competencias, formalizada por CONFEDI como estándares para todas las Universidades de Ingeniería de Argentina.

Palabras clave — Análisis matemático I, Enseñanza, Competencias profesionales, Resolución de problemas, Ingeniería

ABSTRACT · In this work the teaching practices implemented in Mathematical Analysis I in the Facultad Regional Villa María of the Universidad Tecnológica Nacional are explained. Such practices aim at the development of disciplinary, psychosocial, and technological skills, among others, from a constructive and meaningful conception of learning. This proposal has been implemented since 2017, prompted by some indicators such as high dropsout rates, the need to incorporate new information and communication technologies into teaching and learning processes, to rescue strengths from the existing curriculum design for engineering courses at the Universidad Tecnológica Nacional, as well as adapting to the vocational training proposal by CONFEDI as standards for all the Engineering Universities of Argentina.

Keywords — Mathematical Analysis I, Teaching, Professional skills, Problem solving, Engineering

»

INTRODUCCIÓN

En primer lugar, se expondrán algunas de las razones que motivaron, a los integrantes de la cátedra de Análisis Matemático I de la Facultad Regional Villa María de la Universidad Tecnológica Nacional –FRVM-UTN–, realizar cambios en las

prácticas de enseñanza y evaluación.

Análisis Matemático I, conjuntamente con Física I, son las materias que mayores índices de desgranamiento muestran, lo que hace suponer que son las que ocasionan a los estudiantes mayores dificultades para su aprendizaje. En un trabajo realizado por el Grupo de Investigación en Educación Superior de la FRVM-UTN, se registra un promedio porcentual de desgranamiento, tomando datos desde el año 2002 al 2012, a través de un estudio longitudinal de once cohortes, del 57,25%, en tanto que para el caso de Física I el promedio es del 62,09%. [1].

Sin duda, Análisis Matemático I es una de las asignaturas a la que se debe prestar atención y, si bien los factores asociados al fenómeno del desgranamiento de estudiantes mientras cursan el primer nivel de las carreras pueden obedecer a causas diversas, la cátedra se dispuso a generar cambios en aquéllos aspectos que considera gobernables tales como las estrategias de enseñanza y evaluación.

Por otra parte desde la cátedra se propuso poner en acción los lineamientos del diseño curricular para las carreras de Ingeniería de UTN considerando que, si bien presenta algunas cuestiones que constituyen debilidades, rescatar aquéllas que se consideran fortalezas, aprovechando las características de flexibilidad que presenta y así realizar articulaciones verticales y horizontales con contenidos y actividades de enseñanza de otras cátedras, intentando dar un sentido de aplicabilidad a la Matemática para resolver situaciones problemáticas específicas de cada una de las especialidades ingenieriles.

Otra de las razones que motivaron la propuesta se vincula con la incorporación del uso activo de las Tecnologías de la Información y la Comunicación –TIC-, "...brindando a los alumnos múltiples formas de acceso al conocimiento y no solamente la clase presencial y a través del docente" [2]. Minimizar el uso de la clase expositiva y dar lugar a la participación activa del estudiante contribuirá al desarrollo de competencias psicosociales tales como la autonomía ante el estudio, búsqueda de información y resolución de problemas que, por una parte, promueven la autogestión del aprendizaje y por otra favorecen el contacto activo del estudiante en la construcción del conocimiento y su abordaje práctico.

Finalmente, adecuar el dictado de la materia a las propuestas del Consejo Federal de Decanos de Ingeniería –CONFEDI– respecto de la necesidad de considerar el desarrollo de competencias generales y específicas en los procesos de formación profesional de los futuros Ingenieros. En este sentido se realiza un análisis de lo que se entiende por competencias, por eso algunas de las reflexiones que acompañan a esta propuesta se exponen a continuación.

El concepto de competencias ha sido objeto de discusiones y controversias vinculado particularmente al posicionamiento epistemológico desde el que se las conceptualiza. Generalmente se liga su origen al mundo del trabajo y dentro de las explicaciones que, respecto del aprendizaje, otorga la teoría conductista.

Se asume aquí la idea de que las competencias se desarrollan, se aprenden por decirlo de alguna manera, por lo tanto son las prácticas de la enseñanza y de evaluación las que definirán si éstas son producto de modelos conductistas o, por el contrario, son construcciones que empoderan a los futuros profesionales universitarios para que les permita cumplir con las demandas laborales, tales como la resolución de problemas, la creatividad y otros procesos cognoscitivos que requieren las organizaciones. Al respecto resulta pertinente mencionar los aportes de Elisa Lucarelli [3] cuando hace referencia a la innovación en las prácticas académicas universitarias sosteniendo que la misma adquiere su significado en función de cuál es la perspectiva teórica valorativa en la que se inscribe.

Las competencias profesionales que se consideren pertinentes y las decisiones y jerarquizaciones que, desde la perspectiva docente se valoren, marcarán fuertemente las prácticas pedagógicas y las mediaciones didácticas desde las que los docentes desarrollen sus estrategias de enseñanza y evaluación y, en consecuencia, los juicios y valores que marcarán a la formación profesional. La movilización de determinados recursos cognitivos, los propósitos de enseñanza, la selección de contenidos, las estrategias de evaluación y las experiencias cotidianas a las que se sometan los estudiantes en sus trayectos formativos dan cuenta del perfil profesional que se decida y la trama de las competencias que desarrolle el futuro profesional. Desde una perspectiva integradora se afirma que las competencias son las habilidades o capacidades para efectuar tareas o enfrentarse a situaciones diversas de manera adecuada en un contexto determinado, movilizando actitudes, destrezas y conocimientos. Las competencias tienen componentes actitudinales, procedimentales y cognoscitivos y no son en sí mismas conductistas o constructivistas, sino que son los procedimientos didácticos los que conformarán, a través de los modos de enseñar y evaluar, los paradigmas del aprender.

Por ejemplo, el modelo didáctico por objetivos, que ha recibido críticas relevantes, es visto como un modo de enseñar y aprender ligado a prácticas controladoras y reguladoras de los aprendizajes, valorando los resultados más que los procesos y desligándose de la enseñanza de procedimientos y actitudes. Esta concepción, en la formación profesional, valora lo que el sujeto logra en términos de conocimientos prioritariamente, por eso desliga o divorcia la teoría de la práctica. Y, si bien se considera que las competencias requieren,

en su base, del conocimiento y que éstas se expresan como desempeños, las propuestas de enseñanza que el docente presente a los estudiantes, que serán orientadores de los modos de aproximarse al conocimiento y cómo comportarse ante ellos, es lo que definirán que las competencias se desarrollen desde modelos conductistas o cognitivistas.

Zabalza [4] analiza el rol de la universidad en la formación profesional y el desarrollo de competencias. Considera que es una exigencia que se impone desde el interior de las instituciones y desde el afuera, desde el contexto, como demandas sociales y laborales.

"El enfoque de trabajo didáctico por competencias supone, sin duda, una nueva forma de afrontar la enseñanza universitaria. Estamos tan acostumbrados a pensar la formación universitaria en términos de listados de materias que cualquier cosa que trastoque esa lógica parece un "salto en el vacío" muy difícil de visualizar. Pero, las competencias no son otra cosa que un planteamiento de la formación que refuerza la orientación hacia la práctica (*performance)* y tomando como punto de referencia el perfil profesional. Frente a una orientación basada en el conocimiento (concebido en abstracto, como un conjunto amplio e indeterminado de saberes disciplinares ubicados en un espacio científico generalmente borroso), las competencias constituyen una aproximación más pragmática al ejercicio profesional (concebido como el conjunto de acciones o funciones a desarrollar por un buen profesional en el ejercicio de su actuación profesional)".

Continuando con la reflexión referida a las competencias y los paradigmas desde los cuales se definen conceptual y prácticamente, se procederá a considerarlas desde el campo del cognitivismo constructivista.

Para la concepción constructivista, la educación constituye una práctica social compleja. Propone, entre otras, las funciones de promover el desarrollo personal de los estudiantes y facilitar el acceso a los saberes científicos y formas culturales de la sociedad a la que pertenecen. Esto implica que la institución educativa, cubre tanto una función socializadora como la de promover la adquisición de contenidos y procedimientos.

Desde este paradigma se rechaza la visión del alumno como mero receptor del conocimiento, por otro lado, el docente no es un simple transmisor. Por el contrario, se define como el orientador de aprendizajes significativos, propiciando el desarrollo "integral" del ser humano. "Aprendizaje significativo es pues, el proceso complejo, progresivo, que conduce a la atribución de significados y no sólo su producto...", así entonces los contenidos "... son vehículos para la adquisición de competencias..." [5].

Desde este paradigma se entiende que el alumno es el dinamizador de su propio proceso de aprendizaje. Es quien construye o más bien reconstruye los saberes de su grupo

cultural, sucediendo que puede ser un sujeto activo cuando manipula, explora, descubre o inventa, incluso cuando lee o escucha o elabora discursos orales o escritos.

Es necesario diferenciar "saber" de "conocer". Se pueden retener saberes a nivel conceptual, en tanto que el conocimiento une indefectiblemente el saber con el hacer. Esta forma de comprender la problemática, es decir, enseñar para que se desarrollen competencias, pero desde una visión constructivista, demanda nuevas formas de organizar las propuestas curriculares para la formación profesional, así como nuevas formas de proponer el trabajo áulico donde el alumno tenga una participación activa al tiempo que desarrolle capacidades inherentes a la vinculación teoría-práctica para su futuro desempeño profesional.

PROPUESTA DE ENSEÑANZA EN EL MARCO DEL DESARROLLO DE COMPETENCIAS

Una problemática que debe atender hoy la universidad, y en particular la FRVM-UTN, es la de reducir los porcentajes de desgranamiento de los estudiantes de los primeros años de cursado de las carreras de ingeniería y garantizar que estos jóvenes se gradúen, adquiriendo los conocimientos y habilidades necesarias para desenvolverse con éxito en el campo académico y profesional elegido. Formar profesionales, en el contexto actual, sin alterar la calidad es un desafío altamente complejo para las universidades en nuestro país. Hecho que impacta directamente en el trabajo del propio profesor universitario.

En lo que se refiere al docente, diversos trabajos [2], concuerdan en que a éste se le abre el desafío de nuevos roles en el proceso de enseñanza, ya no sólo dar información sino facilitar el aprendizaje con estrategias de enseñanza eficaces que conduzcan a un aprendizaje significativo, duradero y al desarrollo de competencias, lo que requiere cambiar el modelo de la disertación magistral y asumir otras funciones como la de orientación, de conducción, de guía [6] (Igarza, 2018).

En esa relación dialéctica enseñanza–aprendizaje, donde la intencionalidad del proceso de enseñanza es el aprendizaje, es allí donde se instala el cambio de paradigma, que implica pasar de un modelo centrado en el docente a otro, donde el alumno es el artífice de su aprendizaje. En este contexto surge un Proyecto de Innovación Curricular (PIC), en el área de matemática, específicamente para Análisis Matemático I. Este proyecto propone un modelo educativo que considera al estudiante y al proceso que éste realiza para lograr aprendizajes que le resulten significativos. La propuesta educativa se basa en tres ejes: a) cambio del rol docente, b) cambio del rol del alumno, c) uso de la tecnología de la información y comunicación con un fin pedagógico determinado. Para ello propone la

utilización combinada de diversas estrategias metodológicas como son: la clase al revés (flipped clasroom), la dinámica de los entornos virtuales de aprendizaje (EVA), la resolución de problemas, la clase presencial, el uso de la plataforma virtual como herramienta de gestión de aprendizaje. Esta última favorece la flexibilización del proceso educativo, fomentando el aprendizaje cooperativo y colaborativo (aun cuando el grupo de clase sea numeroso) a través de actividades en la wiki, foros de debate, foros de consulta y espacios abiertos para facilitar la comunicación. Es decir, estrategias de enseñanza que estimulan la participación activa del alumno, donde la responsabilidad del aprendizaje depende directamente de su actividad, implicación y compromiso, que buscan generar aprendizajes más profundos, significativos, duraderos y que faciliten la transferencia a otros contextos. Poniendo a disposición de los estudiantes múltiples formas de acceso al conocimiento, orientadas al aprendizaje significativo, y al desarrollo de competencias en la formación de ingenieros, prescriptas en los Diseños Curriculares, en el "Libro Rojo" de CONFEDI [7] y vitales para la formación profesional en el mundo globalizado. La incorporación de estrategias como la resolución de problemas y el estudio de casos, planteadas en formato analógico y/o digital, tienen como propósito favorecer el desarrollo de habilidades para el análisis y síntesis de la información, aplicación de conceptos en contextos diversos (transferencia) y la integración conceptual. Por otra parte, y como ya se conoce, todas estas metodologías activas requieren del trabajo en equipo; por eso, la primera actividad que se desarrolla el primer día de clase es la formación de los grupos y la elección de un responsable.

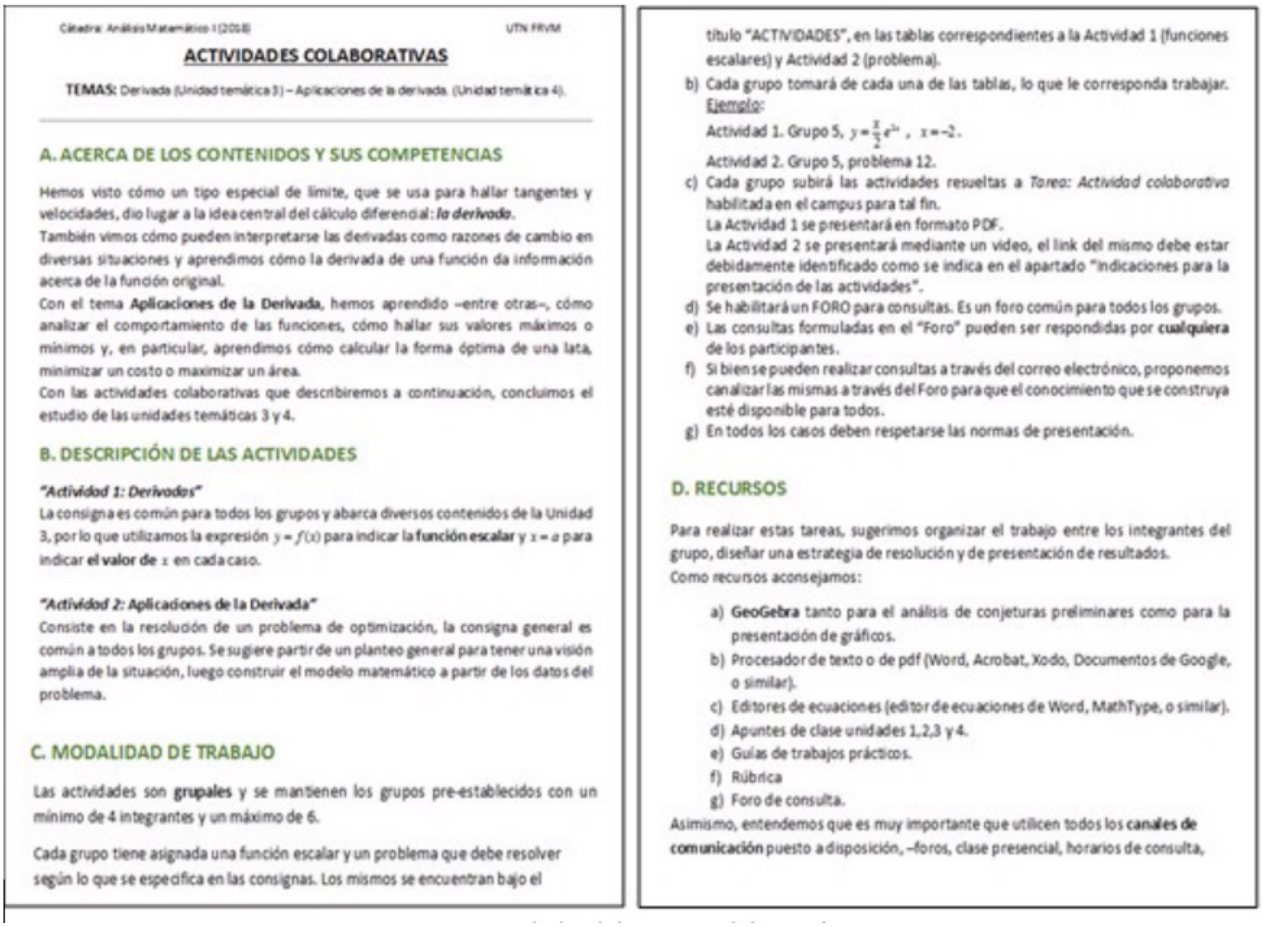
En el marco de este proyecto, la propuesta de los temas a tratar en cada clase presencial la hacen los alumnos en función de los aspectos que ellos consideran relevantes a partir de las dudas surgidas de las lecturas programadas y/o de las actividades prácticas propuestas. Si no aparecen temas que el docente considera necesarios tratar, éste puede incorporarlos. Si bien el horario de cursado presencial que tiene asignado la asignatura se divide en horas de teoría y horas de práctico, ambos horarios se utilizan para un desarrollo teórico – práctico.

De allí, pensamos que la optimización de los procesos de aprendizaje se vincula con la optimización de los procesos de enseñanza. Los procesos de aprendizaje en contextos ubicuos dependen de la sinergia que producen los diversos ámbitos de aprendizaje, es decir, de la utilización de una diversidad de estrategias metodológicas enriquecidas con los soportes digitales.

Además, cabe aclarar, que este modelo educativo también plantea innovación en los procesos de evaluación, acordes a la propuesta de enseñanza, como es la utilización de

rúbricas, cuestionarios on line y actividades colaborativas. Además, el uso de la plataforma permite tener un registro del desempeño académico de cada alumno a lo largo de toda la cursada, lo que posibilita avanzar sobre la evaluación procesual.

Ejemplo: Propuesta de una actividad colaborativa. Esta actividad se desarrolla con una población promedio de 300 estudiantes, cinco docentes y tres ayudantes alumnos.



Cátedra: Análisis Matemático I (2018) UTN FRVM

ACTIVIDADES COLABORATIVAS

TEMAS: Derivada (Unidad temática 3) – Aplicaciones de la derivada. (Unidad temática 4).

A. ACERCA DE LOS CONTENIDOS Y SUS COMPETENCIAS

Hemos visto cómo un tipo especial de límite, que se usa para hallar tangentes y velocidades, dio lugar a la idea central del cálculo diferencial: ***la derivada***.
También vimos cómo pueden interpretarse las derivadas como razones de cambio en diversas situaciones y aprendimos cómo la derivada de una función da información acerca de la función original.
Con el tema **Aplicaciones de la Derivada**, hemos aprendido –entre otras–, cómo analizar el comportamiento de las funciones, cómo hallar sus valores máximos o mínimos y, en particular, aprendimos cómo calcular la forma óptima de una lata, minimizar un costo o maximizar un área.
Con las actividades colaborativas que describiremos a continuación, concluimos el estudio de las unidades temáticas 3 y 4.

B. DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES

"Actividad 1: Derivadas"
La consigna es común para todos los grupos y abarca diversos contenidos de la Unidad 3, por lo que utilizamos la expresión $y = f(x)$ para indicar la **función escalar** y $x = a$ para indicar **el valor de** x en cada caso.

***"Actividad 2:* Aplicaciones de la Derivada"**
Consiste en la resolución de un problema de optimización, la consigna general es común a todos los grupos. Se sugiere partir de un planteo general para tener una visión amplia de la situación, luego construir el modelo matemático a partir de los datos del problema.

C. MODALIDAD DE TRABAJO

Las actividades son **grupales** y se mantienen los grupos pre-establecidos con un mínimo de 4 integrantes y un máximo de 6.

Cada grupo tiene asignada una función escalar y un problema que debe resolver según lo que se especifica en las consignas. Los mismos se encuentran bajo el título "ACTIVIDADES", en las tablas correspondientes a la Actividad 1 (funciones escalares) y Actividad 2 (problema).

b) Cada grupo tomará de cada una de las tablas, lo que le corresponda trabajar.
Ejemplo:
Actividad 1. Grupo 5, $y = \frac{x}{2}e^{2x}$, $x = -2$.
Actividad 2. Grupo 5, problema 12.
c) Cada grupo subirá las actividades resueltas a *Foreo: Actividad colaborativa* habilitada en el campus para tal fin.
La Actividad 1 se presentará en formato PDF.
La Actividad 2 se presentará mediante un video, el link del mismo debe estar debidamente identificado como se indica en el apartado "Indicaciones para la presentación de las actividades".
d) Se habilitará un FORO para consultas. Es un foro común para todos los grupos.
e) Las consultas formuladas en el "Foro" pueden ser respondidas por **cualquiera** de los participantes.
f) Si bien se pueden realizar consultas a través del correo electrónico, proponemos canalizar las mismas a través del Foro para que el conocimiento que se construya esté disponible para todos.
g) En todos los casos deben respetarse las normas de presentación.

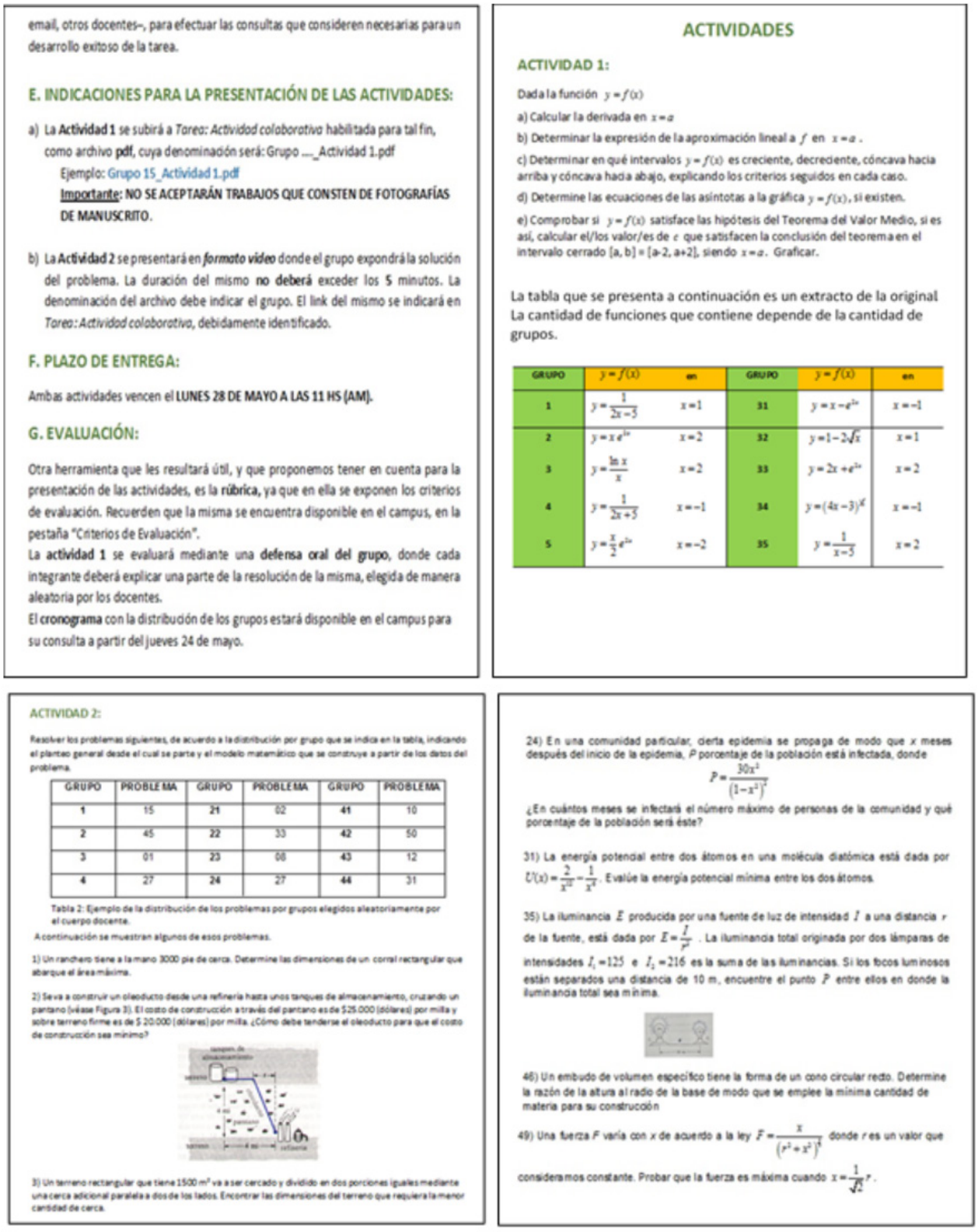
D. RECURSOS

Para realizar estas tareas, sugerimos organizar el trabajo entre los integrantes del grupo, diseñar una estrategia de resolución y de presentación de resultados.
Como recursos aconsejamos:

a) **GeoGebra** tanto para el análisis de conjeturas preliminares como para la presentación de gráficos.
b) Procesador de texto o de pdf (Word, Acrobat, Xodo, Documentos de Google, o similar).
c) Editores de ecuaciones (editor de ecuaciones de Word, MathType, o similar).
d) Apuntes de clase unidades 1,2,3 y 4.
e) Guías de trabajos prácticos.
f) Rúbrica
g) Foro de consulta.

Asimismo, entendemos que es muy importante que utilicen todos los **canales de comunicación** puesto a disposición, –foros, clase presencial, horarios de consulta,

Figura 1 Actividad Colaborativa. Elaboración propia



email, otros docentes–, para efectuar las consultas que consideren necesarias para un desarrollo exitoso de la tarea.

E. INDICACIONES PARA LA PRESENTACIÓN DE LAS ACTIVIDADES:

a) La **Actividad 1** se subirá a *Tarea: Actividad colaborativa* habilitada para tal fin, como archivo **pdf**, cuya denominación será: Grupo ..._Actividad 1.pdf
Ejemplo: Grupo 15_Actividad 1.pdf
Importante: NO SE ACEPTARÁN TRABAJOS QUE CONSTEN DE FOTOGRAFÍAS DE MANUSCRITO.

b) La **Actividad 2** se presentará en ***formato video*** donde el grupo expondrá la solución del problema. La duración del mismo **no deberá** exceder los **5** minutos. La denominación del archivo debe indicar el grupo. El link del mismo se indicará en *Tarea: Actividad colaborativa*, debidamente identificado.

F. PLAZO DE ENTREGA:

Ambas actividades vencen el **LUNES 28 DE MAYO A LAS 11 HS (AM).**

G. EVALUACIÓN:

Otra herramienta que les resultará útil, y que proponemos tener en cuenta para la presentación de las actividades, es la **rúbrica,** ya que en ella se exponen los criterios de evaluación. Recuerden que la misma se encuentra disponible en el campus, en la pestaña "Criterios de Evaluación".
La **actividad 1** se evaluará mediante una **defensa oral del grupo**, donde cada integrante deberá explicar una parte de la resolución de la misma, elegida de manera aleatoria por los docentes.
El **cronograma** con la distribución de los grupos estará disponible en el campus para su consulta a partir del jueves 24 de mayo.

ACTIVIDADES

ACTIVIDAD 1:

Dada la función $y=f(x)$

a) Calcular la derivada en $x=a$

b) Determinar la expresión de la aproximación lineal a f en $x=a$.

c) Determinar en qué intervalos $y=f(x)$ es creciente, decreciente, cóncava hacia arriba y cóncava hacia abajo, explicando los criterios seguidos en cada caso.

d) Determine las ecuaciones de las asíntotas a la gráfica $y=f(x)$, si existen.

e) Comprobar si $y=f(x)$ satisface las hipótesis del Teorema del Valor Medio, si es así, calcular el/los valor/es de c que satisfacen la conclusión del teorema en el intervalo cerrado [a, b] = [a-2, a+2], siendo $x=a$. Graficar.

La tabla que se presenta a continuación es un extracto de la original
La cantidad de funciones que contiene depende de la cantidad de grupos.

GRUPO	$y=f(x)$	en	GRUPO	$y=f(x)$	en
1	$y=\frac{1}{2x-5}$	$x=1$	31	$y=x-e^{2x}$	$x=-1$
2	$y=xe^{2x}$	$x=2$	32	$y=1-2\sqrt{x}$	$x=1$
3	$y=\frac{\ln x}{x}$	$x=2$	33	$y=2x+e^{2x}$	$x=2$
4	$y=\frac{1}{2x+5}$	$x=-1$	34	$y=(4x-3)^4$	$x=-1$
5	$y=\frac{x}{2}e^{2x}$	$x=-2$	35	$y=\frac{1}{x-5}$	$x=2$

ACTIVIDAD 2:

Resolver los problemas siguientes, de acuerdo a la distribución por grupo que se indica en la tabla, indicando el planteo general desde el cual se parte y el modelo matemático que se construye a partir de los datos del problema.

GRUPO	PROBLEMA	GRUPO	PROBLEMA	GRUPO	PROBLEMA
1	15	21	02	41	10
2	45	22	33	42	50
3	01	23	08	43	12
4	27	24	27	44	31

Tabla 2: Ejemplo de la distribución de los problemas por grupos elegidos aleatoriamente por el cuerpo docente.

A continuación se muestran algunos de esos problemas.

1) Un ranchero tiene a la mano 3000 pie de cerca. Determine las dimensiones de un corral rectangular que abarque el área máxima.

2) Se va a construir un oleoducto desde una refinería hasta unos tanques de almacenamiento, cruzando un pantano (véase Figura 3). El costo de construcción a través del pantano es de $25.000 (dólares) por milla y sobre terreno firme es de $ 20.000 (dólares) por milla. ¿Cómo debe tenderse el oleoducto para que el costo de construcción sea mínimo?

3) Un terreno rectangular que tiene 1500 m² va a ser cercado y dividido en dos porciones iguales mediante una cerca adicional paralela a dos de los lados. Encontrar las dimensiones del terreno que requiera la menor cantidad de cerca.

24) En una comunidad particular, cierta epidemia se propaga de modo que x meses después del inicio de la epidemia, P porcentaje de la población está infectada, donde

$$P=\frac{30x^2}{\left(1-x^2\right)^2}$$

¿En cuántos meses se infectará el número máximo de personas de la comunidad y qué porcentaje de la población será éste?

31) La energía potencial entre dos átomos en una molécula diatómica está dada por $U(x)=\frac{2}{x^{12}}-\frac{1}{x^6}$. Evalúe la energía potencial mínima entre los dos átomos.

35) La iluminancia E producida por una fuente de luz de intensidad I a una distancia r de la fuente, está dada por $E=\frac{I}{r^2}$. La iluminancia total originada por dos lámparas de intensidades $I_1=125$ e $I_2=216$ es la suma de las iluminancias. Si los focos luminosos están separados una distancia de 10 m, encuentre el punto P entre ellos en donde la iluminancia total sea mínima.

46) Un embudo de volumen específico tiene la forma de un cono circular recto. Determine la razón de la altura al radio de la base de modo que se emplee la mínima cantidad de materia para su construcción

49) Una fuerza F varía con x de acuerdo a la ley $F=\frac{x}{\left(r^2+x^2\right)^{\frac{3}{2}}}$ donde r es un valor que consideramos constante. Probar que la fuerza es máxima cuando $x=\frac{1}{\sqrt{2}}r$.

Figura 2 Actividad Colaborativa. Elaboración Propia

En el apartado siguiente haremos una identificación de algunas de las competencias que se pretenden desarrollar con la propuesta didáctica presentada.

IDENTIFICACIÓN DE LAS COMPETENCIAS DE LA PROPUESTA DE ENSEÑANZA

Con el objetivo de identificar las competencias que se ponen en juego con esta propuesta didáctica para la enseñanza de Análisis Matemático I, y en función de los Estándares de Segunda Generación para la Acreditación de Carreras de Ingeniería en la República Argentina, elaborada por CONFEDI, denominado "Libro Rojo" es que se comienza observando el apartado "Condiciones Curriculares Comunes para las Carreras de Ingeniería" que dentro de su "Perfil de Egreso" señala "...que el graduado posea una adecuada formación científica, técnica y profesional que habilite al ingeniero para aprender y desarrollar nuevas tecnologías, con actitud ética, crítica y creativa para la identificación y resolución de problemas en forma sistémica..." [6: 20]; en este sentido la cátedra, de acuerdo a la propuesta de enseñanza expuesta y como puede observarse en la actividad modelo promueve la resolución de problemas como competencia básica fundamental, fomentando la libertad que permite la expresión del alumno en su propuesta de respuesta, la creatividad tanto al momento de elaborar como de diseñar sus demostraciones y exposiciones; la crítica se entremezcla en el desarrollo de la actividad, en su trabajo cooperativo, colaborativo y social que se inserta a través del formato de la actividad, es decir el trabajo en grupo, presencial o virtual, permite las discusiones tanto de corte teórico como práctico, lo tiende a profundizar y dar significado al proceso de aprendizaje, favorece el aprendizaje social, estimular las consultas e intercambios con todos los docentes de la cátedra mientras que los vincula a través de los medios de uso frecuente y cotidiano para ellos, con formatos comunes de expresión oral y escrita ya sea en sus Smartphone, tablets, o pc.

De esta manera se trabaja sobre las competencias tecnológicas, la 1 "Identificar, formular y resolver problemas de ingeniería." y la 4 "Utilizar de manera efectiva las técnicas y herramientas de aplicación en la ingeniería.". Dentro de las competencias sociales, políticas y actitudinales, esta propuesta les enseña a desempeñarse de manera efectiva en equipos de trabajo, promoviendo habilidades blandas como la gestión del tiempo, la negociación, conciliación y establecimientos de acuerdos.

Por otro lado, fomenta la autoevaluación como equipos de trabajo a través de la rúbrica que les es suministrada en conjunto con las consignas, esto les permite conocer qué y cómo serán evaluadas sus producciones. La obligatoriedad de la presentación en formato de video, en un tiempo específico y accesible para todos, está basada en la estimulación a la oralidad, a la producción y publicación de videos, lo que muchas veces se presupone que todos conocen estas herramientas, sin embargo, se percibió que fue una oportunidad para que todos puedan aprender juntos el uso de estas herramientas informáticas; siendo no

menos importante la habilidad de la síntesis como de jerarquización de ideas y conceptos.

Asimismo, al ser una producción evaluable tanto por el propio grupo, o entre grupos, y por profesores los estudiantes pueden valorar la efectividad de su comunicación sopesándola ante distintas miradas. Así quedan expuestas las Competencias N°6 y 7 [6].

Por último, destacar que esta propuesta didáctica pondera y promueve la formación conceptual, propia de las ciencias básicas, con significados. Esto es fundamental desde la mirada de la cátedra porque el aprendizaje significativo es lo que le permite al Análisis Matemático I ser sustento de disciplinas específicas, tal como lo requiere la estructura curricular en las carreras de ingeniería.

Esta actividad enseña una manera distinta de aprender frente a los modelos tradicionales de la matemática en carreras de ingeniería de esta Institución; por ello puede presentarse como una alternativa más en el portfolio que conseguirán al finalizar sus estudios que, en síntesis, será una alternativa entre muchas otras para continuar aprendiendo a lo largo de la vida.

A través del análisis de esta propuesta didáctica-educativa se han identificado el desarrollo de las siguientes competencias:

Desde lo académico/conceptual: Modelar situaciones problemáticas, contrastar hipótesis, analizar una función, aplicar teoremas matemáticos**, r**esolver un problema con herramientas matemáticas**, t**ransferir conceptos, Apropiarse del lenguaje matemático.

Desde lo social: Defender ideas**, e**scuchar ideas**, a**cordar con otros, establecer acuerdos**, c**onstruir socialmente significados**, c**onstruir una respuesta en equipo

Desde lo individual: Expresarse oralmente**,** realizar un video**,** justificar sus ideas con conocimiento científico**,** utilizar formatos multimediales (grabar videos, redactar y exponer oralmente)**,** autoevaluarse.

CONSIDERACIONES FINALES

Si bien el propósito de este trabajo no es mostrar resultados, se ha observado en el transcurso de estos dos años, una mejora en los rendimientos académicos y en la apropiación de conceptos y procedimientos por parte de los estudiantes, que fueron apreciados en las evaluaciones finales y en el porcentual de aprobación directa.

Con relación a los problemas trabajados, estos son resultado de una selección. Se tuvo en cuenta la aplicabilidad a cualquier campo de la ingeniería, es decir que son problemas base para la formación de competencias ingenieriles.

La posibilidad de buscar problemas más específicos de cada ingeniería está limitada por

el lugar que ocupa la asignatura dentro del plan de estudio, esto es, como materia básica y homogénea a todas las especialidades de ingeniería.

Teniendo en cuenta que estas prácticas incorporan TIC, se tornan dependientes del funcionamiento del sistema informático de la institución, siendo necesario un adecuado accesos a la infraestructura informacional y tecnológica de la propia universidad, apoyando la sostenibilidad del proyecto de cátedra,

Por último, se considera importante advertir que, para que estas prácticas educativas puedan ser utilizadas en otros contextos, es necesario que se tenga en cuenta el marco teórico desde el que se ha reflexionado para superar las prácticas tradicionales y así tender un puente conceptual hacia las nuevas prácticas docentes. •

🕮 REFERENCIAS

[1] M.S. Rosso, M. Soria, J. Peralta, J. Aimar, D. Lunatti, M.I. Tarántola, S. Vaira. y otros. "Desgranamiento temprano y su relación con las materias básicas". Educación Matemática en Carreras de Ingeniería. XIX Encuentro Nacional – XI Internacional. 2015. pp. 597-607.

[2] M.S. Rosso, M. Soria, S. Oddino, S. "La centralidad del alumno en el aprendizaje de las Matemáticas en carreras de Ingeniería", presentado en el XIII Congreso Argentino de Educación Matemática. La Plata. Argentina. 2018.

[3] E. Lucarelli. Maestría en Enseñanza Universitaria. Tema: "Pedagogía universitaria e innovación". FHyA. Universidad Nacional de Rosario. Rosario. 14 de septiembre de 2016.

[4] M.A. Zabalza. (2007). *Competencias docentes del profesorado universitario. Calidad y desarrollo profesional*. Madrid: Narcea S. A. 2007. pp.97.

[5] C. Caballero Sahelices, M.L. Rodríguez Palmeiro, M.A. Moreira. "Aprendizaje significativo y desarrollo de competencias". Internet: http://www.if.ufrgs.br/asr/artigos/Artigo_ID9/v1_n2_a2011.pdf, 2011. [Feb. 04, 2019]

[6] R. Igarza. "Futuro busca presente: La Educación en la Nube". Internet: http://aargentinapciencias.org/wp-content/uploads/2018/01/RevistasCeI/tomo66-5/cei66-5.pdf, 2016. [Feb. 04, 2019]

[7]CONFEDI. "Propuesta de estándares de segunda generación para la acreditación de carreras de Ingeniería en la República Argentina. Libro Rojo de CONFEDI". Internet: https://www.ing.unlp.edu.ar/sitio/institucional/difusion/archivos/LIBRO_ROJO_DE_CONFEDI_estandares_de_segunda_generacion.pdf, 1 de Junio de 2018 [Nov. 22, 2018]

Evaluar competencias: presentación de caso en “Análisis Matemático I”

Arte con funciones y GeoGebra

Lescano, Adriana Lourdes, lescanoadri@gmail.com
Puy, Andrés Lucas, andi.puy@gmail.com

Facultad Regional Rafaela - Universidad Tecnológica Nacional

RESUMEN · Un tema central en la agenda de la Educación Superior es el desarrollo de competencias en los procesos de formación universitaria. La enseñanza basada en competencias implica educar en conocimientos, habilidades, destrezas y actitudes. A partir de esta se rediseña la manera de dar los contenidos, orientándolos hacia una formación de las personas en sentido amplio, estableciendo las bases y la profundización disciplinar necesarias para garantizar a los futuros profesionales su desarrollo personal e intelectual, posibilitando una empleabilidad acorde con las demandas del mercado laboral.

En Facultad Regional Rafaela de la Universidad Tecnológica Nacional se está trabajando en la selección de competencias que se quieren lograr durante la formación de los estudiantes. Se comenzó con la planificación docente, analizando y proponiendo para los distintos contenidos, objetivos, propuestas de enseñanza y de evaluación por competencias. En esta ocasión expondremos lo realizado sobre el eje temático funciones, de la asignatura Análisis Matemático I, de las carreras de Ingeniería que se dictan en la mencionada Casa de Estudios.

Palabras clave — Competencias, Educación Superior, Ingeniería, Matemática, Funciones.

ABSTRACT · A central theme in the agenda of Higher Education is the development of competencies in the processes of university education, competency-based teaching involves educating in knowledge, skills, skills and attitudes, redesigning the way of giving content, guiding them towards the formation of people in a broad sense , establishing the necessary disciplinary bases to guarantee future professionals their personal and intellectual development, making possible an employability in accordance with the demands of the labor market.

In the Rafaela Regional of the National Technological University, work is being done on the selection of competences that are to be achieved during the training of the students; began with the teaching planning, analyzing and proposing for the different contents, objectives, teaching proposals and evaluation by competences. On this occasion we will present what has been done on the thematic functions of the Mathematical Analysis I subject, of the Engineering specialties that are taught in the aforementioned House of Studies.

Keywords — Developing competences, Higher education, Engineering, Mathematics, Functions.

INTRODUCCIÓN Y FUNDAMENTACIÓN Los docentes del ciclo general de conocimientos básicos de la Facultad Regional Rafaela de la UTN, trabajan con el objetivo de optimizar las condiciones curriculares y pedagógicas a fin de mejorar la inserción y la promoción de los estudiantes en el ciclo básico de las Carreras de Ingeniería. Se trata de ayudar a los ingresantes a adaptarse plenamente a la vida académica universitaria y de consolidar la permanencia de los alumnos que cursan los primeros años de las especialidades de Ingeniería.

La planificación de las actividades que se presentan a los alumnos resulta de suma importancia ya que deben asimilar e internalizar ciertas competencias para fortalecer su desempeño académico y profesional, tanto en lo técnico como en valores y ética profesional.

La formación basada en competencias requiere asumir una nueva racionalidad que trascienda la parcelación y la fragmentación, con el fin de abordar la realidad en su multidimensionalidad. "La inteligencia parcelada, compartimentada, mecanicista, disyuntiva, reduccionista rompe lo complejo del mundo en fragmentos separados, fracciona los problemas, separa lo que está unido, unidimensionaliza lo multidimensional" [1].

"Todo parece indicar que en una visión moderna de las profesiones y de la educación, la formación en competencias en su versión más trascendente a lo largo de la vida, la experiencia en el trabajo y la madurez personal y profesional deberían ser los factores que faciliten a los titulados de hoy crecer y progresar en unas competencias profesionales cambiantes día a día y cada vez más complejas; esta es una cuestión fundamental para construir una sociedad de ciudadanos más justa dónde el bienestar sea un elemento clave en el desarrollo de la vida cotidiana" [2].

Tobón, refiriéndose al desarrollo de competencias, afirma que son: "Procesos complejos de desempeño con idoneidad en determinados contextos, integrando diferentes saberes (saber ser, saber hacer, saber conocer y saber convivir), para realizar actividades y/o resolver problemas con sentido de reto, motivación, flexibilidad, creatividad, comprensión y emprendimiento, dentro de una perspectiva de procesamiento metacognitivo, mejoramiento continuo y compromiso ético, con la meta de contribuir al desarrollo personal, la construcción y afianzamiento del tejido social, la búsqueda continua del desarrollo económico-empresarial sostenible, y el cuidado y protección del ambiente y de las especies vivas" [3].

Las competencias favorecen el desarrollo de una verdadera educación integral al incluir todas las dimensiones del ser humano (saber, saber hacer y saber ser y estar) y son un referente para la superación de una enseñanza tradicional academicista. La propuesta de este trabajo es analizar las competencias que se deben desarrollar en los primeros años de

la educación universitaria determinando, para cada asignatura del plan de estudios, cuáles son, para qué sirven, qué herramientas pedagógicas posibilitaran el desarrollo y cómo la evaluación dará cuenta de las mismas.

"El enfoque de las competencias contribuye a aumentar la pertinencia de los programas educativos debido a que busca orientar el aprendizaje acorde con los retos y problemas del contexto social, comunitario, profesional, organizacional y disciplinar – investigativo mediante estudios sistemáticos tales como el análisis funcional, el estudio de problemas, el registro de comportamientos, el análisis de procesos, etc., teniendo en cuenta el desarrollo humano sostenible, y las necesidades vitales de las personas"[4].

Este trabajo presenta y fundamenta la propuesta áulica que tiene por objetivo lograr el desarrollo de competencias en el área de las ciencias matemáticas. Las competencias seleccionadas para el tema funciones son: transferencia e interrelación de contenidos; comprensión de conceptos y enunciación de ejemplos; utilización del lenguaje simbólico, elaborando proposiciones y expresiones que contengan símbolos y fórmulas; uso de variables, resolución de ecuaciones y realización de cálculos; creatividad; manejo de herramientas tecnológicas y sus aplicaciones; comunicación oral y escrita; argumentación de razonamientos.

El trabajo individual consiste en un método y un conjunto de técnicas de conducción del aula, en la cual los estudiantes trabajan dentro y fuera del salón de clases desarrollando una actividad de aprendizaje, recibiendo una valoración de los resultados conseguidos. La actividad integradora propone al alumno transferir modelos matemáticos a situaciones concretas, realizando procesos de análisis, experimentación y desarrollo del método científico.

MATERIALES Y MÉTODOS

La asignatura Análisis Matemático I se encuentra en la estructura curricular de las carreras de Ingeniería, en primer año y se dicta durante el primer cuatrimestre. Anualmente se inscriben al menos un centenar de estudiantes que están en proceso de adaptación entre el nivel medio y el nivel superior.

La propuesta docente es enseñar y evaluar por competencias para lo cual se han seleccionado contenidos relacionados con funciones elementales y sus gráficas. Al explicar este tema se trabaja sobre cada función elemental efectuando sobre las mismas traslaciones horizontales y verticales, rotación sobre los ejes coordenados, compresiones y dilataciones.

Las competencias específicas que se quieren desarrollar en relación al tópico funciones son:

- Representar. Codificar y decodificar, distinguir entre diferentes tipos de representa-

ciones de funciones y las relaciones entre ellas; elegir entre diferentes formas de representación, de acuerdo con la situación y los propósitos particulares.

- Utilizar lenguaje simbólico, formal disciplinar. Decodificar e interpretar el lenguaje matemático, y entender su relación con el lenguaje coloquial; traducir del lenguaje coloquial al lenguaje simbólico y formal; elaborar proposiciones y expresiones que contengan símbolos y fórmulas; utilizar variables, resolver ecuaciones y realizar cálculos.
- Entender y operar sobre el dominio y las imágenes de los distintos tipos de funciones matemáticas.
- Utilizar herramientas tecnológicas. Conocer, y ser capaz de utilizar diversas herramientas que brindan las tecnologías de la información, que facilitan la actividad matemática, y comprender las limitaciones de las mismas.
- Argumentar sus razonamientos.
- Comunicar. Capacidad de expresarse, tanto en forma oral como escrita, sobre el contenido de las ciencias formales y de entender los enunciados orales y escritos, de los demás sobre los mismos temas.

Para lograr las competencias se ha realizado una propuesta didáctica que comienza con la explicación del tema en forma tradicional. Luego, durante el desarrollo de la clase, se propende la participación activa de los alumnos quienes interactúan con el Software GeoGebra, cuyas herramientas básicas para graficar se explican durante la clase. La participación del estudiantado se logra mediante preguntas sencillas que permiten transferir los conocimientos desde una situación dada a otra situación nueva.

Como se trata de evaluar relaciones entre conceptos, comprensión de contenidos y enunciación de ejemplos, se propone un trabajo que posibilite el uso de funciones y su aplicación en un diseño gráfico que presenta imágenes de la vida cotidiana que implican una interrelación de las temáticas abordadas. De esta manera se trata de evaluar la comprensión, uso y aplicación del contenido, es decir el saber hacer.

El trabajo práctico individual solicita la presentación de un dibujo realizado íntegramente con funciones, las cuales deben mostrar corrimientos, reflexiones, rotaciones, simetrías, etc.; la entrega de un informe escrito y la exposición oral del mismo.

Si bien el modelo de evaluación por competencias requiere de la evaluación de actitudes y comportamientos de los estudiantes frente al conocimiento, también implica realizar un seguimiento de los alumnos durante las diferentes etapas de aprendizaje y su respuesta frente a éstas. Durante el desarrollo de la propuesta se puede evidenciar la forma en que los

estudiantes se van apropiando de los conceptos hasta lograr la resolución de la consigna.

También es importante la autoevaluación y la coevaluación, ya que una característica de este tipo de evaluación es brindar evidencias de carácter individual.

Los alumnos de primer año cuentan con un período de tiempo estipulado para presentar el dibujo online y un informe escrito que da cuenta de las funciones y sus transformaciones en cada sector del diseño presentado. Luego de ser corregidos realizan una presentación frente a sus compañeros. El plazo de presentación es de quince días a partir de la finalización de dictado del tema.

A continuación, se muestran algunos trabajos efectuados por los estudiantes de la cohorte 2018. Hubo ciento cinco presentaciones, de las cuales noventa fueron aprobadas y las restantes no superaron los objetivos del trabajo, ya sea por no cumplir los requerimientos mínimos en cuanto a la cantidad y tipo de funciones o haber sido presentado fuera de los plazos establecidos.

El tema del dibujo fue elegido por los estudiantes. En las presentaciones se pueden observar las gráficas terminadas y a la izquierda algunas de las funciones utilizadas. Es importante destacar que en todos los casos la cantidad de sentencias ingresadas al programa superaron las cincuenta.

En la figura 1: Buldog inglés se utilizaron ochenta y tres sentencias visibles. Utilizó mayormente funciones polinómicas, también incorporó funciones algebraicas fraccionarias, exponenciales y logarítmicas para el diseño. Se destaca en el trabajo la simetría del dibujo lograda mediante la incorporación de simetrías axiales, también utiliza corrimientos verticales y horizontales y finalmente logra buenos efectos realizando dilataciones y compresiones.

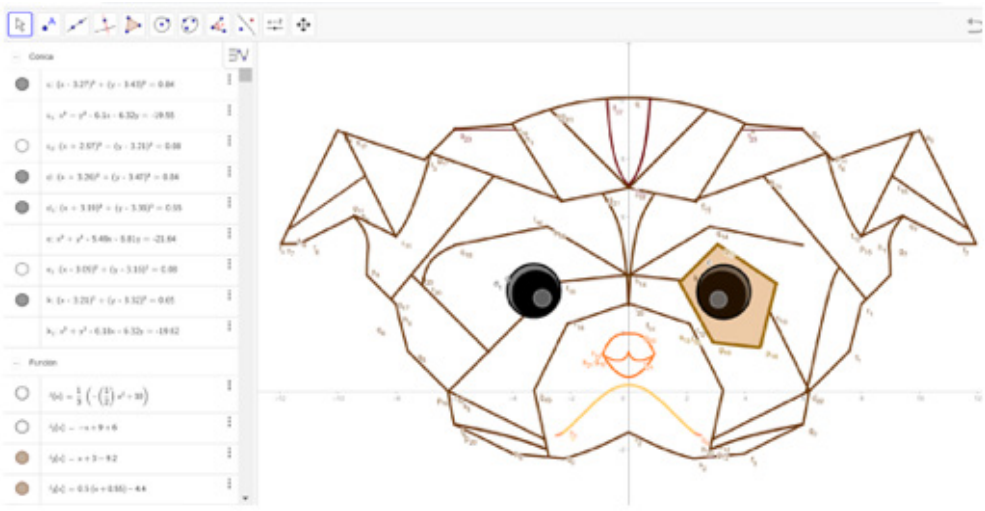


***Figura 1**: Buldog Inglés, trabajo realizado por el estudiante Alexis S.*

La figura número 2, denominada por su autora “elefante con flor”, presenta una importante cantidad de funciones trigonométricas, además funciones irracionales, exponenciales, logarítmicas y polinómicas. Se nota una simetría en la parte superior, la cabeza y la trompa, dejando las estructuras equilibradas para realizar el cuerpo y las patas haciendo uso de corrimientos y traslaciones laterales.

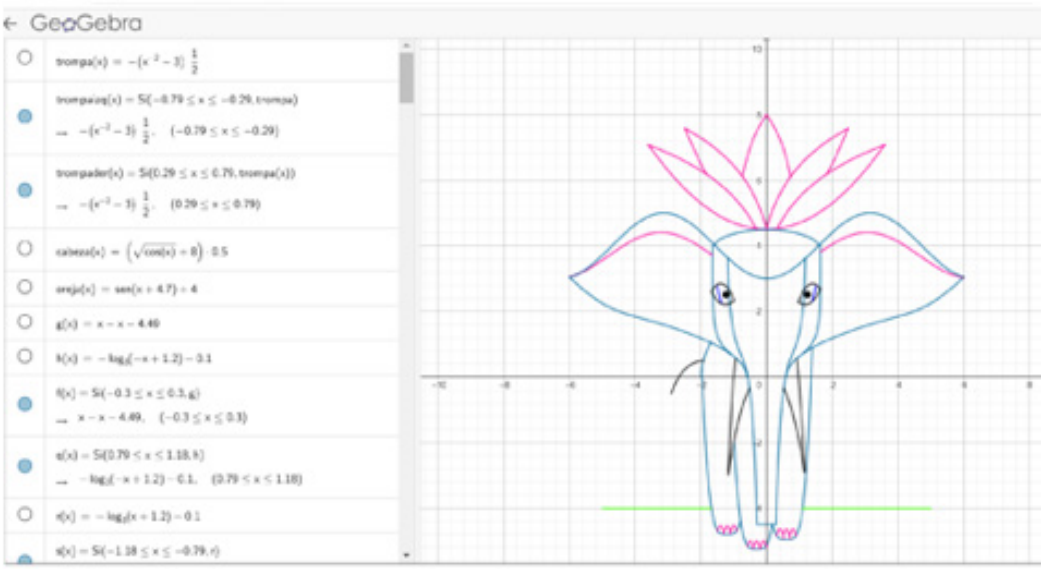


***Figura 2**: elefante con flor, trabajo realizado por la estudiante Agustina F.*

La figura 3 muestra un personaje de la televisión: la pantera rosa, completamente simétrica, utiliza más funciones que las que se requirieron en el trabajo, algunas que no se vieron durante la clase, se nota el interés de la alumna, quien tuvo que investigar temas que se dictaron a posteriori, para lograr su objetivo.

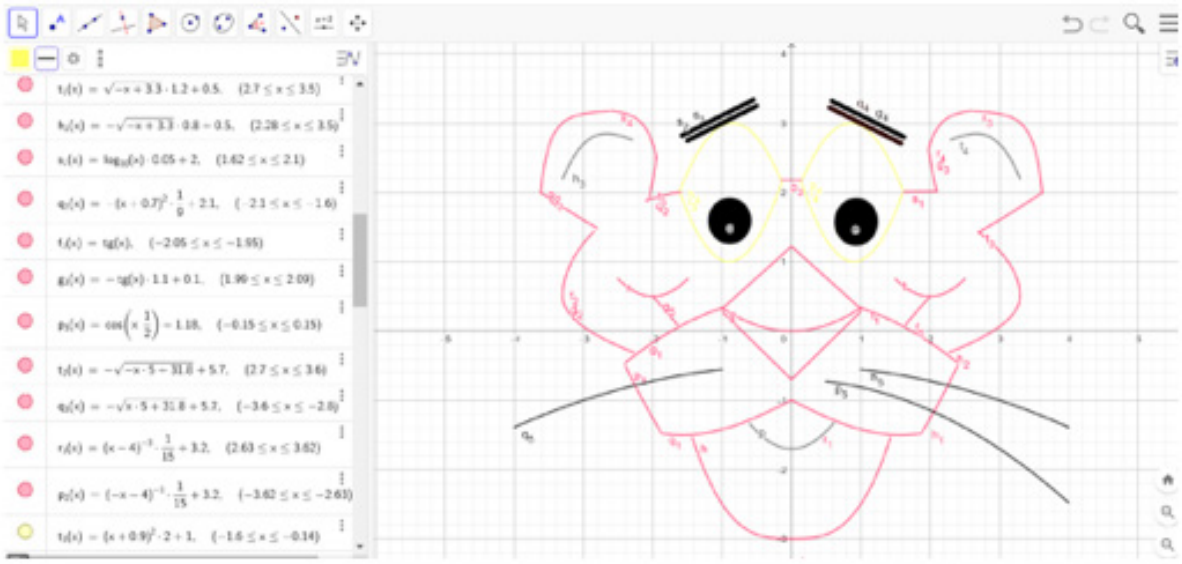


***Figura 3:** La pantera rosa, trabajo realizado por la estudiante Sofía P.*

Los trabajos seleccionados para exponer en esta publicación junto a otros estuvieron muy completos, superaron las expectativas de los docentes. También hubo otros trabajos más simples, con menor cantidad de sentencias, que fueron aprobados ya que cumplieron con las consignas.

CONCLUSIONES Durante la producción se verifica el desarrollo de las competencias puestas como meta del trabajo: representar, codificar y seleccionar entre los distintos tipos de representaciones. Traducir del lenguaje coloquial al lenguaje simbólico y formal; elaborar expresiones que contengan símbolos y fórmulas, en este caso, funciones que sufren transformaciones mediante operaciones matemáticas realizadas sobre sus variables. Manipular el dominio de las funciones presentadas.

Al utilizar el programa GeoGebra como facilitador de la actividad y entender sus limitaciones, un alto porcentaje de alumnos utilizó herramientas avanzadas, para ello tuvieron que aplicar estrategias de investigación y autoaprendizaje.

En la presentación escrita se puede ponderar la capacidad de expresarse en forma escrita en relación con el contenido de las matemáticas; la facultad para trasladar el lenguaje gráfico al simbólico y su capacidad para entender las normas y plazos de presentación.

Durante la exposición oral se identifica la utilización del leguaje formal a la vez que se verifica su capacidad de autoaprendizaje en relación al software utilizado y de transferencia de contenidos. Sin embargo, las exposiciones fueron breves y pudieron extenderse en el tiempo debido a las preguntas realizadas por los docentes y otros estudiantes.

El contenido fue evaluado nuevamente, en una fecha posterior, junto a otras unidades temáticas. Se encontró en los registros (que llevan a cabo los docentes) de resultados de evaluación por temas, que el porcentaje de aprobación de la consigna relacionada con traslación de funciones fue de 78%. •

🕮 REFERENCIAS

[1] E. Morín. *Los siete saberes necesarios para la educación del futuro.* Bogotá: Ministerio de Educación Nacional, 2000.

[2] B. Suarez y Arroyo. *La formación en competencias: un desafío para la educación superior del futuro.* Barcelona: Universidad Politécnica de Cataluña, 2005.

[3] S. Tobón. "El enfoque complejo de las competencias y el diseño curricular por ciclos propedéuticos". *Acción Pedagógica,* Vol. 16, N.° 1, 2007, págs. 14-28, enero, 2007.

[4] G. Sacristán. *Educar por competencias: ¿qué hay de nuevo?* Madrid: Ediciones Morata, 2008.

Aprendizaje basado en competencias

Estrategias en el ciclo de vida de un producto

Pintos, Susana - susanapintos@hotmail.com
Navas, Laura Evangelina - ing.lauranavas@gmail.com
Jairala, María José - mjairala@hotmail.com

Facultad Regional Concepción del Uruguay - Universidad Tecnológica Nacional

RESUMEN · El análisis del ciclo de vida de los productos con modelos matemáticos permite obtener indicadores de crecimiento de producción que pueden ser considerados en los programas de mejoramiento de la economía. La modelación se presenta como una estrategia didáctica que permite simular e interpretar diferentes problemas y situaciones de la vida real. Se busca mostrar una estrategia para vincular los contenidos de Análisis Matemático I con problemas concretos de Organización Industrial. Dicha implementación responde a un paradigma que busca la innovación y la mejora continua de los procesos de enseñanza y aprendizaje, priorizando el desarrollo de las competencias, que además de conocimiento incluyen la habilidad para enfrentarse a las futuras demandas laborales y los pone en situaciones concretas, alentando destrezas, habilidades y actitudes.

Sin que sea necesario reemplazar los modelos de aprendizaje tradicionales, el objetivo es implementar el enfoque por competencias de manera que les resulte más conveniente como una alternativa o como un complemento del modelo de enseñanza actual.

Preparando futuros profesionales con una formación científica, técnica y en valores, conscientes del contexto nacional en lo económico, político y social.

Palabras clave — Ajuste de modelos matemáticos - Ciclo de vida de los productos

ABSTRACT · The analysis of life cycle products with mathematical models allows obtaining production increase indicators that can be considered in programs to enhance the economy. The model is presented as a learning strategy that allows us to simulate and understand different problems and situations in real life. With this concept we aimed at demonstrating how to connect math analysis to real problems of industrial organization. This implementation responds to a model/ paradigm which is constantly searching for innovation and improvement on teaching and learning techniques in order for the future professional to develop competition skills to be prepared for future job demands. Without having to replace the traditional teaching/learning models, the objective is to add and improve competition techniques to complement? the current traditional teaching/learning techniques/models. We strongly believe that we should provide future professionals with the tools to be aware of the national context as regards economy, politics and social issues.

Keywords — mathematical models, life cycle for products,
teaching and learning models.

INTRODUCCIÓN La enseñanza universitaria actual ha cambiado, el desarrollo tecnológico exige que la formación en la educación superior sea competitiva en el ámbito nacional e internacional para hacer frente al proceso de globalización, por lo que se hace necesario rever contenidos y metodología de la enseñanza, de modo que los estudiantes tengan la capacidad para ser creativos, innovadores y razonar en torno a la solución de problemas del área de desarrollo que les compete. Estas nuevas metodologías deben reconocer la importancia de una buena base científica por parte de los estudiantes en donde se integre el saber y saber hacer, que exige el pensamiento analítico, crítico y reflexivo.

La problemática que enfrentan los estudiantes de todos los niveles educativos con el aprendizaje de la matemática, asignatura que en general, no es de su agrado, se profundiza en el nivel superior si la vinculación de la misma con los saberes específicos no es percibida como necesaria.

Se plantea una situación problemática enfocada en la evolución de las ventas de un producto tecnológico innovador, caracterizado por una curva de tipo sigmoideo de tres fases: un crecimiento lento inicial, una fase de aceleración pronunciada y un período de desaceleración, hasta alcanzar el nivel donde podrá permanecer constante con el paso del tiempo, denominada habitualmente “curva S”.

En el presente trabajo mostraremos un ejemplo de aplicación del modelo matemático de Gompertz, como modelo de análisis para difusión de innovaciones, con el que se podrá predecir la tendencia de la evolución de las ventas desde que el producto se lanza hasta que se retira del mercado y la determinación de estrategias comerciales, articulado así con la comercialización de productos, que es un área en donde la matemática no es una meta en sí misma.

COMPETENCIA A DESARROLLAR Y CAPACIDADES ASOCIADAS La metodología de la formación con enfoque de competencias se ha establecido como respuesta a modelos más tradicionales de educación.

El enfoque de enseñanza y aprendizaje por competencias requiere necesariamente partir de un perfil académico-profesional que recoja las competencias que se desea desarrollen los estudiantes.

El perfil académico-profesional de cada carrera debe explicitar las competencias genéricas y específicas que se desea formen parte de la persona-profesional que salga de la Universidad y distribuirlas en los cursos correspondientes. Una competencia supone la integración de una serie de elementos (conocimientos, técnicas, actitudes, procedimientos,

valores) que una persona pone en juego en una situación problemática concreta demostrando que es capaz de resolverla.

Dentro de las competencias genéricas acordadas para la formación de profesionales de la ingeniería seleccionamos para trabajar la competencia tecnológica **"Competencia para utilizar de manera efectiva las técnicas y herramientas de la ingeniería"**

Esta competencia requiere la articulación efectiva de diversas capacidades, entre las cuales se pueden detallar:

4.a. Capacidad para identificar y seleccionar las técnicas y herramientas disponibles.

4.b. Capacidad para utilizar y/o supervisar la utilización de las técnicas y herramientas.

Y la competencia **"Competencia para desempeñarse de manera efectiva en equipos de trabajo"**

Esta competencia requiere la articulación efectiva de diversas capacidades, entre las cuales se pueden detallar:

6.a. Capacidad para identificar las metas y responsabilidades individuales y colectivas y actuar de acuerdo a ellas.

6.b. Capacidad para reconocer y respetar los puntos de vista y opiniones de otros miembros del equipo y llegar a acuerdos.

6.c. Capacidad para asumir responsabilidades y roles dentro del equipo de trabajo

METODOLOGÍA PROPUESTA PARA DESARROLLAR LA/S COMPETENCIA/S

La presente propuesta surgió de la articulación entre Organización Industrial I y Análisis Matemático en una búsqueda de desarrollar competencias propias del perfil profesional de los graduados. La aplicación en el resto de las ingenierías se vislumbra como factible debido a que comparten competencias genéricas.

En dicha propuesta seleccionamos y organizamos algunos contenidos de Análisis Matemático tomando como base módulos interdisciplinares con Organización Industrial, estructurados en núcleos problemáticos y redes de problemas.

La modelación matemática se presentó como un eje medular en la predicción o toma de decisiones respecto de fenómenos sociales o naturales ya que una buena interpretación de un modelo matemático ayudará a tener buenos resultados futuros, de lo contrario las pérdidas pueden ser grandes.

Los modelos que sirven en la Organización y administración de Empresas son herramientas poderosas que ayudan a alcanzar objetivos y delinear prácticas de producción,

de penetración de mercado, de posicionamiento, de ventas, determinando cuales son los clientes actuales y cuales los potenciales, etc.

Las curvas de crecimiento se ajustan a modelos matemáticos a partir de los que se pueden obtener predicciones del comportamiento de la variable de crecimiento. Sin embargo, con frecuencia no se explotan otras interpretaciones según el análisis del modelo obtenido.

ACTIVIDAD ÁULICA PARA EL DESARROLLO DE CAPACIDADES El tema de estudio lo constituye el análisis del comportamiento de la curva estimada de evolución de la venta de productos innovadores según sea su ajuste a la ecuación de crecimiento de Gompertz, donde por medio de una simulación con software matemático se pueda obtener la mejor estimación de los parámetros de dicha curva de predicción. Luego de ello se aproximarán los momentos en que la empresa debe modificar su estrategia de venta.

A partir de los siguientes datos recopilados sobre las ventas anuales de Smartphone en la República Argentina, utilizando el modelo de Gompertz los estudiantes deberán identificar la etapa del ciclo de vida en que se encuentra el producto y establecer la estrategia óptima.

Se partirá de la pregunta disparadora:

¿Qué modelo podría **aproximar la curva de productos de modo que permita calcular y realizar estimaciones sobre los momentos en que la empresa deberá realizar cambios de estrategia?**

A partir de los siguientes datos:

Año	Ventas (unidades)	Ventas acumuladas (unidades)
2005	240	-
2006	369	609
2007	936	1545
2008	1075	2620
2009	980	3600
2010	800	4400
2011	550	4950
2012	463	5413
2013	341	5754
2014	151	5905
2015	60	5965
2016	22	5987
2017	8	5995

Los estudiantes deberán reunirse en grupos de no más de 4 y contar con al menos una herramienta informática para poder graficar.

Los docentes guiarán a los estudiantes a través de un cuestionario de modo que logren la recuperación y articulación de contenidos y el desarrollo de las capacidades asociadas a la competencia.

PROPUESTA DE CUESTIONARIO

a. ¿ Es posible calcular las ventas acumuladas para determinar los puntos en el plano? ¿Cómo? Representar los mismos utilizando un software graficador.
b. Reflexionando sobre la forma de la curva ¿conoce algún modelo que la represente ?
c. Obtenido el modelo, indicar los parámetros característicos y calcularlos, de modo que ajuste al ejemplo.
d. ¿Cómo se podrían determinar las tasas máxima y mínima de crecimiento?
e. ¿Con qué porcentaje de ventas se presenta un cambio de concavidad en la curva?
f. ¿Es posible determinar el valor de saturación de mercado? y ¿En qué tiempo se logra dicho valor?
g. Calcular los tiempos donde es necesario realizar cambios de estrategias, a partir de la utilización del modelo ajustado.
h. Elaborar un informe grupal donde se muestren los resultados obtenidos, reflexionando sobre el modelo aplicado y las simulaciones realizadas que permitan la posterior toma de decisiones empresariales. Identificando estrategias que aplicaría a cada uno de los momentos.

EVALUACIÓN DE LA ACTIVIDAD

Los indicadores propuestos de evaluación son: **“Competencia para utilizar de manera efectiva las técnicas y herramientas de la ingeniería”**

	Capacidades	Indicadores	Grado de logro de indicadores
4.a.	Acceder a fuentes de información relativas a las técnicas y herramientas	Reconoce los tipos de fuentes de información	Insuficiente con dudas suficiente notable excelente
	Comprender las especificaciones de las herramientas a utilizar.	Reconoce que representa cada parámetro.	Insuficiente con dudas suficiente notable excelente

	Capacidades	Indicadores	Grado de logro de indicadores
4.a.	Conocer alcances y limitaciones de las técnicas utilizadas.	Compara modelos y reconoce el que mejor ajusta. Identifica las desviaciones.	Insuficiente con dudas suficiente notable excelente
	Reconocer campos de aplicación de las herramientas.	Identifica otras aplicaciones de la herramienta.	Insuficiente con dudas suficiente notable excelente
	Seleccionar técnicas y herramientas adecuadas	Reconoce el procedimiento adecuado para obtener los modelos.	Insuficiente con dudas suficiente notable excelente
4.b.	Utilizar técnicas de acuerdo a estándares	Calcula parámetros correctamente. Utiliza el software para simular correctamente.	Insuficiente con dudas suficiente notable excelente
	Interpretar los resultados obtenidos a partir de la aplicación de las herramientas	Define correctamente las estrategias	Insuficiente con dudas suficiente notable excelente
	Entrenar en la utilización de herramientas	Resuelven adecuadamente otras situaciones problemáticas	Insuficiente con dudas suficiente notable excelente
	Supervisar la utilización de las técnicas y herramientas y detectar y corregir desvíos en la utilización de las mismas.	Obtiene valores, calcula y realiza estimaciones logrando una apropiada toma de decisiones.	Insuficiente con dudas suficiente notable excelente

Contenidos: Ajuste de modelos matemáticos, Resolución de ecuaciones diferenciales, Determinación de puntos de inflexión, Ciclo de vida de los productos, Estrategias empresariales.

CONCLUSIONES Analizar el ciclo de vida de los productos es fundamental para la toma de decisiones. Un análisis cualitativo permite evaluar cuáles son las características del producto. De este modo, lo cualitativo se centra en la calidad, a diferencia de lo cuantitativo que está enfocado a las cantidades. Pero poder determinar de forma cuantitativa los tiempos en que se deberán implementar los cambios de estrategias es fundamental

Los modelos procuran estableces criterios que permitan desarrollar estrategias de difusión y adaptación de nuevos productos, que caracterizarían sectores y actividades económicas esenciales para el crecimiento de las empresas.

Cuando se busca un modelo de creciminto, el criterio para elegirlo es aquel que se ajuste más al comportamiento de los datos, cada problema de la realidad es distinto y se deben abordar tratando de minimizar los errores. El modelo de Gompertz resulta muy útil cuando se tienen crecimiento limitados por cantidad de recursos o saturación de mercado. El modelo aquí utilizado para describir crecimientos es la ecuación de Gompertz, ya que el ajuste obtenido reproduce la dinámica de la adaptación de productos innovadores y permite determinar el momento de aplicación de estrategias.

La modelización permite la anticipación de las estrategias y el monitoreo constante la corrección mediante un software

Poder seleccionar y/o conocer diversas herramientas que permitan anticipar decisiones es fundamental para el desarrollo de los profesionales de ingeniería, el entrenamiento durante la formación colabora con el desarrollo de capacidades que ponen en juego la articulación de contenidos y su utilización para la resolución de problemas. •

🕮 REFERENCIAS

[1] López Ruiz, Juan Ignacio López. Un giro copernicano en la enseñanza universitaria formación por competencias.pdf . 2011.

[2] Dávila, Miguel Martín, Manera Bassa, Jaime,Pérez del Campo, Enrique. Marketing Fundamental, México D.F., México, Editorial Mc Graw Hill.2007.

[3] Gregoret, Alba-Albione, Miguel-Núñez, Armando. Cálculo diferencial e integral en una variable real. Buenos Aires, Argentina,Editorial Cengage Learning Argentina. 2014.

[4] Kotler, Philip. Dirección de mercadotecnia : análisis, planeación, implementación y control, México D.F., México, Editorial Prentice Hall. 1996.

[5] Parra Márquez, Juan Carlos.(2017). Análisis del comportamiento del Modelo de Crecimiento de Gompertz en la predicción del crecimiento de la economía de Argentina, Bolivia, Chile y Perú. Disponible: https://www.DialnetAnalisis Del Comportamiento Del Modelo De Crecimiento De Gompertz.pdf. [Último ingreso 17/05/2018].

[6] La Formación por Competencias en la Educación Superior: alcances y limitaciones desde referentes de México, España y Chile. Disponble: http://eprints.uanl.mx/9784/1/Libro%20Formaci%C3%B3n%20por%20Competencias.pdf).[Último ingreso 22/12/18].

[7] Raymundo Lozano Rosales ; Amparo Nidia Castillo Santos ; María Trinidad Cerecedo Mercado. Modelo educativo basado en competencias en universidades politécnicas en México: percepción de su personal docente-administrativo .

[8] Revista Electrónica “Actualidades Investigativas en Educación” 2012. Disponible:<http://uaech.redalyc.org/articulo.oa?id=44723437008> ISSN . [fecha de consulta: 22 de diciembre de 2018].

Aulas de campo interdisciplinarias: articulación entre ciencias básicas y tecnologías aplicadas

Escudero, Consuelo - cescudero@unsj-cuim.edu.ar
Mosconi, Sergio - smosconi@fuesmen.edu.ar
González, Sonia Beatriz - soniabeatriz.gonzalez@gmail.com
Jaime, Eduardo Adrián - ejaime@unsj.edu.ar

Universidad Nacional de San Juan

RESUMEN · En este trabajo se muestra el diseño e implementación de una intervención formativa en la asignatura Física III del ciclo básico de la carrera de Bioingeniería, consistente en una secuencia de actividades basada en competencias elaboradas teniendo en cuenta el perfil proyectado para el futuro profesional. Se pone en evidencia que para llevarla a cabo de forma comprensiva e intentando captar la significatividad de los conceptos, se hace necesario poner en juego diversas capacidades que, interrelacionadas, contribuyen con los fundamentos de competencias que atañen tanto a la formación general como específica del estudiante de ingeniería. En el aula de campo se han desarrollado tres actividades hacia el final del cursado: *Interacción de la radiación* con la materia, Radioactividad y fundamentos físicos de la Resonancia Magnética Nuclear (RMN). Se han logrado evaluar ciertas competencias genéricas y específicas: algunas tecnológicas y otras sociales y actitudinales a través de una comunicación dialógica tanto desde la oralidad como de la escritura. Evaluar competencias implica evaluar procesos en la resolución de situaciones-problema. Los testimonios de estudiantes y docentes son el reflejo del impacto favorable de estas actividades.

Palabras clave — Competencias, aulas de campo, articulación, interdisciplinariedad, actividad experimental.

ABSTRACT · This paper shows the design and implementation of a training intervention in the subject Physics III of the basic cycle of the career of Bioengineering, consisting of a sequence of activities based on competencies developed taking into account the profile projected for the professional future. It is evident that in order to carry it out comprehensively and trying to grasp the significance of the concepts, it is necessary to put into play various capacities that, interrelated, contribute to the fundamentals of competences that concern both the general and specific formation of the student of engineering. Three activities have been developed in the field classroom towards the end of the course: Interaction of radiation with matter, Radioactivity and physical foundations of Nuclear Magnetic Resonance (NMR). Some generic and specific competences have been evaluated: some technological and other social and attitudinal competences through a dialogical communication, both from the oral and the writing. Evaluating competencies involves evaluating processes in the resolution of problem situations. The testimonies of students and teachers reflect the favorable impact of these activities.

Keywords — Competencies, field classrooms, articulation, interdisciplinarity, experimental activity.

»

INTRODUCCIÓN El desarrollo de competencias en la formación del ingeniero comprende una amplia variedad de aspectos no solo por las funciones que potencialmente podría desempeñar, sino también por los cambios socio-culturales que se prevén a corto y mediano plazo y que modifican de manera cada vez más frecuente el perfil de los futuros profesionales. En ese marco se hace necesario pensar en la construcción de escenarios formativos de trabajo muy próximos a aquellos en los que deberá insertarse al completar sus estudios. Además, la diversidad de situaciones [1] que se abordan durante los procesos de enseñanza es requisito fundamental para generar condiciones favorables de aprendizaje significativo.

Las competencias tienden a ser usadas como un saber hacer eficaz [2]. Una formación de esas características requiere de una nueva racionalidad docente, y una reestructuración del acto educativo que permita superar la parcialización y fragmentación de saberes.

En el caso particular de las competencias a desarrollar en el ciclo básico de ingeniería, específicamente en Física III, reciben particular interés las que tienen como propósito fundamental consolidar, articular e integrar las ciencias básicas con las tecnologías aplicadas. El proceso evaluador de ciertas competencias genéricas y específicas: algunas tecnológicas y otras sociales y actitudinales [3] consistiría en ayudar a que el alumno mejore el dominio de una competencia determinada. La aparente multiplicidad de temáticas planteadas y expuestas en Física III merece un tratamiento desde esta perspectiva.

COMPETENCIAS Y CAPACIDADES EN LA FORMACIÓN INTEGRAL DEL FUTURO INGENIERO La carrera de Bioingeniería se caracteriza por involucrar conocimientos de campos científicos que implican alto nivel de desarrollo y el uso de tecnologías muy avanzadas, razones que nos llevan a pensar que las competencias que se ponen en juego van más allá de los estándares de las carreras tradicionales. Es preciso apuntar a un profesional que se destaque por la búsqueda constante de nuevos proyectos detrás de los cuales se necesitan mentes flexibles, creativas e innovadoras. Buscando desarrollar estas competencias se propuso una marcada línea de trabajo en Física III en la que se mantiene un conjunto de características, tales como:

- El *énfasis en el aprendizaje significativo*; aquel que implica la vinculación estrecha con los esquemas previos, con una re-acomodación de los mismos no solo desde lo cuantitativo – y sobre todo – sino también desde la calidad de los nuevos conocimientos.
- El *papel central que se otorga a la metacognición*, a la autoevaluación de los aprendizajes, a las explicaciones acerca de los propios procesos que se siguen para la construcción del conocimiento.
- La importancia que tiene para el equipo *realizar propuestas construidas a posteriori del diagnóstico*, que comprende no solo el estado académico de los estudiantes sino el contexto institucional (ambiente de trabajo, recursos, etc.)
- El *planteo de situaciones interdisciplinarias* como umbral para el ingreso a la consideración de cuestiones complejas.
- El *tener en cuenta trayectorias de aprendizaje de resolución de problemas* en diferentes niveles del sistema educativo. Estrategia que brinda la posibilidad de ampliar la mirada sobre los variados caminos que pueden elegirse para resolver situaciones nuevas.
- El *uso permanente de la resolución de problemas* – también experimentales – para afianzar el aprendizaje de conceptos y la integración de diversos procedimientos.

Con un marcado acento en el uso integrado de los recursos tecnológicos (clásicos y actuales), siempre apoyado en una valoración crítica y responsable de los mismos.

En el caso del actual trabajo, se presenta una actividad integradora y de articulación vertical entre las asignaturas Física III (4to cuatrimestre) y Medicina nuclear (9no Cuatrimestre) que utiliza competencias tecnológicas como aquella que involucra identificar, formular y resolver problemas de ingeniería biomédica y nuclear y/u otra que incluye utilizar de manera efectiva técnicas y herramientas de aplicación en ingeniería. En tanto, las competencias genéricas sociales implican desempeñarse de manera efectiva en equipos de trabajo, por ejemplo acordando reportes de actividades experimentales interdisciplinarias, comunicarse con efectividad y aprender en forma continua y autónoma. [3]

RIESGOS Y BENEFICIOS DEL DIÁLOGO INTERDISCIPLINARIO

La necesidad de trabajar distintos tipos de contenidos, así como su función, la forma cómo se aprende en general y en concreto, fueron determinantes a la hora de establecer criterios que guiaran la concreción de las otras variables presentes en la articulación de la enseñanza.

Necesitamos crear otras perspectivas que nos permitan abordar estas cuestiones claves de la contemporaneidad: ¿Cómo construir una conversación entre distintas disciplinas, entre distintos modos de conocimiento? ¿Es posible enseñar las disciplinas desde la inter-

disciplinariedad?

Entendemos la interdisciplina como el diálogo entre diferentes, manteniendo y disfrutando el poder creativo de la diferencia, enriqueciéndonos con ella. Lo que invita a re-pensar la subjetividad. Desde esta perspectiva el diálogo interdisciplinario no es una herramienta más sino un *desafío imprescindible*. Un desafío que seguramente trae nuevos aires al trabajo docente. [4]

La Biología tiene esa particularidad de vincularse fuertemente con las subjetividades, dado que muchos de sus contenidos nos afectan desde temas sensibles como son la salud, la alimentación, el cuidado del ambiente, etc. Por su parte, la Medicina también posee esa peculiaridad. Ambas nos brindan la posibilidad de mirar la mecánica, la electricidad, la física moderna y otros tópicos típicamente físicos, desde otro lugar.

Estamos asistiendo a un movimiento que va desde la ciencia poseedora de un objeto y de un método, a los *Campos Conceptuales* articulados en prácticas sociales alrededor de *situaciones problemáticas* ([5], [6]).

La interdisciplina nace, para ser exactos, de la incontrolable indisciplina de los problemas que se nos presentan actualmente, de la dificultad de encasillarlos. Los problemas no se presentan como objetos, sino como demandas complejas y difusas que dan lugar a prácticas que tienen aciertos y también contradicciones, imbricadas con cuerpos conceptuales diversos. [5]

Una alternativa para trabajar fue partir de la descripción de un contexto donde cada concepto ocupa un lugar de acuerdo al sentido que se construye entre la persona y los objetos en situación.

AULAS DE CAMPO Y ENSEÑANZA DE LA FÍSICA

Las aulas de campo tuvieron su origen en un ambiente naturalista [7]. Dichas actividades tuvieron la función de reforzar las prácticas de observación natural [8] [9], en principio, más que de indagación. Aquí se propone ampliar los ambientes extra-áulicos a otros de ciudad (empresas, centros médicos u otros) que involucran el traslado de los estudiantes a un ambiente alejado relativamente de los espacios contenidos en la institución universitaria. Es decir, ocurre una sustitución del ambiente universitario por el ambiente a ser estudiado, de acuerdo con los propósitos de las aulas. Ambiente propicio para el desarrollo de competencias genéricas y específicas, dado su carácter procesual. El estudiante, en general, no logra relacionar en solitario el cuerpo teórico, los experimentos y el contexto. Se destaca que la realización de laboratorios experimentales se constituye en una actividad que engloba varias disciplinas vinculadas

de diferente forma y se relaciona con tareas de observación y de colecta de datos, con la aspiración de llevar a la Universidad información y conocimiento sobre variados aspectos (médicos, biológicos, físicos, tecnológicos, laborales); relatando la realidad vista en el trabajo de campo.

En el desarrollo de estas aulas el equipo docente cumple un importante trabajo, como es su planeamiento, lo que incluye la viabilidad de la salida, verificar los costos que se precisan, calcular un tiempo aproximado de desplazamiento y la duración del aula en el lugar seleccionado, organizar una ruta de paradas tramitar la autorización de la ART, etc. Este planeamiento es importante para neutralizar posibles imprevistos negativos y haya un mejor aprovechamiento de las ventajas ya mencionadas.

Cabe aludir que se formalizaron dos reuniones de trabajo previas a la salida de campo con los docentes involucrados de ambas asignaturas: la primera en la Facultad de Ingeniería (UNSJ) y la otra aprovechando una visita a las instalaciones de la Fundación Escuela de Medicina Nuclear (FUESMEN) en la ciudad de Mendoza. Además se ha realizado el acompañamiento de todo el proceso y orientación de los alumnos en lo que fuera preciso, actuando como mediador, cuestionador de conocimientos y generador de situaciones.

El aula de campo intenta integrar contenidos de Medicina y Física a través de situaciones abarcadoras y procura la formalización de los conceptos de cada disciplina favoreciendo la profundización ligada en forma significativa a la complejidad de la naturaleza y la tecnología. Con esto, queremos decir que cobran otra dimensión las “condiciones de contorno”, tan inasibles para el joven que busca consolidar rasgos de modelos físicos y matemáticos.

Este tipo de organización de las situaciones problemáticas nos compromete no solo a profundizar en el nivel de los conocimientos, sino también a actualizarlos, relacionarlos y re-crearlos en contextos contemporáneos.

Las aulas de campo promueven un ambiente de colaboración entre los alumnos y puede producir saberes y acciones positivas como: resolución de situaciones problemáticas a través de discusiones colectivas, y también como forma de desarrollar diferencias en el ciclo básico de la Universidad en articulación con las tecnologías aplicadas. Las experiencias vivenciadas en espacios diversificados pueden contribuir también a la formación de saberes docentes en su práctica educativa y a posibilitar el desarrollo de la autonomía, de la pro-actividad, etc. Las ventajas van desde el aprendizaje de los contenidos disciplinares, hasta la posibilidad de socialización con los otros alumnos y con los profesores de un modo des-contracturado, posibilitando un ambiente de respeto y confianza entre todos los involucrados.

SITUACIONES INTERDISCIPLINARIAS En la FUESMEN se efectuaron tres prácticas de laboratorio sobre contenidos abordados en contexto. La experiencia tuvo como objetivo afianzar y proyectar los conocimientos teórico-prácticos de Física moderna trabajados durante el cursado en vistas a su uso en el ciclo superior de la carrera de bioingeniería; como así también, contribuir con la formación de esquemas de pensamiento en los estudiantes.

Las actividades experimentales propuestas apuntan a que los estudiantes puedan responder preguntas, tales como: ¿Cómo sabemos esto? ¿Por qué confiamos en aquello?, etc. que ilustran la naturaleza del pensamiento científico. En particular, los experimentos realizados dan sustento a paradigmas básicos de la física moderna, como son la cuántica y la relatividad.

En el centro de salud se procuró la disponibilidad de equipos modernos y de alta complejidad: detectores de radiación gamma, multicanales, activímetros, fuentes radioactivas, contador Geiger-Muller, resonador. Precisamente viabilizan la observación, medición, registro e interpretación de fenómenos físicos proporcionando sustento teórico tanto a las prácticas de diagnóstico y terapéuticas como al funcionamiento del equipamiento biomédico.

Esto ha permitido que los estudiantes experimenten de primera mano los distintos caminos que las ciencias – y las tecnologías – siguen en su desarrollo y evolución desde el mismo ciclo básico. Se busca que no sólo aprendan física por inmersión en su dinámica y desarrollo sino que articulen ciclo básico y ciclo superior de la respectiva carrera. Demás está decir que un adecuado acoplamiento torna a ambos niveles primordiales y hace que se potencien mutuamente en busca de una formación profesional desde las bases. [10]

Se desarrollaron tres Actividades Experimentales sobre las temáticas: Interacción de la radiación con la materia, Radioactividad y Resonancia Magnética Nuclear buscando aproximar los contenidos físicos teóricos abordados.

La actividad sobre Interacción de la radiación con la materia involucra un estudio experimental básico de los modelos clásicos y relativistas para describir la cinemática de la interacción de rayos gamma con electrones libres. Se analiza centralmente el efecto Compton, y los espectros de radiación gamma, obtenidos con analizadores multicanales. Se midieron distintos espectros energéticos usando un detector de cámara gamma como espectrómetro bajo distintas condiciones: con/sin fantoma; con fuentes de distintas actividades. Se utilizó básicamente un detector por centelleo de cámara gamma. Los fotomultiplicadores de este detector miden la intensidad y ubicación de la energía emitida por la radiactividad evento por evento.

La segunda actividad experimental realizada fue sobre *Radioactividad* que ha impli-

cado obtener la constante de decaimiento para un radionúclido y el tiempo de vida medio como características intrínsecas de los isótopos. Se ha registrado la actividad en diferentes momentos buscando validar el modelo teórico propuesto.

Mientras la tercera consistió en proveer al alumnado las primeras conexiones entre los fundamentos físicos de la Resonancia Magnética Nuclear (RMN): frecuencia de Larmor, gradiente magnético y la producción de la señal usada en la generación de imágenes por RMN; el equipamiento biomédico (resonador), el hardware y el software utilizado para producir imágenes.

Participaron de la actividad global catorce estudiantes, doce del curso lectivo correspondiente y dos de años anteriores. Incorporamos a continuación algunas interpretaciones y reflexiones parciales expresadas por distintos grupos de 1, 2, 3 o 4 estudiantes cada uno acerca de la actividad realizada por primera vez durante el ciclo 2018:

- "Aprendimos que la cámara gamma es un detector que capta la energía de los fotones que llegan al cristal y los traduce en señales eléctricas, obteniéndose imágenes de uso frecuente; por ejemplo, en medicina. A través de gráficas como éstas fue posible conocer la cantidad de fotones que llegan al detector y cuántos de ellos llegan con la máxima energía, como así también observar las variaciones que se producen cuando se interponen distintos materiales y/o condiciones de contorno diferenciadas entre la fuente y el detector." (Grupo 2)
- "Se puede concluir que el espectro energético que se obtiene de un elemento o isótopo al emitir radiactividad varía de acuerdo con el ambiente que lo rodea. Esto se debe a que el fotón interactúa con la materia (electrones libres) de acuerdo con el conocido efecto Compton. Mientras más aislado esté el elemento, la presencia de un menor "lomo Compton" se debe a la disminución en la interacción; y por lo tanto, menor pérdida de energía. Por cierto, si se cambia el elemento a analizar, cambia el espectro energético. Al trabajar con diferentes elementos se observa la influencia del tipo de radiación que emite cada uno de ellos al desintegrarse. El Radio 223, por ejemplo, emite radiación (núcleos de helio), haciendo que se frenen más fácilmente que cuando la interacción es con fotones gamma como es en este caso." (Grupo 3)

- "El detector mostró la presencia tanto de un nucleído emisor de rayos gamma como radioisótopos emisores de partículas Ɑ, β +, β-. La posibilidad de detectar y conocer la emisión de un elemento radioactivo determina un tratamiento seguro para el paciente, puesto que el personal debe recibir cantidades mínimas de radiación. Por

otro lado el detector debe ser capaz de reconocer un efecto de interacción de la radiación sobre la materia. (...) Otro punto importante fue reconocer que el detector provee su medida con un margen de incerteza en la medición, debido a distintas fuentes de error que deben valorarse. El equipo técnico conoce profundamente el funcionamiento del equipo y su calibración." (Grupo 4)

- "La visita fue tan integradora que estoy esperando llegar a quinto año para cursar medicina nuclear" expresó Juan – alumno de 2do año – cuatro meses después de realizada el aula de campo y habiendo ya rendido y aprobado el examen final.

Durante el desarrollo del cursado cuatrimestral percibimos que el trabajo con la resolución de situaciones-problema (incluidas las experimentales) favoreció el aprendizaje significativo, como también potencializó la investigación interdisciplinaria, la creatividad y el trabajo colaborativo manifestándose en los reportes y exámenes integrativos ofrecidos.

ANÁLISIS EPISTEMOLÓGICO DE LAS COMPETENCIAS ORIENTADORAS

Las actividades descriptas se planificaron teniendo en cuenta el desarrollo de competencias relacionadas con:

- La identificación de situaciones y procesos físicos y biofísicos merecedores de ser observados, además del conocimiento teórico que les sirve como sustento.
- La construcción de modelos basados en el análisis integral de la información traducida al lenguaje científico que sea pertinente.
- La evaluación y confrontación de modelos, en forma analítica y experimental.

Para ello se promueven, entre otras, las siguientes capacidades:

- Recolección y registro de información adecuada para la posterior construcción de datos contrastables.
- Lectura e interpretación de los diversos lenguajes científicos.
- Utilización de simulaciones informáticas diferenciándolas del trabajo experimental.

De modo que, para poder abordarlas es necesario profundizar en el contenido disciplinar de la Física referido a dinámica relativista, colisiones entre fotones y electrones, efecto Compton y espectros de radiación gamma; entre otros. Además se precisan criterios que permitan diferenciar los procesos fundamentales, básicos, primordiales, de aquellos que son secundarios. Pero también cobran interés todas aquellas cuestiones referidas a los desarrollos tecnológicos vinculados a su futura profesión. Razón por la cual otro campo

disciplinar –la tecnología biomédica– se constituye en uno de los pilares de la formación integral, haciendo muy importante la interdisciplinariedad como alternativa de organización de los contenidos en esta orientación.

El bloque de operaciones tales como observar, recolectar, registrar, exige un entrenamiento de índole variada en el que no solo se fortalezca la capacidad de dirigirse hacia los observables de interés sino que promueva otras habilidades que tienen que ver con la organización, el ordenamiento y la sistematización.

En tanto que el análisis y el modelado, además de ser el resultado de funciones cognitivas superiores, comprenden la combinación de un conjunto de capacidades que se desarrollan en cada una de las disciplinas que conforman la estructura de formación de estos estudiantes: identificar y relacionar variables; operar algebraicamente sin perder de vista el significado físico; interpretar resultados y situaciones límite; confrontar evidencias; pensar posibles experimentos, concretos y virtuales; etc.

El carácter procesual de las habilidades y capacidades enumeradas nos lleva a pensar en el papel esencial del tiempo y de la puesta en práctica de las secuencias. Hay que tener en cuenta que la disparidad de conocimientos previos de los estudiantes confluye en la formación de grupos humanos tan heterogéneos como valiosos por la cantidad y calidad de información que contienen.

Por otro lado contribuye muy favorablemente considerar todas aquellas actitudes y aptitudes que asientan en fuentes metadisciplinares como son: la curiosidad, la templanza, la solidaridad y otras que hacen a la integridad personal e intrapersonal de todo ciudadano [11].

A MODO DE REFLEXIÓN Los resultados indicaron que la propuesta fue útil y motivadora, lo cual se corroboró por la gran participación de los estudiantes a la hora de realizar la experiencia y entregar sus informes. Las competencias se incrementaron respecto de los logros en años anteriores, así como su nivel de desarrollo. El alumno fue desafiado a utilizar sus conocimientos previos y ha respondido. La resolución de problemas se ha constituido en una herramienta para el aprendizaje que se ha realizado a partir de los conocimientos previos y las dificultades de los alumnos, identificadas por el profesor.

Al docente le cabe continuar formulando situaciones-problema para promover el aprendizaje significativo, creando un ambiente motivador, estimulante y colaborativo. Tal metodología fue mantenida como práctica constante, constituyendo una cultura de la resolución de problemas a lo largo del cursado, tanto en el aula como en el laboratorio, y también

en el aula de campo.

Desde el inicio se impuso la necesidad de elaborar un diseño didáctico que ayude al aprendiz a volver a mirar algunos objetos para discriminar en ellos con mayor precisión sus características, sus propiedades y representaciones; por ejemplo energía, colisiones, cantidad de movimiento, radiación. Así como, de favorecer la construcción de nuevos objetos; por ejemplo fotón, radioactividad, relatividad especial, entre otros.

Se busca que las ideas se relacionen con las informaciones previamente adquiridas a través de una relación no arbitraria y substantiva [12] [13].

La no arbitrariedad indica que no es con cualquier conocimiento previo que el nuevo conocimiento va a interactuar, es decir, el vínculo de una nueva información debe ocurrir con los conocimientos relevantes presentes en la estructura cognitiva del aprendiz, y no de cualquier modo.

La sustantividad, por otro lado, significa que lo esencial en la nueva información es que debe ser internalizada por la estructura cognitiva, no sólo por los signos específicos para expresarla.

Las aulas de campo se mostraron como un medio relevante para la enseñanza de la Física al asociarla a problemáticas específicas. Este tipo de trabajo acerca al estudiante a su futuro hacer profesional. Precisamente hemos podido apreciar cómo una estructura curricular organizada en torno a las disciplinas convencionales imposibilita el desarrollo de todas las competencias.

Se hace necesaria una re-conceptualización de éstas en áreas que asuman la enseñanza de las competencias de carácter interdisciplinar y metadisciplinar, y al mismo tiempo el establecimiento de un área que las formalice y sistematice. En la UNSJ se ha avanzado en este sentido, ya se cuenta con una Reglamentación de Actividades de Articulación Pedagógica que se corresponde con la Resolución N° 189/2018-CD-FI (UNSJ).

El proceso evaluador de las competencias consistió en utilizar los medios que permitan reconocer si los esquemas de actuación que ha aprendido el alumno pueden serle de utilidad para superar situaciones reales, en contextos concretos (ver Apéndice).

En cuanto a las competencias específicas logradas se destaca una: certificar el funcionamiento y/o algunas condiciones de uso o estado de sistemas y procesos [3] como por ejemplo aquellos relacionados con la generación y transformación de la energía nuclear, con el aprovechamiento de sus reacciones y transmutaciones en base a validar introductoriamente resultados experimentales con modelos teóricos (clásico, relativista y cuántico).

Es nuestra responsabilidad constituir este tipo de metodologías en oportunidad de su-

peración para estudiantes sumergidos en un mundo ávido de señales de humanidad.

CONCLUSIONES La experiencia permitió no solo integrar los conocimientos sobre el decaimiento radiactivo, sino también sobre lo visto sobre efecto Compton en el año. Nuevamente al trabajar en una escala microscópica, como lo es el proceso de decaimiento radiactivo, los fenomenos cuánticos tienen importante injerencia y deben ser considerados para cualquier tipo de interpretación de lo sucedido.

Disponer de un equipamiento que procese los datos recibidos por la cámara gamma facilita la comprensión de los fenómenos que ocurren a nivel atómico."

(Grupo 1)

APÉNDICE

"(...)El espectro característico de emisión de fotones del Tecnecio es de 140 Kilo electrón-Volt. Si no ocurriera ningún tipo de interacción en el camino de los fotones al detector, en la gráfica de pantalla de eventos vs energía (siendo un evento un fotón que llega al detector) debería mostrar un solo pico de 140 keV.(...) Finalmente, coloca a la jeringa en su parte posterior respecto al detector, un recipiente de plomo. Esto produjo un pico menor a 140 keV en la gráfica (figura tres) pues, según la ecuación de corrimiento Compton.) •

$$\lambda' - \lambda = \frac{h}{m_e c}(1 - \cos\theta)$$

140 *keV* / 4,13.10^{-15} *eV.s* =3,38.10^{19} *Hz*
λ = 8, 12 *pm.*
λ' = λ +(h/meC). (1 – cos 180°) = 12, 97 *pm*

E'= h. C/ λ' = 95 *keV*

Siendo E' el valor de energía de los fotones dispersados a 180 grados por el recipiente de plomo.

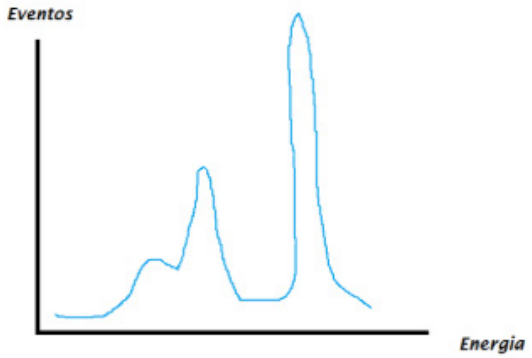


Figura 3

🕮 REFERENCIAS

[1] G. Vergnaud. "La théorie des champs conceptuels". *Recherches en Didactique des Mathématiques*, 10 (23): pp. 133-170, 1990.

[2] C. Speltini; C. Wainmaier y L. Garaventa. "¿Qué competencias privilegian los docentes de Física al diseñar exámenes de lápiz y papel?", *Revista Argentina de Enseñanza de la Ingeniería*, Año10 N°18, pp. 7-18, 2009.

[3] ARGENTINA.- *Propuesta de estándares de segunda generación para la acreditación de carreras de ingeniería en la República Argentina: "Libro Rojo del CONFEDI"*. Aprobado por la Asamblea del CONFEDI de la República Argentina, Rosario, 2018.

[4] C. Escudero. Mesa de Especialistas: ¿Es posible enseñar las disciplinas desde la interdisciplinariedad? *I Jornadas Interdisciplinariedad y Enseñanza de las Ciencias Naturales.* UNCo, UNRN, IFDC, https://sites.google.com/unrn.edu.ar/jornadas-interdisciplinariedad/página-principal, Sep 13, 2018.

[5] A. Zabala. "Los enfoques didácticos", en: Coll, C.et al.. *El constructivismo en el aula*. Barcelona: Editorial Graó, 1997, pp. 125-162.

[6] G. Vergnaud. "A classification of cognitive tasks and operations of thought involved in addition and subtraction problems", en Carpenter,T., Moser,J. & Romberg, T. *Addition and subtraction. A cognitive perspective*. Hillsdale, N.J.: Lawrence Erlbaum, 1982, pp. 39-59.

[7] W. Harlen. *Enseñanza y aprendizaje de las ciencias*. Traducción de Pablo Manzano. Madrid, Morata, 1989.

[8] M. Dolizoicov y A.J. Angotti. *Metodología do Ensino de Ciências*. São Paulo: Cortez, 1994.

[9] J. A. De Frutos, et al. *Sendas ecológicas: un recurso didáctico para el conocimiento del entorno*. Madrid: Editorial CCS, 1996.

[10] C. Escudero. Actividad integradora y de articulación vertical: Tres Experiencias de Laboratorio en Física moderna. Interacción de la radiación con la materia, radioactividad y resonancia magnética nuclear. FI (UNSJ). Publicación interna, 2018, pp. 1-22.

[11] A. Zabala y L. Arnau. *11 Ideas clave. Cómo aprender y enseñar competencias*. Buenos Aires. Argentina. Noveduc – GRAÓ, 2017.

[12] D. P. Ausubel. *Psicología educativa: un punto de vista cognoscitivo.* (4ª Edición). México: Ed. Trillas, 1980.[13] D. P. Ausubel. *Adquisición y retención del conocimiento. Una perspectiva cognitiva*. Ed. Paidós, Barcelona, 2002.

Desarrollar competencias en Física Básica

Análisis de un caso de resolución de un problema semiabierto

Bender, Gustavo E. - gussbender@gmail.com

Universidad Nacional de San Juan

Defago, Alejandra Eva - adefago@gmail.com

Ciclo Básico Común - Universidad de Buenos Aires

RESUMEN · En este trabajo se presenta el análisis de una experiencia de desarrollo e implementación de una actividad de resolución de un problema semi-abierto de termodinámica que se llevó adelante en la materia Física II de la U.T.N. en la Facultad Regional Avellaneda (FRA).

En la actividad propuesta los estudiantes deben diseñar una vivienda de dos habitaciones, analizar los intercambios de calor con el exterior y proponer y justificar un modelo de aislación térmica y calefacción para la misma. La resolución implica, además, una sencilla investigación documental (en sitios de Internet, bibliografía, folletos, entre otros) sobre los materiales necesarios para lograr esta aislación térmica, así como la elaboración de un informe pautado.

La resolución de problemas semiabiertos de diseño, junto con la comunicación de sus resultados, son algunas de las actividades más interesantes que se puede proponer a estudiantes de los primeros años de Ingeniería. Las demandas de tipo cognitivo y comunicativo que estas actividades implican un paso necesario para el desarrollo de competencias de tipo genérico, propias de las materias de la formación inicial. Esta actividad muestra una manera interesante de desarrollar habilidades que son partes del camino hacia la construcción de competencias profesionales, tanto genéricas como específicas.

Palabras clave — Resolución de problemas, problemas semi-abiertos, habilidades comunicativas, desarrollo de competencias genéricas

ABSTRACT · This paper presents the analysis of the development and implementation of an activity of a semi-open problem of thermodynamics that is carried forward in the matter physics II of the U.T.N. in the Facultad Regional Avellaneda (FRA).

This activity requires that students design a two-bedroom house, analysing heat exchange with the outside and proposing and justifying a model of thermal insulation and heating. The activity also implies a simple documentary research on the web about the materials needed to achieve this thermal insulation, as well as a report.

Resolutions of semi-open design troubleshooting, together with the communication of their results, are some of the most interesting activities that can be proposed to the first years of engineering students. Cognitive and communicative demands that these activities require are a necessary step for the development of generic type competences, specific to initial training materials. This activity shows an interesting way to develop skills that are part

of the way towards the construction of professional, both generic and specific competences.

Keywords — Problems resolution, Design and modeling, Generic Competencies

»

INTRODUCCIÓN

En la reunión plenaria del Consejo Federal de Decanos de Ingeniería (CONFEDI) de la Argentina, realizada en junio de 2018, la asamblea de este Consejo aprobó el documento llamado "Propuesta de Estándares de Segunda Generación para la Acreditación de Carreras de Ingeniería en la República Argentina", conocido como el Libro Rojo del CONFEDI

Como se afirma en el propio Blog del CONFEDI: "Esta propuesta incorpora un modelo de aprendizaje centrado en el estudiante y orientado al desarrollo de competencias, tanto genéricas de egreso del ingeniero (argentino e iberoamericano), como específicas de cada terminal. Este enfoque (...) contribuirá a una mejora de la efectividad en el proceso de formación, y de los indicadores de retención, duración real y graduación del sistema."[1]

La UNESCO se ha manifestado acerca del tema y, en 1998, en la Conferencia Mundial sobre la Educación Superior, ha expresado que es necesario propiciar el aprendizaje permanente y la construcción de las competencias adecuadas para contribuir al desarrollo cultural, social y económico de la sociedad.

De acuerdo con Pérez, "un modelo curricular orientado al desarrollo de competencias busca enfocar los problemas que abordarán los profesionales como eje para el diseño de la propuesta de enseñanza (...) y se caracteriza por utilizar recursos que simulan la vida real, ofrecer una gran variedad de recursos para que los estudiantes analicen y resuelvan problemas" [2]

Frente a la educación tradicional basada en contenidos, el eje principal de la formación por competencias es el *desempeño* entendido como "la expresión concreta de los recursos que pone en juego el individuo cuando lleva a cabo una actividad, y que pone el énfasis en el uso o manejo que el sujeto debe hacer de lo que sabe, no del conocimiento aislado, en condiciones en las que el desempeño sea relevante" [3]

Zabalza afirma que, "opuesto a una orientación basada en el conocimiento (...), las competencias constituyen una aproximación más pragmática al ejercicio profesional (concebido como el conjunto de acciones o funciones a desarrollar por un buen profesional en el ejercicio de su actuación profesional). La formación basada en competencias ha llegado

así, a constituir un amplio y extenso movimiento que se ha proyectado a numerosos campos profesionales." [4]

Por todo esto es que, desde el punto de vista de las competencias, lo central de la formación no es solo construir y demostrar determinados conocimientos, sino el uso que se haga de ellos y esto implica cambios importantes en la concepción de la enseñanza y los planes de estudio. Pérez, reflexionando al respecto, afirma que adoptar esta visión obliga a las instituciones educativas a replantear lo que comúnmente han considerado como formación [2]. De esta manera, para determinar si un individuo es competente o no lo es, deben tomarse en cuenta las condiciones reales en las que su desempeño cobra sentido, en lugar de observarse el cumplimiento formal de una serie de objetivos de aprendizaje que, muchas veces no tienen relación con el contexto de desarrollo profesional.

ENSEÑANZA ORIENTADA AL DESARROLLO DE COMPETENCIAS

Para poder dar significado a la propuesta de este trabajo dentro de una enseñanza orientada al desarrollo de competencias es necesario recurrir a algunas nociones básicas acerca de la definición de las competencias en educación. A continuación se presentan algunas aproximaciones de varios autores para precisar la noción de competencia y de los cambios que implica organizar una enseñanza orientada al desarrollo de competencias.

La primera observación es que la mayoría los autores coinciden en que el desarrollo de la competencia debe contemplar conocimientos, habilidades y actitudes.

Zabala expresa esta idea de la siguiente manera "La competencia ha de identificar aquello que necesita cualquier persona (un ingeniero, en nuestro caso) para dar respuesta a los problemas a los que se enfrentará a lo largo de su vida profesional. Por tanto, competencia consistirá en la intervención eficaz en los diferentes ámbitos de la vida profesional, mediante acciones en las que se movilizan, al mismo tiempo y de manera interrelacionada, componentes actitudinales, procedimentales y conceptuales".[5]

De manera genérica una competencia puede enunciarse como:

Una habilidad o capacidad para efectuar tareas o hacer frente a situaciones diversas de manera eficaz, en un contexto determinado, movilizando conocimientos habilidades y actitudes a un mismo tiempo y de manera interrelacionada.

Al desarrollarla Zabala en un cuadro muy claro presenta un desglose de la definición que se presenta a continuación.

Es una capacidad o habilidad	*¿QUÉ ES?*
La existencia en las estructuras cognoscitivas de la persona de las condiciones y recursos para actuar. La capacidad, la habilidad, el dominio, la aptitud.	
para efectuar tareas o hacer frente a situaciones diversas	*¿PARA QUÉ?*
Asumir un rol determinado; una ocupación, respecto a los niveles requeridos; una tarea específica; realizar acciones; participar en la vida política, social y cultural de la sociedad; cumplir con las exigencias complejas; resolver problemas de la vida real; hacer frente a un tipo de situaciones	
de manera eficaz	*¿DE QUÉ MANERA?*
Capacidad efectiva; de forma exitosa; ejercicio eficaz; conseguir resultados y ejercerlos excelentemente; participación eficaz; movilizando a conciencia y de manera a la vez rápida, pertinente y creativa.	
en un contexto determinado	*¿DÓNDE?*
Una actividad plenamente identificada; en un contexto determinado; en una situación determinada; en un ámbito o escenario de la actividad humana.	
y para ello es necesario movilizar conocimientos habilidades y actitudes	*¿POR MEDIO DE QUÉ?*
Varios recursos cognitivos, conocimientos, destrezas y actitudes; conocimientos, destrezas y características individuales (…) valores, actitudes, esquemas de percepción, de evaluación y de razonamiento.	
a un mismo tiempo y de manera interrelacionada	*¿CÓMO?*
de forma integrada	

Tabla 1 competencias según de Zabala [5]

La complejidad que implica el desarrollo de las competencias hace que todos los autores coincidan en que la educación superior orientada al logro de las metas de desarrollo profesional antes señaladas debe lograr: el *conocimiento* de la/las disciplina/s, el desarrollo de las *habilidades*, las *competencias* de desempeño o de producción y la *madurez* de los hábitos mentales y de conducta que se relacionen con los valores universales y con los de la misma disciplina.

De acuerdo a Argudin, "la educación basada en competencias se refiere a una experiencia práctica, que necesariamente se enlaza a los conocimientos para lograr un fin. La teoría y la experiencia práctica se vinculan, utilizando la teoría para aplicar el conocimiento, a la construcción o desempeño de algo" [3]

Según esta autora, un currículum para la educación basada en competencias debe concentrarse en:

- Los conocimientos.
- Las habilidades.
- Las actitudes inherentes a una competencia (actitudes o comportamientos que res-

pondan a la disciplina y a los valores)

- La evaluación de los logros mediante una demostración del desempeño o de la elaboración de un producto."[3]

Plantearse una educación orientada al desarrollo de competencias implica el esfuerzo de poner en contexto los aprendizajes (y la enseñanza), que generalmente se han presentado descontextualizados, buscando acercarlos a situaciones similares a las reales.

Esto implica una redefinición del objeto de estudio, de los objetivos de aprendizaje y de las actividades de docentes y estudiantes en cada materia. Aquello que se va a enseñar ya no será un conjunto de contenidos organizados en función de la lógica de una o varias disciplinas académicas, sino que su selección, presentación y organización se realizará a partir de la potencialidad para dar respuesta a situaciones o necesidades «reales».

Una educación que busque desarrollar competencias requiere de un trabajo sostenido de ensayo y error en la búsqueda de estrategias de enseñanza que sitúen los objetos y problemas de estudio buscando dar respuesta satisfactoria a «situaciones cada vez más similares a las reales» y, por lo tanto, más complejas.

Por cierto que, dentro del ámbito de las materias de la formación básica, estas «situaciones similares a las reales», nunca serán aquellas con las que se va a enfrentar el futuro profesional en su realidad laboral, pero podríamos aceptar, que aunque no podrán enseñarse las competencias de egreso, sí pueden enseñarse sus esquemas de actuación y la selección y puesta en práctica en distintos contextos generalizables.

Situados en esta perspectiva y desde las conceptualizaciones de la enseñanza de ingeniería alrededor de las competencias de egreso así como de la enseñanza centrada en el alumno, mostraremos a continuación como se han reformulado los tradicionales objetivos de aprendizaje centrados en contenidos en una materia de Física, en términos de habilidades de distinto grado de complejidad. También mostraremos un ejemplo de actividad accesible a los estudiantes en la cual deben resolver un problema que emula una «situación similar a las reales».

DESARROLLAR COMPETENCIAS EN UNA FÍSICA BÁSICA

Como ya hemos señalado el cambio en la enseñanza debe darse tanto en la propuesta pedagógica y en sus objetivos como en el rol del docente y sobre todo, en el desarrollo e implementación de actividades que impliquen resolución de problemas contextualizados sobre situaciones similares a las reales.

LOS OBJETIVOS DE APRENDIZAJE · Desde el punto de vista de la formación en competencias, el rol de las materias básicas se organiza a partir de las condiciones de ingreso de los estudiantes hacia el logro de las mismas, de manera gradual, pero continua. Las competencias profesionales se construyen de manera progresiva a partir de los aportes de las materias básicas, en conocimientos, habilidades y actitudes que luego se irán consolidando en el ciclo de grado o ciclo superior.

En el caso que analizamos (Física II – UTN FRA) los objetivos de aprendizaje de los estudiantes se han organizado en dos grandes grupos ligados al logro de habilidades genéricas tal como se indica a continuación:

a. Habilidades relacionadas a la resolución de ejercicios y problemas
b. Habilidades de tipo comunicativo relacionadas con la lectura y escritura. Hay una gama muy variada que va desde una descripción de una experiencia hasta la determinación del grado de verdad de una afirmación o la redacción de un texto explicativo sobre una situación real o artificial de fenómenos. Estas habilidades comunicativas deben estar presentes porque se trata de una competencia genérica necesaria para el desarrollo profesional y reconocida por todos los autores.

Cabe aclarar aquí que la habilidad de resolución de ejercicios y problemas se encuentra desglosada en tres habilidades de complejidad creciente que son:

- *Resolver ejercicios de aplicación directa o inmediata*: estos ejercicios sencillos y directos implican aplicación de "fórmulas" o algoritmos, así como uso correcto de unidades. Por supuesto, implican una compresión de la situación planteada y son un paso necesario a la resolución de problemas
- *Habilidad para resolución de problemas sencillos* (de lápiz y papel): Al referirnos a un problema entendemos que se trata de una situación en la que "se intenta alcanzar un objetivo y se hace necesario un medio para conseguirlo". En este sentido la diferencia entre ejercicio y problemas es de grado, pero marca una habilidad cualitativamente distinta porque la resolución del problema requiere de la planificación de una serie de pasos por parte del estudiante.
- *Diseñar, modelar y resolver situaciones problemáticas* (problemas de diseño y de modelado). En la enseñanza de la Física en carreras de Ingeniería, desde la perspectiva aquí asumida, además de resolver problemas de lápiz y papel es deseable que el estudiante pueda también abordar situaciones semi abiertas, que tienen una solución, (que no es única) y en cuya resolución deben tomarse decisiones.

Estas habilidades descriptas pueden considerarse competencias básicas desde el punto de vista de Houston ya que pueden ser entendidas como "*cognitve based competences*", es decir, como un conjunto de conocimientos y habilidades cognitivas que tanto los aprendices como los profesionales deben poseer. (Houston, 1985 citado por Zabalza)[4]

De acuerdo a lo expuesto por este autor "(...) competencia es la capacidad de usar el conocimiento y las destrezas relacionadas con productos y procesos y, por consiguiente, de actuar eficazmente para alcanzar un objetivo»".[4] Claramente las habilidades señaladas y el problema que se propone responden a este criterio.

Estas propuestas de enseñanza y aprendizaje orientadas a la construcción de habilidades son un avance hacia un currículo basado en competencias, en el sentido de que no se piensan los aprendizajes exclusivamente en términos de contenidos disciplinares o ejercitaciones abstractas, sino de habilidades/capacidades de complejidad adecuada a los estudiantes y que pueden ser llevadas adelante desde los contenidos de la materia.

LA RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS SEMIABIERTOS · De acuerdo a algunas definiciones de competencias, las mismas pueden asimilarse a: "La capacidad individual para emprender actividades que requieran una planificación, ejecución y control autónomos."

Tobón refiriéndose a la actuación frente a un problema dice que "las competencias son procesos de actuación frente a actividades y problemas de un determinado contexto, integrando actitudes, conocimientos y capacidades, y teniendo como base la excelencia en lo que se hace, con base en criterios de idoneidad establecidos de forma pública." [6]

A la luz de estas definiciones, podemos decir que la resolución de problemas de diseño junto con las habilidades comunicativas (hablar, leer y escribir) puede considerarse legítimamente como competencias o bien como habilidades necesarias para alcanzar algunas de las competencias señaladas por Zabala [5].

La actividad de diseño propuesta en este trabajo implica la construcción de un modelo "térmico" de la vivienda y la propuesta de un mecanismo de aislación y calefacción. La actividad no solo busca la resolución "física" de la situación, en tanto cálculo, sino que tiende a promover y evaluar habilidades y desarrollos autónomos de los estudiantes que, sin ser las competencias profesionales pueden asociarse a algunas de las competencias mencionadas en el "Libro Rojo" del (CONFEDI), tales como:

Dentro de las competencias genéricas tecnológicas

1. Identificar, formular y resolver problemas de ingeniería.
2. Concebir, diseñar y desarrollar proyectos de ingeniería.

Dentro de las competencias genéricas sociales, políticas y actitudinales

1. Desempeñarse de manera efectiva en equipos de trabajo.
2. Comunicarse con efectividad.
3. Aprender en forma continua y autónoma.
4. Actuar con espíritu emprendedor.

Un aspecto importante que aporta la resolución de problemas en contexto y no cerrados, es la doble dimensión de la tarea que implica tanto conocimientos como la toma de decisiones y su contextualización en una situación concreta. La capacidad de actuación profesional no surge de manera espontánea de los conocimientos, ni por una vía puramente experiencial, sino que precisa de conocimientos especializados y situados. Por eso, pensar la enseñanza universitaria en términos de competencias implica, como en este caso, introducir actividades de resolución que requieran una adecuada combinación de conocimientos (saberes de corte teórico) y habilidades de modelado y prácticas.

El desarrollo de actividades de resolución de problemas y de comunicación, sumadas al trabajo de grupal que se propone, se orientan a la construcción de las competencias genéricas señaladas más arriba relacionadas con: identificar, formular y resolver problemas de ingeniería, desempeñarse de manera efectiva en equipos de trabajo, y comunicarse con efectividad. Por supuesto que los desafíos que esta actividad semi abierta propone también se relacionan con otras dos competencias como son: Aprender en forma continua y autónoma y actuar con espíritu emprendedor.

EL CASO PLANTEADO · El caso analizado se trata de una actividad de diseño y modelado, que implica el grado más complejo e integrador dentro de la habilidad de resolución de problemas dentro de una materia básica y, en nuestro caso, se ha acotado la situación para que sea accesible a los conocimientos y posibilidades de los estudiantes de Física II.

Las actividades de diseño comenzaron a implementarse en la cátedra de Física II de FRA en el año 2013, cuando la aprobación directa (promoción sin examen final) solo era una opción en algunos cursos “piloto”. La inclusión de este tipo de actividades surgió del interés por lograr desempeños cognitivamente más complejos en aquellos estudiantes que promovían la materia y que, en consecuencia, no rendían examen final.

El primer problema planteado fue el diseño de un termómetro de dilatación. Se indicaba, a los estudiantes el rango de temperaturas de operación del mismo y los estudiantes debían elegir el líquido termométrico, hacer una búsqueda documental en la web sobre sus propiedades, y con ellas definir las dimensiones del bulbo y de la columna. La activi-

dad se planteaba de una clase para la siguiente y luego se debatía la solución hallada en grupos. Una vez alcanzada una solución satisfactoria cada grupo de estudiantes escribía un informe breve explicando las características de la solución alcanzada y haciendo una reflexión acerca del proceso de resolución.

En siguientes versiones se fueron agregando pequeñas complejidades y se pasó de problemas de dilatación a situaciones de intercambio térmico, porque éstas podían plantearse de manera más abierta (con más parámetros a definir en el proceso), y por ello implicaban mayores desafíos en la toma de decisiones y se relacionaban más con situaciones cotidianas o profesionales, como por ejemplo, tener que construir una habitación y aislarla térmicamente. En todos los casos estuvo siempre presente la doble dimensión de habilidades a desarrollar de manera que siempre estuvieran presentes tanto las de resolver como las de comunicar. La resolución no consistía solo en llegar a un resultado, sino en buscar una posible solución y poder comunicarla a docentes y a compañeros, pudiendo reflexionar sobre las necesarias idas y vueltas atravesadas hasta tomar las decisiones alcanzadas en el proceso de resolución y las razones por las cuales se adoptaron.

Se muestra, a continuación, la situación problema como se viene planteando a los estudiantes en los últimos dos años.

Usted desea climatizar dos ambientes como los de la Figura 1 durante 10 horas por día. La temperatura media exterior es de 10°C y se desea mantener una habitación a 20°C promedio y la otra a 15°C. (Puede despreciarse el transitorio térmico de estabilización de temperatura)

Resuelva la situación definiendo

- *Las dimensiones de la habitación (alto, largo y ancho)*
- *Las dimensiones de las ventanas y puerta (ancho, alto y espesor)*
- *Los materiales de las paredes, techo, piso, ventana y puerta*

A partir de ese diseño se pide:

a. *Calcular la potencia de la estufa a comprar para asegurar el valor de temperatura deseado en cada habitación durante el tiempo estipulado.*
b. *Calcular el costo en pesos total de consumo de energía por haber utilizado la estufa durante el período mencionado.*

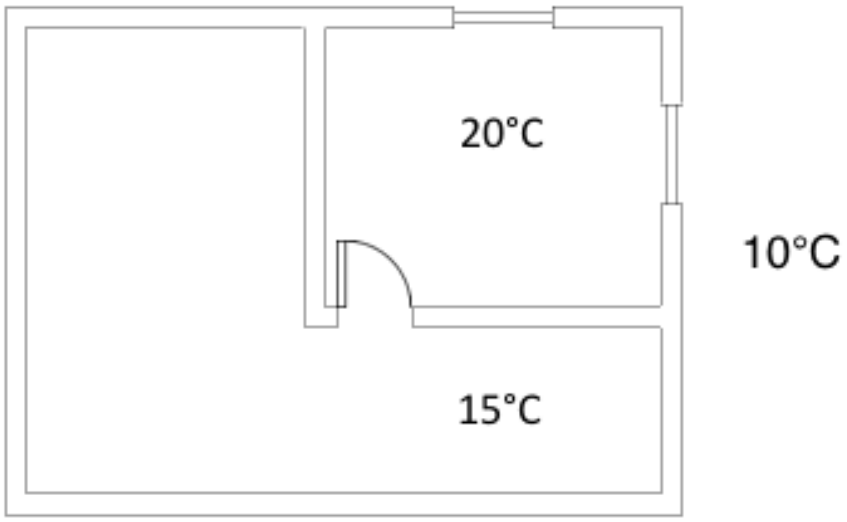


Figura 1. *Vista en planta esquemática de la habitación*

Aspectos formales para la realización del informe

Condiciones generales:

El trabajo deberá ser claro, conciso y correctamente redactado.

- *Las pérdidas de calor por las paredes deberán considerar al menos conducción y convección tanto interna como externa*
- *Deberán indicarse correctamente las fuentes de donde se obtuvo los datos para el diseño (calores específicos, conductividades, etc)*
- *El informe debe ser entregado en formato digital (MS Word o PDF) e impreso en hojas A4.*

Aspectos a evaluar para la aprobación del problema

- *Organización del informe*
- *Completitud del informe*
- *Expresión escrita (vocabulario técnico y coloquial);*
- *Justificación y acotación del modelo térmico adoptado*
- *Utilización correcta de gráficos y tablas*
- *Adecuada presentación de los resultados*
- *Descripción de la metodología de resolución de los cálculos;*
- *Utilización correcta de unidades y ordenes de magnitud (SI);*
- *Exposición de resultados y conclusiones*
- *Bibliografía*

La consigna indica que el problema planteado debe resolverse de manera grupal (en

grupos de no más de tres estudiantes) pudiendo trabajar a lo largo de tres semanas en las que se disponen los tiempos, espacios y recursos necesarios para que los estudiantes pueden preguntar, hacer entregas parciales y las consultas a los docentes. Este es un punto imprescindible en el camino de construcción de las habilidades que se propone la actividad. Es en este intercambio en el que se produce un proceso de reflexión conjunta que enriquece la tarea para los estudiantes y que da pistas a los docentes de las verdaderas dificultades y los logros que van evidenciando los estudiantes.

Es importante resaltar que, además de la resolución "física" del modelo de intercambio térmico descripto más arriba, los estudiantes deben indagar (búsqueda documental en libros o sitios de internet) de manera autónoma acerca de cuáles serían los materiales más convenientes, hallar los valores de sus propiedades térmicas y su costo, tomando decisiones y llegando a acuerdos entre compañeros.

En términos de las mencionadas habilidades, los objetivos de esta unidad (divididos en conceptuales, procedimentales y comunicativos y) son:

En la dimensión conceptual, que los estudiantes conozcan y apliquen:

- La noción de temperatura y calor, sus diferencias y las unidades en que se expresan.
- La noción de flujo calórico entre fuentes a distintas temperaturas
- Las leyes de Fourier y de Newton referidas a la transmisión del calor
- En la dimensión procedimental (referente a la resolución de problemas y ejercicios), que los estudiantes sean capaces de:
- Determinar los mecanismos primordiales de intercambio de calor que intervienen en un proceso de flujo calórico.
- Efectuar cálculos matemáticos algebraicos y analíticos que permitan llegar a resultados adecuados y expresarlos en unidades consistentes
- Efectuar los cálculos pertinentes para poder calcular el flujo calórico entre dos fuentes
- Analizar y describir el intercambio térmico entre dos fuentes y sus parámetros a partir de gráficos.
- Realizar pequeñas investigaciones propuestas por el docente para resolver un problema
- En la dimensión comunicativa/social (referente al trabajo grupal y al trabajo con textos, problemas y estrategias de trabajo), que los estudiantes puedan:
- Describir con sus palabras la situación planteada en un problema y describir los pasos necesarios para su solución.

- Usar nociones de termodinámica para describir y explicar ejemplos concretos y/o cotidianos.
- Producir un informe escrito que dé cuenta de mediciones y resultados efectuados en una práctica específica.
- Dar razones y argumentos para fundamentar la factibilidad de procesos
- Trabajar de manera colaborativa y cooperativa llegando a acuerdos y consensos para la elaboración de una tarea

EL ROL DE LOS DOCENTES · Como mencionamos más arriba una enseñanza orientada al desarrollo de competencias no puede llevarse adelante centrándose solo en el alumno y sus logros o en la propuesta de nuevas actividades y recursos. Es central revisar el rol de los profesores y auxiliares como sostenes de esta tarea porque es necesario "romper" con la visión tradicional del profesor expositor y del estudiante pasivo y atento, pasando a un profesor que es un facilitador del aprendizaje más que experto que transmite sus saberes, un "enseñador".

El eje sobre el cual gira el trabajo docente corresponde a dos paradigmas o modos de concebir y llevar a cabo la tarea y está ligado a aquello que constituye el foco de la tarea a realizar. Se puede poner el énfasis en las actividades de enseñanza (aquello que hace el profesor) o en las actividades de aprendizaje (aquello que consiguen nuestros alumnos). El cambio de foco implica un consecuente cambio en la mirada y en la concepción de la educación que se sostiene e implica una transformación de roles. En la opción que pone el foco en el aprendizaje y, por lo tanto, en el sujeto que aprende, se requiere que el profesor cree ambientes de aprendizaje, de oportunidades para aprender, siendo el sujeto que protagoniza la escena y que justifica nuestra tarea como profesores, es el estudiante que utiliza esas oportunidades y aprende.

En el caso analizado, los docentes exponen la tarea de diseño mencionada después de haber trabajado acercando a los estudiantes los contenidos disciplinares necesarios para el abordaje de la actividad de diseño.

Durante el desarrollo de la actividad, que, como hemos dicho puede ser de entre 15 y 20 días, los docentes cumplen el rol de tutores, acompañando el trabajo de los estudiantes, apoyándolos, orientando la tarea cuando así se requiera y haciendo devoluciones que limen obstáculos y faciliten la tarea tanto desde la colaboración en problemas disciplinares "técnicos", como haciendo sugerencias y observaciones sobre la mejor manera de comunicar

los resultados a la hora de organizar el informe.

EVALUACIÓN DE LA ACTIVIDAD · Esta presentación no podría terminarse sin indicar de qué manera son evaluados los trabajos de los estudiantes y el papel de la evaluación en el desarrollo de las habilidades propuestas, mostrando la coherencia entre los objetivos planteados y la forma de evaluación.

Como señala Sanmartí "uno de los objetivos de la evaluación es tomar decisiones y estas se relacionan fundamentalmente con dos tipos de finalidades:

- "De carácter social, orientadas a constatar y certificar, ante los alumnos, los padres y la sociedad en general, el nivel de unos determinados conocimientos al finalizar una unidad o una etapa de aprendizaje. Es la evaluación sumativa y tiene una función de selección y orientación del alumnado.
- De carácter formativo, pedagógico o reguladoras, orientadas a identificar los cambios que hay que introducir en el proceso de enseñanza para ayudar a los alumnos en su propio proceso de construcción del conocimiento.". [7]

En el caso expuesto, se trata de una evaluación *formativa* pero además como dice San-Marti es de tipo *formadora* porque "La tarea de los docentes se centra en compartir con el alumnado el proceso evaluativo. (...) El docente no solo es quien enseña 'corrige' los errores y 'explica' la visión correcta (...) sino que es el propio alumno quien se evalúa, a partir de las actividades propuestas con este objetivo específico"[7]

En nuestro caso la actividad implica el desarrollo de una propuesta, su explicación y la comunicación de los resultados y por lo tanto, no se evalúa un producto aislado sino el proceso y la forma en que se ha llegado al resultado buscado.

Las sucesivas devoluciones de los trabajos realizados que hacen los docentes dan información a los estudiantes acerca de las "regulaciones" necesarias para lograr el resultado y, además, a lo largo de las distintas implementaciones, han brindando elementos a los docentes que permitieron modificar y/o ampliar, como ya hemos comentado, tanto la actividad como los tiempos y los tipos de intervención de los docentes.

Esta ida y vuelta de entregas y devoluciones, como dicen Jorba y SanMartí logra que "La evaluación sea el motor del aprendizaje, ya que de ella depende tanto qué y cómo se enseña, como el qué y el cómo se aprende." [7]

Por otra parte "La finalidad principal de la evaluación es la regulación tanto de la enseñanza como del aprendizaje, tanto de las dificultades y errores del alumnado, como del proceso de la enseñanza". [7] y por eso el trabajo de los estudiantes es evaluado a partir del informe que presentan y de los debates mantenidos a lo largo del proceso.

Para la valoración del trabajo se utiliza una rúbrica que los estudiantes conocen al iniciar el trabajo y que les permite autoevaluar sus logros y regular el proceso.

La rúbrica de evaluación, que se construyó a lo largo de las sucesivas implementaciones de la actividad, inicialmente estaba destinada a ser una manera de unificar criterios de corrección, pero ha demostrado ser un excelente instrumento de autorregulación de las tareas para los estudiantes, quienes pueden ir cotejando lo realizado y decidir en qué medida alcanza los objetivos de la actividad.

A continuación, se presenta la rúbrica de evaluación en la que se indican algunos de los ítems evaluados y se describen las valoraciones de los distintos ítems explicitados en

CATEGORÍA/ DESEMPEÑO	Muy Bien	Bien	Regular	No alcanza
Fundamentación del modelo	El modelo térmico utilizado está correctamente justificado a partir de consideraciones físicas y valores utilizados.	El modelo térmico utilizado está justificado a partir de consideraciones físicas pero la fundamentación es insuficiente.	Se usa un modelo teórico, pero no se fundamenta. Se usan fórmulas sin fundamentar.	No se explicita un modelo térmico de la situación.
Metodología de cálculos	Los cálculos se presentan y fundamentan de manera correcta indicando unidades y deducciones.	Los cálculos se presentan de manera correcta pero no se explican detalladamente indicando unidades y deducciones.	Los cálculos se presentan de manera parcial sin explicación. No se indican unidades o deducciones unidades y deducciones.	No se presentan cálculos. Solo se muestran resultados. No se indican deducciones ni unidades.
Pertinencia de la información	La información está claramente relacionada con el tema principal y proporciona varias ideas o ejemplos.	La información da respuesta a algunas de las preguntas principales, pero no da detalles y/o ejemplos.	La información se ajusta al tema principal, pero es escasa o no se vincula con las preguntas.	La información tiene poco o nada que ver con las preguntas planteadas.
Diagramas e Ilustraciones	Los diagramas e ilustraciones son ordenados, precisos y aportan al entendimiento del tema.	Los diagramas e ilustraciones son ordenados y aportan al entendimiento del tema.	Los diagramas e ilustraciones no son ordenados o precisos y no se los vincula explícitamente con el tema.	Los diagramas e ilustraciones no son precisos o no aportan al entendimiento del tema.
Bibliografía	Las fuentes de información y las gráficas están documentadas y en el formato solicitado.	Las fuentes de información y las gráficas están documentadas, pero algunas no están en el formato indicado.	No todas las fuentes de información y gráficas están documentadas, y algunas no están en el formato indicado.	Las fuentes de información y gráficas son incompletas o no están documentadas.

la actividad propuesta.

RESULTADOS Y CONCLUSIONES Se ha realizado la presentación de una actividad de resolución de un problema de diseño semi abierto que se viene implementando desde hace varios años en una cátedra de Física II. Lejos de ser una tarea rígida y cerrada la misma se fue modificando y mejorando tanto en su enunciado, como en sus objetivos a lo largo de las sucesivas implementaciones

En el proceso de resolución, los estudiantes se comprometen con la tarea y se logra una muy buena participación y motivación además de una excelente integración de saberes y aproximación al trabajo con problemas propios del futuro quehacer profesional.

Los estudiantes que realizan la actividad en un 90% la completan de manera exitosa, en tiempo y forma con informes y conclusiones que dan cuenta tanto de los pasos seguidos como de interesantes reflexiones sobre las dificultades de abordar "problemas reales". En general además de aprender los contenidos tradicionales desarrollan habilidades de diseño y comunicativas que pueden verse en los buenos informes y reflexiones que producen. Por otra parte los estudiantes suelen expresar su agrado con este tipo de actividades manifestando que les gustaría que en "otras materias se hicieran actividades parecidas"

La actividad es vista como novedosa por los estudiantes que, en su mayoría, nunca han llevado adelante una actividad abierta y que, acostumbrados a problemas y ejercicios cerrados, se extrañan de poder tomar decisiones y elegir por ellos mismos los valores de los parámetros o las dimensiones y los materiales a utilizar. De esta manera, se van acercando a las actividades de diseño que luego serán propias de su profesión, desarrollando en el trayecto las competencias necesarias para su elaboración.

Las discusiones y charlas que se dan con los estudiantes y entre profesores hacen que se produzcan análisis más detallados de las situaciones de lo que se lograba con ejercicios o problemas tradicionales. Las conclusiones y los informes que se producen muestran las bondades de la inclusión de las mismas como un modo habitual de trabajo.

La rúbrica de evaluación que, inicialmente era menos detallada y se usaba solo como un "instrumento" portador de criterios de corrección, hoy se entrega a los estudiantes al inicio de la actividad y es usada tanto por docentes como por estudiantes como parámetro de comparación de los logros alcanzados y para los estudiantes es un poderoso instrumento de regulación de la tarea.

Para los docentes, este tipo de tareas permite un trabajo consecuente con el enfoque elegido, centrado en el sujeto de aprendizaje y destinado al desarrollo de competencias, favoreciendo al mismo tiempo, un mayor compromiso con la actividad de los estudiantes

y un enriquecedor trabajo colaborativo entre colegas.•

🕮 REFERENCIAS

[1] CONFEDI, Propuesta de estándares de segunda generación para la acreditación de carreras de ingeniería en la República Argentina, Rosario, 2018.

[2] Alina M S Pérez "Diseño curricular por competencias." *Correo Científico Médico de Holguín* 8.3 (2004): 3.

[3] Y. Argudín. Educación basada en competencias, 2015.

[4] M. A. Zabalza Beraza, «El trabajo por competencias en la enseñanza universitaria.,» de *Jornades d'Innovació Docent de la UAB*, Barcelona, 2007.

[5] Antoni. Zabala. *11 Ideas clave: cómo aprender y enseñar competencias*. Graó, Barcelona, 2008.

[6] S. Tobon, Formación basada en competencias: pensamiento complejo, diseño curricular y didáctica, Ecoe Ediciones, 2005.

[7] N. SanMarti, Evaluar para Aprender. Madrid: Graó, 2007.

Uso de enfoques interactivos para mejorar las habilidades de resolución de problemas en Ingeniería

Moyano, Maria Silvina - silvina.moyano@um.edu.ar
Universidad de Mendoza

Ferguson, Michael - michael.ferguson@um.edu.ar
Facultad de Ingeniería - Universidad de Mendoza

Via, Matías Alejandro - matias.via@um.edu.ar
Facultad de Ciencias de la Salud - Universidad de Mendoza

RESUMEN · Actualmente, las clases prácticas de química se llevan a cabo de una manera no práctica. El simple dictado de las respuestas a los ejercicios tomados directamente de los libros de texto no aporta al desarrollo de las habilidades clave asociadas con científicos calificados. En este trabajo, proponemos un estilo nuevo, dinámico e interactivo de clases prácticas, diseñadas principalmente para mejorar las habilidades de resolución de problemas de los estudiantes de grado. Usando la química de equilibrio líquido-vapor de química general de ciclo básico, ejemplificamos una metodología simple de resolución de problemas, mediante la cual se alienta a los estudiantes a pensar cómo pueden aplicar sus propios conocimientos para diseñar un experimento y analizar sus resultados.

Palabras clave — Clase práctica, Comunicación, Resolución de problemas, Desarrollo del pensamiento.

ABSTRACT · Currently, practical classes in chemistry are held in a non-practical fashion. The simple dictation of answers to sample problems taken directly from textbooks in no way develops any of the key abilities associated with qualified scientists. In this work, we propose a new, dynamic, and interactive style of practical classes that are principally designed to develop the problem-solving abilities of undergraduate students. Herein, we use simple liquid-vapour equilibrium chemistry from a level one general chemistry course to exemplify a methodology by which students are encouraged to apply their own knowledge in order to design an experiment, and analyse its results, to solve a given problem.

Keywords — Practical class, Communication, Problem solving, Thought development

»

FUNDAMENTOS

Debido a la diversidad casi innumerable de preparaciones, reacciones y técnicas de análisis, el estudio de la química debería ser fundamentalmente práctico. Sin embargo, es común encontrar “clases prácticas” diseñadas en un sentido no práctico, hasta tal punto que suelen desarrollarse como una sesión de preguntas y respuestas basada en la teoría. Típicamente, estas sesiones tienen la siguiente metodología:

1. A los estudiantes se les da una serie de ejercicios, comúnmente tomados directamente de libros de texto.
2. Se espera que los estudiantes completen los ejercicios, a menudo sin incentivo.

3. Al final de una clase basada en la teoría o en una sesión "práctica" específica, el docente completará los ejercicios dados en la pizarra, con poca o ninguna aportación de los estudiantes.

Una de las habilidades más importantes con la que debería contar cualquier ingeniero es su capacidad para tomar una idea y diseñar un experimento, in vitro o in silico, para determinar su validez. Uno no puede adquirir esta habilidad leyendo un libro de texto o simplemente siguiendo los sencillos pasos para resolver los ejercicios dados durante una clase práctica tradicional. Es esencial que se aliente continuamente a los estudiantes a pensar cómo se pueden aplicar los conceptos teóricos a un problema dado, luego probar su idea y reformularla, si es necesario. Estos tipos de situaciones deben proveerse a los estudiantes en todos los niveles del grado en ingeniería si desean desarrollar con éxito su capacidad para resolver problemas.

Otros elementos clave en la vida de un ingeniero son el trabajo en equipo y la comunicación. Por lo tanto, es una expectativa razonable que los ingenieros calificados sean competentes en estas áreas. Con la metodología aplicada actualmente, los estudiantes no tienen la oportunidad de desarrollar estas habilidades. Dentro de la metodología propuesta en este trabajo, se recomienda que los estudiantes trabajen en grupos para resolver el problema dado. De esta manera, les permitimos desarrollar de manera natural y continua las habilidades interpersonales deseadas sin el requisito de cursos dedicados.

Para implementar esto, proponemos una clase práctica en el área de química general. Más específicamente, una clase de nivel uno que se centra en el equilibrio líquido-vapor y la relación de la presión de vapor, la temperatura y el calor molar de evaporación a través de la ecuación de Clausius-Clapeyron.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA Las fuerzas intermoleculares en un material determinan su estado de existencia a una temperatura y presión dadas. Cuando las moléculas en un material ganan, o pierden, suficiente energía el material se somete a una transición de fase. [1] En el caso de los líquidos, cuando las moléculas obtienen suficiente energía, se someten al proceso dinámico de evaporación, o vaporización, mediante el cual un líquido se transforma en gas. Una vez que las moléculas líquidas se evaporan, el vapor gaseoso ejerce presión sobre su entorno, comúnmente denominado presión de vapor. [1] Esto se demuestra fácilmente en una olla a presión, si uno abre la válvula de liberación, el vapor se moverá rápidamente del ambiente de alta presión dentro del recipiente a la habitación. Se puede demostrar fácilmente que la presión de vapor de cualquier líquido

dado aumenta con un aumento de la temperatura, como se gráficamente en la Figura 1.

La cantidad de energía requerida por una molécula de un líquido dado para que pueda vaporizarse depende de la fuerza de las interacciones intermoleculares en la fase líquida. La fuerza de estas interacciones es indicado por el calor molar, o entalpía, de la vaporización (ΔHvap), que se define como la cantidad de energía requerida para vaporizar un mol de un líquido dado. Los líquidos con fuerzas intermoleculares débiles se vaporizan más fácilmente, y habrá más moléculas en la fase gaseosa por una temperatura determinada. En este caso, el ΔHvap del líquido es bajo y, por lo tanto, tiene una alta presión de vapor. Por otro lado, un líquido con un alto ΔHvap se mantiene unido por fuertes fuerzas intermoleculares y, por lo tanto, tiene una baja presión de vapor. [1]

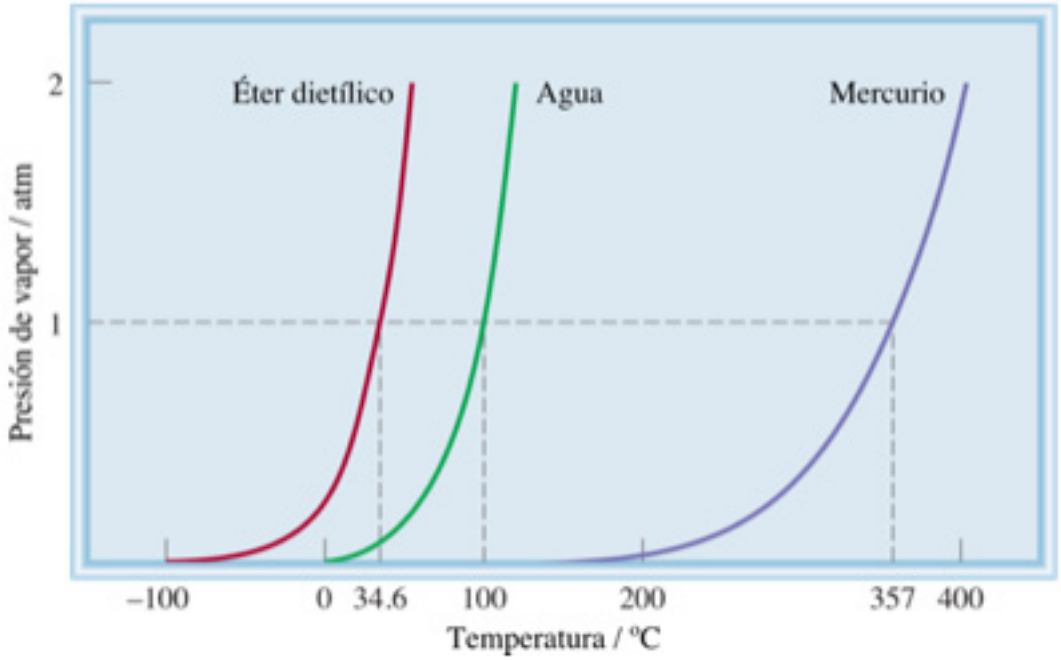


Figura 1. *El aumento de la presión de vapor con la temperatura para el éter dietílico (rojo), el agua (verde) y el mercurio (azul). Las líneas discontinuas indican los puntos de ebullición de estos líquidos a la presión atmosférica. Figura reproducida de referencia. [1]*

La relación entre la presión de vapor de líquidos, la temperatura y ΔHvap se define cuantitativamente mediante la ecuación de Clausius-Clapeyron; donde P_v es la presión de vapor, R es la constante molar de gas ($8{,}314 JK^{-1}mol^{-1}$), T es la temperatura y C es una constante.

PROPONIENDO LA NUEVA CLASE PRÁCTICA Esta teoría suele darse a los estudiantes para aprender los conceptos básicos y las ecuaciones de la presión de vapor y la vaporización. En general, se acompaña de ejercicios básicos diseñados para que el estudiante reemplace la variable correcta con un valor dado para probar la validez de la ecuación. En nuestra clase propuesta, sugerimos una forma diferente, más interactiva,

para que los estudiantes validen esta ecuación a través de un enfoque de resolución de problemas.

Tarea 1: Diseñar un experimento a través del cual podamos obtener la entalpía de la vaporización del agua.

Como primera etapa, el problema será descrito al estudiante. En este caso, se informaría a los estudiantes que el valor experimental para la entalpía molar de la vaporización del agua es necesario para la comparación con el valor teórico conocido. Luego, los estudiantes se formarían en grupos de tres a cuatro personas, dependiendo del tamaño de la clase, y se les daría instrucciones para diseñar un experimento de laboratorio a través del cual determinarán la entalpía de la vaporización del agua. Los estudiantes tendrán 15-20 minutos para diseñar su configuración experimental y una metodología mediante la cual puedan obtener los datos necesarios para validar la ecuación. Durante este período, el docente estaría disponible para que los estudiantes discutan sus ideas potenciales. Una vez completado el período de tiempo especificado, se pedirá a cada grupo que presente su idea a la clase para alentar una discusión general. Una vez completado esto, a los estudiantes se les mostrará la configuración experimental modelo propuesta por el docente como se muestra en la Figura 2.

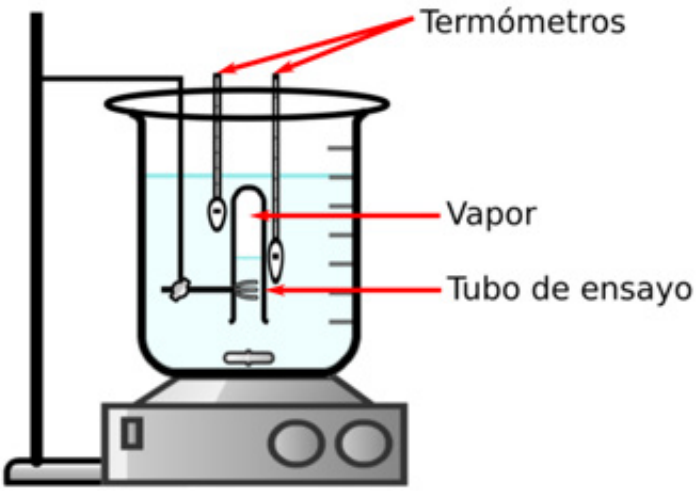


Figura 2. *Configuración experimental deseada mediante la cual los estudiantes pueden obtener los puntos de datos de temperatura y volumen- gaseoso requeridos para determinar la entalpía de vaporización del agua. Figura adaptada de referencia. [2]*

La metodología deseada

1. Calentar el agua con agitación ligera hasta 80oC.
2. Medir la temperatura promedio, y el volumen de gas en el tubo de ensayo.
3. Dejar de calentar, pero seguir con la agitación.

4. Tomar medidas mientras se enfríe el agua.
5. Cuando la temperatura es igual que la del ambiente, agregar hielo al sistema.
6. Mide el volumen a T = 0oC.

A los estudiantes se les hará una serie de preguntas sobre el experimento modelo, tales como;

1. ¿Por qué dejamos de calentar a 80oC?
2. ¿Por qué agitamos si es sólo agua?
3. ¿Por qué es necesario tomar la medida del volumen a T = 0oC?

Una vez más, estas preguntas se formularán en un formato abierto a la clase y se promoverá una discusión de las respuestas. Como antes, las respuestas correctas se explicarán a la clase si los estudiantes no lo han determinado adecuadamente por sí mismos. Con el diseño experimental definido, se asignará una segunda tarea.

Tarea 2: Procesa los datos para determinar la entalpía de vaporización del agua.

Para esta tarea, se les pediría a los estudiantes que trabajen en los mismos grupos que antes y se les daría datos representativos de las temperaturas y volúmenes, que se pueden obtener del experimento diseñado. Luego se les instruirá para presentar:

1. El proceso de análisis que emplearían para obtener el ΔHvap de agua.
2. Una tabla de los datos procesados.
3. Un gráfico de los datos procesados.
4. Una comparación del valor obtenido con el de la literatura.

Para ayudar con este proceso, los estudiantes recibirán una lista de algunas suposiciones clave, tales como:

1. El gas en el tubo de ensayo es ideal.
2. T_0 = 273,15K.
3. P_v = 0 cuando T = T_0.
4. P_0 = 101,325kPa.

Los grupos tendrán entre 20-30 minutos para completar esta tarea, y el docente volverá a estar disponible para responder preguntas y/o discutir ideas con los grupos. Una vez completado el período de tiempo, cada grupo presentará su análisis a la clase, después de lo cual se demostraría el análisis esperado, como sigue:

En la primera etapa, se espera que los estudiantes recuerden algunas de las relaciones clave dadas en las clases teóricas. Inicialmente, las presiones parciales de las fases líquida y gaseosa en equilibrio se rigen por la ley de Dalton,

donde P_v es la presión de vapor, P_0 es la presión ambiente y P_{aire} es la presión de las moléculas de aire en la fase de gas/vapor. Luego, asumiendo que el aire es un gas que obedece la ley del gas ideal, donde *P* es presión, *V* es volumen, n es el número de moles, *R* es la constante de gas molar y *T* es la temperatura, podemos determinar el número de moles de aire usando los valores de P_0, V_0, y T_0 como sigue:

Luego, una vez que se conoce el número de moles de aire en la fase gaseosa, se puede determinar P_{aire} para cualquier temperatura y volumen medidos. Esto luego se sustituye en la ley de Dalton para obtener la presión de vapor en términos de temperatura y volumen. [2]

Usando este método, los estudiantes deberán ser capaces de determinar la presión de vapor del agua en el experimento con los datos obtenidos de la bibliografía, y deberían presentarse de una manera similar a la que se ve en la Tabla 1.

T / K	V / cm³	P_v / kPa		T / K	V / cm³	P_v / kPa
347,65	7,90	37,00		338,65	6,60	25,00
347,25	7,80	36,00		337,55	6,50	24,00
346,55	7,70	35,00		336,65	6,40	23,00
346,25	7,60	34,00		335,65	6,30	22,00
345,85	7,50	34,00		334,55	6,20	21,00
345,15	7,40	33,00		333,65	6,10	20,00
344,55	7,30	32,00		332,45	6,00	19,00
343,95	7,20	31,00		331,15	5,90	18,00
342,65	7,10	30,00		329,65	5,80	17,00
341,85	7,00	29,00		328,15	5,70	15,00
341,25	6,90	28,00		326,66	5,60	14,00
340,45	6,80	27,00		324,65	5,50	13,00
339,55	6,70	26,00		273,15	3,95	--------

***Tabla 1**. Una muestra de los datos procesados esperados que presentará el estudiante en la segunda tarea. Datos obtenidos de referencia. [2]*

Con la tabla completa, se espera que los estudiantes se den cuenta de que la ecuación de Clausius-Clapeyron puede verse como similar a la ecuación de una línea recta.a los

estudiantes donde en este caso y = lnP_v, $m = -\Delta Hvap/R$, $x = 1/T$ y c es igual a la ordenada al origen. Por lo tanto, los estudiantes deben trazar una gráfica de lnP_v en función de 1/T como se muestra en la Figura 3.

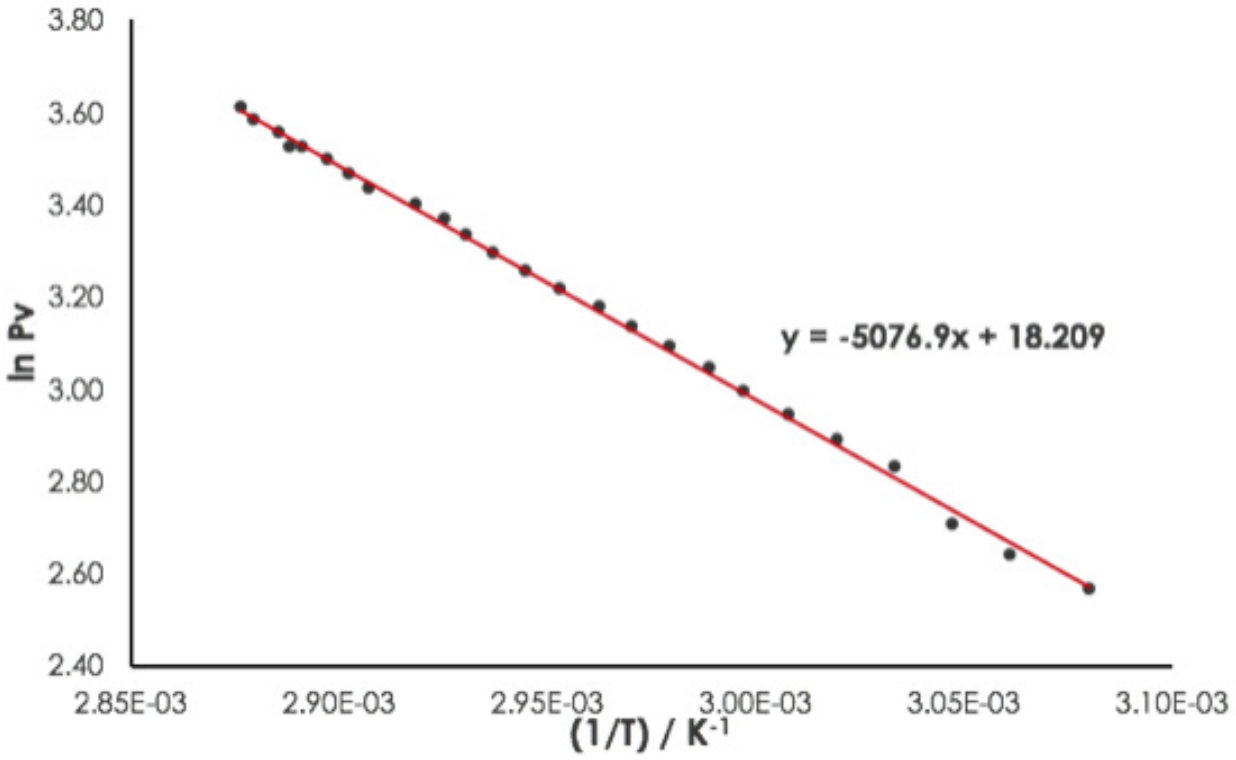


***Figura 3**. Una gráfica de muestra de lo que se espera que los estudiantes presenten al final de la segunda tarea con la ecuación de la línea de tendencia anotada en la gráfica.*

Después de obtener el gráfico deseado, la entalpía de vaporización se puede obtener de la siguiente manera, y por lo tanto el $\Delta Hvap = 42{,}11 kJmol^{-1}$. Que luego se puede comparar con el valor de la literatura de $40{,}66 kJmol^{-1}$, lo que resulta en un error de 3,8% entre los dos valores.

Como punto final de la clase, se les pedirá a los estudiantes que piensen en las posibles fuentes de error involucradas en la configuración experimental propuesta como una manera de mejorar continuamente su metodología.

ABORDAJE DIDÁCTICO Los conceptos y conocimientos básicos requeridos para esta clase práctica se darán durante las clases teóricas de química general de primer año. El calendario se preparará para garantizar que a los estudiantes se les haya enseñado este material antes de participar en la clase práctica propuesta.

Durante la clase, los estudiantes estarán expuestos a diferentes técnicas para el trabajo en grupo en las distintas etapas, tales como el trabajo compartimentado donde cada es-

tudiante prepara una parte específica de cada tarea, o el trabajo dirigido por el estudiante donde un miembro del grupo es elegido para tomar la decisión final basándose en el sugiere de todos. Estos ejercicios permiten a los miembros del grupo desarrollar sus habilidades de comunicación a través de los debates y discusiones que ocurren naturalmente dentro de los equipos de trabajo.

Durante las clases prácticas de este estilo, los estudiantes aprenderán a aplicar sus conocimientos de química, matemáticas y física para resolver el problema dado. Esto les dará una mejor comprensión de los conceptos asociados con el perfil profesional (saber hacer). También desarrollarán competencias interpersonales que contribuirán a su formación profesional (saber ser). [3]

Se espera que los estudiantes propongan soluciones creativas al problema dado durante este estilo de clase práctica. Esto les permite la oportunidad de aprovechar las herramientas tecnológicas disponibles actualmente para ayudar a resolver el problema.

EVALUACIÓN La evaluación realizada por el docente será de manera contínua considerando que el estudiante sea capaz de:

- Identificar, formular y resolver el problema de manera clara y precisa.
- Optimizar la estructuración de pensamientos que a su vez ayuda con el punto anterior.
- Adaptarse a los ajustes necesarios durante el desarrollo del problema.
- Documentar el proceso de la resolución del problema en una forma lógica y clara.
- Contribuir y discutir sus ideas con los otros miembros de su grupo y luego con la clase.
- Comunicar sus ideas con efectividad y lenguaje apropiado.
- Aprender en forma continua.

El aspecto continuo de la evaluación se basará en los conocimientos académicos, en el desarrollo de las habilidades de resolución de problemas y en las actitudes de los estudiantes durante todas las sesiones prácticas a lo largo del semestre. El registro de la evaluación será plasmado en listas de cotejo desarrolladas por el equipo de cátedra para ese fin específico.

Por otro lado, se llevará adelante una autoevaluación del estudiante después de cada tarea sobre el estilo de aprendizaje, las estrategias adoptadas, los recursos utilizados, las posibles mejora y las habilidades interpersonales, a través de una encuesta en la cátedra virtual.

El rol del docente en estas clases interactivas es actuar como mediador entre los estu-

diantes y los conceptos teóricos del material. Está allí para guiar a los estudiantes durante la clase, sin simplemente dictar la solución. El docente no debe criticar las respuestas incorrectas, sino que debe intentar comprender el razonamiento detrás de las respuestas de los estudiantes. Luego, puede resaltar un punto importante de la teoría, o un detalle en las instrucciones, para permitir que los estudiantes reformulen sus ideas y así avanzar a la siguiente etapa de la clase. Mientras tanto, el docente debería estar evaluando a los estudiantes en las áreas mencionadas. •

🕮 REFERENCIAS

[1] R. Chang, Chemistry, 10th ed. New York: McGraw-Hill, 2010.

[2] S. Gesari, B. Irigoyen and A. Juan, "An experiment on the liquid–vapor equilibrium for water", *American Journal of Physics*, vol. 64, no. 9, pp. 1165-1168, 1996.

[3] Consejo Federal de Decanos de Ingeniería - CONFEDI, Propuesta de Estándares de Segunda Generación para la Acreditación de Carreras de Ingeniería en la República Argentina, "*Libro Rojo de CONFEDI*", 1st ed. Mar del Plata: Universidad FASTA Ediciones, 2018.

El ensayo de laboratorio de carga y descarga de capacitores como una situación de integración

Mattivi, Maria de los Rosarios - mrmattivi@gmail.com

Facultad de Ingenería - Universidad Nacional de Misiones

RESUMEN · En este trabajo se desarrolla el análisis del ensayo de Laboratorio de Carga y Descarga de Capacitores que se dicta en la asignatura Física 2, de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Misiones. Fue planteado de manera que resulta en una situación de integración para los estudiantes, teniendo como orientación en el desarrollo del mismo, la Pedagogía de la Integración que propone Roegiers. A partir del trabajo realizado con este tema, el docente desarrolla una serie análisis, contestando preguntas que le permiten transformar la experiencia de laboratorio en una instancia significativa para los educandos.

Palabras clave — formación por competencia. Formación experimental. Circuitos RC.

ABSTRACT · In this work the analysis of the laboratory test of loading and unloading of capacitors that is dictated in the subject Physics 2, of the Faculty of Engineering of the National University of Misiones is developed. It was proposed in a way that results in an integration situation for the students, having as orientation in the development of the same, the Pedagogy of the Integration that Roegiers proposes. From the work done with this topic, the teacher develops a series of items, answering questions that allow him to transform the laboratory experience in a meaningful instance for the students.

Keywords — training by competition. Experimental training. RC circuits.

»

1 . INTRODUCCIÓN

El CONFEDI define el concepto de competencia como “Competencia es la capacidad de articular eficazmente un conjunto de esquemas (estructuras mentales) y valores, permitiendo movilizar (poner a disposición) distintos saberes, en un determinado contexto con el fin de resolver situaciones profesionales” [1]

El eje central de esta definición pasa por la movilización, articulación e integración de los saberes conocer, hacer y ser en el marco de la enseñanza por competencia [2]. En un modelo de formación por competencias los educandos deberán en primer lugar, aprenden los recursos, para luego participar en actividades de integración y de evaluación formativa que les permitirá aprender como movilizar los recursos en situaciones complejas.

Este trabajo presenta el ejemplo de planteo del desarrollo de una situación de inte-

gración, según Roegiers [3] a partir de la experiencia de Carga y Descarga de Capacitores (RC) en un laboratorio de acceso local. El mismo se desarrolla en la asignatura Física 2 de la Carrera de Ingeniería Electromecánica de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Misiones.

El presente trabajo se desarrolla el enfoque de las Competencias Genéricas Tecnológicas. En cuanto a las Competencias Genéricas Sociales, Políticas y Actitudinales constituyen un segundo análisis no contemplado en esta presentación y en la que se está trabajando, para luego integrarlas en una única propuesta de actividad centrada en el alumno para la asignatura Física 2.

2. DESARROLLO

La experiencia de laboratorio se realiza atendiendo al resultado de aprendizaje (RA) de la asignatura Física 2, correspondiente al tema **circuitos eléctricos**.

RA: Explicar componentes eléctricos básicos para comprender su funcionamiento en circuitos eléctricos sencillos a partir de ensayos de laboratorio.

Se trabaja las Competencias Genéricas Tecnológicas de Egreso propuestas por CONFEDI[4]

(G1) Identificar, formular y resolver problemas de ingeniería

El tema tributaría a esta Competencia en el Nivel Alto, dado que los alumnos deben ser capaces de generar una alternativa de solución de acuerdo a las consignas planteadas en el Laboratorio, optimizándola de según los materiales y/o dispositivos tecnológicos con los que cuentan.

(G4) Utilizar de manera efectiva las técnicas y herramientas de aplicación en la ingeniería.

El tema tributaría a esta Competencia en el Nivel Medio, dado que los alumnos deben ser capaces de reconocer los alcances y limitaciones de los instrumentos utilizados en el Laboratorio e interpretar los resultados que se obtengan de la aplicación de los mismos.

2.1. SABERES

En esta experiencia de laboratorio, los saberes que se movilizan son los que se imparten en la asignatura Física 2 y en asignaturas previas, que los alumnos ya han cursado, como ser Física 1, Cálculo 1, Representación Gráfica.

Así, los saberes conocer de la cátedra Física 2 que se trabajan en el ensayo de laboratorio son: corriente, tensión, capacidad, resistencia eléctrica, fuerza electromotriz en continua, circuito eléctrico, reglas de Kirchhoff, carga de un capacitor, energía eléctrica, potencia eléctrica. Como saberes conocer previos los educandos deberán contar, desde la

asignatura Cálculo 1, con derivada, integral y ecuaciones diferenciales de primer orden y de la asignatura Física 1, energía y potencia.

Referido a los saberes hacer, en la asignatura Física 2, los alumnos podrán: interrelacionar el análisis del funcionamiento de circuitos eléctricos RC con los temas vistos previamente, a saber, definición de capacidad y capacitor; analizarán la situación problemática que se les presente y realizarán esquemas de conexión de los componentes eléctricos. Como saberes hacer previos de la asignatura Cálculo 1, deben poder resolver derivadas, calcular integrales y ecuaciones diferenciales de primer orden. A su vez, de Asignatura Representación Gráfica poder conocer la simbología de los planos eléctricos.

Entre los saberes ser, deben cumplir con las normas de Higiene y Seguridad en la realización de los ensayos de laboratorio; respetar el horario de ingreso a clases de formación experimental.

2.2 PRODUCCIÓN ESPERADA · Con el desarrollo ensayo experimental ¿qué se pretende que logre el estudiante?

- El grupo de alumnos deberá proponer el diseño del circuito eléctrico que utilizará en el desarrollo del laboratorio. En el mismo identificarán claramente los componentes (fuente de alimentación, capacitores, resistencia) y como estarán conectados. Aquí los alumnos deberán analizar el funcionamiento del circuito, identificar las variables del mismo para poder definir qué magnitud van a medir en forma directa y cuáles en forma indirecta, a partir de los cálculos con los valores medidos directamente. También, deberán seleccionar los componentes del circuito y el tiempo de lectura de datos, de manera que el ensayo no supere el tiempo máximo de desarrollo indicado en la consigna del laboratorio. A su vez, propondrán el método de registros de datos de las magnitudes medidas, teniendo en cuenta que los intervalos de tiempo sean adecuados al método propuesto.
- Indicar qué instrumentos de medida utilizarán, cómo estarán conectados y cuáles serán la escala de medida seleccionadas. Para indicar que escala de los instrumentos usarán, los alumnos deberán realizar cálculos previos computando los valores de corriente y diferencia de potencial en los distintos elementos del circuito. Analizarán los cálculos realizados, detectando los valores mínimos y máximos de las magnitudes a medir directamente, dado que no solo deberán ver si el alcance del instrumento es suficiente, sino también, si los mismos podrán medir los valores mínimos de las magnitudes (al inicio del proceso de carga del capacitor y próximo al finalizar el

proceso de descarga del capacitor).

- Realizar el ensayo de laboratorio verificando lo propuesto por el grupo de alumnos.

En función de trabajar en situación A-didáctica, donde el educando es invitado a movilizar sus conocimientos, se plantean una serie de puntos a tener en cuenta.

Lo que hace el docente, ¿cómo motivar a aventurarse en el desafío y propiciar su ejecución sin proveer "la respuesta"

- Plantear interrogantes como ¿cuáles son las consignas que se debe respetar en la propuesta del ensayo que deberá realizar? ¿cuál es el objetivo que se pretende cumplir? ¿qué necesito hacer para lograr resolverlo? ¿qué variables medirá?
- Propiciar que los alumnos puedan comprender el problema planteado y realizar el análisis de los elementos simples, para luego poder integrarlos en un producto final.

Lo que hace el alumno, ¿qué debería hacer para lograr la solución?

- Leer y analizar en forma crítica y reflexiva la situación planteada.
- Proponer esquemas de circuitos factibles de realizarlos con los elementos con los que cuentan.
- Aplicar los saberes para poder resolver el circuito que propone.
- Elegir las variables que se van a medir y con qué instrumento.

Lo que evitar, ¿qué evitar para no caer en el conductismo? ¿qué evitar para no caer en la reproducción?

- Explicar los circuitos eléctricos, antes de que los alumnos los propongan. O sea, no permitir al alumno que pueda reflexionar sobre la consigna y su planteo.
- Sugerir las variables a medir, indicándole la solución.
- El equipo docente debe proponer cambios en las consignas de un año al otro, de manera de evitar el uso por parte de los alumnos de laboratorios realizados en años anteriores. Esta práctica no permite al alumno poder apropiarse de los saberes al plantear la propuesta para el desarrollo del ensayo experimental.

2.2 CONSTITUYENTES DE LA SITUACIÓN DE INTEGRACIÓN · En esta etapa, se tiene que proveer a los educandos el "enunciado del problema", que constituye la situación de integración. La misma está compuesta por tres componentes: soporte, tarea y consigna.

A. Soporte, es el conjunto de elementos materiales que son presentados al educando

y se caracteriza por tres componentes:

a.1) Contexto. Diseñar un ensayo experimental de un circuito de carga y descarga de capacitores RC que se utilizan en los circuitos electrónicos de los automóviles.

a.2) Información. En los automóviles los circuitos RC son utilizados tanto para fijar una tensión, por ejemplo, de la tensión de alimentación de 24 V de la fem, se lleva a una tensión en bornes de capacitor de 5 V o para entregar una cierta cantidad de energía en un tiempo fijado.

a.3) Función. Para elegir el circuito RC del automóvil hay que conocer cómo funcionan los componentes, del circuito y las características principales del mismo. Como varía la corriente y tensión en cada uno de ellos. De esta manera se podrá realizar la selección adecuada de los mismos.

B. Tarea, es la anticipación del producto esperado

b.1) Los alumnos deberán proponer un modelo de circuito RC, identificando las variables del mismo. Seleccionar cuáles de ellas va a medir en forma directa y cuáles las va a obtener en forma indirecta, por cálculo.

b.2) Deberán presentar a los docentes responsables el modelo circuital, explicando su comportamiento. Tanto de corriente y tensión, como así también, la energía que estaría entregando la fuente.

b.3) En esta instancia, los alumnos indicarán las variables que van medir con los instrumentos, y la selección de la escala que utilizarán. Esto resulta importante, dado que los alumnos analizarán cómo funcionan los instrumentos y deberán tener en cuenta si el rango de medida del mismo le permitirá apreciar los menores valores de la magnitud, no solamente si alcanza el valor máximo de medida.

C. Consigna, son las instrucciones de trabajo explícitas que se le da al educando.

Los circuitos eléctricos de los automóviles utilizan los capacitores conectados a resistencia (circuitos RC) para diferentes funciones. Es importante conocer el comportamiento de los mismos, para ello utilizando los elementos disponibles en la “Lista de elementos”, diseñar un circuito serie de manera que cumpla con las siguientes condiciones:

- Se debe realizar el proceso de carga y descarga de un capacitor, sin necesidad de desconectar los instrumentos. Deben realizar un esquema de conexión de los elementos, e indicar la tensión de la fuente de alimentación con la cual trabajará, justificando la respuesta.

- En el proceso de carga del capacitor se debe lograr un valor próximo al de la carga máxima del capacitor. En este punto justificará su elección, con los cálculos correspondiente y la gráfica que considere necesaria.
- Una vez alcanzado el tiempo en que el capacitor alcance el valor de carga seleccionado, se procede a la descarga del mismo (sin desconectar los elementos del circuito). En este punto los alumnos justificarán cómo será el proceso de descarga, cuando se inicia y cuánto durará el proceso.
- Debe seleccionar las variables a medir de acuerdo a los instrumentos de medida de la "Lista de elementos" e indicar en el diagrama del circuito donde se conectarán los mismos. Tienen que tener en cuenta que no se podrán cambiar de lugar los instrumentos de medida para el proceso de descarga del capacitor.
- Luego de seleccionados los instrumentos, deben indicar cual serán las escalas de medida que utilizarán, justificando su respuesta con los cálculos previos antes realizados.
- Luego de realizada la conexión de los elementos del circuito RC, y de que el mismos haya contado con la supervisión de los docentes se procederá a la toma de las mediciones, para luego realizar las curvas características del proceso de carga y descarga de un capacitor: tensión el en capacitor, corriente y tensión en bornes de las resistencias. El grupo de alumno debe tener en cuenta que estas variables están en función del tiempo
- Se debe seleccionar el método de medidas de tiempo y de las variables. Indicando cómo trabajaran para tomar los datos, periodo para cada medición y variables que van a medir.
- El grupo debe tener en cuenta que el tiempo máximo que cuenta para realizar el ensayo de carga y descarga de capacitores es de 10 minutos. *(el tiempo indicado fue la experiencia que se realizó el cursado 2018, pero será una variable que maneja el grupo docente y puede cambiarse en las consignas. Al igual que los valores de la constante de tiempo del circuito. En el año 2018 no se puso ninguna restricción con respecto a la misma)*

3. SIGNIFICACIÓN DEL APRENDIZAJE POR INTEGRACIÓN La situación de integración tiene carácter significativo siempre que movilice al estudiante, y le produzca el deseo de actuar, dándole sentido a lo que aprende.

El educando debe poder darle significado a los que está realizando:

Para que: ¿cómo se contesta al interrogante existencial de los estudiantes "para qué me sirve aprender esto"? ¿le permite progresar en la ejecución de alguna actividad compleja antes inalcanzable? ¿pone en contexto los saberes implicados y propicia su movilización?

- Esta situación problemática sirve para aprender a identificar y seleccionar variables del circuito que se medirán, permite tomar una decisión de acuerdo a los elementos con los que se cuenta para el ensayo. Le permite adquirir habilidades en el manejo de los instrumentos de medida, tanto en la parte de conexión como la selección de escalas a utilizar.
- En este ensayo experimental, los alumnos deben integrar conocimientos previos de la asignatura (por ejemplo, leyes de Kirchhoff y conexión de los instrumentos de medida) y de las materias que se dictaron anteriormente (por ejemplo, cálculo diferencial, para hallar la expresión de la corriente). Todo esto, con una vinculación vertical a una asignatura que se encuentra en el próximo semestre, en donde encontrará una de las posibles aplicaciones.

Sobre que: ¿la situación planteada se enfoca en las vivencias e intereses del estudiante?

La idea sobre este ensayo es buscar ejemplos de la carrera para poder involucrar a los alumnos sobre la utilización de los circuitos RC en ejemplos que encontraran en su vida profesional. Una aplicación de los procesos de carga y descarga de capacitores se ve en circuitos complejos de automóviles.

Motivación: ¿se plantea como un desafío exigente pero atractivo y alcanzable en la medida de sus posibilidades? ¿le permite establecer la distancia entre "lo que sabe" y lo que le falta aprender para encarar una situación compleja? ¿pone de manifiesto las diferencias entre teoría y práctica para su aplicación en resolución de situaciones complejas? ¿pone de manifiesto el aporte de múltiples disciplinas?

El desarrollo del ensayo plantea una situación desafiante a los alumnos, quienes deben tomar decisiones al momento de plantear la experiencia. Desde la integración de los saberes previos con los nuevos que han estado analizando, sumado al análisis de cómo realizar prácticamente la conexión de los diferentes componentes e instrumentos. Este es un ejemplo de cómo se puede relacionar los saberes conocer aplicando a una situación donde se movilizan los saberes hacer.

4. PROCESO DE EVALUACIÓN La evaluación de los resultados de aprendizaje se realizará teniendo los criterios de la Tabla 1.

En la Tabla 2, se indican los niveles obligatorios que deberán lograr los estudiantes a partir del desarrollo de ensayo experimental.

CRITERIOS DE EVALUACION		
CRITERIO	**PORCENTAJE %**	**Descripción**
Criterio 1 (C1)	20	[Reconoce] [componentes eléctricos básicos] [según su forma constructiva]
Criterio 2 (C2)	30	[Diferencia el funcionamiento de] [componentes eléctricos básicos] [a partir de ensayos de laboratorio]
Criterio 3 (C3)	30	[Diseña] [diferentes configuraciones de circuitos eléctricos sencillos] [eficientemente]
Criterio 4 (C4)	20	[Realiza] [mediciones de las variables eléctricas][usando adecuadamente los instrumentos de medida]

Tabla 1. *Criterios para la evaluación circuitos eléctricos.*

Criterio	**Principiante**	**Básico**	**Competente**	**Avanzado**
C-1	Confunde los componentes eléctricos básicos y no logra distinguirlos	Distingue los componentes eléctricos básicos de acuerdo a sus características constructivas.	Describe los componentes eléctricos básicos de acuerdo a sus características constructivas	Realiza descripciones detalladas de cada uno de los componentes eléctricos básicos, diferenciándolos de acuerdo a su morfología y variedad de cada uno de ellos incluyendo la simbología
C-2	No logra diferenciar el comportamiento de los distintos componentes eléctricos básicos.	Comprende el funcionamiento de los componentes eléctricos básicos.	Logra realizar descripción detallada del funcionamiento de los componentes eléctricos básico.	Explica detalladamente el funcionamiento de los componentes del circuito en los ensayos, realizando una comparativa entre los diferentes elementos.

Criterio	Principiante	Básico	Competente	Avanzado
C-3	Elabora un circuito eléctrico básico, pero no verifican las condiciones para el funcionamiento en el laboratorio.	Elabora un diagrama del circuito eléctrico básico para desarrollar el laboratorio, verificando que pueda desarrollarse con los elementos del laboratorio de física.	Diseña circuitos eléctricos teniendo en cuenta diferentes formas de conectar los elementos resistivos y combinaciones de los elementos activos (capacitores), verificando que pueda desarrollarse con los elementos del laboratorio de física.	Diseña circuitos eléctricos teniendo en cuenta diferentes formas de conectar los elementos resistivos y combinaciones de los elementos activos (capacitores). verificando que pueda desarrollarse con los elementos del laboratorio de física Tiene en cuenta la ubicación de los instrumentos de medida
C-4	No logra conectar correctamente los instrumentos del laboratorio para realizar las medidas de las variables eléctricas.	Conoce los instrumentos a usar. Logra conectarlos correctamente para realizar las medidas de las variables eléctricas.	Conoce los instrumentos a usar. Logra conectarlos correctamente para realizar las medidas de las variables eléctricas, verificando la selección adecuada de las escalas de los mismos.	Conoce los instrumentos a usar. Logra conectarlos correctamente para realizar las medidas de las variables eléctricas, teniendo el uso adecuado de las escalas de los mismos. Selecciona los instrumentos de manera realizar la lectura eficientemente.

Tabla 2. *Criterios de evaluación y niveles de logro obligatorio (indicados en color celeste)*

CONCLUSIÓN A partir del desarrollo realizado se concluye que los ensayos de Laboratorio de Carga y Descarga de Capacitores pueden llevarse a cabo teniendo en cuenta la Pedagogía de la Integración.

El nuevo enfoque propuesto para el desarrollo Laboratorio teniendo en cuenta las Competencias Genéricas Tecnológicas, promueven en un alto nivel la Integración de los conceptos a partir de la solución de las consignas planteadas a los alumnos, y de capacidades de

conocer, utilizar y analizar los datos de los instrumentos de medida, dándole un alto grado de importancia a la Pedagogía de la Integración que propone Roegiers. •

🕮 REFERENCIAS

[1] CONFEDI. *Competencias Genéricas. Desarrollo de competencias en la enseñanza de la ingeniería argentina*. San Juan: Universidad Nacional de San Juan. 2006

[2] Kowalski, Morano, Erck, Enriquez, Modulo 3: Sistema de Evaluación por competencia. Programa de Formación Docente para orientar su practica hacia la formación por competencia. 2018

[3] Roegiers, X. *Pedagogía de la integración: Competencias e integración de los conocimientos en la enseñanza*. San José: Coordinación Educativa y Cultural Centroamericana y AECI. Colección IDER (Investigación y desarrollo educativo regional). 2007

[4] CONFEDI. *Propuesta de Estándares de Segunda Generación para la Acreditación de Carreras de Ingeniería en la República Argentina.* Rosario:2018

Integrando Materias Básicas

Una estrategia de enseñanza para estudiantes de primeros años de Ingeniería.

Di Blasi Regner, Mario Alejandro - mario.diblasi@gmail.com
Comerci, Andrea Mariana - andreacomerci@yahoo.com.ar
Naso, Claudio - naso.utn@gmail.com
Gómez, Julián - julianegomez@gmail.com

Facultad Regional General Pacheco - Universidad Tecnológica Nacional

RESUMEN · En este trabajo presentamos una experiencia de trabajo intercátedra implementada en la Facultad Regional Pacheco de la Universidad Tecnológica Nacional, en el primer año de las carreras de Ingeniería entre las materias Álgebra y Geometría Analítica, Análisis Matemático I y Física I. Esto fue implementado con el objetivo de desarrollar competencias genéricas que permitan al estudiante comprender su contexto, estimular su autonomía en el proceso de aprendizaje y favorecer el desarrollo de relaciones cooperativas, especialmente aquellas relacionadas con el desempeño de manera efectiva en equipos de trabajo y con la comunicación efectiva.

Palabras clave — Ingeniería, Competencias genéricas, trabajo integrador.

ABSTRACT · In this work we present an inter-chair work experience implemented in the Pacheco Regional School of the National Technological University in the first years of Engineering careers in the areas of Algebra and Analytical Geometry, Mathematical Analysis I and Physics I. With the aim of developing generic skills that allow students to understand their context, stimulate their autonomy in the learning process and favor the development of cooperative relationships. Especially the skills related to the effective performance in work teams and effective communication.

Keywords — Engineering, generic skills, integrative work.

»

1. INTRODUCCIÓN

En la actualidad, articular la transición entre la escuela secundaria y la universidad, es un problema abierto a nivel mundial en el campo educativo. El ingreso a los niveles del sistema educativo, y los cambios de un nivel a otro, en particular al superior, representa para quien lo transita una nueva etapa, un proyecto con vistas al futuro personal y laboral, y por este motivo debe haber una garantía de la continuidad del proceso de aprendizaje, la formación y el desarrollo integral. Se presentan exigencias en la coherencia, conexión e integración de las propuestas educativas.

Los momentos de transición experimentados por el estudiante de un año a otro, de un ciclo a otro (e incluso de un área a otra dentro de un mismo año) suponen sin duda alguna,

cambios de toda índole pero sobre todo de orden social y pedagógico; implican algún tipo de efecto, en mayor o menor medida, sobre su proceso educativo.

De manera que comprendemos que la atención a los modos de articulación en sentido tanto horizontal como vertical reviste importancia en tanto que dada la primera de ellas, los conceptos, procedimientos y valores se conectan entre sí garantizando la coherencia al interior de cada campo o áreas curriculares y en la totalidad de los mismos. Lograda la articulación vertical se consigue facilitar y garantizar propuestas curriculares institucionales que tengan en cuenta la lógica interna de las distintas disciplinas y áreas del conocimiento, y la evolución personal de los estudiantes.

Compartimos las palabras de Lopaczek [1] al afirmar que la articulación admite ser pensada desde diversas estrategias para garantizar:

a. La debida continuidad de las competencias de un nivel a otro, es decir respondiendo a la función propedéutica de cada nivel, pero sin que el mismo pierda de vista su especificidad ni se reduzca a una mera preparación. Esta articulación debe concretarse en un doble sentido:
    1. Propendiendo a la continuidad entre los contenidos y,
    2. Procurando un tratamiento de los mismos desde una concepción de espiralado o de creciente complejidad en su abordaje.
b. El aprendizaje sistematizado y explícito del oficio de estudiante correspondiente al nivel en el que ingresa.

Nuestro trabajo atenderá a la primera de las articulaciones mencionadas. En este orden de cosas, comprendemos que las Materias Básicas son la base de conocimiento a partir de la cual se construye el perfil de competencias del ingeniero. Pero para que ese conocimiento sea efectivo se requiere de:

1. Permanencia del conocimiento en el tiempo, de manera de asegurar que esté disponible cuando se lo requiera. Ello supone el uso periódico de los conocimientos adquiridos, en situaciones cada vez más integradoras.
2. No sólo haber adquirido ese conocimiento a nivel de unidad temática, de manera de comprenderlo y aplicarlo como un todo con sus partes y relaciones, sino también haber logrado articularlo tanto a nivel disciplinar como a nivel transdisciplinario siendo capaz de comprenderlo como parte de un todo mayor. El primer nivel permite la aplicación del conocimiento, mientras que el segundo es el que posibilita decidir su ocasión y forma de uso, frente a otras opciones, en mayor número de situaciones, y de manera más creativa.

En este sentido, la propuesta del trabajo práctico integrador de Materias Básicas, se realiza desde un enfoque basado en competencias, según Tobón [2] y Perrenoud [3], que pone al estudiante en el centro de la escena. Este posicionamiento permite que, a partir de lo aprendido, resuelva una situación experimental tomando decisiones tanto respecto de la ejecución como de la forma de registro, análisis y procesamiento de la información relevada y promueve una comunicación intensa con el docente tutor, que colabora con el estudiante a la vez que realiza una evaluación continua de todo el proceso.

Para estructurar la experiencia se ha realizado una selección de algunas competencias básicas (CB), específicas (CE) y transversales (CT) propuestas por el CONFEDI quien asume y nosotros acordamos con la definición de competencia entendida como *"la capacidad de articular eficazmente un conjunto de esquemas (estructuras mentales) y valores, permitiendo movilizar (poner a disposición) distintos saberes, en un determinado contexto con el fin de resolver situaciones profesionales".*

Cabe aclarar sobre la clasificación de las competencias, el CONFEDI [4] considera que las competencias básicas conciernen a los conocimientos, procedimientos, destrezas y actitudes fundamentales para el desarrollo de otros aprendizajes. En cuanto a las competencias específicas, aluden a aquellas vinculadas particularmente con el campo de conocimiento en el que se plantea el problema a resolver. Por otra parte las competencias transversales *"están referidas a la capacidad para regular sus propios aprendizajes, aprender solos y en grupo, y resolver las dificultades a que se ven enfrentados durante el transcurso del proceso de aprendizaje. Se aplican tanto a las competencias básicas como a las específicas y se orientan hacia el logro de autonomía en el aprendizaje y de destrezas cognitivas generales " (p.38).*

2. DESCRIPCIÓN DE METODOLOGÍA

2.1. CONTEXTO DE LA EXPERIENCIA · La inserción de la actividad en el currículo supone modificaciones en el contexto académico institucional, a los efectos de contemplar las actividades integradoras en los espacios y tiempos curriculares preexistentes.

En este contexto, el Director de Departamento convoca anualmente a una reunión donde participan las distintas cátedras. En esta oportunidad, se plantea la idea del proyecto para el siguiente año, de modo que todos puedan volcar sus opiniones al respecto y acordar cuál será el experimento disparador y su correspondiente análisis.

La modalidad de trabajo es en equipos de no más de cuatro estudiantes. La evaluación del taller es mediante la elaboración, entrega y defensa de un informe, por parte de los

estudiantes, que serán acompañados durante todo el proceso por un docente. Este docente hace las veces de tutor-evaluador, quien a través de tres encuentros posteriores a las clases (dos presenciales y uno virtual) orienta a sus tutorados en el análisis de los datos y la elaboración del informe, al mismo tiempo que lleva adelante una evaluación continua de los distintos aspectos de la tarea realizada por los estudiantes de modo que puedan evidenciar la integración de contenidos y competencias.

2.2. PLANIFICACIÓN DE LA EXPERIENCIA · A partir de un experimento disparador a realizar, en donde los estudiantes deben tomar decisiones sobre cómo ejecutarlo, se plantean cuestiones donde cada equipo de estudiantes debe evidenciar las competencias adquiridas durante el año en las Materias Básicas para poder resolverlas.

La elección del experimento se realiza durante el año anterior a su ejecución, con la participación todos los Profesores, Jefes de Trabajos Prácticos y Jefes de Laboratorio, a través de un documento compartido, donde se proponen los diseños experimentales y las diferentes problemáticas a resolver para el trabajo.

Posteriormente se realiza una reunión para evaluar y decidir sobre todos estos aportes. De este modo aparecen diferentes propuestas de experimentos. Se discuten las formas de abordaje y se generan una serie de documentos en borrador, que el secretario de departamento se encarga de pasar en limpio y distribuir en la lista de correo para que, nuevamente todos aporten sugerencias y o modificaciones. Los documentos consisten en una guía para el estudiante donde se le plantea la situación experimental, se informa sobre las competencias que se pondrán en juego para la realización del trabajo y una serie de propuestas y preguntas de trabajo para el estudiante. Una rúbrica de corrección para la evaluación del trabajo y una guía de trabajo para profesores y auxiliares.

Una vez acordados estos documentos, se fijan las fechas para la realización de los talleres y se convoca a una reunión general del personal docente y auxiliar de las unidades docentes involucradas. En esta reunión se transmiten los lineamientos y objetivos del trabajo y se distribuyen los documentos elaborados. Se escuchan opiniones y se responden preguntas. Los docentes plantean sus dudas y consultas respecto de organización de la actividad.

Una vez satisfechas estas cuestiones, se les propone que ellos mismos se pongan en el rol de estudiantes y realicen los experimentos. De este modo, los docentes se trasladan a los laboratorios, donde se encuentran los materiales para realizar la práctica de primer y segundo año. El objetivo de esta actividad es que cada docente vivencie la experiencia, de

modo que puedan comprender cabalmente la forma en que los contenidos y competencias se integran durante el desarrollo de esta.

Los estudiantes participantes deben estar cursando al menos dos de las tres materias integradas.

2.3 EJECUCIÓN DE LA EXPERIENCIA · Para este trabajo, se presentan los experimentos realizados durante el año 2016 para primer año: Estudio de la relación entre la distancia alcanzada por el chorro de agua que sale de un orificio en un tanque y la altura del nivel de agua en el tanque

Se entrega a los estudiantes un documento que explicita el desarrollo de la situación problemática a analizar (Experimento), los contenidos a integrar y las competencias que serán evaluadas.

También se da a los docentes una guía sobre cómo está organizada la ejecución del trabajo y las indicaciones que se debe dar a los estudiantes.

Experimento

Se propone analizar el comportamiento de flujo de agua que sale por el orificio de un tanque a medida que el tanque se vacía (Ver fig. 1 y 2), a partir de la experimentación directa realizada por el grupo. Los estudiantes deben:

- Elaborar hipótesis acerca del tipo de relación que existe entre la altura del agua en el tanque y el alcance del chorro de agua, la velocidad del flujo de agua a la salida del tanque, la trayectoria seguida por las partículas de agua y justificándolas a partir de conceptos estudiados durante este año.
- Utilizar métodos gráficos para relacionar la altura del agua en el tanque con el alcance del chorro.
- A partir de las mediciones realizadas, fotografías y/o videos, utilizar softwares informáticos (Excel, GeoGebra, etc.) para procesar la información.
- Proponer algún método para verificar sus hipótesis.
- Relacionar el fenómeno con conceptos de cinemática, dinámica y conservación de la energía y fluidos.
- Representar en el gráfico $h = f(x)$, la derivada $h = f(x)$ para tres puntos de la curva, y explicar su significado.

***Figura 1**: Diseño experimental a disposición de los estudiantes*

***Figura 2**: Estudiantes de primer año trabajando en el laboratorio*

Contenidos a integrar

Funciones. Derivadas. Integrales. Vectores. Resolución de ecuaciones. Cinemática. Fluidos. Conservación de la energía. Mediciones e incertidumbres.

Competencias seleccionadas

- Observar el fenómeno, detectar las magnitudes mensurables y decidir cuáles son relevantes para el estudio y descripción del mismo.
- Medir las variables relevantes considerando las incertidumbres correspondientes.
- Aplicar métodos que le permitan hallar una ley experimental.

- Describir y modelizar el fenómeno aplicando leyes de la física y utilizando el lenguaje matemático.
- Generar conclusiones adecuadas respecto al comportamiento del flujo de agua saliente en relación con la altura de agua en el recipiente.
- Desempeñarse de manera eficiente en equipos de trabajo.
- Comunicarse con claridad utilizando el lenguaje apropiado.
- Realizar un informe que dé cuenta de la información relevada, su procesamiento y las conclusiones a las que arribó el equipo y defenderlo en una exposición oral con uso de recursos tecnológicos.
- Utilizar tecnología digital para el desarrollo de la investigación experimental.

2.4. SEGUIMIENTO Y EVALUACIÓN DOCENTE

Indicaciones para los Docentes participantes

En este documento se establece el cronograma tentativo de ejecución del trabajo por parte de los estudiantes, así como las clases previstas de intervención en cada cátedra. A modo de ejemplo se muestra un recorte de la propuesta para el experimento de primer año (Tabla 1):

Indicaciones para los Docentes que participarán del taller de Integración y Articulación de Materias Básicas de 1°año

Se comenzará la semana del 14-09 al 18-09. En horario de Física se realizará la 1era clase ejecutando el arreglo experimental y las mediciones. La semana del 21-09 al 01-10 en clases de Análisis Matemático y Álgebra y Geometría Analítica, se completa el trabajo.

1) Explicar a los estudiantes en qué consiste el trabajo, a partir de la lectura de la guía de consignas. Explicarles que la primera parte indica las competencias que se van a poner en juego en el trabajo. Mostrar y explicar la rúbrica de corrección. Explicar que la condición para la aprobación del taller es la aprobación del informe.

2) En el desarrollo sí se da una orientación de lo que hay que hacer.

3) En la primera clase, el trabajo estará a cargo de la cátedra de Física. Se realizará en la carga horaria de Física I. Es importante que todos los estudiantes estén informados con anterioridad de que tienen que traer una netbook o notebook para procesar las mediciones.

4) Una vez en el laboratorio de física, se le presentarán a los estudiantes los materiales e instrumentos a utilizar y se dejará que ellos tengan unos 15 minutos para planificar lo que van a ejecutar. Hay que permitir que cada equipo ejecute las mediciones como le parezca más adecuado. También hay que orientarlos acerca de cómo medir. Orientar no significa decirles lo que deben hacer. Pero si se muestran adecuadamente los instrumentos de que disponen, ellos deberían poder deducirlo.

(**continúa**)

***Tabla 1**: Pautas de organización para los Docentes*

Corrección de los trabajos - Material para los docentes · Como se indicó anteriormente, para corregir los trabajos cada grupo de estudiantes tiene asignado un docente que hace las veces de tutor-evaluador, quien orienta a sus tutorados en el análisis de los datos y la elaboración del informe, al mismo tiempo que lleva adelante una evaluación continua de los distintos aspectos de la tarea realizada por los estudiantes.

Dado que cada docente debe corregir el trabajo en forma integral, considerando los aspectos matemáticos y físicos, pero que hay docentes y auxiliares de distinta asignaturas, se considera pertinente entregar un modelo de resolución de la situación problemática planteada. Así, se ofrece la siguiente guía a los docentes (Fig.3), como una de las posibles soluciones.

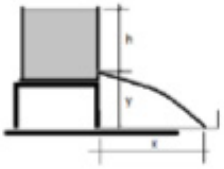
Consideraciones conceptuales del trabajo práctico integrador para el área física

Las siguientes consideraciones le ayudarán a pensar el TP Integrador. No son una receta de lo que debe hacer y seguramente a Ud. Se le ocurrirán otros caminos. Simplemente pretendemos acercarle algunas ideas y orientaciones.

1- Obtener una ley experimental:

Se pretende que el alumno mida las magnitudes que considere relevantes para el estudio del comportamiento de un chorro que sale por un orificio en la pared lateral de un tanque que contiene agua y que se encuentra en una plataforma elevada, a medida que se vacía y cae sobre una batea que se encuentra a una cierta altura "y" por debajo del orificio del tanque.

El alumno deberá confeccionar una tabla para registrar las magnitudes consideradas y analizar su comportamiento por ejemplo utilizando gráficas cartesianas. De este modo, podrá obtener una ley experimental.



2- Aplicar las leyes de la física estudiadas a partir de una modelización sencilla que permita una explicación aceptable del fenómeno observado:

Teniendo en cuenta la ecuación de continuidad de los fluidos, recordemos que debe cumplirse:

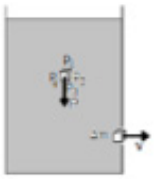
$$v_1 . S_1 = v_2 . S_2$$

Es decir que cuando un elemento muy pequeño de masa $\Delta m1$, que puede considerarse como una partícula, atraviesa la sección S_1 con una velocidad v_1, otro elemento de masa Δm_2 estará atravesando simultáneamente la sección S_2 con una velocidad v_2 que será inversamente proporcional al área de la sección.

a) Cálculo de la velocidad de salida del agua a partir de la conservación de la energía mecánica:

Teniendo en cuenta que:

$$\Sigma F_{nc} = \Delta Em$$



Las fuerzas que actúan sobre un elemento de masa Δm de agua son: el peso del elemento, que es una fuerza conservativa y las fuerzas ejercidas por las presiones que lo rodean. Si consideramos que el elemento de masa de agua es suficientemente pequeño, las presiones hidrostáticas que lo rodean son prácticamente iguales $p_1=p_2=p_3=p_4=p_0$ y las fuerzas que provocarían sobre el elemento, se anulan entre sí, por lo tanto su trabajo será nulo. Tengamos en cuenta que, dado que la altura entre el orificio y la superficie libre del líquido es de pocos centímetros, la presión atmosférica es prácticamente la misma en todas las caras.

Si consideramos que el fluido se comporta prácticamente como ideal, debido a que los desplazamientos son relativamente pequeños, podemos despreciar el flujo turbulento y el trabajo de las fuerzas de rozamiento, por lo tanto, para un elemento cualquiera de masa de agua que se encuentre en la superficie del líquido, se cumplirá el principio de conservación de la energía entre esta posición y la salida del orificio donde otro elemento igual, se desplazará cumpliendo la ecuación de continuidad. Como el tanque tiene una sección muchísimo más grande que el orificio, podríamos considerar que la velocidad de un elemento de masa que se encuentra en la superficie es prácticamente nula, comparada con la velocidad de salida de un elemento de masa que sale por el orificio. Es decir, para un elemento en la superficie, la energía cinética será prácticamente cero.

$$0 = \Delta Em$$

$$Em_1 = Em_2$$

$$Ep_1 = Ec_2$$

$$\Delta m . g . h = \frac{1}{2} . \Delta m . v^2$$

$$g . h = \frac{1}{2} . v^2$$

$$v = \sqrt{2 . g . h} \qquad (1)$$

Cálculo de incertidumbres:

$$\varepsilon v = \frac{1}{2}(\varepsilon g + \varepsilon h)$$

$$\Delta v = \frac{1}{2}\left(\frac{\Delta g}{g_0} + \frac{\Delta h}{h_0}\right) . v_0$$

b) Cálculo de la velocidad a partir la consideraciones cinemáticas:

Teniendo en cuenta que un elemento pequeño de masa de agua puede considerarse como una partícula, cumplirá con las leyes del tiro, siendo sus ecuaciones cinemáticas:

$$\begin{cases} x = v . t \\ y = \frac{1}{2} . a . t^2 \rightarrow t = \sqrt{\frac{2 . y}{g}} \end{cases}$$

$$x = v . \sqrt{\frac{2 . y}{g}} \rightarrow v = x . \sqrt{\frac{g}{2 . y}} \qquad (2)$$

Cálculo de incertidumbres:

$$\varepsilon v = \varepsilon x + \frac{1}{2}(\varepsilon g + \varepsilon y)$$

$$\Delta v = \left[\frac{\Delta x}{x_0} + \frac{1}{2}\left(\frac{\Delta g}{g_0} + \frac{\Delta y}{y_0}\right)\right] . v_0$$

El alumno podrá validar si estos modelos simplificados son aceptables para explicar el fenómeno estudiado, si encuentra que, teniendo en cuenta las incertidumbres, estas velocidades son comparables. Para deberá trabajar como considere conveniente con las mediciones que ha registrado.

3- A partir de los modelos aplicados y validados para explicar el fenómeno estudiado, obtener teóricamente la función hallada anteriormente en forma experimental y compararlas.

Igualando (1) y (2)

$$\sqrt{2 . g . h} = x . \sqrt{\frac{g}{2 . y}}$$

$$2 . g . h = x^2 . \frac{g}{2 . y}$$

$$2 . h = x^2 . \frac{1}{2 . y}$$

$$h = \frac{1}{4 . y} . x^2 \qquad \text{o} \qquad x = 2 . \sqrt{y . h}$$

Rúbrica de corrección · Para efectuar una evaluación homogénea de los trabajos a realizar por los distintos grupos, evaluados por diferentes docentes, se establece una rúbrica de corrección, basada en las competencias puestas en juego (Tabla 2).

Ítem a evaluar	Sí	Parcial	No
1- Eligió correctamente las magnitudes a medir y las midió teniendo en cuenta las incertidumbres.			
2- Aplicó métodos que le permitieron hallar la ley experimental buscada. (rectificación de curvas)			
3- Utilizó los conceptos estudiados en física para describir fenómenos de este tipo.			
4- Arribó a conclusiones correctas.			
5- Presentó en su informe, la información obtenida y procesada en forma adecuada.			
6- Utilizó exitosamente la tecnología digital de la que dispuso.			
7- Las representaciones que realizó (gráficas, tablas, etc.) son correctas			
8- Calculó correctamente			
9- Todos los integrantes del equipo conocen el desarrollo del trabajo y los exponen de manera apropiada			

***Tabla 2**: Rúbrica de corrección*

Dadas las características particulares de un trabajo integrador, sobre una situación problemática que puede presentar más de una vía de solución, se promueve la obtención de un trabajo adecuado por sobre la conclusión del mismo en los tiempos estipulados.

Así, se establece que la condición de aprobación del trabajo es que todos los ítems a evaluar sean calificados positivamente (“Sí”), dando instancias de corrección cuando sea necesario. Asimismo, si se detecta un integrante del grupo que no participa o está en conocimiento cabal del trabajo (Ítem 9), es evaluado en forma separada reiteradamente hasta que logre los objetivos propuestos.

3. EVALUACIÓN DE LA EXPERIENCIA

DESEMPEÑO DOCENTE · Posteriormente a la realización del trabajo, se pide a cada docente que realice un cuestionario de evaluación de la experiencia y uno de autoevaluación acerca de su rol.

Se solicita a los Jefes de Cátedra o Laboratorio, según corresponda, que realice una evaluación acerca del desempeño de sus docentes.

DESEMPEÑO DE LOS ESTUDIANTES · A partir de una rúbrica que completan los docentes en laboratorio y el tutor de cada equipo, se evalúa si los estudiantes poseen los aprendizajes previos necesarios para el trabajo (conocimientos y competencias); cómo se desempeñan en el trabajo en equipo; de qué forma logran comunicarse entre ellos y con el tutor.

EVALUACIÓN DE RESULTADOS · Para la evaluación de los resultados se utiliza una rúbrica que en cada caso es completada por el docente tutor.

Luego del análisis de las evaluaciones individuales, se completa la siguiente rúbrica de corrección (Tabla 3)

	1	2	3
Disponibilidad efectiva de los aprendizajes previos requeridos para realizar la actividad	No es capaz de aplicarlo ni con sugerencia	Lo aplica cuando se le sugiere	Lo aplica con autonomía
Grado de integración y articulación de los contenidos disciplinares con que llegan los estudiantes a este tipo de actividades	No es capaz de relacionar la consulta, con el docente de la disciplina que corresponde	Logra hacer la relación con sugerencia	Hace la consulta correctamente o no necesita consultar
Evidencia de competencias puestas en juego en el trabajo	Demuestra haber adquirido sólo algunas de las competencias esperadas	Demuestra haber adquirido la mayoría de las competencias esperadas	Demuestra el dominio de todas las competencias esperadas

***Tabla 3**: Rúbrica para la evaluación de los resultados del trabajo práctico integrador*

Para completar este cuadro final se procederá a:

1. Completar las rúbricas por estudiante.
2. Asignar a cada estudiante el puntaje 1 – 2 – 3 en función del preponderante.
3. Completar el Cuadro del final con el porcentaje de estudiantes por puntaje. (Cuántos 1, cuántos 2 y cuántos 3, en cada uno de los dos ítems que se evalúan)

Nota: el "parcialmente" es equivalente a "con orientación" y en ambos casos equivale a 2.

4. CONCLUSIÓN

Los resultados respecto al grado de integración y articulación de los estudiantes, es analizado por los responsables de esta experiencia a los efectos de ajustar la planificación y ejecución de las próximas actividades integradoras.

Los resultados correspondientes al dominio de las competencias esperadas, es analizado por el Director del Departamento, los Directores de UDB y los Jefes de Cátedra.

Como ocurre en toda experiencia o estudio de caso, solo se alcanza conclusiones parciales y, de alguna manera se constituye en una referencia para futuras acciones.

Debemos tener en cuenta que las competencias no se alcanzan de una vez y para siempre, sino que se desarrollarán a lo largo de la vida universitaria. Podemos decir, sobre la base de las calificaciones obtenidas que resultó una experiencia de integración horizontal satisfactoria y que entendemos que puede ser replicada y considerada como estrategia de enseñanza disponible para todo el cursado de las materias básicas homogeneizadas del diseño curricular de las carreras de ingeniería de la UTN. •

🕮 REFERENCIAS

[1] Lopaczek, María I. y otros. *Articulación*. Documento de Apoyo N° 8. Dirección de Enseñanza Inicial. Provincia de Misiones. 2007

[2] Tobón, S. *Las competencias en la educación superior. Políticas de calidad.* Bogotá: ECOE. 2006

[3] Perrenoud, P. L*a universidad entre la transmisión de conocimientos y el desarrollo de competencias. En: El debate sobre las competencias en la enseñanza universitaria.* Cuadernos de Docencia Universitaria, Universidad de Barcelona. Octaedro. Barcelona. 2008.

[4] VVAA: *Documentos de CONFEDI. Competencias en Ingeniería.* Mar del Plata: Universidad FASTA Ediciones, 2014, pp.16-56.

Aplicación del enfoque por competencias en una clase de Matemática

Tello Kragjcek, Ana Patricia - ing.patriciatello@gmail.com
Cuadros, Patricia - pcuadrosan@hotmail.com

Universidad Nacional de San Juan

RESUMEN · Actualmente se nos presenta un nuevo modelo para el proceso de enseñanza, el desafío de los profesores es organizar clases y material didáctico adecuado para una formación por competencias, para incentivar y mantener el interés de los alumnos. Este trabajo parte de la necesidad de motivar a los alumnos en el estudio de temas de cálculo, ya que sus preferencias se alejan de las clases magistrales, pero se acercan al uso de la tecnología. Se presenta el diseño de una propuesta didáctica para la enseñanza del tema curricular aplicaciones de la derivada (máximos y mínimos de una función), detallando estrategias, recursos utilizados e implementación. El objetivo principal es lograr que los estudiantes superen con mayor agilidad los obstáculos de aprendizaje detectados y además mostrar como el uso de la tecnología ayuda en el proceso. Los profesores dentro de este marco cumplen el rol de guiar y facilitar el proceso.

Palabras clave — TIC, TPACK

ABSTRACT · Currently we are presented with a new model for the teaching-learning process, the challenge for teachers is to organize classes and appropriate teaching materials for competency-based training, to encourage and maintain the interest of the students. This work is based on the need to motivate the students in the study of calculation topics, since their preferences are far from the master classes, but they are close to the use of technology. The design of a didactic proposal for the teaching of the curricular topic applications of the derivative (maximum and minimum of a function), detailing strategies, resources used and implementation is presented. The main objective is to ensure that students overcome agility more easily detected learning obstacles and also show how the use of technology helps in the process. Teachers within this framework fulfill the role of guiding and facilitating the process.

Keywords — TIC, TPACK

»

INTRODUCCIÓN El avance y la innovación en los recursos tecnológicos, principalmente en los dispositivos móviles, en los servicios disponibles “en la nube de Internet” y en las aplicaciones (app) para estos dispositivos, ha convertido en una necesidad la adaptación de los procesos de aprendizaje a metodologías innovadoras para el desarrollo de habilida-

des, basadas en la ubicuidad y la conexión a la Red, de manera que sea posible mejorar el logro de competencias profesionales y colaborar en el proceso de renovación de la enseñanza universitaria. Esto nos plantea un desafío: aprender con los cambios permanentes. [1]

El proceso enseñanza tradicional ha puesto al docente como eje y protagonista de la clase, es el trasmisor de información. Con la modalidad de clases magistrales los estudiantes tienen una actitud pasiva de escucha y, eventualmente, de toma de notas de lo que el profesor explica. Esto ya no es una práctica relevante.

Los estudiantes que llegan actualmente a la universidad, en su gran mayoría pertenecen a una generación que desea obtener soluciones inmediatas y confiables a sus dificultades y retos de aprendizaje, con la misma facilidad con que en su vida diaria se conectan a la red y reciben retroalimentación continua de ella.

Es necesario que el docente tome el rol de ayudar a desarrollar y potenciar las distintas capacidades de los alumnos para su inserción en el mundo profesional y en la sociedad, fomentando estructuras de pensamiento que fortalezcan la reflexión, el análisis, la aplicación y la creación. En este contexto la función del docente es actuar como guía o facilitador del proceso de enseñanza aprendizaje, es la de enseñar al estudiante a aprender a aprender y aprender a ser.

Por eso, el desafío que se nos plantea es un cambio de enfoque, consistente en implementar el modelo de Aprendizaje Activo y Centrado en el Estudiante, cuyos rasgos principales, en resumen, son [2] [3]:

- Centrado en el aprendizaje, principalmente aprender a aprender, aprender a ser.
- Aprendizaje autónomo del alumno.
- Enfocado al logro de competencias de egreso.
- Aprendizaje colaborativo (profesor-alumno y entre alumnos).
- Integración de la evaluación con las actividades de aprendizaje, midiendo el logro de competencias.
- Incorporación de TIC que favorecen al modelo.

En este proceso hay que adaptar los programas antiguos por objetivos a programas por competencias, se subordinan los contenidos disciplinares a las competencias de egreso a lograr. Esto implica un cambio sustancial en los métodos de enseñanza aprendizaje, ahora focalizados en el desarrollo de diversas capacidades en los alumnos y en el concepto de formación, que es algo más que la trasmisión de información y acumulación de conocimientos. El aprendizaje por competencias supone conocer, comprender y usar adecuadamente el conocimiento, o sea un aprendizaje significativo, siendo el estudiante el protagonista de

su propio aprendizaje.

En la formación por competencias, el contenido disciplinar será el vehículo para plantear diferentes estrategias de aprendizaje.

Investigadores y educadores reconocidos se refieren a los recursos tecnológicos como un componente decisivo para el cambio de modelo de aprendizaje y el desarrollo de los nuevos roles docente alumno. El conocimiento tecnológico debe integrarse con una metodología pedagógica adecuada, para ser un recurso útil en este nuevo rol docente. Elegimos basarnos en el modelo TPACK, modelo Tecnológico, Pedagógico y Curricular para desarrollar la propuesta didáctica, ya que el uso adecuado de la tecnología en la enseñanza requiere de la interrelación entre distintos tipos de conocimientos. El modelo TPACK considera las tres fuentes de conocimiento (la disciplinar, la pedagógica y la tecnológica), y enfatiza las nuevas formas de conocimiento que se generan en las intersecciones de las fuentes principales, siendo el que nos brinda el mejor marco a nuestra propuesta [4]. La Fig.1 detalla un esquema gráfico del modelo TPACK considerado adoptar.

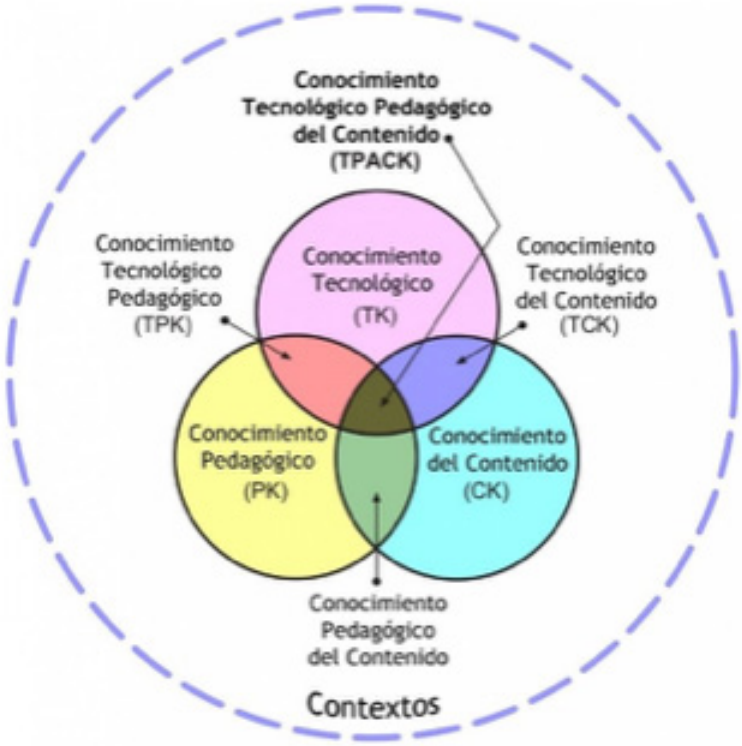


***Fig. 1**: Diagrama del Modelo TPACK.*

El primer paso en nuestro trabajo de diseño de una propuesta didáctica comenzó por comprender y analizar los distintos enfoques pedagógicos para poder evaluar cuál es posible aplicar a nuestra materia, carrera de grado e institución en la que desarrollamos la actividad, contemplando y adaptando esto a los recursos que disponemos, tanto materiales

como humanos.

Partiendo de los temas curriculares de la asignatura Matemática, para la carrera de Ingeniería Agronómica, dictada en la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de San Juan, se analizó cuál de ellos era el apropiado y pertinente para la implementación de la didáctica del modelo TPACK. El tema curricular elegido es Aplicaciones de la Derivada (máximos y mínimos de una función). [5]

IDENTIFICACIÓN DE SECUENCIA DIDÁCTICA PARA MATEMÁTICA. TEMA: APLICACIONES DE LA DERIVADA.

Carrera: Ingeniería Agronómica

Año: 1° Año

Asignatura: Matemática

Semestre: Primero

Modalidad de Enseñanza de Aprendizaje: Combinada (Presencial + Aula Virtual)

Tema: Unidad 5. Aplicaciones de la Derivada

Núcleo Temático: Planteo de problemas de aplicación de Ingeniería. Variación de funciones. Generalidades. Crecimiento y Decrecimiento. Máximos y mínimos (relativos y absolutos). Condición necesaria para la existencia de extremo. Condición suficiente. Análisis de Máximos y mínimos de una función derivable mediante la derivada primera, de la derivada segunda. Aplicaciones.

Número de Clases a abordar con la Secuencia Didáctica: 2

Tiempo Modalidad Presencial: 140 minutos

Competencias genéricas (tecnológicas, sociales, políticas y/o actitudinales) a desarrollar en las prácticas de aprendizaje, de acuerdo a las competencias establecidas en el CONFEDI [6]:

- Competencia para identificar, formular y resolver problemas de Ingeniería
- Competencia para desempeñarse de manera efectiva en equipos de trabajo
- Competencia para actuar con ética, responsabilidad profesional y compromiso social
- Competencia para aprender en forma continua y autónoma

Tipo de Prácticas de Aprendizaje: “De Resolución de Problemas”

Prácticas de Aprendizaje a desarrollar en la Secuencia Didáctica:

Práctica de Aprendizaje N° 1: APLICACIÓN DE LA DERIVADA - “APRENDEMOS A CALCULAR MÁXIMOS Y MÍNIMOS DE FUNCIONES”

Práctica de Aprendizaje N° 2: APLICACIÓN DE LA DERIVADA - “APRENDEMOS A RESOLVER PROBLEMAS DE MÁXIMOS Y MÍNIMOS”

PLAN DE CLASE

ACTIVIDADES DE INICIO

La Práctica de Aprendizaje N° 1 comienza con el planteo de un problema significativo, pertinente y real que se podría dar en el contexto laboral. Desafío a resolver.

Los alumnos, guiados por el docente, realizan la Actividad 1 de la Práctica de Aprendizaje N° 1.

En esta actividad aplicando la metodología “lluvia de ideas” se analiza que otros problemas se podrían plantear en la vida profesional que involucren conceptos de máximos y mínimos. Esta metodología pretende incentivar la generación de ideas creativas, ideas no habituales y un ambiente de aprendizaje de respeto por las ideas del otro, de no juicio, no crítica y libre pensamiento.

ACTIVIDADES DE DESARROLLO

En la Actividad 2 de la Práctica de Aprendizaje N° 1 el docente presenta en un ejercicio los Criterios de la Derivada Primera y de la Derivada Segunda para hallar Máximo y Mínimo.

Se realizan la Actividades Presenciales 3 a 9 de la Práctica de Aprendizaje N° 1, el docente actúa de guía durante el desarrollo de estas actividades.

Se requiere a los alumnos realizar las Actividades Extraúlicas, de carácter individual y obligatoria, que servirán de información al docente para evaluar en forma oportuna y continua el estado y/o dificultades de aprendizaje de los estudiantes. [7]

ACTIVIDADES DE CIERRE

Son las Actividades Presenciales correspondientes a la Práctica de Aprendizaje N° 2.

En las mismas se pide a los alumnos que en forma grupal, y con los conocimientos adquiridos hasta el momento, solucionen el problema significativo planteado al inicio de la Práctica de Aprendizaje N° 1 y además se plantea un nuevo problema para que encuentren su solución aplicando un método alternativo. El docente guía las actividades para llegar a la solución correcta en ambos casos.

De igual modo, que se hizo en la Práctica de Aprendizaje N° 1, las Actividades Extraúlicas sirven para realizar una evaluación continua del proceso de aprendizaje.

Finalmente se aborda la evaluación del tema en forma integral mediante una matriz

(rúbrica) cuyos componentes se detallan y se dan a conocer en forma oportuna a los estudiantes.

PRÁCTICA DE APRENDIZAJE N° 1 – APLICACIÓN DE LA DERIVADA

"APRENDEMOS A CALCULAR MÁXIMOS Y MÍNIMOS DE FUNCIONES"

Introducción:

***Fig. 2**. Invernadero*

"La producción de cierta hortaliza, en el invernadero que muestra la Fig. 2, se representa por Q(x) en kg y depende de la temperatura (x en °C) según la expresión:

$$Q(x) = (x+1)^2(32-x)$$

¿Cuál es la temperatura óptima a mantener el invernadero a fin de obtener la máxima producción? ¿Qué producción de hortaliza se obtendría de darse la temperatura óptima?"

En la vida profesional se nos presentan desafíos como este. En ellos se busca minimizar o maximizar el valor de una variable. Dicho en otras palabras, se trata de calcular el valor máximo o mínimo de una función, en nuestro caso, calcular el valor de la máxima producción para una temperatura óptima en el invernadero.

Otros ejemplos: minimizar el error en una medición, minimizar la cantidad de material para construir un contenedor, maximizar el volumen de un contenedor, minimizar el tiempo de espera o de recorrido, etc.

Las aplicaciones de la derivada son muy amplias; entre las más importantes se encuentran: localización de extremos (máximos y mínimos) de una función.

Trabajaremos para:

Saber....

Identificar máximos y mínimos, intervalos de crecimiento, decrecimiento de funciones

Hacer gráficos de funciones con GeoGebra

Saber hacer.....

Calcular Máximos y mínimo seleccionando criteriosamente la alternativa adecuada (derivada primera, derivada segunda)

Analizar e interpretar los resultados obtenidos en forma analítica

Analizar máximos y mínimos, crecimiento y decrecimiento de funciones en forma grafica

Saber ser.....

Responder con responsabilidad y compromiso las tareas propuestas

Desarrollar pensamiento crítico

Tener iniciativa personal y autonomía

Saber convivir con otros.....

Trabajar colaborativamente

Respetar los compromisos (tareas y plazos) contraídos con el grupo

Actividades Presenciales

1. Compartimos ideas respecto del problema planteado.
2. Recordamos conceptos de la clase teórica de Máximos y Mínimos. Identificamos estos conceptos en el ejercicio ejemplo que presenta el docente.
3. Conformar un grupo de 3 integrantes con sus compañeros de aula
4. En grupo determinar Máximos y Mínimos por Criterio de Derivada Primera, intervalos de crecimiento y decrecimiento de la siguiente función:

$$f(x) = x^3 - 6x^2 + 9x - 3$$

5. En grupo determinar Máximos y Mínimos por Criterio de Derivada Segunda para la misma función
6. Analizar y reflexionar grupalmente, las diferencia entre ambos criterios, cuando conviene aplicar un criterio u otro, etc.
7. Graficar la función en el programa GeoGebra (utilizar el celular o notebook). Actividad Individual
8. Validar en grupo los resultados obtenidos en los puntos 4 y 5 con la gráfica obtenida

en 7.

9. Esquematizar los pasos que se deben seguir para la determinación de máximos y mínimos de una función para cada uno de los criterios. Actividad Individual

Actividades Extraúlicas

10. Realizar las Actividades Propuestas en el Aula Virtual "Máximos y Mínimos" antes de la próxima clase presencial. Carácter obligatorio e individual. [5]
11. Para reafirmar Criterio de Derivada Primera visualizar el video, creado por la cátedra, "Criterio Derivada Primera", alojado en https://www.youtube.com/watch?time_continue=31&v=QgN7yhHkbSU
12. Para reafirmar Criterio de Derivada Segunda visualizar el Video "Máximos y mínimos en 5 sencillos pasos" alojado en https://www.youtube.com/watch?v=CZbA2ckCjXA&vl=es

Recursos

Material disponible en el Aula Virtual (Apuntes de Cátedra y Ejercitación)

Plataforma Aula Virtual UNSJ

Programa Power Point

Programa GeoGebra

Video (creado por la cátedra) "Criterio Derivada Primera" alojado https://www.youtube.com/watch?time_continue=31&v=QgN7yhHkbSU

Video "Máximo y mínimo en 5 sencillos pasos" alojado https://www.youtube.com/watch?v=CZbA2ckCjXA&vl=es

Tiempo y Forma de desarrollo

La práctica se desarrollará en forma Presencial + Virtual.

Tiempo a desarrollar la modalidad presencial: 90 minutos

Las actividades presenciales contemplan instancias grupal e individual.

Las actividades extraúlicas en forma individual.

CRITERIO DE EVALUACIÓN DE LA PRÁCTICA DE APRENDIZAJE N° 1.

Características: Evaluación Formativa (o de Proceso), Modalidad Escrita, No Presencial y Virtual

Para la Evaluación de la Práctica de Aprendizaje N°1 se tendrán en cuenta las actividades propuestas en el Aula Virtual "Máximos y Mínimos"

Alumno: El alumno puede realizar una autoevaluación ya que el Aula Virtual le proporciona esta posibilidad. Obtiene una nota cuantitativa de sus logros.

Docente: El docente analiza la información de los resultados logrados por los alumnos en las Actividades del Aula Virtual y de acuerdo a esto toma decisiones oportunas.

PRÁCTICA DE APRENDIZAJE N° 2 - APLICACIÓN DE LA DERIVADA

"APRENDEMOS A RESOLVER PROBLEMAS DE MÁXIMOS Y MÍNIMOS"

Introducción:

Nos proponemos analizar y resolver el problema presentado en la Práctica de Aprendizaje N°1 mediante las conocimientos, recursos y saberes adquiridos en el desarrollo dicha Práctica

¡Recordamos nuestro desafío!

"La producción de cierta hortaliza, en el invernadero que muestra la imagen, se representa por Q(x) en kg y depende de la temperatura (x en °C) según la expresión:

$$Q(x) = (x+1)^2(32-x)$$

¿Cuál es la temperatura óptima a mantener el invernadero a fin de obtener la máxima producción? ¿Qué producción de hortaliza se obtendría de darse la temperatura óptima?"

Trabajaremos para:

Saber conocer....

Identificar problemas de Máximos y mínimos relacionados con la carrera profesional

Saber hacer.....

Resolver problemas de máximos y mínimos seleccionando criteriosamente la alternativa más adecuada

Analizar e interpretar los resultados obtenidos en el contexto particular

Saber ser....

Responder con responsabilidad y compromiso las tareas propuestas

Desarrollar pensamiento crítico en resolución de problemas

Saber convivir con otros....

Trabajar colaborativamente

Actividades Presenciales

1. En base a los resultados obtenidos en la Evaluación de la Práctica de Aprendizaje

N° 1 (Virtual), el docente reflexiona junto a los estudiantes para tomar conciencia en cómo estamos y en que podemos mejorar, docentes y alumnos.

2. Conformar un grupo de 3 integrantes con sus compañeros de aula
3. Utilizar los conceptos aprendidos en la Práctica de Aprendizaje 1 y resolver el problema propuesto en la Introducción
4. Justificar el criterio que aplicaron en la resolución del mismo
5. ¿En el siguiente problema utilizaría el mismo criterio? Justificar

La cantidad de agua recogida en un reservorio para regadío, durante todo un año calendario y en millones de litros, como función del tiempo t (en meses), se puede modelizar a través de la expresión:

$$\frac{10}{(t-6)^2+1} \qquad 0 \leq t \leq 12$$

Indicar:

a) ¿En qué periodo de tiempo aumentó la cantidad de agua en el reservorio?

b) ¿En qué mes el reservorio presentó la cantidad máxima de agua? ¿Cuál fue dicha cantidad de agua?

Para comprender mejor el problema se sugiere lea el artículo “Reservorios de agua y riego por goteo en producciones agrícolas” alojado en https://inta.gob.ar/noticias/reservorios-de-agua-y-riego-por-goteo-en-producciones-horticolas

Actividades Extraúlicas

Realizar las Actividades Propuestas en el Aula Virtual “Algunas aplicaciones de la derivada en la vida profesional”

Recursos

Práctica de Aprendizaje N°1

Material disponible en Aula Virtual (Apuntes de Cátedra y Ejercitación)

Aula Virtual

Artículo “Reservorios de agua y riego por goteo en producciones agrícolas” alojado en https://inta.gob.ar/noticias/reservorios-de-agua-y-riego-por-goteo-en-producciones-horticolas

Tiempo y Forma de desarrollo

La práctica se desarrollará en forma Presencial + Virtual.

Tiempo a desarrollar la modalidad presencial: 50 minutos

Las actividades presenciales en forma grupal.

Las actividades extraúlicas en forma individual.

CRITERIO DE EVALUACIÓN DE LA PRÁCTICA DE APRENDIZAJE N° 2.

Características: Evaluación Formativa (o de Proceso), Modalidad Escrita y No Presencial

Para la Evaluación de la Practica de Aprendizaje N°2 se tendrán en cuenta las actividades propuestas en el Aula Virtual "Algunas Aplicaciones de la derivada en la vida profesional"

Alumno: El alumno puede realizar una autoevaluación ya que el Aula Virtual le proporciona esta posibilidad.

Docente: El docente analiza la información de los resultados logrados por los alumnos en las Actividades del Aula Virtual y de acuerdo a esto toma decisiones oportunas.

EVALUACIÓN FINAL PRÁCTICAS DE APRENDIZAJE 1 Y 2

Características: Evaluación Sumativa (o de Producto), Modalidad Escrita y Presencial, Individual

En la Tabla 1 se muestra la rúbrica donde se indican los criterios de evaluación adoptados.

» Tabla 1. Rúbrica

RÚBRICA (MATRIZ DE EVALUACIÓN)

TEMA A EVALUAR APLICACIONES DE LA DERIVADA
TIPO DE EVALUACIÓN: SUMATIVA, ESCRITA, INDIVIDUAL, PRESENCIAL

CRITERIO	Peso	Nivel 1	Nivel 2	Nivel 3	Nivel 4	Puntuación Final
Identifica Datos del Problema		No identifica los datos del problema	Identifica datos del problema, pero no el objetivo del problema	Identifica datos y objetivo del problema pero no lo expresa con claridad	Identifica datos y objetivo del problema con claridad	
Ponderación	35%	0	20	30	40	
Selecciona el criterio adecuado		No selecciona el criterio adecuado para resolver el problema	Selecciona el criterio adecuado para resolver el problema pero no lo aplica	Selecciona el criterio adecuado y lo aplica pero no lo hace con claridad	Selecciona el criterio adecuado y lo aplica con claridad y precisión	
Ponderación	40%	0	15	25	35	
Interpreta el resultado		No da el resultado del problema	El resultado es incompleto/incorrecto	Da la solución numérica del problema	Da la solución numérica y gráfica del problema	
Ponderación	25%	0	10	15	25	
	100%					

Tabla 1. *Rúbrica*

CONCLUSIONES Actualmente se requiere que los egresados no solo sean expertos en una disciplina, sino que desarrollen competencias tecnológicas y sociales. Con esta propuesta didáctica se logra la participación activa de la persona en el proceso de aprendizaje, siendo reflexiva, con autoconciencia y autocontrol. Favoreciendo el aprender a aprender y aprender a pensar se logra que los estudiantes sean autónomos en la adquisición de su conocimiento y puedan transferirlo a otros ámbitos de su vida.

Apreciamos que los estudiantes superan con mayor facilidad y más rápidamente los obstáculos de aprendizaje y que esta metodología sirve a los profesores para conducir mejor el proceso de enseñanza haciendo hincapié en los aspectos relevantes del tema. [8] [9]

Una ventaja de esta metodología es el trabajo colaborativo que realizan los alumnos entre sí y con el profesor, generándose discusiones de ideas en la clase, que son excelentes para mostrar los conceptos del tema.

Los alumnos que realizan el proceso, desarrollando las actividades propuestas, son motivados a buscar en otras fuentes de información y a realizar comprobaciones de resultados en internet, lo que favorece al desarrollo de sus capacidades digitales y es un beneficio a sumar a esta metodología.

Con la implementación del modelo de Aprendizaje Activo y Centrado en el Estudiante

adoptado en ambas Prácticas de Aprendizaje se está preparando al alumno para que pueda abordar situaciones de resolución colaborativa, reflexionar sobre sus ideas, perfeccionar su capacidad de análisis y fortalecer su capacidad de pensamiento crítico. Competencias necesarias para prosperar y triunfar en la vida y el trabajo. [2]

AGRADECIMIENTOS Este trabajo ha sido financiado por la facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de San Juan. •

🕮 REFERENCIAS

[1] R, Gamboa Araya (2007) "Uso de la tecnología en la enseñanza de las matemáticas" Cuadernos de investigación y formación en educación matemática [On-line] año 2, número 3, pp. 11 -44 Disponible: www.cimm.ucr.ac.cr/rgamboaaraya

[2] Cynthia Luna Scott. "El Futuro del Aprendizaje 2. ¿Qué tipos de aprendizaje se necesita en el siglo XXI?" *Investigación y prospectiva en educación*. UNESCO, 14 de noviembre de 2015.

[3] Cynthia Luna Scott. "El Futuro del Aprendizaje 3. ¿Qué tipos de pedagogías se necesitan para el siglo XXI?" *Investigación y prospectiva en educación*. UNESCO, 15 de diciembre de 2015.

[4] P. Mishra; M. J. Koehler. "Technological Pedagogical Content Knowledge: A new framework for teacher knowledge." *Teachers College Record,* Vol.108, No. 6, 1017-1054, 2006.

[5] James Stewart. *Cálculo de varias variables. Trascendentes tempranas*. (Séptima edición). Cengage Learning Editores, S.A., 2012

[6] Consejo Federal de Decanos de Ingeniería de la República Argentina. Rosario, 1 de junio de 2018. *Propuesta de estándares de segunda generación para la acreditación de carreras de ingeniería en la República Argentina. "Libro Rojo de CONFEDI".*

[7] J. Touron. "TPACK: un modelo para los profesores de hoy." Internet: www.javiertouron.es, 2006

[8] H. Barrantes (2006). "Los obstáculos epistemológicos." *Cuadernos de Investigación y formación en educación Matemática.* [On-line] año I, número 2. Disponible: www.cimm.ucr.ac.cr/hbarrantes

[9] G. Brousseau. "Les obstacles épistémologiques et les problèmes en mathématiques." *Recherches en didactique des mathématiques*. Vol. 4. Núm. 2. p. 164-197, 1983.

Evaluación de competencias complejas en el tema óptica geométrica

Demichelis, Norma Beatriz - normademichelis@gmail.com
Lescano, Adriana de Lourdes - lescanoadri@gmail.com

Facultad Regional Rafaela - Universidad Tecnológica Nacional

RESUMEN · El objetivo del presente artículo consiste en trabajar sobre la importancia de la implementación de competencias dentro del plan curricular del ciclo general de conocimientos básicos, con el fin de potencializar en el estudiantado el desarrollo de ciertas habilidades y destrezas dentro del contexto social y en el entorno educativo.

Se ha reflexionado acerca de cómo se pueden desarrollar y evaluar competencias complejas en el espacio curricular Física I y se expondrá un caso en el que se aplican temas de Óptica Geométrica.

La actividad se desarrolló en la Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Rafaela, para ello el grupo de docentes, del que se forma parte, seleccionó del programa de la materia, los contenidos de óptica. Se plantearon objetivos que permitieran desarrollar competencias y se diseñó una estrategia didáctica completa, que incluye la evaluación del tema.

Palabras clave — Competencias, educación superior, ingeniería, óptica

ABSTRACT · The objective of this article is to work on the importance of implementing the competences within the curricular plan of the general cycle of basic knowledge, with the purpose of strengthening in the student the development of certain skills and abilities within the social context and in the educational environment.

It has been reflected on how complex competences can be developed and evaluated in the subject Physics I and we are going to show a case in which Geometric Optics topics are applied.

The activity was developed in the National Technological University, Rafaela Regional Faculty, for this the group of teachers, of which is part, selected from the program of the subject, the contents of optics. Objectives that allowed to develop competences were set and a complete didactic strategy was designed, which includes the evaluation of the topic.

Keywords — developing competences, higher education, engineering, optics

»

INTRODUCCIÓN Y FUNDAMENTACIÓN

El proyecto Alfa Tuning [1] define competencia como las "capacidades que todo ser humano necesita para resolver, de manera eficaz y autónoma, las situaciones de vida. Se fundamentan en un saber profundo, no sólo saber qué y saber cómo, sino saber ser persona en un mundo complejo cambiante y competitivo."

Desarrollar el pensamiento complejo, implica que el estudio de un fenómeno se puede hacer desde dos perspectivas: holística y reduccionista. La primera, se refiere a un estudio desde el todo múltiple, y la segunda a un estudio desde las partes. Los desafíos en la educación son los dirigidos a aplicar metodologías y estrategias de enseñanza que tiendan a una educación transdisciplinaria y al desarrollo de habilidades metacognitivas, más que a acumulaciones de conocimientos de hechos. Saber qué hacer con lo que se sabe, formación de pensamiento esencialmente científico, apertura al pensamiento intuitivo, creatividad, formación de valores, dar respuesta a las necesidades de diversos agentes sociales, etc. En síntesis, desarrollar competencias para el Desarrollo Humano Integral.

Las competencias se dividen en tres grupos [2]:

"Competencias Básicas están referidas a los conocimientos, procedimientos, destrezas y actitudes fundamentales para el desarrollo de otros aprendizajes

Competencias Transversales están referidas a la capacidad para regular sus propios aprendizajes, aprender solos y en grupo, y resolver las dificultades a que se ven enfrentados durante el transcurso del proceso de aprendizaje

Competencias Específicas Referidas a un conjunto de capacidades relacionadas entre sí, que permiten desempeños satisfactorios en el estudio de las carreras"

Las competencias favorecen el desarrollo de una educación integral al incluir las dimensiones del ser humano: saber, saber hacer y saber ser y estar; son un referente para la superación de una enseñanza tradicional, trabajar con competencias implica asumir una realidad en la que se apliquen problemas integradores, basados en casos de la vida cotidiana.

La importancia de estas competencias se deriva de la naturaleza de sus propias características, es decir: son multifuncionales, transversales, hacen referencia a un orden superior de complejidad mental y son multidimensionales [3].

Vucht Tijssen y De Wert [4] entienden que la educación superior no debe contentarse con la mera transmisión de la ciencia, planteando la necesidad de ir más allá de la racionalidad instrumental. Reducir los contenidos de una asignatura a actividades tan elementales del tipo observar y medir o leer y aplicar fórmulas sería excesivamente simple y pobre, pues

existe todo un conjunto de habilidades de investigación, de destrezas comunicativas, de trabajo en equipo, de estrategias cognitivas, etc., que con toda probabilidad son más fértiles y permiten en mayor medida la generación de nuevos aprendizajes.

Bajo estos preceptos desde la cátedra se propone una actividad que permita al estudiante aplicar los saberes trabajados en la clase a la observación e interpretación de fenómenos habituales relacionados con los modelos teóricos estudiados y desarrollar competencias, fundamentalmente básicas y transversales.

METODOLOGÍA La Facultad Regional Rafaela de la UTN tiene una estructura curricular en la cual la mayoría de las materias se dictan en forma cuatrimestral, el tema Óptica Geométrica, pertenece a Física I y se dicta en el segundo cuatrimestre del primer nivel de las especialidades de ingeniería. La cantidad de alumnos que se inscribe anualmente esta entre cien y ciento veinte estudiantes, el número de recursantes representa el 10% de los inscriptos.

Se presenta a continuación la estrategia didáctica completa en la cual se trabajó sobre la planificación, planteando objetivos por competencias, el diseño de la clase que permitiera su desarrollo y la evaluación.

Las competencias que se planean como objetivos al dictar los contenidos de óptica son los siguientes:

- Analizar y abstraer, los contenidos relacionados con las leyes de reflexión y refracción.
- Aplicar los conocimientos de óptica a un problema concreto, y poder transferirlo a nuevas situaciones planteadas.
- Reconocer y fundamentar las diferencias entre los modelos teóricos y la realidad.
- Organizar y planificar el tiempo para cumplir con los aspectos formales.
- Comunicar en forma oral y escrita los temas de la disciplina para que puedan expresarse con propiedad.
- Desarrollar habilidades para buscar, procesar y analizar información procedente de fuentes diversas.
- Perfeccionar su capacidad crítica y autocrítica para modelar su idoneidad profesional.
- Estar capacitado para trabajar en equipo y para tomar decisiones.
- Desarrollar su creatividad inherente al perfil profesional.

Durante la clase se comienza a explicar el tema en forma tradicional, luego se propone

el trabajo con una simulación y se realizan varias preguntas que incentivan la participación y el debate entre los estudiantes, también se resuelven problemas de lápiz y papel que posibilitan el análisis de casos simples y complejos con relación a la marcha de rayos, la incidencia de los distintos índices de refracción y la formación de imágenes en cuanto a espejos planos, curvos y lentes.

También se deja material adicional relacionados con algunos instrumentos ópticos que pueden resultar de interés de los estudiantes, como ser enfermedades del ojo, microscopios, etc.

Al finalizar el tema se los invita a trabajar en una exposición fotográfica, la participación es obligatoria ya que forma parte de la evaluación del contenido, se les da un plazo de tiempo para que tomen fotografías en las que se puedan apreciar las leyes de la refracción y difracción vistas durante el cursado. El trabajo es grupal, los grupos se componen de cuatro estudiantes.

La fotografía se entrega acompañada de un informe escrito detallado, en el que se explican las leyes utilizadas y de la metodología necesaria para la obtención de la imagen.

Pueden capturar imágenes naturales o efectuar un montaje (utilizando espejos, lentes, etc.) que les permita evidenciar los fenómenos que quieren mostrar a través de su presentación. No se permite la edición de la fotografía.

La muestra, que es expuesta en un salón de la facultad, es evaluada en sus aspectos teóricos por los docentes de la cátedra y un docente invitado, que es Doctor en Física, investigador y que también trabaja en la Casa de Estudios. La parte artística es evaluada por fotógrafos profesionales reconocidos de nuestro medio. Los alumnos están presentes para dar las explicaciones pertinentes a los evaluadores.

Algunos trabajos efectuados en 2018 se presentan a continuación:

La figura 1: “Copas Locas” En esta imagen se puede observar que la secuencia de colores de la tabla que se encuentra detrás intercambia su posición cuando las copas se encuentran con agua. Este fenómeno es la refracción de la luz al pasar por distintos medios; la copa actúa como una lente; también se puede observar el cambio de dirección de la línea negra que separa a la paleta de colores. Esta escena se obtuvo a través de un montaje en el que se utilizó luz natural.

***Figura 1**: Copas Locas, ganadora de la muestra*

La figura 2: "Campanario encampanado". La fotografía fue tomada en la ciudad de Esperanza (Santa Fe), con el objetivo de capturar un objeto de gran dimensión, como lo es la Basílica de la Natividad. La imagen fue capturada a través objeto diminuto como la perilla de un recipiente de pastelería.

Para una mejor apreciación de los fenómenos ópticos se presenta con una rotación de 180° ya que en el cuerpo de la perilla se encuentra una doble lente convexa que genera una percepción real, invertida y reducida del objeto que en este caso sería la estructura de la basílica. también puede visualizar es una refracción ya que se modifica la dirección de las ondas cuando éstas pasan de un medio a otro.

***Figura 2**: Campanario encampanado*

La figura 3: “La rueda.” La imagen muestra una bicicleta estacionada sobre un charco de agua, a simple vista pareciera apreciarse que la rueda está doblada, pero esto no es así.

Debido a las leyes de la reflexión y refracción de la luz se puede ver la distorsión en la forma de la rueda de la bicicleta, que se ve perfectamente reflejada en el charco de agua.

***Figura 3**: la rueda*

Los trabajos realizados por los distintos grupos de estudiantes estuvieron bien logrados, en cuanto a la creatividad, la transferencia de conceptos de una situación a otra y la integración de contenidos.

También se obtuvieron muy buenos informes y una adecuada presentación oral.

El trabajo práctico se desarrolló de manera amena, hasta divertida, la propuesta tuvo una valoración positiva por parte de los estudiantes.

CONCLUSIONES Durante el trabajo se hizo un seguimiento que permitió ir evaluando los logros de las competencias propuestas. Para ello se organizaron reuniones de consulta en las que participó el equipo docente que respondió todas las dudas que fueron surgiendo, en algunos casos se facilitó material de lectura complementaria. También se registró en planillas la cantidad y calidad de preguntas efectuadas por los estudiantes.

Por otro lado, los evaluadores científicos analizaron los informes completando una

rúbrica que contenía todas las competencias evaluadas y los evaluadores artísticos redactaron un informe breve sobre cada una de las fotografías.

Cada diseño conlleva un análisis y profundización de los contenidos relacionados con las leyes de reflexión y refracción. Para lograrlo, en la mayoría de los casos, fue necesario buscar, procesar y analizar información procedente de distintas fuentes bibliográficas.

Los alumnos que realizaron montajes para luego fotografiarlos tuvieron que aplicar sus saberes de óptica y transferirlos al trabajo práctico planteado en donde intervinieron objetos de la vida cotidiana.

En varios casos tuvieron que reconocer y fundamentar las diferencias entre los modelos teóricos y la realidad que mostraba la fotografía.

Un tema no menos importante para los estudiantes fue organizar y planificar el trabajo para cumplir con el tiempo de entrega.

Los informes mostraron una adecuada redacción, utilización del lenguaje científico, pertinente fundamentación y conclusiones.

Se pudo notar que la exposición oral fue clara y en la misma participaron todos los estudiantes que trabajaron en las producciones.

Así mismo consideramos que este tipo de trabajos contribuye a desarrollar la creatividad de los alumnos.

Por último, queremos destacar el excelente ambiente de trabajo, una mejora en la comunicación entre los estudiantes y también con el cuerpo docente, por eso esperamos poder continuar con propuestas innovadoras que generen un ambiente acogedor para todos los actores universitarios. •

🕮 REFERENCIAS

[1] Reflexiones y Perspectivas de la Educación Superior en América Latina. Informe Final. Proyecto Tuning. España: Universidad de Deusto. 2007

[2] A. I. Cerato y M. Gallino. “Competencias genéricas en carreras de ingeniería”. Ciencia y Tecnología, vol.13, pp. 83-94. 2013. [pdf]. Internet: https://www.palermo.edu/ingenieria/pdf2014/13/CyT_13_06. [Feb. 2, 2019]

[3] D.S. Rychen y L.H. Salganik. *Defining and Selectin Key Competencies*. Gótingen, Germany: Hogrefe&Huber. 2001

[4] L. Van Vucht Tijssen y E. De Wert . “From Erudition to Academic Competence”. Revista Española de pedagogía, vol. 63, no 230, pp.123-146. 2005.

“Dinámica de las Rotaciones” mediante un trabajo práctico de laboratorio

Recurso didáctico tradicional y TIC para la enseñanza de la medición, el análisis y la comparación utilizando, de manera efectiva, las técnicas y herramientas de aplicación en la Ingeniería.

Monzón, Graciela Susana - gmonzon@ingenieria.uner.edu.ar
Fríes, Exequiel Rodrigo - efries@ingenieria.uner.edu.ar
Di Paolo, José - jdipaolo@ingenieria.uner.edu.ar
Avila Romero, Hugo - havila@ingenieria.uner.edu.ar
Zink, Ivana Micaela - mzink@ingenieria.uner.edu.ar

Facultad de Ingeniería - Universidad Nacional de Entre Ríos

RESUMEN · En este artículo se describe un trabajo práctico de laboratorio para la enseñanza de dinámica de las rotaciones, haciendo eje en la metodología, desarrollo y evaluación continua del mismo. En este caso particular se contrasta el uso de TIC y un recurso más tradicional (cronómetro manual). Se analizan las competencias y habilidades que ponen en juego y que se reconocen en el informe presentado por los estudiantes de primer año de ingeniería.

Palabras clave — Trabajo práctico de laboratorio, dinámica de las rotaciones, TIC, competencias.

ABSTRACT · This article describes a practical laboratory work for the teaching of rotational dynamics, focusing on the methodology, development and continuous evaluation of it. In particular case, the use of ICT and a traditional resource (manual timer) are contrasted. The competences and skills that are put into play are analyzed and recognized in the report, presented by the first-year engineering students.

Keywords — Practical laboratory work, Rotation dynamics, ICT, Competencies.

»

INTRODUCCIÓN

La enseñanza de la Física Mecánica en primer año de Ingeniería plantea numerosos desafíos, más aún cuando el docente advierte la necesidad de formalizar y fomentar las competencias consideradas pertinentes a un estudiante de Ingeniería que debería poder acreditar y dar muestras de su dominio.

Ante las evidencias reiteradas de la ausencia de competencias necesarias y básicas -falta de comprensión de textos, deficientes habilidades para comparar resultados, escasa formación en redacción de textos, más aún en formato técnico-, como también de una acreditación desordenada y no pertinente de los mismos, y en pos de la promoción del aprendizaje significativo según los parámetros que exige la universidad, se hizo necesario iniciar acciones para lograr revocar dicha realidad, reflexionando hacia el interior de la Cátedra sobre posibles metas que colaborarán en la concreción de objetivos superadores para los estudiantes. Esto, en tanto y en cuanto, les permitiera aprehender algunas competencias mínimas en un primer año de Ingeniería, como puntapié inicial para alcanzar otras

más profundas y complejas.

El presente trabajo pretende socializar la experiencia docente de la Cátedra Física Mecánica destinada al proceso de enseñanza y aprendizaje, desde lo experimental, con el firme propósito de indagación, promoción y logro de competencias tales como: la comparación de resultados, el análisis de una experiencia por diversas metodologías, manejo de instrumental de medición, habilidades en la comunicación escrita -informe técnico-, y sin perder de vista el trabajo grupal, fomentando el trabajo colaborativo, a pesar de enmarcarse en una planificación por contenidos.

ANTECEDENTES Las acciones que se detallan a continuación, tuvieron un desarrollo manteniendo siempre la modalidad de trabajos prácticos de laboratorio (TPL) a partir de antecedentes realizados con distintos propósitos: misma temática y recursos didácticos (un trabajo de cinemática de las rotaciones) o dos temáticas distintas (dos trabajos: uno de cinemática lineal y otro de cinemática rotacional) y confrontando distintos recursos didácticos Manual - cronómetro, cinta métrica y calibre- , con Tecnologías de la Comunicación y la Información (TIC) -dispositivo registrador de datos PASCO y con cámara de video- en ambos, oportunamente presentado como trabajo de investigación de la Cátedra [3]. También, corresponde mencionar que se han realizado, con cohortes anteriores, trabajos donde se les propuso un TPL con distintas estrategias como la resolución de problemas abiertos [1].

Todas las acciones que se realizaron, se fundamentaban en la inquietud que se manifestó, en el interior de la cátedra, de indagar sobre diversos aspectos del aprendizaje de los ingresantes: las ideas previas, procedimientos, aprendizajes, formas de comunicación, aplicación de TIC, comparación de metodologías, confrontación de posibilidades y bondades/ventajas/fortalezas de la aplicación de metodologías, utilización de instrumentos, interpretación de resultados, toma de decisiones, análisis de resultados, evaluación de procederes, elaboración de conclusiones, protocolos de trabajo en grupo, existencias de jerarquías dentro de las organizaciones grupales y grados de colaboración, entre otros.

PROPUESTA DE TRABAJO PRÁCTICO DE LABORATORIO REALIZADO La propuesta que se describe, se concretó desde el propósito de optimizar los resultados que se obtuvieron en las ofertas realizadas en años anteriores [1] de características semejantes y atendiendo a las variables tiempo y cantidad de estudiantes ingresados durante el año 2018.

En la asignatura Física Mecánica, de cursado anual, de la carrera Ingeniería, la cátedra decidió organizar el aprendizaje por medio de TPL desde una posición que permitiera al

estudiante acceder al desarrollo de habilidades que se correspondiera con su futura vida profesional, intentando ayudarles desde ocasiones tempranas a desarrollar las competencias mencionadas.

Durante el cursado 2018, se desarrollaron cuatro TPL de manera grupal, en grupos de 3 a 5 estudiantes para un total de 137 estudiantes, repartidos en cuatro comisiones. A dicha cantidad de estudiantes, se los organizó trabajando en grupos -con una distribución mantenida desde el inicio de clases-. El denominado: TPL N°4: "Dinámica del movimiento de Rotación", estuvo pautado según un cronograma que lo ubicaba en las últimas semanas del segundo cuatrimestre. Corresponde identificar los Objetivos planteados en la Guía del TPL:

- Analizar el movimiento rotacional uniformemente acelerado que experimenta un cuerpo rígido.
- Construir, a partir del modelo real, los diagramas de cuerpo libre de los cuerpos en movimiento.
- Establecer la relación entre el momento torsor $\boldsymbol{\tau}$ y la aceleración angular α del movimiento rotacional.
- Aplicar la teoría de incertezas en las mediciones de laboratorio.
- Inferir las aproximaciones del modelo matemático y los resultados obtenidos.

Los mismos se fundamentaron en un propósito: determinar si el uso de las TIC (en este caso cámara de filmación y software Kinovea para el análisis), en trabajos prácticos de laboratorio, favorece en mayor manera, o no, el aprendizaje significativo de contenidos, versus la utilización de instrumental tradicional, como lo es un cronómetro y cinta métrica. En los párrafos siguientes se relata la metodología implementada en este TPL; la misma puede resumirse en la Figura 1 que describe temporalmente las actividades realizadas y el material utilizado o generado.

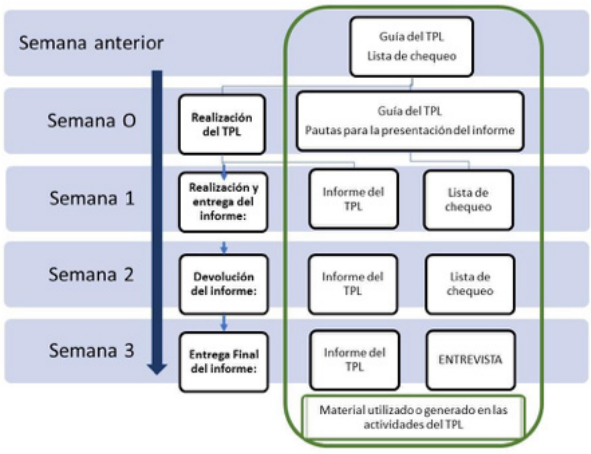


Figura 1. *Metodología y material del TPL*

A tal fin, se puso a disposición una guía de actividades o *Guía del TPL* y una *Lista de chequeo,* en la plataforma online y en forma física, resultando de fácil acceso. En ella se detallaron las consignas a seguir en un ámbito destinado a laboratorio. Oportunamente, se trabajó en una semana (semana 0), en la consecución de las actividades previstas en las mismas, realizando todas aquellas que estaban destinadas a la medición. La condición necesaria y suficiente era que tuvieran libertad condicionada a sus saberes, para concretarlas en tiempo y forma.

Cada uno de los grupos, atendiendo a las premisas, terminó la primera etapa de medición, directa e indirecta, de todas las magnitudes físicas involucradas. Ante el mismo procedimiento, detallado en la *guía del TPL*, la diferencia surgió cuando debieron obtener valores de tiempos de un mismo evento midiendo manualmente y también, con una cámara de vídeo -filmando a 120 fps-) y una PC, provista de un software para el análisis de las imágenes (Kinovea 0.8.15) -software de uso gratuito- que informaba o funcionaba como "cronómetro electrónico"; haciéndose imprescindible la definición del usuario de posiciones sobre las imágenes cada vez que consideraban una medida. Por otro lado, resaltamos que también se podía utilizar un video a 30 fps, pero la mayoría de celulares de gama media ya supera los 120 fps en sus videos de cámara lenta y muchos estudiantes los poseen, además se encuentran familiarizados con su utilización.

Estando simultáneamente estudiantes de primer año, que realizaban las actividades, docentes y alumnos auxiliares que observaban monitoreando y tutorando las actividades planteadas por el TPL, se intentó identificar en el momento las posibles dificultades o aciertos en el desafío de resolver las distintas situaciones del TPL con los diferentes recursos didácticos expuestos con anterioridad.

A continuación, se les solicitó que comenzaran a establecer relaciones entre los resultados obtenidos y establecieran conclusiones in situ, sin retirarse de la clase, teniendo así la oportunidad de concretarlas colaborativamente ante la presencia total de los compañeros de realización del trabajo práctico y la guía de los docentes.

Corresponde mencionar que el acompañamiento guiado durante el devenir del trabajo práctico, en forma simultánea al desarrollo del TPL, permitió que se pudiera recuperar información de cada uno de sus procederes individual y grupal e intervenir, si era necesario ocasionalmente en pos de que pudiesen continuar y finalizar eficazmente la tarea.

Durante la semana siguiente se dispusieron de clases de consulta a fin de ayudarlos a elaborar el informe técnico o *Informe del TPL* correspondiente y pudieran utilizar una Lista de chequeo (ver más adelante) sobre los puntos a evaluar de éste, tal como se les solicitó,

para los tres TPL anteriores al presente.

En dicho intervalo de tiempo los estudiantes podían asistir, como grupo, a los horarios de consulta que la Cátedra dispone durante el año lectivo, a los fines de dialogar y recibir respuesta a inquietudes, dudas, procederes, toma de decisiones, entre otros, que les permitiera redactar el informe que daría cuenta del TPL realizado.

En el siguiente encuentro -una semana más tarde- se procedió a recibir los informes redactados por cada grupo para disponer de los mismos y continuar con su evaluación.

Luego de transcurridas dos semanas, se les realizó una devolución oral y escrita sobre el informe técnico presentado, resaltando las dificultades observadas, las correcciones técnicas necesarias, y análisis de resultados erróneos. En consecuencia, se les proporcionaba una semana para atender a las observaciones pertinentes y lograr un informe aprobado.

Luego de tres semanas, se devolvieron los informes a la totalidad de los estudiantes y se aprovechó dicha oportunidad para entrevistarlos sobre el trabajo presentado, solicitándoles un relato de los acontecimientos que ocurrieron durante el desarrollo correspondiente de cada modalidad.

En la Entrevista, se intentaba que detallaran en forma grupal sus preocupaciones, formas de organización, análisis de su accionar, identificación de otras posibles formas de trabajo, administración del tiempo, organigrama de tareas, dificultades en acordar acciones, justificación en la toma de decisiones y participación activa o pasiva. También, en dicha ocasión se los instaba a justificar lo escrito, o no, en los informes, reconocer su responsabilidad en la redacción de los mismos, elaborar reflexiones sobre los errores cometidos y aciertos logrados, revisar cálculos, interpretar gráficas y esquemas, descubrir relaciones entre magnitudes físicas, identificar la rigurosidad en la comunicación de lo académico que subyace en toda ciencia, desterrar prejuicios intuitivos, poner en cuestión sus propias ideas, lograr un aprendizaje mancomunado y analizar conclusiones que favorezcan la explicación de los fenómenos físicos, sosteniéndose en los marcos teóricos propios de la Física. Y por último, se les solicitaba una opinión o preferencia respecto a los recursos didácticos que tuvieron a disposición, fundamentada desde el reconocimiento de las bondades y falencias de las mismas.

MEDICIONES EN EL TPL En la Figura 2 se presenta un esquema del equipo utilizado, el sistema rotacional de marca PASCO, sin el uso del sistema electrónico de medición. Consta de un disco sólido de 1,400 kg y de 22,5 cm de diámetro que se conectó mediante una cuerda inextensible –enrollada en un carretel de diámetro conocido- a una pesa de

200 g; en el procedimiento de medición se liberó el sistema desde el reposo y se lo observó girar hasta completar 5 vueltas completas. Es importante señalar que esta experiencia se puede reproducir con cualquier disco similar montado sobre un cojinete de bolillero, o con una rueda de bicicleta.

Analizaron el sistema de dos maneras: 1) teóricamente y mediante los diagramas de cuerpo libre, aplicando la segunda ley de Newton a las rotaciones determinando la aceleración angular del sistema, para luego comparar con 2) la situación experimental, donde se midió la aceleración angular de forma cinemática. Esta última se midió indirectamente de dos maneras: "manual" utilizando un cronómetro, un punto de referencia y contando las vueltas realizadas por el disco; y con el uso de una "cámara" de video, mediante el análisis de la filmación mediante el software Kinovea [2] -este método logra una precisión similar al cronómetro electrónico.

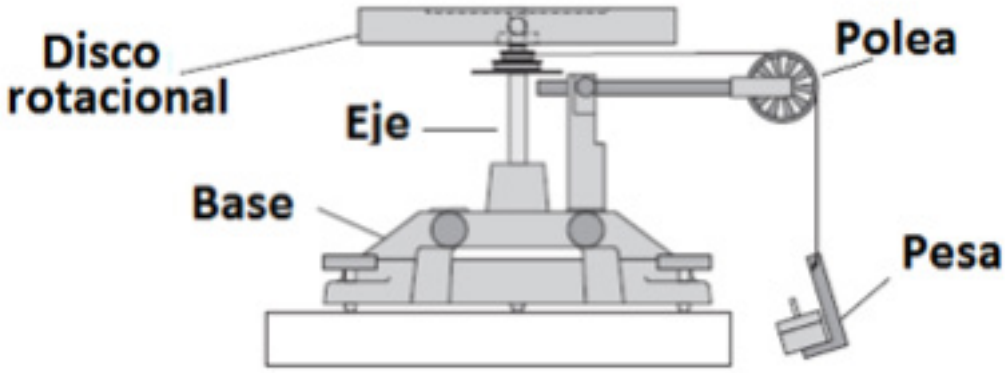


***Figura 2**. Esquema del equipo utilizado.*

Luego de una breve explicación, manipularon correctamente la cámara, utilizando funciones particulares como velocidad de origen (fps), enfoque, modificación del plano de video y zoom, para completarlo con un análisis, mancomunado y voluntario, de cada filmación en distintas PC, propias o del laboratorio de Física.

Un ejemplo de ello fue que, sin influenciar la necesidad de un gran nivel de participación oportuno, se logró cumplir con la elevada concentración requerida a la hora de discriminar fehacientemente los desplazamientos entre las posiciones. Los datos, observaciones y materiales recolectados fueron:

1. los apuntes de las observaciones realizadas por los docentes y auxiliares que presenciaron el desarrollo de los trabajos prácticos;
2. los informes finales redactados por los estudiantes;
3. las conclusiones elaboradas en cada uno de estos informes;

4. las entrevistas realizadas y grabadas en formato de video.

Se consideró que la información recopilada por las distintas modalidades, se complementaron oportunamente y permitió la construcción de una tendencia cuando se encontraron puntos de coincidencia.

ACTIVIDADES DEL TPL Y LISTA DE CHEQUEO Para que verificar la realización de las actividades solicitadas en la *Guía del TPL*, que deberían incorporarse al *Informe del TPL* correspondiente, los estudiantes utilizaron una Lista de chequeo elaborada por los docentes, en función del TPL particular. En la misma se distinguen los ítems a verificar por los alumnos, de formato (publicado en las Pautas para presentación de informes, de actividades (mediciones y resultados) y de conclusiones (comparaciones y análisis de resultados).

La tabla 1 presenta *Lista de chequeo elaborada,* la cual les sirve como una guía de control de todo lo que deben realizar y entregar en el *Informe del TPL* N° 4. En A) corresponde: Autoevaluación (completar por estudiantes) SI/ NO, en B) corresponde: Primera entrega (para completar por JTP), y en C) corresponde: Condición Final (para completar por JTP).

Conceptos a tener en cuenta		**Se debe incluir y chequear**	**A**	**B**	**C**
Formato	Carátula	Posee todos los datos con formato de las pautas y logo de la FIUNER.			
	Introducción	Breve explicación del tema que se informa en el trabajo. Identificación de las magnitudes a medir y mención de los objetivos.			
	Objetivos	Todos los objetivos planteados por la cátedra.			
	Fundamento teórico	La teoría suficiente y acorde a los objetivos planteados.			
	Texto justificado	Texto justificado.			
	Encabezado	Encabezado con los datos indicados.			
	Pie de página Nro. de páginas	Pie de página/ Nro. de página y apellidos de integrantes del grupo.			

Conceptos a tener en cuenta		Se debe incluir y chequear	A	B	C
Datos	Expresión de los datos: masa (M) y radio (R) del disco, radio (r) de la bobina.	Datos expresados correctamente, con su unidad, incerteza y cifras significativas. Simbología correspondiente y coincidentes en todo el TPL.			
	Tabla de tiempos, medidos con cronómetro manual y video filmación.	Información, necesaria y suficiente, (identificación de magnitudes, con su unidad, apreciación y símbolo). Valor promedio en cada caso.			
Actividad	Cálculo del momento de inercia del disco según la distribución geométrica de su masa.	Cálculo del momento de inercia. Fundamentación de la selección y uso de la fórmula de I. Expresión del valor con su incerteza. Inclusión de los cálculos necesarios para la propagación de incertezas. Expresión de las medidas con las cifras significativas adecuadas para la incerteza calculada. Distinción destacada de la medida.			
	Comparación de momentos de inercia según ítem -b).	Comparación correcta de los valores requeridos. Cálculo de la diferencia porcentual entre ellos. Justificación de la elección de I.			
	Planteo dinámico de la experiencia. (DCL, ecuaciones y expresiones de la aceleración angular y la tensión).	Realización de los diagramas de cuerpo libre del disco y de la pesa. Expresión de las ecuaciones de dinámica rotacional. Elaboración de las ecuaciones solicitadas y resaltadas respecto del resto del texto. Análisis del peso de las variables.			
	Cálculo de la aceleración angular dinámica, tensión y torque.	Inclusión de los cálculos de α dinámica y torque neto.			

Actividad	Determinación matemática de la relación aceleración angular con la masa y el radio de la bobina	Establecimiento de la relación matemática entre α dinámica y masa m. Relación entre α dinámica y radio r.			
	Cálculo de , σ y E para tiempos manual y cámara.	Presentación de cálculos realizados para obtener el promedio, σ y E para cada serie de medidas, una tabla. Expresión de la medida del tiempo promedio con su incerteza.			
	Expresión de las medidas de aceleración.	Expresión correcta, según los criterios de la cátedra, de las medidas realizadas: α:dinámica, manual y con cámara. Destaque de los valores obtenidos.			
	Desplazamiento angular	Expresión correcta de la relación de la posición angular y su incerteza			
	Gráficas	Inserción de las gráficas realizadas en hoja milimetrada, identificando las magnitudes representadas en los ejes, unidad representada y escala correspondiente.			
Conclu- sión	Comentarios sobre los resultados obtenidos, y de los no logrados, según los objetivos. Análisis de las posibles fuentes de incertezas.	Inclusión de comentarios resultados obtenidos, y de los no logrados, según los objetivos. Análisis de las posibles fuentes de incertezas y procedimiento a realizar para optimizar resultados.			
	Análisis de la comparación de precisión y diferencia porcentual entre las medidas del momento de inercia.	Elaboración de conclusiones relevantes a la precisión y diferencia porcentual de los momentos de inercia del disco.			
	Análisis de los resultados obtenidos en la comparación entre las medidas de las aceleraciones angulares α .	Elaboración de conclusiones relevantes respecto a los valores obtenidos de las $\alpha_{dinámica}$, α_{manual}, $\alpha_{cámara}$.			
	Análisis y comparación de los resultados obtenidos.	Expresión clara de las comparaciones entre la medidas realizadas y resultados obtenidos. Elaboración de conclusiones relevantes.			

RESULTADOS ALCANZADOS Y DISCUSIÓN Analizando los resultados, los procederes del estudiantado y los propósitos de la investigación planteada por los integrantes de la cátedra, se pudo inferir que:

- En la habilidad comunicacional, entre pares y otros, se evidenció un crecimiento en cuanto a la calidad del diálogo, se constató una comunicación efectiva, fluida, desestructurada y en confianza, lográndose una relación favorecedora para el aprendizaje.
- En cuanto a su desempeño como integrantes de grupos de trabajo, organizados dentro de una comisión de estudiantes, se pudo constatar que lograron desempeñarse de manera segura. Tal es así que, prácticamente, requirieron de una reducida asistencia de los docentes en cuanto al procedimiento, lo que demostró autosuficiencia e independencia. Ello se complementó favorablemente cuando se logró, al interior del grupo, el respeto de los compromisos, sustanciados en las tareas/actividades, contraídos con el grupo.
- La manifestación grupal de actitudes colaborativas y personalidades proactivas fueron afianzándose, con el tiempo, gracias al reconocimiento de fortalezas y debilidades, propias y ajenas. Es así que se logró, en consecuencia y cada vez más, un diálogo claro y atento a sus interlocutores y objetivos.

Respecto al manejo de herramientas informáticas demostraron habilidades en la manipulación de los instrumentos: como la cámara de video y el software Kinovea, tanto en la recuperación de datos como en la obtención de mediciones indirectas. Se mostraron decididos y expeditivos respecto a la organización de su trabajo, y la posterior comunicación correspondiente gracias a la articulación de lenguajes gráficos, enunciativos y formal. Ello fue concretado en el informe final redactado con el lenguaje técnico necesario para las actividades planteadas.

Definitivamente se constató el aprendizaje significativo y continuo, de conceptos de la dinámica de la rotación de cuerpos rígidos, evidenciando competencias como comprensión de situaciones propuestas, relación de contenidos implicados en el desarrollo de los trabajos prácticos, análisis de variables físicas, comparaciones de magnitudes físicas, argumentación de decisiones grupales y elaboración de conclusiones, entre otras gracias al involucramiento de acciones pertinentes con un pensamiento lógico y formal.

CONCLUSIONES Este TPL fue considerado como la oportunidad para un eficiente abordaje del aprendizaje universitario desde el momento que fue inserto al finalizar el

cursado anual de una asignatura fundamental para un ingeniero. En el mismo, se pudo propender en los estudiantes el desarrollo de habilidades complejas pero propias de una construcción intelectual, que permitieron adquirir un pensamiento crítico de los comportamientos y logros a alcanzar por los estudiantes en un primer año de una carrera de ingeniería.

El proponer actividades que demandaron la integración de conocimientos previos, una vez potenciados en sus bondades ingenieriles, con conocimientos novedosos e interesantes, facilitó el logro de los propósitos de la Cátedra, que involucran competencias superiores como comparar procedimientos y resultados, y luego elaboración de conclusiones, sin perder de vista el fin último: identificación de las relaciones entre las tecnologías utilizadas y los recursos existentes.

Respecto a la recolección de información utilizando un recurso tradicional en el desarrollo de un TPL, comparado con la utilización de TIC, los estudiantes han demostrado que, en el manejo de una cámara de vídeo, sus habilidades son notablemente más efectivas.

El aprovechamiento de fortalezas de la TIC como: recuperación inmediata de valores, posibilidad de reiteración de las medidas, selección de valores desde una muestra y la independencia de la "intervención humana" –considerada como la mayor fuente de incerteza- fueron los parámetros considerados por los estudiantes.

A pesar de ello, el aprendizaje resultó significativo, desde el momento que los estudiantes relacionaron información, obtenida experimentalmente de forma novedosa, con la que ya poseían teóricamente, aunque no la recuperaron de forma inmediata. Esta situación les permitió, la reconstrucción necesaria en su significatividad. Los conceptos anidados entre sí y conceptos físicos previos, facilitó la comprensión de la dinámica del movimiento de rotación de un cuerpo rígido, sus causas (fuerzas y momentos) y consecuencias (velocidad y aceleración).

Los resultados y observaciones se constituirán en un insumo valioso para estudiar en próximas cohortes, con especial atención, la importancia que los estudiantes le reconocen a las TIC. Los docentes, se propondrán nuevas ocasiones de enseñanza, a fin de seguir analizando cómo aprenden los estudiantes. •

🕮 REFERENCIAS

[1] E. R Fríes, G. S. Monzón y J. Di Paolo. (2014). "Resolución de una situación problemática mediante la utilización de TIC." Revista Educación en Ingeniería. 9 (17), pp. 45-52. Disponible en: https://www.educacioneningenieria.org/index.php/edi/article/download/400/193 [Mar. 1, 2019].

[2] Software KINOVEA. https://www.kinovea.org/

[3] PID Novel N° 6157. UNER. Aprendizaje significativo de conceptos fundamentales de Física Mecánica a través de trabajos prácticos de laboratorio, utilizando TIC.

Una experiencia interdisciplinaria en Ingeniería Civil

Gaitán, María Mercedes - merorsi@gmail.com
Alcain, Laura Rosa - ing.laura.alcain@gmail.com
Pita, Gustavo de Dios - gustavo.pita@gmail.com
López, Patricia Viviana - lopezpatriciaviviana@gmail.com

Facultad Regional Paraná - Universidad Tecnológica Nacional

RESUMEN · En muchas ocasiones se genera una duda entre los estudiantes de ingeniería acerca de la importancia de estudiar Matemática. Por otra parte, las carreras profesionales técnicas requieren que el egresado posea una formación integral. Un importante y repetido desafío constituye entonces salvar la desarticulación entre los cursos de Matemática y los de las demás asignaturas. Para enfrentar esta realidad es fundamental desarrollar en el educando competencias que puedan ser luego extrapoladas a situaciones que se dan en un contexto ingenieril y/o científico.

En esta oportunidad exploramos algunas de las competencias como horizonte formativo a desarrollar en la asignatura Ingeniería Civil I. Es la primera materia integradora de las pertenecientes al Tronco Integrador del diseño curricular de la Universidad Tecnológica Nacional, entendiendo como Tronco Integrador la línea curricular desarrollada a lo largo de toda la carrera a través de materias integradoras. En las mismas se plantean instancias sintetizadoras con la finalidad de incluir el trabajo ingenieril partiendo de problemas básicos de la profesión. Como Ingeniería Civil I pertenece al primer año de la carrera, es fundamental su vinculación con las materias del área Matemática de ese nivel para lograr su objetivo de constituirse realmente en integradora.

Palabras clave — Geometría, Álgebra, Competencias, Ingeniería

ABSTRACT · Many times, a doubt arises among engineering students about the importance of studying Mathematics. On the other side, technical degrees require the graduate to have an integrated preparation. An important and repeated challenge is to mend the disconnection between the Mathematics course and the rest of the subjects. To rise against this reality, it is crucial for the student to develop certain skills that can be used in the engineering and/or scientific areas.

In this instance, we explore some of the skills needed to be developed in the subject of Civil Engineering I, the first integrated subject that belongs to the Integrated Curriculum Core design of the Universidad Tecnológica Nacional. We understand the Integrated Curriculum Core to be the circular line developed by the integrated subjects throughout the degree. In these subjects, instances are presented with the objective of including the engineering work beginning from basic problems of the profession. Civil Engineering I belongs to the first year of the degree; therefore, its linking with the Mathematics area at this level is crucial to achieve the goal of becoming truly integrated.

Keywords — Geometry, Algebra, Competencies, Engineering.

»

INTRODUCCIÓN Para el progreso de nuestro país y el crecimiento regional, Ingeniería constituye una de las carreras más relevantes, con una amplia oferta laboral que el mercado necesita cubrir. Por ello, los futuros profesionales que hoy son estudiantes de grado deben ser competentes en el desarrollo y aplicación de procesos, resolviendo habitualmente problemas complejos no tradicionales, al tiempo que deben adaptarse al veloz cambio científico y tecnológico.

Es una preocupación constante el tema del currículo y su actualización como así también, desde lo didáctico y pedagógico, indagar sobre cuáles son las metas que se fijan desde diferentes entes rectores, como el Consejo Federal de Decanos de Ingeniería (CONFEDI) para la formación de los ingenieros. Por ello, docentes pertenecientes al área Matemática y profesionales educadores del Departamento Ingeniería Civil, hemos constituido un grupo de trabajo interdisciplinario en el que abordamos tareas conjuntas. Esto nos lleva a analizar nuestras propias prácticas, con el objetivo de darle prioridad al proceso cognitivo y a caracterizar el desarrollo del conocimiento matemático de los estudiantes a través de competencias profesionales, en términos de una visión ingenieril de la disciplina.

MARCO REFERENCIAL La formación universitaria por competencias profesionales, aunque está en auge en los últimos años, data del siglo pasado cuando en diversas décadas se realizaron variadas experiencias. Surgió en diferentes países, tales como: Estados Unidos, Australia e Inglaterra entre otros, y fue motivo de debate en ámbitos universitarios, industriales y también de gobierno.

"...la educación basada en competencias ha causado controversias, pero también ha generado consenso que es un buen punto de partida para mejorar el desempeño laboral en un determinado país. Se requiere un sistema que reconozca la capacidad de desempeñarse efectivamente en el trabajo y no sólo considere los conocimientos adquiridos" [1].

Si bien, anteriormente la consideración de las competencias profesionales no ha estado ausente en la formulación de los planes de estudio, actualmente se pone mayor énfasis en ella y es una tendencia internacional. Siguiendo esta línea, la enseñanza de la Ingeniería también desarrolla experiencias basadas en modelos en base a competencias. En particular en Argentina, el Consejo Federal de Decanos de Ingeniería (CONFEDI), teniendo en cuenta

lo analizado en diversos Talleres sobre el Desarrollo de Competencias en la Enseñanza de la Ingeniería Argentina y lo realizado en experiencias piloto, formula diversos documentos al respecto, entre ellos: el Primer Acuerdo sobre Competencias Genéricas (2006) [2], el Acuerdo sobre Competencias requeridas para el Ingreso a los Estudios Universitarios (2009) [3] y Competencias en Ingeniería (2014) [4].

En el primero de ellos se expresa: "Hay consenso en cuanto que el ingeniero no sólo debe **saber**, sino también **saber hacer**. El **saber hacer** no surge de la mera adquisición de conocimientos, sino que es el resultado de la puesta en funciones de una compleja estructura de conocimientos, habilidades, destrezas, etc. que requiere ser reconocida expresamente en el proceso de aprendizaje para que la propuesta pedagógica incluya las actividades que permitan su desarrollo" [2]. Mientras que la Asamblea General de la Asociación Iberoamericana de Entidades de Enseñanza de la Ingeniería (ASIBEI) [5], ante la necesidad de definir lineamientos que contribuyan a caracterizar al Ingeniero Iberoamericano y a orientar a las facultades de la región en el proceso de formación, en noviembre de 2013, en la ciudad de Valparaíso, adopta como propia la síntesis de competencias genéricas de egreso acordadas por CONFEDI, dando lugar a la "Declaración de Valparaíso" sobre Competencias Genéricas de Egreso del Ingeniero Iberoamericano. En ellas se detallan tanto competencias tecnológicas como competencias sociales y actitudinales.

Por otra parte, la formación basada en competencias implica también grandes desafíos para la docencia universitaria, dado que obliga a realizar un análisis proyectivo de la demanda del sector productivo de bienes y servicios en las áreas en las cuales se desempeñará el futuro profesional al momento de su egreso, para lo cual es fundamental la participación de empleadores y graduados en el proceso de diseño curricular. Esta intervención no es habitual, por lo general, el currículo se establece sólo sobre la base del saber científico y erudito de los propios académicos.

En el Primer Acuerdo sobre Competencias se expresa: "Competencia es la capacidad de articular eficazmente un conjunto de esquemas (estructuras mentales) y valores, permitiendo movilizar (poner a disposición) distintos saberes, en un determinado contexto con el fin de resolver situaciones profesionales" [2].

Esto supone pensar la formación de grado del ingeniero desde el eje de la profesión, o sea, desde lo que el ingeniero efectivamente debe ser capaz de hacer en los diferentes ámbitos de su actividad profesional. Para ello se requiere tender al desarrollo de competencias de manera explícita durante el proceso de formación, lo que implica revisar las estrategias de enseñanza y de evaluación para poder acreditarlo.

PROPUESTA DIDÁCTICA En la materia Ingeniería Civil I se intenta lograr que los alumnos adquieran competencias para resolver problemas básicos de ingeniería, realizando los procesos característicos de la profesión que incluye la identificación, la formulación y el análisis del problema, la búsqueda de soluciones y la selección criteriosa de la alternativa más adecuada.

Asimismo, que apliquen el lenguaje y los modelos matemáticos en ingeniería [6].

Se pretende que sean capaces de establecer el enlace con las materias básicas, utilizando lo trabajado en ellas para resolver problemas sencillos de ingeniería, que se incrementarán en complejidad a lo largo de todo el Tronco Integrador. En esta propuesta precisamente los alumnos deben ser capaces de utilizar elementos de Álgebra y de Geometría para abordar los problemas.

Se procura que utilicen algunas destrezas propias de la Matemática, como pueden ser: planteamiento de problemas, planificación y ensayo, experimentación, aplicación de la inducción y deducción, formulación y aceptación o rechazo de conjeturas, comprobación de los resultados obtenidos para explorar situaciones y fenómenos nuevos.

Es de destacar la importancia de la Geometría Elemental y de la Geometría Analítica, no sólo como una parte fundamental de la Matemática sino también de la Educación Matemática, puesto que desarrolla elementos conceptuales que permiten el diseño de situaciones de aprendizaje, y en particular para contextos de problemas de ingeniería. Los sistemas geométricos se edifican a través de la exploración activa y la modelación del espacio, sirven para describir y medir figuras, como base para construir y estudiar modelos del mundo real.

TRABAJO PRÁCTICO Luego de haber analizado algunos conocimientos básicos de hormigón, ladrillos, bloques, formas diferentes en la construcción, como una introducción al conocimiento de materiales, se plantea el presente trabajo práctico.

Se pretende que los alumnos utilicen los elementos de Geometría básica incorporados en la escuela media, ya que se realiza en la primera parte del primer cuatrimestre del cursado. Además, que apliquen el lenguaje y los modelos matemáticos en ingeniería [6].

Comienza el planteo de trabajo en grupo, pero con la obligatoriedad de que cada uno lo entregue en forma individual, es decir, pueden contar con la ayuda mutua en el proceso, pero luego hay una elaboración individual. Además, se desarrolla en forma completa en clase, por lo tanto, se obtiene la evaluación continua del equipo docente, tanto del Jefe de Trabajos Prácticos como del Profesor quienes observan el rol que cada estudiante desempeña en su equipo de trabajo.

1. **Primera situación**

Se solicita investigar la existencia de formas esféricas, o partes de ellas, aplicadas a diversas construcciones, tanto para el uso público como privado.

Entre las vistas, se destaca la cúpula del Reichstag (sede del Parlamento alemán en Berlín), diseñada por el Arq. Norman Foster, ganador en 1993 del concurso internacional convocado con el objetivo de reconstruir la estructura demolida en 1954.

Cúpula del Reichstag

En particular, para este trabajo práctico, se proyecta realizar la cúpula de un campanario. Será de hormigón armado, su forma corresponde a un casquete esférico correspondiente a una esfera de 5 de diámetro interior y 10 de espesor. El plano que define al casquete, pasa a 0,50 del centro de la esfera.

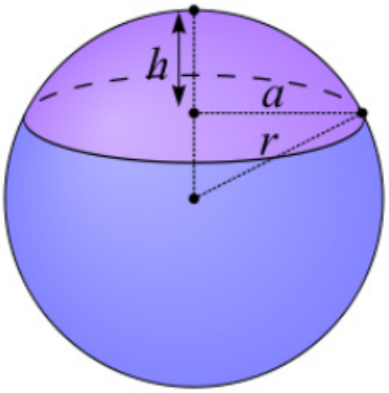
Se solicita determinar el volumen de hormigón necesario y las cantidades de cemento, arena y piedra requeridas para el mismo, sabiendo que en 1de hormigón entran 350 kg de cemento, 0,45 de arena y 0,70 de piedra.

Datos: se ilustran en un croquis.

Diámetro de la esfera: 5 *m* → r = 2,50 *m*

Espesor de la cáscara: 10 *cm* = 0,10 *m*

Altura del casquete: h = 2 *m*



Resolución: los estudiantes debaten cómo calcular el volumen seleccionado.

Respuesta:

Volumen = 3,28 m^3

De allí resulta que para el dosaje de hormigón planteado:

1 m^3 de hormigón contendrá < 350 kg de cemento; 0,45 m^3 de arena; 0,70 m^3 de canto rodado

Con una regla de tres simple podemos obtener la cantidad de cada material:

Si para:

1 m^3 de H° → 350 kg de cemento portland

3,28 m^3 de H° → x kg de cemento portland

x = 3, 28 m^3 de H°. 350 kg de cemento/m^3 de H° / 1 m^3 de H°

x = 1148 kg de cemento

Como en el comercio se expende el cemento en bolsas de 50 kg, se deberán comprar **23 bolsas**.

Del mismo modo se calcula la cantidad de arena que resulta 1,48 m3 lo cual se aproxima a **1,5** m^3.

Para el canto rodado, se obtiene 2,30 m^3 lo cual se aproxima a **2,5** m^3.

2. **Segunda situación**

Se está por construir un pozo absorbente para una vivienda ubicada en una zona de la ciudad que no posee red cloacal. Los alumnos investigan en qué consiste un pozo absorbente y la forma de construirlo.

Consideran un caso en que el diámetro y la profundidad del pozo a construir son respectivamente 1,80 *m* y 2,50 *m*, deben calcular la cantidad de ladrillos necesarios para cubrir los laterales colocándolos en panal de abeja, con una separación de 8 *cm* y realizan un croquis del mismo.

Optan por construir una tapa superior mediante una losa de H° A° con un espesor de 12 *cm*, ¿qué cantidad de hormigón se necesita?

Si las paredes se asientan en un cimiento con forma de anillo, construido de hormigón de cascotes, de 20 *cm* de ancho y 25 *cm* de altura. ¿Qué volumen tendrá este cimiento?

Datos:

Diámetro del pozo D = 1,80 *m*

Profundidad P = 2,50 *m*

Medidas estimadas de un ladrillo común 0.055 *m* x 0.12 *m* x 0.24 *m*

Colocación: en forma de Nido de abejas que se ilustra en el gráfico, con una separación de 8 cm entre ladrillos.

Espesor de la losa superior:

12 *cm* =0.12 *m*

Cimiento:

espesor anillo e= 20 *cm* = 0.20 *m*

altura h= 25 *cm* = 0.25 *m*

Resolución:

Perímetro medio del pozo = $\pi \cdot D$ = 3,14159 ·1,92 *m* = 6,03 *m*

Área de la pared del pozo = perímetro x profundidad= 6,03 *m* · 2,50 *m* = 15,07 m^2

Un ladrillo común ocupa un área de pared

0,055 *m* · 0,24 *m* + 0,08 *m* = 0,0176 m^2

(incluido un espacio entre ladrillos).

Cantidad de ladrillos en toda la pared del pozo: **857 unid**.

Volumen de la losa = $\pi \cdot r^2$; espesor = 3,1416. $(0{,}90\ m)^2$. 0,12 *m* = **0,31** m^3

Por último, el volumen del anillo de cimiento:

Volumen = Longitud media del anillo x espesor x altura del anillo

Volumen = (6,03 *m*) . (0,20 *m*) . (0,25 *m*) = **0,30** m^3

3. **Tercera situación**

Se presenta la necesidad de climatizar una sala original en la cual se instalará un museo. Es un edificio construido con muros dobles con aislante térmico e hidráulico entre ellos.

El doble vidriado hermético (DVH) utilizado para la cubierta y para las aberturas, proporcionará una aislación suficiente para mantener las condiciones de temperatura a las que se acceda, sin que se produzcan pérdidas de energía innecesarias.

Es importante utilizar la menor cantidad de energía para climatizar, de este modo se cumplirán las condiciones de cuidado del medioambiente que se deben respetar.

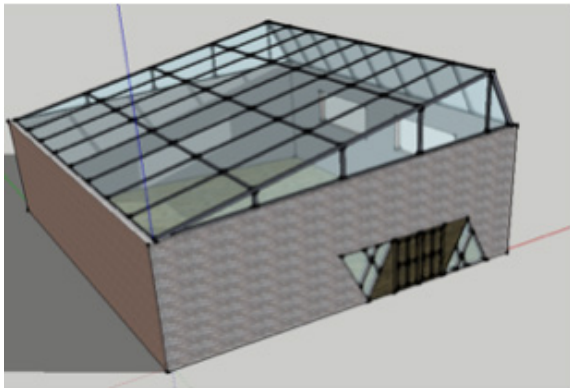
Debido a que se trata de un volumen no regular, respondiendo a un diseño arquitectónico inusual, se puede descomponer en paralelepípedos, o partes de ellos.

Datos

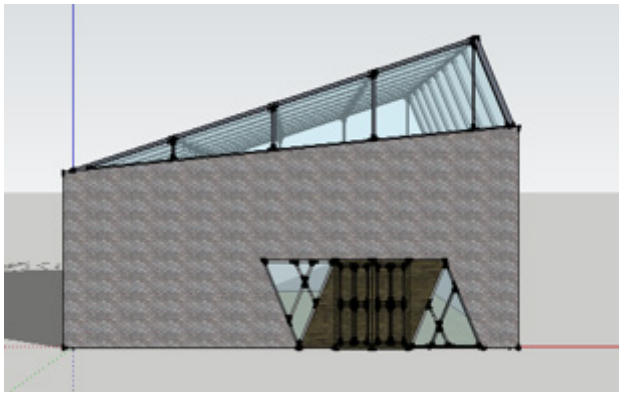
Se trata de un edificio de planta rectangular 12,00 *m* x 14,00 *m*, con diferencia de altura entre los paramentos izquierdo y derecho de la construcción, lo que se puede apreciar en las imágenes presentadas de la perspectiva y de la fachada.

En el lado izquierdo, la altura de la pared es 4,00 m y en el lado derecho la altura es 5,00 *m*.

En la cubierta su mayor altura se encuentra en el segmento de 14 *m* de longitud que está a 7,00 *m* del piso, dicho segmento se halla desplazado un metro de la línea municipal de la fachada hacia el interior del edificio y también desplazado un metro de la pared del lado derecho hacia el interior del mismo.



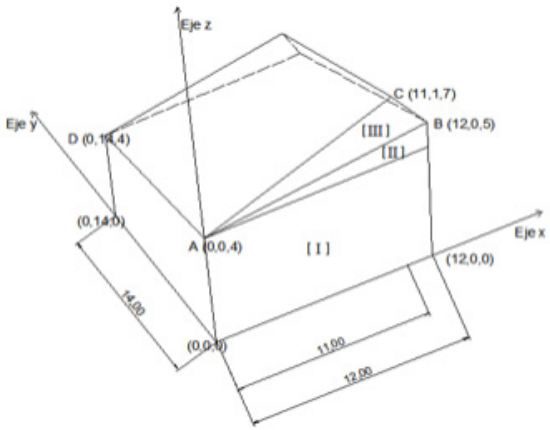
Perspectiva de la sala



Fachada de la sala

Resolución

El volumen de la sala se puede descomponer en la suma de tres volúmenes parciales: [I], [II] y [III] indicados en el siguiente croquis:



El volumen de un paralelepípedo es el producto del área de la base por la altura.

Cálculo de los volúmenes parciales

[I]

Volumen = 4*m*. 12*m*.14*m*

Volumen = **672** m^3

[II]

Vol. = $^1/_2$ (12*m* . 1*m* . 14*m*)

Volumen = **84** m^3

Para calcular el volumen parcial [III] que corresponde al tramo superior de la cubierta, se pueden utilizar los vectores definidos por los vértices A, B, C y D [7].

Ellos son:

AB = (12, 0, 1)

AC = (11, 1, 3)

AD = (0, 14, 0)

Considerando un paralelepípedo imaginario que tenga su base sobre un plano inclinado determinado por las aristas AB y AD, el área de esta base está dada por el módulo del producto vectorial entre los dos vectores que corresponden a esos lados, mientras que la altura se establece usando la proyección del vector AC sobre la dirección perpendicular al plano de la base que no es otra que la del producto vectorial de los vectores que determinan la base.

Este cálculo se simplifica considerando directamente el valor absoluto del producto mixto de los vectores determinados con las aristas AB, AC y AD.

Calculando el siguiente determinante se obtiene el producto mixto *(AB x AD) . AC*

| 12 0 1 0 14 0 11 1 3 | =350

[III] Volumen = $^1/_2$ (Volumen Paralelepípedo)

Volumen = $^1/_2$ | *(AB x AD) . AC* |

Volumen = $^1/_2$ 350 m^3 =175 m^3

Luego el volumen total es la suma de los tres volúmenes parciales [I], [II] y [III].

Volumen total = **672** m^3 + **84** m^3 + **175** m^3 = **931** m^3

4. **Cuarta situación**

Los estudiantes investigan sobre los conceptos de cuenca, cálculos de superficies y de caudal, integrando de esta forma contenidos pertenecientes a tres asignaturas.

Para acercarse al trabajo profesional, intentan identificar problemas de la comunidad en materia de infraestructura sanitaria, dando soluciones a través de la Ingeniería Civil.

En el caso planteado, se solicita la determinación aproximada del área de aporte de una sub-cuenca de desagües pluviales de una zona de la ciudad y el caudal de diseño para pre-dimensionar una obra de arte.

Ver Planimetría que se detalla a continuación.

Consignas de trabajo:

- Analizar cuáles serían a su criterio los estudios preliminares necesarios para:
  - Determinar los límites de una cuenca o sub-cuenca en una zona urbana
  - Calcular el área de aporte de la misma
  - Determinar el caudal de diseño de una alcantarilla.
- Calcular el área de aporte de una sub-cuenca cuyo plano es suministrado por la cátedra.
- Calcular el caudal para pre diseñar una alcantarilla, por fórmulas empíricas y pará-

metros dados por la cátedra.

- Obtener conclusiones.

Los alumnos deberán presentar un informe individual con una memoria descriptiva del problema abordado y la resolución de los cálculos, teniendo en cuenta las consignas planteadas.

Datos

Planimetría de la sub-cuenca en escala.

Intensidad de lluvia = 120

Coeficiente de escorrentía = 0.62

Área a calcular por los alumnos, en hectáreas.

Fórmula de cálculo por el Método Racional

Siendo:

Q = caudal; C= coeficiente de escorrentía; A = área de aporte de la cuenca;

I = intensidad de lluvia

CONCLUSIONES Las propuestas resultaron altamente motivadoras ya que los alumnos se interesaron en los temas presentados al ver que eran útiles para la formación de un ingeniero. Desarrollaron la capacidad de observación de hechos reales, en la mayoría de los casos, cercanos o cotidianos, realizaron la toma de datos de problemas y obras, como así también interpretaron los mismos.

Se lograron actitudes asociadas al trabajo profesional y a la investigación matemática, tales como: la visión crítica, la necesidad de verificación, la valoración de la precisión, el interés por el trabajo cooperativo al ser una tarea grupal y los distintos tipos de razonamiento, el cuestionamiento de las apreciaciones intuitivas y la apertura a nuevas ideas. Les posibilitó expresarse verbalmente y por escrito en situaciones susceptibles de ser tratadas matemáticamente, comprendiendo y manejando términos, notaciones y representaciones.

Así, desde el inicio del cursado de la carrera los estudiantes comienzan a vincular las materias básicas con la Ingeniería y también comprenden que “todo saber se basa en un saber anterior”, aunque sea de una etapa “superada”, por lo cual, además, comienzan a comprender que cada asignatura no es un compartimiento estanco.

Estimamos que trabajos de esta índole permiten revalorizar la Geometría, la que ha sido relegada en muchas instituciones de enseñanza media. Aplicar conocimientos geométricos para modelar, crear o resolver problemas, entre otros, tendría que ser una de las compe-

tencias generales que se debería alcanzar durante la formación básica. Pero en nuestro sistema de educación, usualmente los contenidos de Geometría no son muy abordados.

Consideramos que trabajos de este tipo tributan a Competencias Genéricas Tecnológicas, tales como:

- Identificar, formular y resolver problemas de ingeniería.
- Concebir, diseñar y desarrollar pequeños proyectos de ingeniería.
- Utilizar de manera efectiva las técnicas y herramientas matemáticas en ingeniería.

Asimismo, se tributa a Competencias Sociales y Actitudinales, como:

- Desempeñarse de manera efectiva en equipos de trabajo.
- Comunicarse con efectividad.
- Actuar con responsabilidad, considerando el impacto económico y ambiental de la actividad.

Si bien el mayor momento de evaluación fue a través de la ejecución del trabajo práctico, en el parcial posterior se hicieron preguntas que demuestran criterios y habilidades obtenidas en estas tareas.

Creemos que la formación en la praxis se emprende contemplando la formación sistémica del ingeniero, tratando de lograr una integración superadora de la visión parcial de cada una de las disciplinas; y el desarrollo de la capacidad de juicio y acción a partir del conocimiento de las problemáticas de la ingeniería y de la tecnología. Estos elementos están asociados a la capacidad de enfrentar y resolver problemas con responsabilidad social a la que alude el perfil del ingeniero y las incumbencias profesionales. •

🕮 REFERENCIAS

[1] A. M. Larrain U, L. E. González F. “Formación Universitaria por competencias”; Sistema centroamericano de Evaluación y Armonización de la Educación Superior. [En línea]. Disponible en: http://sicevaes.csuca.org/attachments/134_FormacionUniversitariaporcompetencias.PDF

[2] CONFEDI. “Primer Acuerdo sobre Competencias Genéricas”. 2006.

[En línea]. Disponible en https://www.frbb.utn.edu.ar/frbb/info/secretarias/academica/carreras/apoyo/Competencias_CONFEDI.pdf

[3] CONFEDI. “Acuerdo sobre Competencias requeridas para el Ingreso a los Estudios

Universitarios". 2009. [En línea]. Disponible en www.confedi.org.ar/

[4] CONFEDI. Competencias en Ingeniería. Universidad Fasta Ediciones, 2014.

[5] Asociación Iberoamericana de Entidades de Enseñanza de la Ingeniería (ASIBEI). [En línea]. Disponible en: http://www.asibei.net/

[6] P. Camarena G., "La matemática en el contexto de las Ciencias", Revista Innovación Educativa, Vol. 9, Núm. 46 pp. 15-25, enero-marzo 2009.

[7] S. Grossman, Álgebra lineal con aplicaciones. Sexta edición. México: Mc Graw- Hill, 2008.

La “clase invertida” y el desarrollo de competencias: una propuesta didáctica para introducir los espectros de frecuencia discretos

Sacchi, Damian Mauro - dsacchi@docentes.frgp.utn.edu.ar
Dusau, Juan Ulises - jdusau@docentes.frgp.utn.edu.ar
Cazzola, Gustavo José - gcazzola@docentes.frgp.utn.edu.ar

Facultad Regional General Pacheco - Universidad Tecnológica Nacional

RESUMEN · La clase invertida es una estrategia didáctica que consiste en cambiar el orden de la clase tradicional con el fin de habilitar espacios y tiempos áulicos que favorezcan la construcción de conocimientos de los estudiantes. Este modelo tiene sus bases en las teorías y enfoques constructivistas que conciben al aprendizaje en tanto proceso cooperativo, activo, invertido, mixto y centrado en el estudiante. En este marco, se presenta la descripción de una experiencia realizada, durante el ciclo lectivo 2018, en la asignatura Cálculo Avanzado, correspondiente a la carrera Ingeniería Mecánica que se dicta en la Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional General Pacheco. El propósito es compartir la secuencia didáctica implementada para habilitar nuevas formas de aprendizaje del concepto espectros de las Series de Fourier. Se exponen, además, la opinión y la perspectiva de las estudiantes relevadas a través de encuestas de satisfacción y se presentan algunos resultados de las evaluaciones tomadas que permitirían mostrar estrechas relaciones entre el aprendizaje y la aprobación de los estudiantes.

Palabras clave — clase invertida, enseñanza centrada en el estudiante, competencias, series de Fourier, cálculo avanzado.

ABSTRACT · The inverted class is a didactic strategy that consists of changing the order of the traditional class in order to enable spaces and classroom times that favor the construction of knowledge of the students. This model has its basis in the theories and constructivist approaches that conceive learning as a cooperative, active, inverted, mixed and student-centered process. In this context, the description of an experience carried out during the academic year 2018 is presented in the subject Advanced Calculus, corresponding to the Mechanical Engineering career that is taught at the National Technological University, General Pacheco Regional University. The purpose is to share the didactic sequence implemented to enable new ways of learning the concept Fourier Series spectra. In addition, the opinion and perspective of the students surveyed through satisfaction surveys are presented and some results of the evaluations taken that would allow to show close relationships between the learning and the approval of the students are presented.

Keywords — Inverted class, student centered teaching, competences, Fourier series, advanced calculus.

INTRODUCCIÓN Desde fines del siglo XX, la universidad se enfrenta, por un lado, a un conjunto de problemas que emerge como consecuencia de la expansión y masividad en la educación superior: la deserción, la cronicidad y el escaso número de graduados [1] [2] [3] y, por otro lado, a diversas demandas que la sociedad le plantea respecto de innovar en metodologías de enseñanza, incorporar las nuevas tecnologías y formar en competencias y habilidades de aprendizaje estratégico y autónomo [4]. Este marco implica un punto de inflexión porque se plantea la necesidad de resignificar las concepciones de enseñanza y de aprendizaje que fundamentaron las prácticas educativas en el pasado. En relación al aprendizaje, se trata de comenzar a entenderlo como una acción situada y distribuida, que resulta de los procesos de interacción entre los sujetos y la institución, porque el conocimiento y la adquisición del conocimiento tienen una naturaleza social y cultural [5] [6]. Alineada a estas ideas, la enseñanza deja de entenderse sólo como transmisión y comienza a concebirse como "transformación y construcción social de significados y sentidos a través de experiencias educativas compartidas, con un currículum flexible y la inclusión de herramientas tecnológicas y nuevas modalidades de evaluación" [4].

En este contexto, se vuelve imprescindible, por un lado, "actualizar y consolidar el actual modelo de formación de ingenieros" y, por el otro, "consolidar un modelo de aprendizaje centrado en el estudiante", [7]. Por tal motivo, es importante considerar el posicionamiento del CONFEDI respecto de dicha actualización y consolidación y que deriva en la decisión de la enseñanza por competencias. En 2018, el CONFEDI publica el denominado Libro Rojo, con la propuesta de estándares de segunda generación para la acreditación de carreras de ingeniería en nuestro país. En este último documento, que continúa con los lineamientos establecidos en Libro Azul [8], se focaliza en la necesidad de implementar modelos de aprendizaje centrados en los estudiantes, poniendo en el centro al alumno y a la evaluación al servicio del aprendizaje, a partir de un enfoque de enseñanza basado en las competencias, es decir, en las capacidades que los estudiantes deben adquirir para el desarrollo futuro de nuevos desempeños. Se propone un diseño circular "con un balance equilibrado de competencias y conocimientos académicos, científicos, tecnológicos y de gestión, con formación humanística" [8]. En otras palabras, propone un abordaje complejo e interdisciplinario de la noción de competencia, que es vital porque su posicionamiento se ancla en competencias genéricas y específicas.

En este marco, desde la cátedra de Cálculo Avanzado correspondiente al tercer año de la carrera Ingeniería Mecánica que se dicta en la Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional General Pacheco, se realizó, en primer lugar, una reflexión sobre la propia

práctica docente en relación a: la propuesta didáctica que se venía llevando adelante, las dificultades que exponían los estudiantes durante el ciclo lectivo y en la instancia de final, y los resultados que finalmente se obtenían, en términos de cantidad de estudiantes que aprobaban la asignatura. En segundo lugar, se decidió explorar alternativas de estrategias didácticas innovadoras, que contemplaran el uso de las nuevas tecnologías y posibilitaran la participación activa de los estudiantes durante el encuentro en el aula, de manera tal de que surgieran dudas, preguntas e inquietudes para plantear y resolver durante la clase en forma conjunta y colaborativa entre estudiantes y docentes. La exploración realizada permitió hallar que la propuesta de la clase invertida - en inglés *flipped learning*- se presentaba como la más adecuada para las necesidades evidenciadas desde la cátedra.

Si bien se trata de una estrategia relativamente novedosa, muchos autores y centros de investigación de numerosas universidades han publicado sus experiencias, y han definido y caracterizado la propuesta. Dentro de las explicaciones que se consideran más significativas, se encuentra la conceptualización del Observatorio de Innovación Educativa del Tecnológico de Monterrey [9], que define a la clase invertida como "un enfoque pedagógico en el que la Instrucción directa se realiza fuera del aula y el tiempo presencial se utiliza para desarrollar actividades de aprendizaje significativo y personalizado" [9]. Otra definición la aporta Tourón [10], quien concibe la clase invertida como “un sistema que invierte el método tradicional de enseñanza, llevando la instrucción directa fuera de la clase y trayendo a la misma lo que tradicionalmente era la tarea para realizar en casa”.

De estas definiciones se infiere que el foco de esta propuesta está en posibilitar que los estudiantes construyan sus conocimientos de manera significativa, situada y colaborativa.

Según la referencia Landa Molina [11], este modelo se origina en el 2006 cuando los profesores Aaron Sams y Jonathan Bergmann grabaron sus clases, con el objetivo de solucionar el problema del ausentismo. Luego de la experiencia realizada, llegaron a la conclusión de que el apoyo docente era más necesario cuando el estudiante debía aplicar por su cuenta los conocimientos recibidos en el aula.

El objetivo inicial de los creadores de este enfoque se complejiza en la actualidad, debido a que también se busca habilitar espacios de construcción de conocimientos significativos que posibiliten el desarrollo de competencias y habilidades académicas y profesionales de los estudiantes en aras de mejorar la calidad educativa, en este caso, de la formación de ingenieros mecánicos.

En 2013, los miembros de la Flipped Learning Network introdujeron los cuatro pilares del modelo de clase invertida, que fundamentan el diseño y la estructura de la secuencia

didáctica. Ellos son: ambiente flexible, cultura de aprendizaje, contenido dirigido y facilitador profesional. El primero se refiere a que los docentes deben crear ambientes donde el estudiante pueda aplicar diversos estilos de aprendizaje, con espacios físicos modificados para adaptarse al contenido de la clase. En cuanto al segundo hace hincapié en que la modalidad de la clase debe ofrecer a los estudiantes la posibilidad de constituirse en el centro de la construcción de su propio aprendizaje. El tercer pilar orienta la labor docente, en cuanto son quienes eligen los métodos y estrategias de aprendizaje, y controlan el tiempo para aprovecharlo al máximo en favor del estudiante, según sus necesidades de aprendizaje. Por último, el cuarto pilar enfoca al docente en tanto facilitador de evaluaciones y retroalimentaciones a todo el grupo de estudiantes en aras de que se puedan hacer las revisiones y los ajustes necesarios para favorecer el aprendizaje significativo e instancias de reflexión metacognitiva [11] [12].

En esta propuesta didáctica, lo que tradicionalmente constituía la instrucción directa dada en el aula pasa a realizarse fuera de ésta y previamente a la clase, con ayuda de las TICs y guiada por el profesor. De esta forma, los contenidos se presentan en diversos formatos digitales como videos, podcasts, blogs, wikis, cuestionarios en línea y el estudiante se convierte en protagonista de su propio aprendizaje. Landa Molina [11] hace hincapié en que parte del éxito de esta propuesta reside en que los estudiantes tengan acceso a las tecnologías implicadas en el proceso, cumplan con las actividades extra clase y se comprometan a ser protagonistas y tener un rol activo dentro y fuera de ellas.

La secuencia didáctica de esta propuesta implica tener en cuenta los momentos previos a la clase y lo que sucede durante el transcurso de la misma. Antes de la clase presencial, el docente tiene un rol central porque se ocupa, en primer lugar, de la selección y producción del material digital que contiene los aspectos teóricos del tema a tratar en clase. En segundo lugar, debe elaborar las actividades para que el estudiante trabaje con el material didáctico que se le entregará. En general, esas actividades consisten en resolver en cuestionarios en línea. Finalmente, se ocupa de la distribución del contenido a través del aula virtual.

Durante el encuentro en el aula, se desarrollan actividades donde el estudiante es protagonista y el docente pasa a orientar las tareas. Para ello, se deben cumplir las siguientes instancias:

a. Introducción del tema tratado por los materiales didácticos y sobre el que se trabaja en clase.
b. Retroalimentación y explicación de dudas y/o consultas que hayan surgido de los

materiales propuestos.

c. Revisión de los cuestionarios u otros materiales que fueron resueltos en base al material proporcionado.
d. Presentación de las conclusiones del debate realizado.
e. Resolución de actividades que los estudiantes desarrollarán en un ambiente de aprendizaje activo y colaborativo, con el apoyo de sus compañeros y la supervisión del docente.
f. Presentación de las dudas que han surgido durante la clase y de las conclusiones del trabajo realizado.
g. Descripción de los materiales y las actividades que el estudiante tendrá disponible para la siguiente clase [11].

Las distintas etapas de la secuencia didáctica, así como los pilares de esta propuesta conllevan un cambio de roles tanto de los estudiantes como de los docentes. En relación a los estudiantes, ellos experimentan que el proceso de aprendizaje pasa a ser más importante que el conocimiento en sí mismo, pues se trata de aprender a aprender y para ello se vuelve fundamental el trabajo colaborativo entre pares. Respecto de los docentes, su labor se modifica dentro y fuera del aula, ya que entre sus tareas aparecen la búsqueda, selección, preparación y distribución de los materiales y se convierte en un facilitador que guía a los estudiantes para que ellos desarrollen competencias que les permitan aprender por sí mismos.

En suma, desde la asignatura Cálculo Avanzado se percibió que la propuesta didáctica de la clase invertida permitía amalgamar una estrategia innovadora, que da respuesta a algunas de las demandas estudiantiles actuales, con la posibilidad de desarrollar competencias disciplinares específicas del ingeniero mecánico, a través de una construcción significativa, situada y colaborativa del conocimiento.

DESCRIPCIÓN DE METODOLOGÍA

En este apartado se describe una propuesta de clase invertida llevada adelante, a partir del concepto de espectro de frecuencia discreta de las series de Fourier.

OBJETIVOS DE APRENDIZAJE

- Introducir el concepto de espectro de frecuencia discreta a través del estudio de vibraciones de máquinas rotativas.
- Integrar equipos de trabajo y estudio para desarrollar la competencia de pensamiento crítico en el proceso de enseñanza y aprendizaje.

PROCESO DE APRENDIZAJE ANTES DE LA CLASE

Material Digital:

- Video tutorial (https://www.youtube.com/watch?v=CMqw8KzG5rw) seleccionado para aproximar los saberes de espectro de frecuencia discretas a través de un problema concreto en el mantenimiento industrial.

Actividad Individual:

- Observar el video.
- Resolver el cuestionario online que contiene retroalimentación formativa.
- Cada participante plantea sus dudas y consultas en el foro general y realiza comentarios del video tutorial en los glosarios.

PROCESO DE APRENDIZAJE DURANTE LA CLASE PRESENCIAL

a. Al inicio, los docentes destinan 15-20 minutos para realizar las explicaciones y refuerzos conceptuales que surjan del análisis de los resultados de los cuestionarios, de las preguntas realizadas en el foro, y de los comentarios específicos sobre los videos tutoriales.
b. Luego se explican el objetivo y la consigna de la actividad grupal sobre los contenidos trabajados. La misma se desarrolla de manera colaborativa.
c. Actividad grupal: se conforman equipos de cinco integrantes.
d. Interrogatorio indagador y debate en torno a lo observado y con el fin de recuperar saberes. Se formulan cinco preguntas centrales en un debate que deberá abordar cada grupo en forma interna. Se anotan las conclusiones en el pizarrón y se propone la resolución de un problema de aplicación.

   Las preguntas son las siguientes:

   - ¿Cuáles de las funciones conocidas podrían representar la vibración en una máquina rotante?
   - En el caso de que un rotor de un motor eléctrico esté desbalanceado ¿Cómo cree que sería la función en el tiempo que lo represente y cuál sería el período de oscilación?
   - En el instrumento que se presentó en el video observamos dos gráficos uno que depende del tiempo en abscisas y el otro gráfico discreto que depende de la frecuencia. Si el problema fuera la vibración generada por el rotor desbalanceado de un motor eléctrico ¿Cómo serían los gráficos obtenidos?
   - En una máquina rotante ¿todos sus componentes giran a la misma frecuencia? Justificar

- ¿Cómo sería el bosquejo de una gráfica en el tiempo y el espectro de frecuencia en una vibración generada por dos elementos rotantes de una máquina eléctrica que giran a diferentes frecuencias?

e. Una vez finalizada la actividad, se realiza la siguiente instancia de debate y reflexión con todo el curso para consolidar los aprendizajes.
   - Puesta en Común de los análisis Grupales. Los grupos opinan y se debate en torno a cada análisis, exponiendo dudas y opiniones. Esto posibilita la revisión de los saberes y la consolidación de lo aprendido.
   - Se construye un listado de las características de los gráficos de frecuencia en forma grupal. El mismo contendrá los siguientes ítems:
     a. Los elementos principales que tiene un gráfico de frecuencia
     b. Información que aportan los gráficos de frecuencia versus los gráficos en función del tiempo.
     c. Los elementos del gráfico de frecuencia que se relacionan con los gráficos en función del tiempo.

- Se aclaran y corrigen conceptualizaciones erróneas. Y se plantea para la clase siguiente cómo generar el gráfico de espectros en forma analítica dada una función periódica conocida.

La secuencia didáctica presentada es una de las implementadas durante todo el ciclo lectivo 2018.

ANÁLISIS DE RESULTADOS Durante el proceso de implementación de la clase invertida, se percibió en cada uno de los encuentros una motivación inusual en los estudiantes, pues en años anteriores no se había observado ese nivel de compromiso grupal e individual y de responsabilidad de los jóvenes. Debido a que se contemplaron diversas actitudes, comportamientos, formas de aprendizaje y a que los estudiantes manifestaron interés y buena predisposición, se decidió avanzar con una encuesta de satisfacción para relevar las opiniones y perspectivas de los estudiantes. Es decir, se buscó un instrumento que permitiera plasmar la "voz" de los estudiantes en aras de identificar oportunidades de mejora y las fortalezas de la propuesta didáctica llevada adelante.

Uno de los aspectos considerados en la encuesta de satisfacción fue la percepción de los estudiantes, en cuanto al nivel de comprensión de temas que le ofreció la clase invertida. (Ver Figura 1)

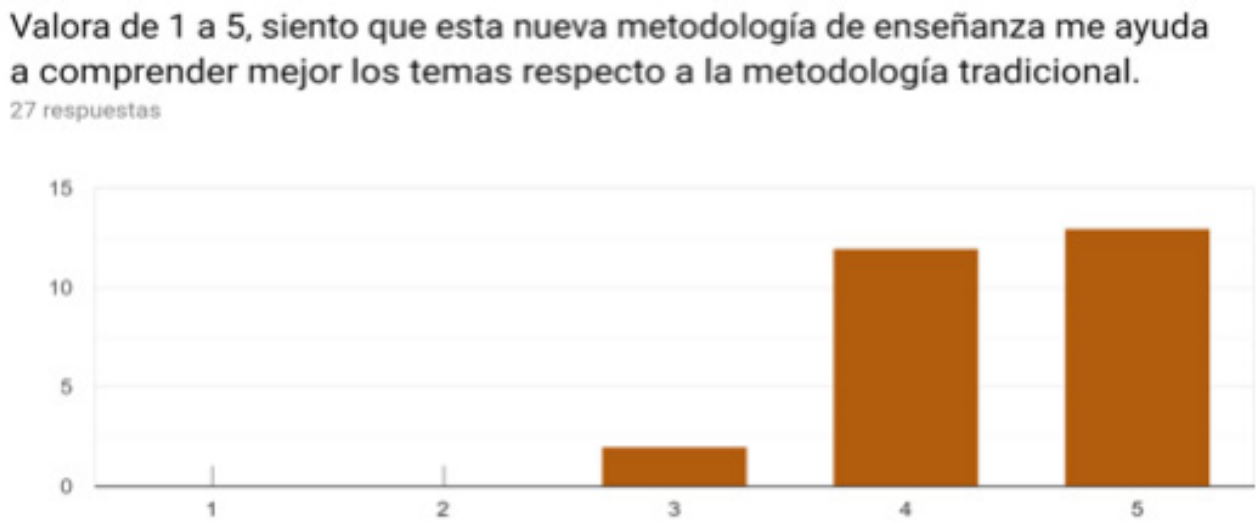


Figura 1. *Resultado obtenido encuesta de satisfacción.*

Otro de los aspectos evaluados fue la opinión de los estudiantes sobre los primeros instantes de la clase presencial. En esa instancia, los docentes realizaban una retroalimentación de los contenidos abordados en el aula virtual y del cuestionario que ellos habían resuelto, a partir del video observado. Cabe señalar que ese tiempo, docentes y estudiantes focalizaban en una instancia de evaluación en tanto formativa. El 50 % de los estudiantes consideraron que fue de mucha ayuda ese momento de la clase presencial. (Ver Figura 2)

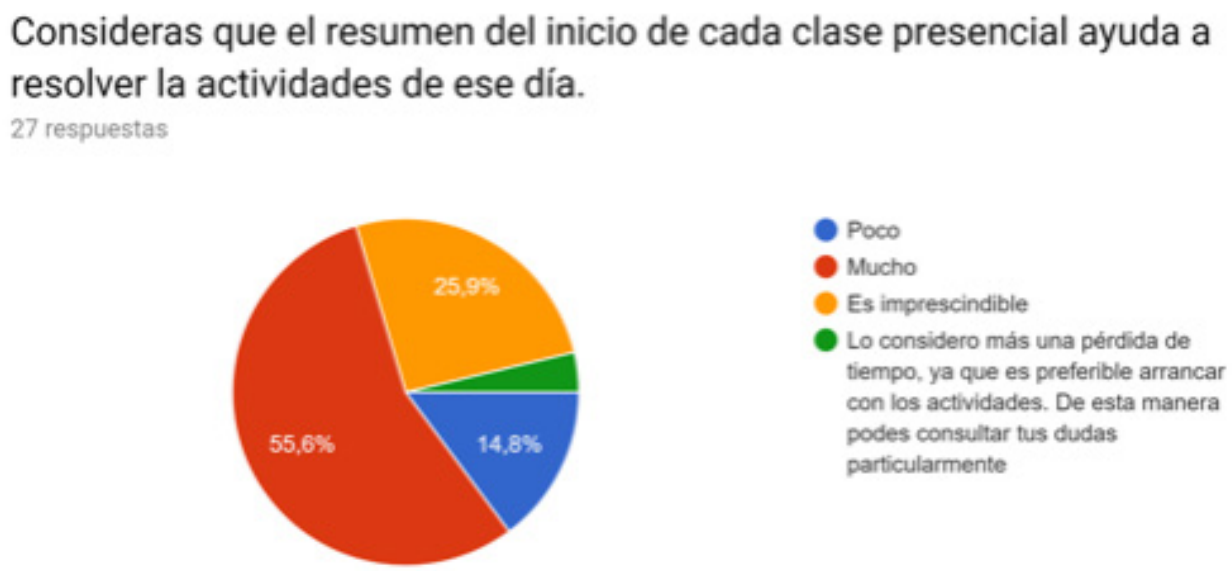


Figura 2. *Encuestas estudiantes acerca de los primeros instantes de clase presencial.*

También se indagó sobre las dificultades que los estudiantes debieron enfrentar a partir de la utilización de la clase invertida. En relación a este aspecto, se considera fértil escuchar la "voz" de tres de ellos. Dos estudiantes focalizan en que algunos recursos utilizados resultaron poco claros debido al lenguaje, perspectiva o modalidad utilizada por los do-

centes protagonistas de los videos. El estudiante 1 sostiene: "Que los videos provengan de distintos lugares con distintas modalidades de enseñanza y con distintos enfoques, a veces dificulta un poco el seguimiento prolijo de la cátedra." El estudiante 2 afirma: "A nivel personal el método me resultó muy conveniente, permitiendo manejar mis propios tiempos y así entender los temas con mayor claridad. Algunos videos resultaron poco claros, pero la mayoría eran buenos. Me parece ideal que se priorice la práctica antes que la teoría". Se observa que, si bien la pregunta indagaba sobre las dificultades que les presentó la estrategia, el estudiante 2 opina satisfactoriamente respecto de que en la clase presencial se priorice la práctica.

Otro estudiante visualiza la dedicación del tiempo extra áulico como una dificultad y, al mismo tiempo, como una oportunidad de construir conocimientos. Al respecto, el estudiante 3 sostiene "Tener que dedicarle obligatoriamente tiempo extra a la materia todas las semanas por ver los vídeos y cuestionarios, pero es necesario".

Por último, otro aspecto considerado importante para la asignatura fue que el 84% de los estudiantes aprobó el parcial, cuyo eje temático fue Series de Fourier, mientras que el 33% logró el mismo objetivo en 2017. Además, cabe señalar que el 40% de los estudiantes promocionó de manera directa la materia en 2018, en tanto que el 8% logró esa meta, en 2017.

CONCLUSIÓN

En este artículo se presentó la descripción de una secuencia didáctica realizada a través de la estrategia de clase invertida, con el objetivo de dar a conocer la experiencia que se llevó a cabo en la asignatura Cálculo Avanzado.

Los fundamentos teóricos, la experiencia realizada y los resultados obtenidos dan cuenta de la importancia y la necesidad de reflexionar sobre la propia práctica docente permanentemente en aras de buscar nuevas estrategias didácticas que pongan al estudiante en un lugar protagónico, que le permita desarrollar competencias a través de la construcción de su propio aprendizaje. En ese marco, se vuelve imprescindible habilitar espacios y actividades, cuya resolución propicie un trabajo colaborativo entre pares y con el docente, situado y vinculado a la formación profesional del estudiante.

Esta experiencia ha significado un punto de inflexión en el dictado de esta materia. Sin duda, se trata del inicio de una serie de cambios y modificaciones no sólo en las prácticas docentes sino también en las formas de concebir la enseñanza, el aprendizaje, el desarrollo de competencias y la utilización de las herramientas digitales que la tecnología propicia en la actualidad. No obstante, surgen nuevos interrogantes e inquietudes en torno a la

estrategia de la clase invertida como la posibilidad de que la propia asignatura genere la totalidad del contenido virtual que se comparte con los estudiantes y que los mismos estudiantes asuman una actitud pro activa y cooperativa en pos de crear videos tutoriales y compartirlos con sus pares a través de la plataforma. •

🕮 REFERENCIAS

[1] A.M. Ezcurra. "Igualdad en educación superior. Un desafío mundial". *Los Polvorines: Universidad Nacional General Sarmiento.* IEC. CONADU, 2011.

[2] L. E González Fiegehen. "Repitencia y Deserción Universitaria". *Informe sobre la Educación Superior en América Latina y el Caribe 2000-2005. La metamorfosis de la educación superior.* Caracas: IESALC-UNESCO, 2006.

[3] Rama, C. La tercera reforma de la educación superior en América Latina y el Caribe: masificación, regulación e internacionalización. *Informe sobre la Educación Superior en América Latina y el Caribe 2000-2005. La metamorfosis de la educación superior.* Caracas: IESALC-UNESCO, 2006 [Feb. 20, 2019]

[4] M. Capelari. "El rol del tutor en la universidad". *Configuraciones, significados y prácticas*. Buenos Aires, Sb editorial, 2016

[5] Rogoff, B. "*Aprendices del pensamiento. El desarrollo cognitivo en el contexto social*". Barcelona: Paidós, 1993.

[6] R. Baquero. "La educabilidad bajo sospecha". *Cuaderno de Pedagogía*, 9, 2001, 71-85.

[7] Consejo Federal de Decanos de Ingeniería. (2018, 2 Nov.) "*Propuestas de Estándares de Segunda Generación para la Acreditación de Carreras de Ingeniería en la República Argentina*". Libro Rojo de CONFEDI. Disponible: https://confedi.org.ar/librorojo/ [Feb 3, 2019]

[8] Consejo Federal de Decanos de Ingeniería. (2014, Abr.). "*Competencias en Ingeniería*", Libro Azul, Disponible: https://confedi.org.ar/download/documentos_confedi/Cuadernillo-de-Competencias-del-CONFEDI.pdf [Feb 2, 2019]

[9] Observatorio de Innovación Tecnológica de Monterrey (2014). "Aprendizaje invertido". Disponible: https://observatorio.tec.mx/edutrendsaprendizajeinvertido [Feb. 20, 2019]

[10] J. Tourón."La enseñanza inversa y el desarrollo del talento. A propósito de un manifiesto". Internet: www.javiertouron.es/la-ensenanza-inversa-y-el-desarrollo/ Sep, 23.2013 [Dic. 15, 2019]

[11] L. Landa Molina."Flipped classroom o clase invertida: constructivismo y el uso de

las TICs". Internet: www.monografias.com/docs114/flipped-classroom-o-clase-invertida/flipped-classroom-o-clase-invertida.shtml 2017 [Dic. 15, 2019]

[12] N. Hamdan, P. McKnight."A review of Flipped Learning". Internet: www.flippedlearning.org/wp-content/uploads/2016/07/LitReview_FlippedLearning.pdf , 2013. [Dic. 15, 2019]

Uso de imágenes y problemas como métodos alternativos para la construcción de conocimientos y competencias genéricas en estudiantes de Química Orgánica y Biológica de la carrera de Bioingeniería

Zgolicz, Patricia Daniela - pzgolicz@ingenieria.uner.edu.ar
Bianchi, Mariana - mbianchi@ingenieria.uner.edu.ar
Stassi, Julieta Paola - jstassi@ingenieria.uner.edu.ar
Saavedra, María Paula - mapaulasaavedra@gmail.com
Eichhon, Daiana Marlene - deichhon@ingenieria.uner.edu.ar

Facultad de Ingenieria - Universidad Nacional de Entre Ríos

RESUMEN · En el presente trabajo se describe una estrategia didáctica para la enseñanza del tema de metabolismo en estudiantes de Química Orgánica y Biológica de la carrera de Bioingeniería mediante el uso de imágenes y problemas de casos reales dentro del área de medicina. Para ambos casos se pretende que el estudiante tenga un rol activo en la construcción de sus propios conocimientos y que adquiera habilidades para resolver problemas relacionados al área, además de generar en ellos diversas competencias genéricas, tales como, aquellas que involucran el desempeño de manera efectiva en equipos de trabajo, el desarrollo de comunicación efectiva, la capacidad para aprender en forma continua y autónoma, y también se pretende generar una base para el desarrollo de otras futuras competencias en su carrera como la generación de desarrollos y/o innovaciones tecnológicas. A través de diversas actividades grupales tales como realización de debates, desarrollo de diagramas de flujo de información, cuadros sinópticos y mapas conceptuales, como metodologías para resolver problemas, se pretende que el alumno pueda relacionar conceptos ya adquiridos con nuevos conceptos y que logre fortalecer la comprensión e interpretación de los temas de metabolismo creando conocimientos significativos.

Palabras clave — imágenes, problemas, química biológica, bioingeniería, docencia

ABSTRACT · A didactic strategy to make students from Bioengineering comprehend the topic metabolism during their studies of both Organic and Biological Chemistry is described in this work. The methodology is based on the use of images and real medical cases. Students will be compelled to play an active role in the construction of their knowledge by using solving-problems strategies so as to develop a variety of skills and generic competences related with co-working, effective communication and not only continuous but also autonomous learning as well. The purpose is also to promote the development of future competences that would be highly useful for the students such as the ones related to technological developments and/or innovations. Students will be encouraged to relate previous concepts with new ones and strengthen the comprehension of the topic, thus developing significant knowledge. This will be attained by holding debates, using flowcharts, synoptic charts and conceptual maps.

Keywords — images, problems, biological chemistry, bioengineering, teaching

INTRODUCCIÓN La sociedad de hoy presenta cambios muy importantes en cuanto a desarrollos y tecnologías, pero también, respecto del conocimiento y aprendizaje los cuales evidencian una amplia brecha de separación entre las generaciones sociales de tan solo unas pocas décadas atrás con la actual. Una noción que impacta fuertemente en la enseñanza es el nuevo modo de comunicar, por ejemplo, a través de Internet aparece otro lenguaje que se escribe con letras, sonidos e imágenes, el cual no solo influye, sino que, marca el inicio de un cambio de época. En este sentido, los saberes actuales parecen haberse salido de los libros encerrados en la biblioteca y en consecuencia los métodos tradicionales expositivos ya no tienen el mismo impacto en el aprendizaje de los estudiantes. Este contexto trae consecuencias inevitables relacionadas al conocimiento y aprendizaje contemporáneo: la necesidad de conocer las características del sujeto de la educación de hoy y la necesidad de reconocer que los modos de producción del conocimiento requieren un rediseño para lograr en los sujetos de la educación personas con buenos valores, habilidades y capacidades competitivas inherentes a un área en particular. Martín Barbero [1] expreso en su trabajo sobre los saberes actuales que así como los cambios que están atravesando los lenguajes, las escrituras y las narrativas con la aparición del texto electrónico y las nuevas tecnologías de la información y comunicación, son complejos, los nuevos modos de circular el saber evidencian un sujeto de la enseñanza que necesita constante reconsideración. Facundo Ortega [2] menciona en sus trabajos de investigación de permanencia en la facultad con estudiantes universitarios, como estos cambios en la sociedad afectan a los estudiantes y educadores hoy. El estudiante de hoy produce el desplazamiento del conocimiento en pro de saberes inmediatos, la búsqueda de respuestas en las circunstancias, la espera de una resolución mágica, usando la economía de los atajos para conducir directamente al producto y de ese modo haciendo que el conocimiento sea ajeno al mismo. Leer, entender y estudiar no son vivenciados por los estudiantes como acciones simultáneas, sino más bien como acciones sucesivas. Estudiar de memoria cuando no entiendo, estudiar para aprobar, son frases comunes de los estudiantes ingresantes, lo cual evidencia que la intención de cierre o la condición en el plano cognitivo en el que el estudiante considera haber aprendido ha sido mal usada y promueven la intensión de olvido, dando lugar a una dificultad para retomar los conocimientos olvidados y agudizando además las discontinuidades en el conocimiento. Estos hechos finalmente se traducen en la incapacidad para interrelacionar conceptos aprendidos con aquellos que le son nuevos y crear habilidades en la construcción de nuevos conocimientos. En este contexto, el profesional de la educación de hoy no solo debe reconocer que los modos de producción del

conocimiento requieren un rediseño [3], sino también, que el mismo dispone de nuevas herramientas y debería aprovechar los nuevos modos de comunicar [4].

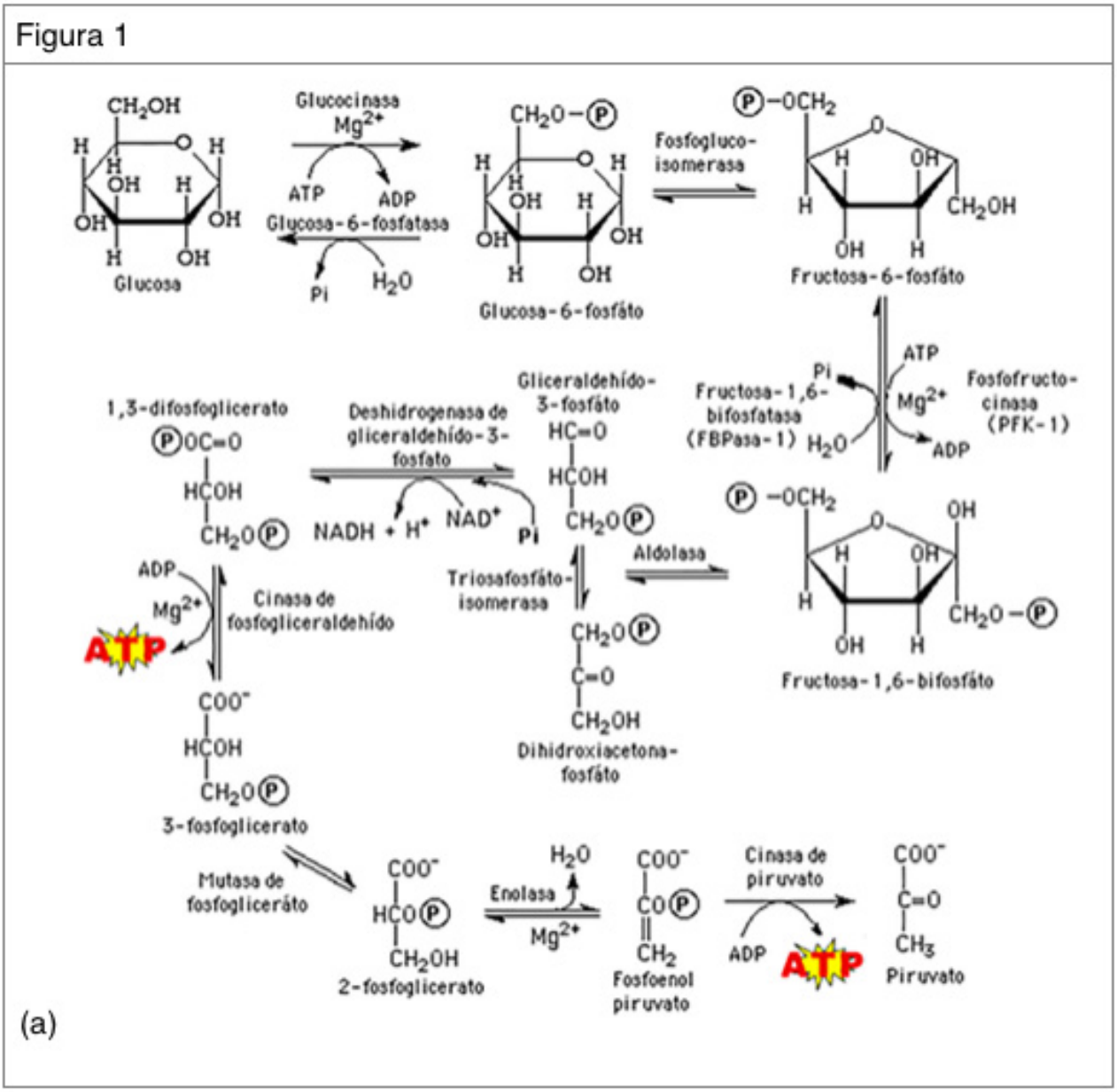
Es por ello que en este trabajo se describe una metodología didáctica tendiente a fortalecer la enseñanza de los temas de metabolismo en el área de química orgánica y biológica incorporando nuevas estrategias mediante el uso de imágenes y problemas de casos reales dentro del área de medicina [5] y de modo de crear competencias en el área [6] y conocimientos significativos perdurables en los estudiantes.

Cabe mencionar que la metodología didáctica descripta en este trabajo fue implementada a través de un proyecto de innovación en docencia para estudiantes de la asignatura Química Orgánica y Biológica perteneciente a la carrera de Bioingeniería. La formación del Bioingeniero egresado de esta carrera comprende una sólida base en ingeniería conjugada con los conocimientos fundamentales de medicina y biología, y complementada con asignaturas específicas de aplicación tecnológica. Los principios y herramientas de la ingeniería, la ciencia y la tecnología adquiridos por el Bioingeniero se aplican a los problemas presentados por la biología y la medicina. Es por ello que, en función del perfil del Bioingeniero y considerando que, Química Orgánica y Biológica es una asignatura del ciclo básico del eje biológico de la carrera de Bioingeniería, las competencias que se esperaron promover con la implementación de la metodología didáctica descripta fueron aquellas del tipo genéricas, tales como las que involucran el desempeño de manera efectiva en equipos de trabajo, el desarrollo de comunicación efectiva, la capacidad para aprender en forma continua y autónoma, y también se pretendió generar una base para el desarrollo de otras futuras competencias durante la carrera del Bioingeniero, como la generación de desarrollos y/o innovaciones tecnológicas.

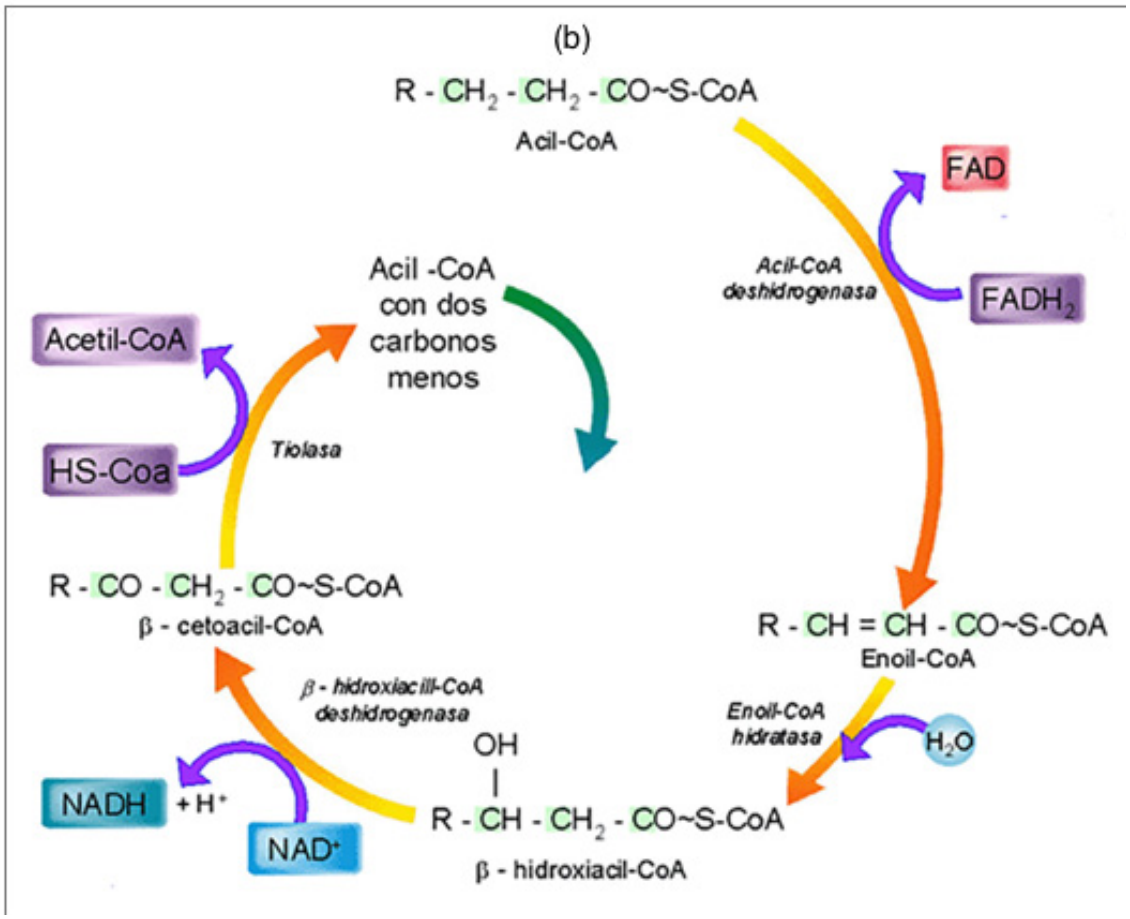
Respecto a la metodología didáctica descripta, también cabe mencionar que su implementación a través de un proyecto de innovación en docencia, fue original y pertinente respecto a las necesidades de reestructuración de las prácticas docentes propias del ámbito universitario al cual pertenece la carrera de Bioingenieria y la asignatura de Química Orgánica y Biológica. Así como se desprende del trabajo sobre innovación en la enseñanza universitaria de Miguel Zabalsa [7], la innovación se define en función de un contexto determinado y tiene como característica principal la mejora en la calidad de la enseñanza y el nivel de impacto que producirá la innovación. En este sentido, la metodología didáctica descripta tuvo como objetivo utilizar medios como imágenes y problemas para crear instancias didácticas originales que propicien un aprendizaje significativo centrado en el estudiante junto a la adquisición de competencias inherentes en el área.

DESCRIPCIÓN DE LA METODOLOGÍA DIDÁCTICA Un método tradicional utilizado para la enseñanza de los fundamentos teóricos del tema "metabolismo", consiste en describir en detalle (por medio de diapositivas expositivas o mediante el desarrollo escrito en pizarrón) las etapas de las diferentes vías metabólicas como reacciones químicas sucesivas que representan las transformaciones involucradas en la degradación (catabolismo) de un compuesto alimenticio (azúcares, lípidos, proteínas) desde la ingesta del mismo hasta la obtención de los productos finales (H_2O, CO_2, y energía (ATP)), o en la síntesis (anabolismo) de compuestos químicos biológicos (ácidos nucleicos, proteínas, polisacáridos, lípidos, hormonas, etc). Como ejemplo se muestra en la Figura 1 la serie de reacciones involucradas en diferentes vías metabólicas: (a) la Glicólisis para el catabolismo de azúcares, (b) la β-Oxidación para el catabolismo de lípidos, (c) Ciclo de Krebs, y (d) Ciclo de la urea para la eliminación de amonio proveniente del catabolismo de aminoácidos.

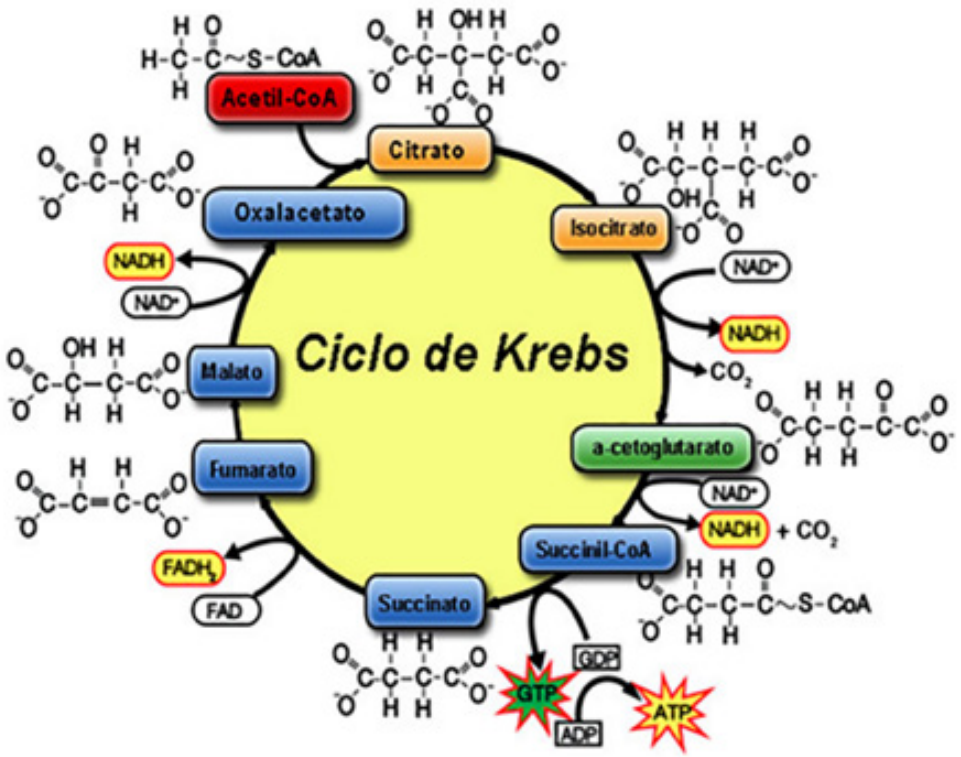
Figura 1

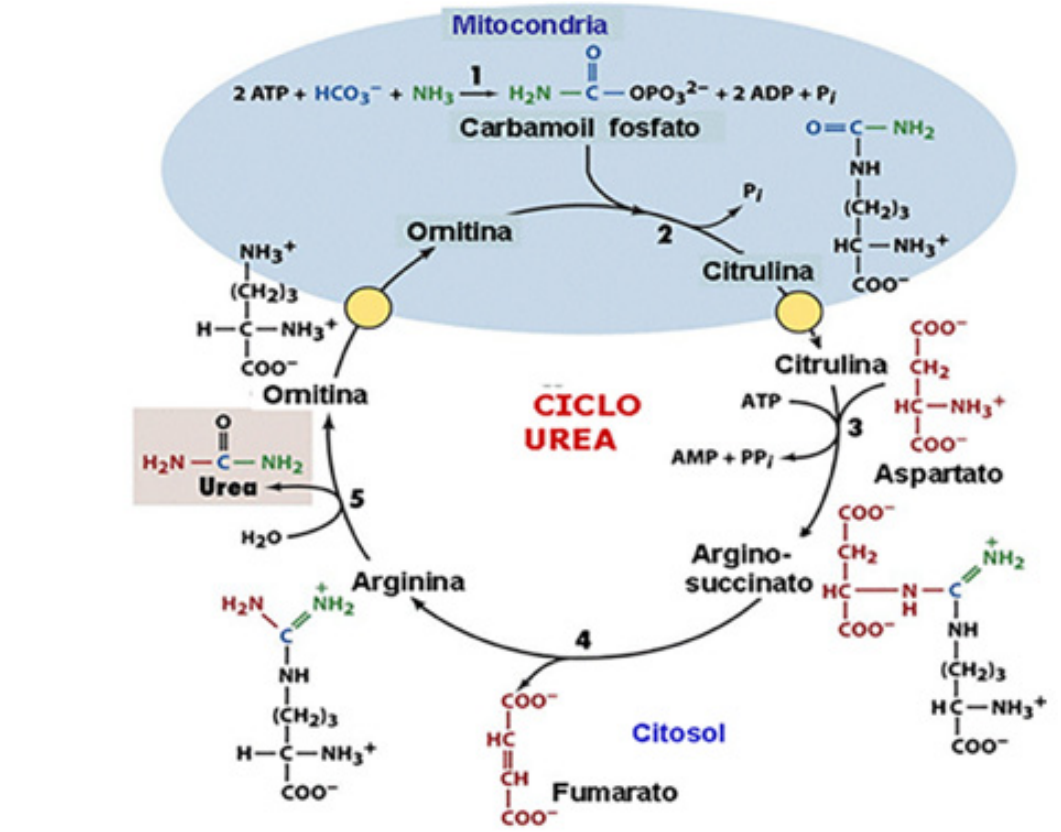


(b)


R - CH2 - CH2 - CO~S-CoA
Acil-CoA
FAD
FADH2
Acil-CoA deshidrogenasa
Acil -CoA con dos carbonos menos
Acetil-CoA
HS-Coa
Tiolasa
R - CO - CH2 - CO~S-CoA
β - cetoacil-CoA
R - CH = CH - CO~S-CoA
Enoil-CoA
β - hidroxiacil-CoA deshidrogenasa
Enoil-CoA hidratasa
H2O
OH
NADH + H+
NAD+
R - CH - CH2 - CO~S-CoA
β - hidroxiacil-CoA

(c)


Acetil-CoA
Citrato
Oxalacetato
Isocitrato
NADH
NAD+
Ciclo de Krebs
Malato
Fumarato
a-cetoglutarato
CO2
Succinil-CoA
FADH2
FAD
Succinato
GDP
GTP
ATP
ADP



(d)

Aplicando métodos puramente memorísticos los estudiantes pueden estudiar y recordar momentáneamente nombres de reactivos, productos, enzimas y tipo de reacciones involucradas en un determinado ciclo metabólico (por ejemplo, glicólisis, ⍁-oxidación, ciclo de la urea, vías metabólicas de síntesis de lípidos, azúcares y proteínas, etc.). Asimismo con este método, los temas podrían ser evaluados mediante una evaluación de tipo sumativa con simples preguntas teóricas escritas al final del cursado y del desarrollo de los temas, constituyendo las respuestas a dichas preguntas solo una repetición de lo que el profesor transmitió a partir de los contenidos teóricos de libros.

Un método alternativo, el cual incluye la integración de diferentes estrategias como complemento de actividades descriptivas de fundamentos teóricos, consiste en el uso de imágenes y problemas de casos reales dentro del área de medicina para promover y acompañar el aprendizaje en los estudiantes a partir de la asociación de conceptos y fundamentos teóricos con casos de la realidad.

Con este método se pretende, dar al estudiante un rol activo en la construcción de nuevos conocimientos, desarrollar habilidades para resolver problemas relacionados al área de química orgánica y biológica, y además generar en ellos diversas competencias

genéricas tales como aquellas que involucran el desempeño de manera efectiva en equipos de trabajo, el desarrollo de comunicación con efectividad y la capacidad para aprender en forma continua y autónoma. También se pretende generar una base para el desarrollo de otras futuras competencias, como la contribución a la generación de desarrollos y/o innovaciones tecnológicas.

Las imágenes y los problemas de casos reales dentro del área de medicina, se presentan a los estudiantes en un momento estratégico que elegirá el docente guía dentro de las clases donde se desarrollan los temas de biomoléculas y metabolismo.

Las imágenes incluyen como epígrafe una pregunta o frase a modo de generar en los estudiantes una inquietud o problema específico que deberán resolver. Se pretenderá en este caso promover debates orales entre estudiantes guiados por el profesor para arribar a la solución correcta.

En el caso de los problemas, los mismos incluyen una introducción seguida de una serie de preguntas específicas, las cuales, para su resolución requieren obligatoriamente desarrollar habilidades para lograr una correcta interpretación relacionando conceptos o fundamentos de química orgánica y biológica.

En ambos casos se pretenderá generar una perturbación de los conocimientos ya adquiridos por parte los estudiantes de modo que ellos deban manipular la información y los fundamentos teóricos que van adquiriendo durante el cursado para lograr resolver la pregunta o problema específico. Se pretende además el desarrollo de habilidades que promuevan la lógica y la razonabilidad de manera de facilitar la interpretación de los conceptos teóricos. Así, mediante la resolución de la pregunta clave o problema el estudiante construirá un nuevo conocimiento, el cual no solo será de índole teórico, sino que estará relacionado a su aplicación en la vida real.

Este método le servirá al profesor para desarrollar una evaluación de tipo formativa y una retroalimentación cada semana a medida que se vayan desarrollando los subtemas de metabolismo. La evaluación semanal podría consistir en una rúbrica la cual permita obtener información acerca del progreso de los estudiantes en relación a su aprendizaje y de la adquisición de competencias relacionadas a su desempeño en equipos de trabajo, al desarrollo de una comunicación efectiva, y a su capacidad para aprender en forma continua y autónoma. Otro tipo de evaluación formativa podría ser por medio de una evaluación escrita en etapas intermedias por medio de ejercicios escritos de diversa índole, como por ejemplo, aquellos que permitan la asociación de conceptos con ejemplos de la vida real, la construcción de definiciones, el completado de definiciones, cuadros y esquemas, la justifi-

cación de sentencias, etc., todo lo cual contribuirá también al desarrollo de un aprendizaje significativo en los alumnos.

Ejemplo 1 Imagen

¿Porque los camellos acumulan lípidos en sus jorobas?

Investigue si esto tiene algo que ver la escasez y bajo consumo de agua en su habitad.

Ejemplo 2 Imagen

¿Porque los bebes tienen mayor cantidad de grasa marrón al nacer?

El tejido adiposo marrón presente en el cuello y espalda de los recién nacidos contiene numerosas mitocondrias que producen menos de un ATP por átomo de O2 consumido en la respiración celular. Sugiera: (i) una función fisiológica para la baja relación P/O en ese tejido, (ii) posibles mecanismos para mantener baja esta relación.

Ejemplo 3 Imagen

¿Qué grado de instauración tendrán los lípidos en las membranas celulares de estos animales homeotermos y poiquilotermos?

Ejemplo 4 Problemas de casos reales dentro del área de medicina

Un bebé de seis meses de edad exhibió síntomas de pronunciada hiperamonemia que incluía vómitos, fiebre, irritabilidad y episodios de llantos intercalados con períodos de letargo. El infante tenía bajos niveles de uremia, transaminas séricas elevadas e hiperaminoacidemia y aminoaciduria generalizada.

Los niveles de citrulina, ácido argininosuccínico y arginina fueron relativamente bajos tanto en sangre como en orina. Los ensayos enzimáticos de tejido hepático establecieron que el nivel de Carbamilfosfato sintetasa mitocondrial (CPS) era aproximadamente un 20% de lo normal; esta enzima era activa sólo en presencia de concentraciones relativamente altas de N-acetilglutamato. Los niveles de los demás enzimas del ciclo de la urea eran relativamente normales.

El bebé fue tratado con un suplemento conteniendo arginina, piridoxina y análogos a-ceto de aminoácidos esenciales. Como parte de la terapia se restringió la ingesta de proteínas.

a. ¿Por qué fueron altos los niveles de amonio en este niño?
b. Explique porque bebés con deficiencia de CPS normalmente muestran niveles bajos de citrulina, argininosuccinato, arginina y urea.
c. ¿Por qué se recomienda la administración de arginina suplementaria?

d. ¿Por qué son administrados los análogos a-ceto de aminoácidos esenciales y piridoxina?
e. ¿Por qué se restringió la dieta de proteínas?
f. Cómo esperaría que se comportasen los niveles séricos de glutamato, glutamina y alanina en la sangre y orina de este infante?

Ejemplo 5 Problemas de casos reales dentro del área de medicina

Un niño de 5 años exhibió sintomas de anemia, ojos amarillentos, piel pálida y coloración amarillenta, dificultad respiratoria, mareos, debilidad muscular. Además el niño presentó hinchazón abdoninal y obtrucción en el baso. Los estudios bioquímicos revelaron la presencia de un porcentaje de globulos rojos con forma de media luna o hoz (ver Figura 2), además de una alta viscosidad en la sangre. El médico explica a los padres del niño que los síntonas y los estudios bioquímicos indican que se trata de una enfermedad genética llamada “anemia falsiforme” la cual es provocada por una mal formación de la hemoglobina de los globulos rojos. La hemoglobina anómala (hemoglobina S) fue confirmada y observada por la técnica de electroforesis de proteínas.

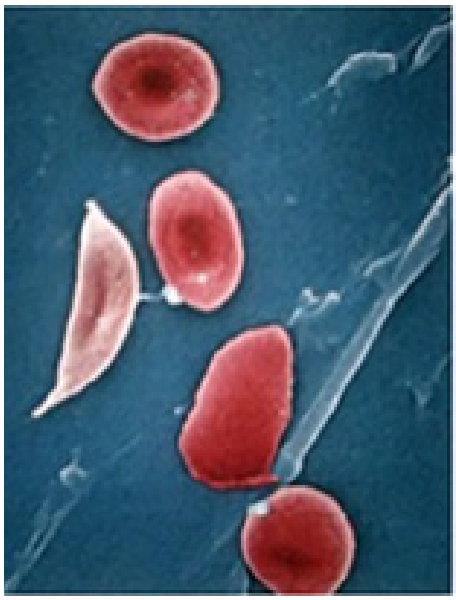


Figura 2

Investigue e indique: (i) cual es la causa genética que provoca la enfermedad, (ii) porque los globulos rojos tienen forma de hoz, (iii) como se puede justificar por la técnica electroforesis la presencia de hemoglobina S presente en glóbulos rojos de los pacientes con anemia falsiforme y como se relacionan los síntomas del paciente con la estructura de la hemoglobina S y la forma de los glóbulos rojos.

Para resolver las inquietudes y preguntas derivadas de las imágenes y de los problemas, los estudiantes trabajan en grupos y presentan diferentes hipótesis a las preguntas y problemas planteados. A partir de las hipótesis luego plantean posibles soluciones. Los estudiantes podrán utilizar diagramas de flujo de información, cuadros sinópticos y mapas conceptuales como metodologías para resolver el problema. El docente guía la actividad de manera de llegar a la solución correcta.

Se les pide a los alumnos que, siempre trabajando en grupo, manipulen la información que fueron adquiriendo durante el desarrollo de la asignatura para buscar una relación entre las preguntas y/o problemas y los conceptos teóricos relacionados al área de química orgánica y biológica, para luego formular una respuesta. Específicamente, los alumnos deberán interpretar qué relación tiene cada pregunta o problema con cuestiones referidas a las biomoléculas implicadas en los organismos vivos y al metabolismo. Para ello deberán considerar primero si la pregunta o problema se relaciona con una determinada vía metabólica, y a qué reactivo, producto, enzima o compuesto de química orgánica (biomolécula) de esa vía metabólica. Luego deberán identificar si el compuesto involucrado a la pregunta o problema está en una cantidad inadecuada o si existe una malformación del mismo. Subsiguientemente deberán hallar, como la malformación de un compuesto afecta su estructura y propiedades, y cómo se relaciona esto por ejemplo con la sintomatología y las medidas clínicas tomadas por un profesional de la salud, o cómo la deficiencia o presencia de algún compuesto en un organismo vivo está implicada en la causa primaria de las observaciones sugeridas en el epígrafe de las imágenes.

Por ejemplo, en el Ejemplo 1 los estudiantes deberán deducir que el acúmulo de lípidos en las jorobas de los camellos se debe a la escasez de agua en el habitat en que viven estos animales. Cuando la ingesta de agua es poca deberán generarla (agua metabólica) y para ello utilizarán los lípidos acumulados en sus jorobas. De esta forma, se logra relacionar el tipo de compuesto acumulado (lípido) con las vías metabólicas en las cuales está involucrado (□-oxidación, ciclo de Krebs y cadena de transporte de electrones principalmente). La generación de debates entre los estudiantes en torno al tema contribuirá, por ejemplo, al desarrollo de una comunicación efectiva en los mismos.

Usando un diagrama de flujo por ejemplo y analizando la información del Ejemplo 2, los estudiantes pueden interiorizarse con el funcionamiento del sistema de transporte de electrones en las mitocondrias y concluir que las mitocondrias de la grasa marrón de los bebes cumplen con una función fisiológica importante en la regulación de la temperatura corporal. La generación de diagramas de flujo en forma colaborativa por parte de

los estudiantes contribuirá, por ejemplo, con la creación de competencias y capacidades relacionadas al desempeño efectivo en equipos de trabajo.

En el ejemplo 3, se promueve que los estudiantes encuentren la relación entre las propiedades físicas de los ácidos grasos constituyentes de los fosfolípidos y sus funciones en las membranas biológicas. El desarrollo de esquemas conceptuales en forma individual o de forma colaborativa grupal podría contribuir positivamente con el desarrollo de capacidades para aprender en forma continua y autónoma en los estudiantes.

En el Ejemplo 4 el análisis de una patología, facilita la interpretación del correcto funcionamiento de una vía metabólica (ciclo de la urea).

Una de las demostraciones más impresionantes de la importancia de la estructura primaria de proteínas se observa en la hemoglobina asociada a la anemia falsiforme. En el ejemplo 5 los estudiantes podrán deducir cómo un mínimo cambio en el orden de la estructura primaria de una proteína afecta la estructura tridimensional y en consecuencia su función.

La generación de debates, de diagramas de flujo y esquemas conceptuales para resolver problemas no solo contribuirá a la generación de competencias genéricas en los estudiantes, sino también, creará habilidades necesarias para el desarrollo de diseño tecnológicos y procesamientos de señales e imágenes biológicas, creando así una base para el desarrollo de competencias futuras relacionadas a desarrollos y/o innovaciones tecnológicas.

ANÁLISIS DE RESULTADOS

A partir de la implementación de la metodología didáctica descripta a través de un proyecto de innovación en docencia surgieron los siguientes resultados los cuales fueron obtenidos mediante una encuesta:

-El 77% de los estudiantes consideró que el trabajo con imágenes le fue de mucha utilidad para la integración y comprensión de conceptos teóricos y para el estudio y aprendizaje de los temas de metabolismo.

-El 85% de los estudiantes consideró que las imágenes desarrolladas le provocaron mayor interés sobre el conocimiento de los temas abordados.

-La mayoría de los estudiantes opinaron que prefieren la participación de los alumnos en clase (90%) y que les gustó la inclusión de ejercicios para relacionar y construir conceptos, de imágenes disparadoras de debates y de problemas relacionados con la vida real dentro del área de medicina (93%).

Además, de acuerdo a datos estadísticos, el 79% de los estudiantes con quienes se implementó la metodología didáctica descripta logró la promoción de la asignatura. La

participación con éxito de los estudiantes en las actividades propuestas y en las diferentes instancias de evaluación formativa, evidenció no solo la aceptación de la metodología descripta por parte de los mismos, sino también, que la generación de competencias genéricas, tales como, aquellas que involucran el desempeño de manera efectiva en equipos de trabajo, el desarrollo de comunicación efectiva y la capacidad para aprender en forma continua y autónoma, fueran altamente promovidas.

CONCLUSIONES El método propuesto con la inclusión de imágenes y de problemas de casos reales dentro del área de medicina tiene una excelente aceptación por los estudiantes.

Durante las actividades propuestas por este método se logra aumentar la participación de los alumnos en la clase, despertar el interés con respecto a inquietudes de química orgánica y biológica y relacionarlas con la vida real, generar debates y lograr que los alumnos planteen situaciones problemáticas al resto de la clase.

Fundamentalmente se logra que los alumnos relacionen e integren los conceptos que ellos mismos construyen a partir de la información suministrada y mediante la aplicación de esta metodología. Además con este método se logra también una mayor integración e interpretación de los todos los temas de química orgánica y biológica; todo lo cual contribuye significativamente en la construcción de sus propios conocimientos y en la generación de un aprendizaje significativo y perdurable.

Con la aplicación de esta metodología no solo se logra dar al estudiante un rol activo en la construcción de nuevos conocimientos, sino también, desarrollar habilidades para resolver problemas relacionados al área de química orgánica y biológica, y diversas competencias genéricas tales como aquellas que involucran el desempeño de manera efectiva en equipos de trabajo, el desarrollo de comunicación con efectividad, la capacidad para aprender en forma continua y autónoma. También se contribuye a generar una base y fundamentos para el desarrollo de otras futuras competencias en su carrera como la generación de desarrollos tecnológicos y/o innovaciones tecnológicas. •

🕮 REFERENCIAS

[1] J. Barbero. (2003, Mayo). "Saberes hoy: diseminaciones, competencias y transversalidades". *Revista Iberoamericana de Educación.* [On- line]. 32. Available: www.rieoei.org/rie32a01.html [Mayo. 1, 2003].

[2] F. Ortega, M. Duarte. "Estudiar para olvidar", en *Ingreso a la universidad. Relación con el conocimiento y construcción de subjetividades*. Ortega F. (Comp.)– Ferreyra Editor – Córdoba, 2011.

[3] D. Perkins. "Las campanas de alarma", en *La escuela inteligente.* 1ra.ed., D. Perkins Ed. Gedisa: Barcelona, 1997.

[4] M. Maggio. *Enriquecer la enseñanza: los ambientes con alta disposición tecnológica como oportunidad.* Ed. Paidós. Buenos Aires. 2012

[5] P. Morales Bueno, V. Landa Fitgerald. "Aprendizaje basado en problemas". *Theoria*, vol.13, pp. 145-157, 2004.

[6] A. Mastache. *"Formar personas competentes. Desarrollo de competencias tecnologicas y psicosociales."* Ediciones Novedades Educativas. Buenos Aires 1ra. Ed. 2007.

[7] M. Zabalsa. "Innovación en la enseñanza universitaria". *Contextos educativos*, vol.6-7, pp. 113-136, 2003-2004.

Aprendizaje de cónicas, autovalores, autovectores y desarrollo de competencias genéricas de Ingeniería

Arce, Andrea Silvia - ansarce@gmail.com

Beherens, Nadia Vanina - nadiabeherens@hotmail.com

Facultad Regional Avellaneda - Universidad Tecnológica Nacional

Cura, Rafael Omar - rocura@frbb.utn.edu.ar

Facultad Regional Bahía Blanca - Universidad Tecnológica Nacional

RESUMEN · Las Ciencias Básicas de los primeros años en las carreras de Ingeniería ocupan un lugar de fundamento central para el desarrollo posterior de las etapas formativas más complejas como las Tecnologías Básicas y Aplicadas. Las ciencias exactas son proclives al desarrollo de las competencias vinculadas con problematizaciones en términos de comprensión, análisis, resolución y evaluación de resultados. También se pueden favorecer capacidades como la lecto-comprensión, el trabajo en equipo y la responsabilidad en el cumplimiento y comportamiento ético. El propósito de este trabajo es presentar las características y resultados de una experiencia didáctica que se viene realizando en la asignatura Álgebra y Geometría Analítica de primer año de la Facultad Regional Avellaneda de la Universidad Tecnológica Nacional, utilizando la modalidad flipped learning. La misma se focaliza en el aprendizaje de temáticas vinculadas con cónicas, autovalores y autovectores. Las actividades planteadas han posibilitado el desarrollo de algunas de las competencias mencionadas. Los buenos resultados y los aportes de la estrategia destacan su valor para que los futuros ingenieros integren el saber y el saber hacer en situaciones concretas. La experiencia se efectúa en el marco del Proyecto de Investigación y Desarrollo "Formación Inicial en Ingenierías y carreras Tecnológicas" (UTN IFN 3922).

Palabras clave — Enseñanza de ingeniería, Formación en competencias, Flipped learning, Experiencias de aprendizaje de Álgebra.

ABSTRACT · The Basic Sciences of the first years, in engineering careers, occupy a central place for the further development of more complex training stages such as Basic and Applied Technologies. The exact sciences are prone to the development of competencies linked to problems in terms of understanding, analysis, resolution and evaluation of results. It can also stimulate skills such as reading comprehension, teamwork and responsibility in compliance and ethical behaviour. The purpose of this paper is to present the characteristics and results of an educational experience that has been carried out in the subject Algebra and Analytical Geometry of the first year of Facultad Regional Avellaneda, Universidad Tecnológica Nacional, using flipped learning. It focuses on the learning of topics related to conic sections, eigenvalues and eigenvectors. The activities proposed have enabled the development of some of the mentioned competencies. The good results and the contributions of the strategy highlight its value for future engineers to integrate knowledge and know-how in specific situations. The experience is carried out in the framework of the Research

and Development Project "Initial Training in Engineering and Technological Careers" (UTN IFN 3922).

Keywords — Engineering education, Competence-based Training, Algebra Learning Experiences, Flipped learning.

»

INTRODUCCIÓN El Proyecto de Investigación y Desarrollo “Formación Inicial en Ingenierías y carreras Tecnológicas” (UTN IFN 3922) es desarrollado por equipos pedagógicos de todas las asignaturas de los primeros años de las Facultades Regionales de Avellaneda, Bahía Blanca y Chubut de la Universidad Tecnológica Nacional (UTN FRA, FRBB, FRCH). El mismo cuenta con dos ejes de trabajo: estudio de tendencias formativas de los primeros años (2016-2019) y el impacto de mejoras didácticas en los aprendizajes. Se trata de un proyecto de investigación socioeducativo para el cambio y la mejora de los procesos de enseñanza.

En el marco del segundo eje de trabajo de este proyecto y buscando lograr aprendizajes significativos y promover el desarrollo de competencias genéricas en nuestros estudiantes, se presenta una experiencia de la cátedra Álgebra y Geometría Analítica de primer año de la carrera de Ingeniería de UTN FRA con los resultados alcanzados.

MARCO CONCEPTUAL La formación en los primeros años en las carreras científico-tecnológicas, particularmente en las asignaturas de Ciencias Exactas, implica la puesta en acción por parte de docentes y estudiantes de un conjunto de procesos comprensivos y de abstracción a fin de apropiar conceptos y desarrollar habilidades esenciales que resultan condición fundamental para los estudios científico-tecnológicos posteriores.

La complejidad de los temas y de los procedimientos a desarrollarse exige el empleo progresivo de actividades en grado creciente de complejidad, pero acorde a las capacidades de los estudiantes en formación inicial. Ello posibilitará el desarrollo, también, de competencias y capacidades genéricas. El siguiente marco conceptual brinda el entorno que animó la organización, implementación y evaluación de esta experiencia formativa.

MODELIZACIÓN MATEMÁTICA · Cristante, Esteley, Marguet, y Mina [1], consideran que “la modelización matemática consiste en el arte de transformar problemas de la realidad en problemas matemáticos y resolverlos interpretando sus soluciones en un lenguaje del mundo real”. Todo comienza con fenómenos observables que se cuestionan a través de un

planteo problemático y para comprender ese fenómeno, se deberán utilizar herramientas matemáticas que se poseen o se deben construir. Es entonces cuando se identifica el problema, se simplifica el mismo relacionando las variables que intervienen y tomando decisiones operativas. Luego, se comienza a crear un modelo matemático en el que se relacionan variables y se aplican teorías y herramientas matemáticas. El siguiente paso, está compuesto por la interpretación de resultados para luego aplicarlos a diferentes problemas [2].

FLIPPED LEARNING · El modelo de aprendizaje de flipped learning propone intercambiar el tiempo de instrucción dentro de la clase por el de práctica fuera del aula. Los estudiantes obtienen el conocimiento antes de tomar la clase, dedicando más tiempo a la resolución de actividades en la misma, permitiendo así una mayor interacción entre compañeros y con los docentes. Lo importante de este modelo es el diseño de las clases presenciales, ya que están focalizadas en un pensamiento de orden superior y en las necesidades puntuales de los alumnos. Dentro de las ventajas de este enfoque metodológico, se puede afirmar que propicia el aprendizaje activo [3] y el desarrollo de actitudes formativas como la autorregulación, el uso favorable del tiempo de clase, el énfasis en el estado de aprendizaje de los estudiantes y la solución de problemas particulares.

A su vez se utiliza el espacio virtual como un entorno de aprendizaje mediado por tecnología, resultando un instrumento que posibilita las interacciones entre estudiantes, así como también entre éstos y los docentes, facilitando la relación con el conocimiento. Las tecnologías al operar como instrumentos de mediación proponen una estructura de acción específica para aprender y, desde donde, cada estudiante interactúa según sus oportunidades y estrategias para el aprendizaje tecnológicamente mediado. Diversas investigaciones infieren que la integración de herramientas computacionales en el aprendizaje de la matemática favorece la construcción de significados [4].

APRENDIZAJE INTEGRADOR Y DESARROLLO DE COMPETENCIAS · La formación basada en competencias supone situaciones de aprendizaje que presenten actividades particulares donde se combinan conocimientos, habilidades, actitudes y valores a fin de adquirir una capacidad de orden superior resolviendo situaciones problemáticas en contextos puntuales [5].

El desarrollo de competencias en ingenierías en la República Argentina viene evolucionando desde hace más de una década. El Acuerdo de las 10 Competencias Genéricas terminales de CONFEDI fue un punto de consenso muy importante hacia 2006 [6], que luego se trasladó hacia Iberoamérica cuando en Valparaíso ASIBEI en 2014 lo extendió a toda la región [7]. En dicho documento se define que “competencia es la capacidad de articu-

lar eficazmente un conjunto de esquemas (estructuras mentales) y valores, permitiendo movilizar (poner a disposición) distintos saberes, en un determinado contexto con el fin de resolver situaciones profesionales".

Allí, han quedado establecidas que las competencias genéricas de egreso de los estudiantes de ingeniería son:

Competencias tecnológicas

1. Identificar, formular y resolver problemas de ingeniería.
2. Concebir, diseñar y desarrollar proyectos de ingeniería.
3. Gestionar, planificar, ejecutar y controlar proyectos de ingeniería.
4. Utilizar de manera efectiva las técnicas y herramientas de aplicación en la ingeniería.
5. Contribuir a la generación de desarrollos tecnológicos y/o innovaciones tecnológicas.

Competencias sociales, políticas y actitudinales

6. Desempeñarse de manera efectiva en equipos de trabajo.
7. Comunicarse con efectividad.
8. Actuar con ética, responsabilidad profesional y compromiso social, considerando el impacto económico, social y ambiental de su actividad en el contexto local y global.
9. Aprender en forma continua y autónoma.
10. Actuar con espíritu emprendedor.

En el año 2018, luego de un importante trabajo de todas las terminales de las carreras de Ingeniería de la República Argentina, CONFEDI incorporó estas competencias genéricas a la Propuesta de estándares de segunda generación para la acreditación de las carreras de Ingeniería (Libro Rojo), incluyendo las competencias específicas. [8]

El enfoque por competencias permite profundizar el aprender haciendo y posibilita generar una sólida integración entre el marco teórico y la puesta en ejercicio de los saberes conceptuales, habilidades, destrezas y actitudes en un contexto determinado. Dicho planteo exige un proceso formativo donde la práctica y el saber hacer es parte relevante del aprendizaje a partir de situaciones problematizadoras donde se ponen en juego las capacidades, saberes y destrezas, en un proceso progresivo, de complejidad y de evaluación constante. Tobon [9] señala que las estrategias didácticas deben favorecer un proceso progresivo y de creciente complejidad del aprendizaje, que posibiliten la integración de dichos saberes. Las actividades de evaluación deben acompañar de modo continuo este proceso. Este planteo formativo evidencia diversos niveles de resultados ya que la puesta en juego

de estas capacidades permite apreciar logros de niveles bajos, medios y altos. Asimismo, la visión integral de la formación exige analizar de modo articulado cuestiones cognitivas, procedimentales y actitudinales, no tanto por separado sino de modo articulado, cuestión compleja frente al enfoque academicista clásico. El aprendizaje basado en competencias conlleva nuevos desafíos y nuevas posibilidades que enriquecen la enseñanza en Ingeniería.

EVALUACIÓN DE APRENDIZAJES · Medios, técnicas e instrumentos de Evaluación

La evaluación cumple diversos roles a lo largo del proceso formativo. Inicialmente como instancia de diagnóstico, a fin de analizar las condiciones y el punto de partida inicial o parcial de los aprendizajes. En el proceso formativo, la evaluación cumple un rol formador a través del monitoreo de los avances que posibilitan mejores intervenciones tanto de los estudiantes como de los profesores. En la etapa final, las estrategias evaluativas buscan apreciar los logros alcanzados, a fin de acreditar aprendizajes y competencias.

La educación basada en competencias promueve que la evaluación tenga una presencia permanente teniendo en cuenta las tres funciones señaladas a medida que el proceso formativo e integrador se va desarrollando.

Definimos a los medios de evaluación como todos los instrumentos que posibilitarán apreciar los niveles de resultados de los estudiantes a través de sus producciones. Estas producciones pueden ser en nuestro caso escritas u orales. Las técnicas de evaluación son las estrategias que los docentes utilizan para recabar información acerca de las producciones de los estudiantes pudiendo estos últimos participar en el proceso como por ejemplo la autoevaluación. De esta manera los instrumentos de evaluación se convierten en herramientas que utilizan tanto los docentes como los estudiantes para plasmar organizadamente la información obtenida mediante una determinada técnica de evaluación [10].

DISEÑO DE TRIANGULACIÓN MIXTO · Emplea la triangulación para recopilar datos desde varias perspectivas, incluidos aspectos cuantitativos y cualitativos. Con los métodos cualitativos, se busca medir y registrar el comportamiento de las personas involucradas en el fenómeno estudiado, mientras que los métodos cuantitativos se centran en la información obtenida a través de encuestas [11]. Además, los datos se pueden recopilar de una variedad de fuentes, tanto cualitativas como cuantitativas; es decir, documentos, registros o archivos, entrevistas directas, observación directa, observación de participantes e instalaciones u objetos físicos [12]. En este sentido, un enfoque descriptivo permite identificar y describir los diferentes factores que ejercen influencia sobre el fenómeno estudiado, y exploratorio, para lograr un enfoque entre las teorías inscritas en el marco teórico y la realidad en estudio. Los datos cuantitativos proporcionaron información sobre lo que está sucediendo y

los datos cualitativos sobre por qué y cómo ocurre.

DESCRIPCIÓN DE LA EXPERIENCIA La población destinataria de la experiencia formativa son 52 estudiantes de la asignatura Álgebra y Geometría Analítica de 1°104°B de la Facultad Regional Avellaneda de la Universidad Tecnológica Nacional.

Los objetivos pedagógicos de esta actividad son:

1. Construcción de nuevos conocimientos matemáticos a partir de la resolución de problemas.
2. Apropiación e integración de saberes conceptuales y de procedimientos matemáticos de cónicas y autovalores y autovectores vinculados con problemas ingenieriles.
3. Desarrollo del aprendizaje autorregulado y autónomo en estudiantes de primer año de ingenierías.
4. Generación de competencias de trabajo colaborativo y en equipo a través del empleo de herramientas y recursos virtuales.

Las actividades se organizaron en dos etapas. En una primera, los estudiantes realizaron un trabajo grupal de aprendizaje a través de una actividad de investigación sobre cónicas de manera autónoma, con la guía y seguimiento de los docentes, culminando con una exposición oral donde involucraron el planteo y la resolución de un problema ingenieril en relación con la cónica trabajada. Esta fase se desarrolló en el espacio virtual que posee la asignatura Álgebra y Geometría Analítica de la Facultad Regional Avellaneda. Los estudiantes utilizaron diversos recursos, a saber: libros virtuales, videos, simulaciones, para realizar su investigación. Finalmente expusieron en clase el planteo y la resolución del problema ingenieril, utilizando distintas presentaciones que luego fueron compartidas virtualmente.

En una segunda etapa, en la unidad de Autovalores y Autovectores, los contenidos fueron abordados a través de la modalidad Flipped Learning. Para ello, se creó un blog interfacultades, compuesto por documentos visuales y escritos, con explicaciones y demostraciones de los temas involucrados, así como también ejemplos de aplicaciones ingenieriles. Los estudiantes debían ingresar al blog y estudiar de manera independiente los contenidos, antes de la clase que abordaría estos conceptos. Para ello, podían realizar consultas, que luego fueron resueltas tanto por los docentes como por los alumnos que formaban parte del blog. De esta manera, en la primera clase presencial se abordaron todas las dudas, para así lograr un consenso en los contenidos y poder trabajar a continuación con las actividades diseñadas que proponían indagar, argumentar, razonar, comprobar, comunicar y modelizar. Se trabajaron varios problemas, cuya complejidad iba en aumento. Los

estudiantes compartieron los conocimientos adquiridos utilizando el lenguaje matemático adecuado y consolidando los aprendizajes, para luego finalizar con un problema de Ingeniería Industrial que estaba referido a la deformación de una membrana filtrante elástica. Frente a ello, se requirió la modelización matemática y su resolución y, de este modo, se formalizaron los aprendizajes. Para esto, se pidió a los alumnos que trabajen en grupos de 4 integrantes, mientras que los profesores guiaban y acompañaban dichas producciones. Finalmente, como último paso, realizaron un cuestionario virtual, con corrección automática y retroalimentación a modo de cierre.

La diversidad de actividades propició la utilización de diversos medios de evaluación para poder comprobar la adquisición de las competencias previstas. En la primera etapa los medios de evaluación fueron escritos, tales como la entrega del Proyecto en formato digital y la participación en el foro virtual, mientras que entre los medios orales se utilizó la exposición de la resolución del problema ingenieril que involucraba a una cónica.

En la segunda etapa se empleó como medio escrito un examen, y el uso del foro en el espacio virtual y entre los medios orales, el debate, diálogo grupal y las preguntas de clase.

Por otro lado, se analizaron las producciones de los estudiantes tanto grupales como personales, se realizaron observaciones directas en las clases y también se utilizó la técnica de autoevaluación en los cuestionarios virtuales. Entre los instrumentos utilizados contamos con informes de autoevaluación virtual, diario del docente de las clases presenciales y registro de notas numéricas del examen.

Como situación problemática de cierre se propuso una actividad, cuya consigna principal señala:

"Se desea colocar una membrana filtrante circular de diámetro 1 decímetro en un conducto de forma elíptica. Analice qué variables debe tener en cuenta para la modelización de manera tal que la membrana deformada cumpla su función, si el conducto tiene un semidiámetro menor y mayor de 2 y 3 decímetros respectivamente."

Al finalizar toda la experiencia y para lograr una mayor comprensión de los resultados obtenidos, se optó por un diseño de triangulación mixto. En el mismo, involucramos aspectos cuantitativos, cuando analizamos las calificaciones obtenidas por los estudiantes, teniendo en cuenta que se realizó una comparación con un grupo testigo (1°105°), en el que no se utilizaron las estrategias mencionadas previamente. Pero también se tomaron en cuenta aspectos cualitativos, a través de una encuesta anónima a nuestros alumnos. La misma, estaba compuesta por 6 preguntas, que incluían cuestiones como el uso del blog, el campus virtual y las percepciones que los alumnos tienen frente a estas. A continuación,

se presenta la encuesta en el formato en el que los alumnos la han recibido:

"Estimados Estudiantes:

Agradecemos la respuesta a la presente encuesta realizada en el marco del PID FIIT 'Formación Inicial de Ingenierías y Carreras Tecnológicas', Proyecto de Investigación Interfacultades, realizado por: Facultad Regional Bahía Blanca, Facultad Regional Chubut y Facultad Regional Avellaneda."

1. ¿Encontró dificultades para desempeñarse a través del Campus Virtual?

SI- NO

2. Los cuestionarios realizados fueron útiles para:

	SI	NO
Comprensión del tema		
Autoevaluación de aprendizaje		
Regulación de estudio		

3. ¿Piensa que sus expectativas iniciales respecto de la tarea de aplicación a la ingeniería de los autovalores y autovectores se vieron cumplidas? SI, NO, EN PARTE ¿Por qué?
4.
   a. Las tareas propuestas de autovalores y autovectores, tanto en la clase presencial como en el Campus, le resultaron:

	Tareas	Campus		Tareas	Campus
Nada interesante			Demasiado difícil		
Poco interesante			Difícil		
Interesante			Ni fácil ni difícil		
Bastante interesante			Fácil		

   b. Tanto para las tareas y el Campus, explique el por qué de sus respuestas.
5. ¿Qué fortalezas y debilidades identifica respecto de la posibilidad de trabajar en grupo?
6. ¿Qué sugeriría para favorecer el aprendizaje de los contenidos de esta asignatura?

RESULTADOS De las observaciones realizadas por el equipo docente durante las clases presenciales se puede inferir la apropiación e integración de saberes conceptuales y de procedimientos relacionados con los objetos matemáticos estudiados; así como también

la comprensión y resolución de problemas matemáticos. Por otro lado, la estrategia de enseñanza utilizada favoreció el desarrollo del aprendizaje autorregulado y autónomo de los estudiantes como así también un verdadero trabajo colaborativo empleando distintas herramientas, tanto en actividades presenciales como virtuales. En cuanto al tiempo destinado al trabajo en clase, se observa la necesidad en futuras experiencias de incrementarlo ya que según las respuestas a las preguntas 5 y 6, los estudiantes refieren como debilidad el tiempo escaso para el desarrollo de las actividades grupales de la práctica durante la clase y en esta línea sugieren incrementar el tiempo destinado para su realización.

Además, se evidenció el interés mostrado a partir de la encuesta realizada a nuestros alumnos, y se puede inferir que el 70% de los estudiantes considera que el cuestionario virtual ha impactado positivamente en la comprensión del contenido trabajado, mientras que casi un 80% reconoce que dicho cuestionario los ha ayudado para realizar una autoevaluación, como así también para regular sus estrategias de estudio (Fig. 1). Por otro lado, se observa que el 56% de los alumnos indica que las aplicaciones tratadas han satisfecho sus expectativas, mientras que el 19% lo cree, pero en parte (Fig. 2). De esto entonces, podemos concluir que el 75 % de los alumnos considera que se han cumplido sus expectativas con respecto a las aplicaciones ingenieriles. En cuanto a las tareas realizadas, el 70% expresa un nivel de interés con respecto a lo trabajado en clase, mientras que más del 80% considera interesante lo realizado a través del campus virtual (Fig. 3).

Para el análisis de los aspectos cuantitativos, utilizamos los datos de las evaluaciones en el curso dónde se realizó la experiencia (1°104 B) y de otro curso (1° 105) que fue elegido curso testigo. Considerando estos aspectos (Fig. 4 y Fig. 5), se puede observar un mejor desempeño académico en el curso 1° 104 B, tanto en diagonalización como en rototraslación, que fueron los contenidos trabajados en la propuesta. Un 60% de los estudiantes respondió bien en este curso, dato que supera significativamente al porcentaje de quienes respondieron correctamente en 1°105, compuesto por sólo un 17% y se confirma con un p-value= 0.0028. En el tema de rototraslación, aunque se puede observar en ambos cursos más respuestas incorrectas, también se infiere la misma tendencia de mejora (con un p-value=0.07): mientras que un 28% respondió bien en 1° 104 B, sólo un 11% lo hizo correctamente en 1° 105.

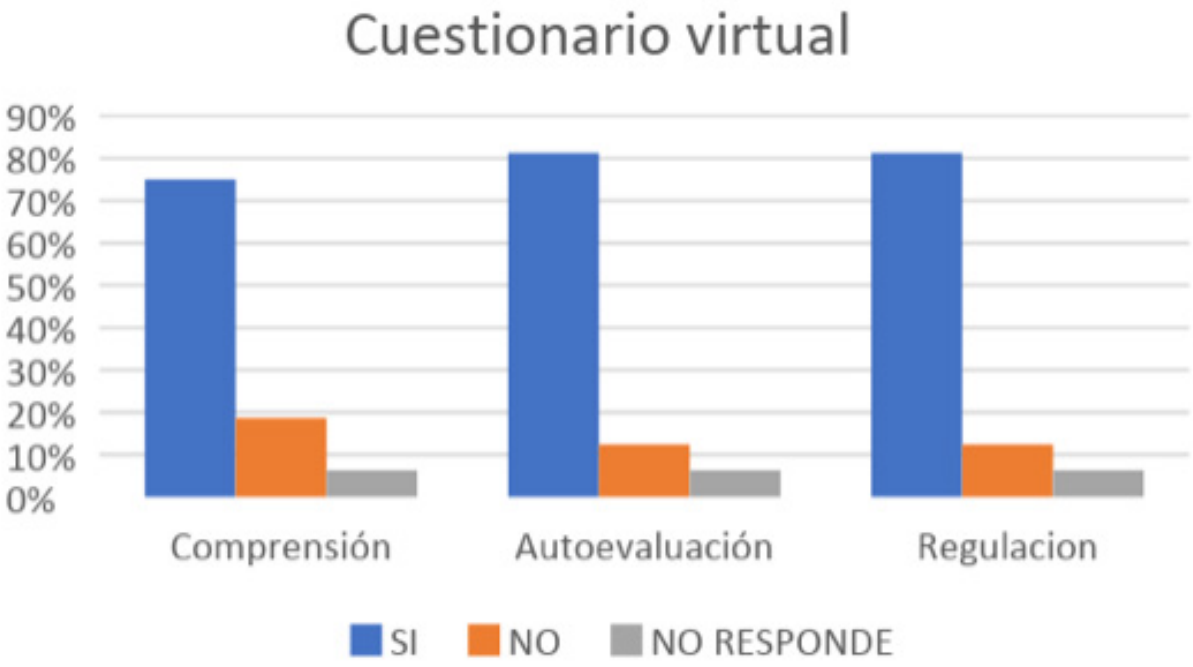


Fig.1 *El gráfico muestra la apreciación de los alumnos de 1° 104 B con respecto al impacto del cuestionario virtual en la comprensión del tema, su autoevaluación y regulación de estudio.*

Fig.2 *El gráfico representa el porcentaje de alumnos de 1° 104 B que sienten que sus expectativas con respecto a las aplicaciones han sido cumplidas.*

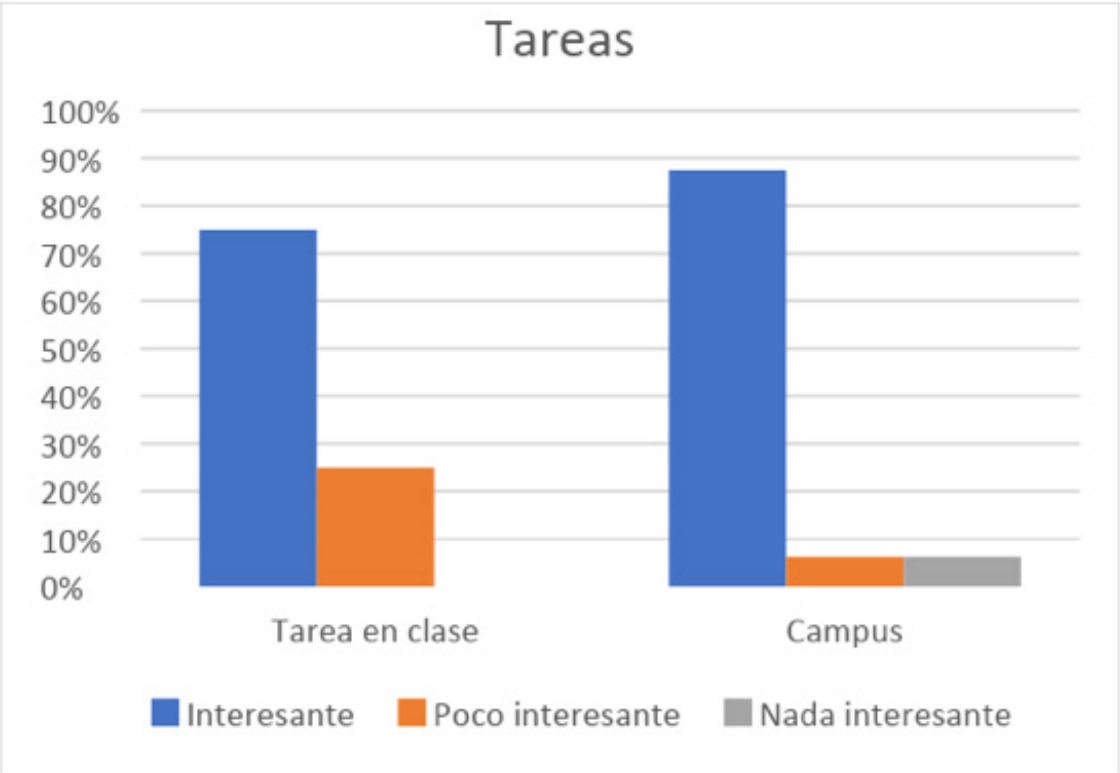


Fig.3 *El gráfico muestra las apreciaciones de los alumnos de 1° 104B con respecto a las tareas trabajadas en las clases presenciales y en el campus.*

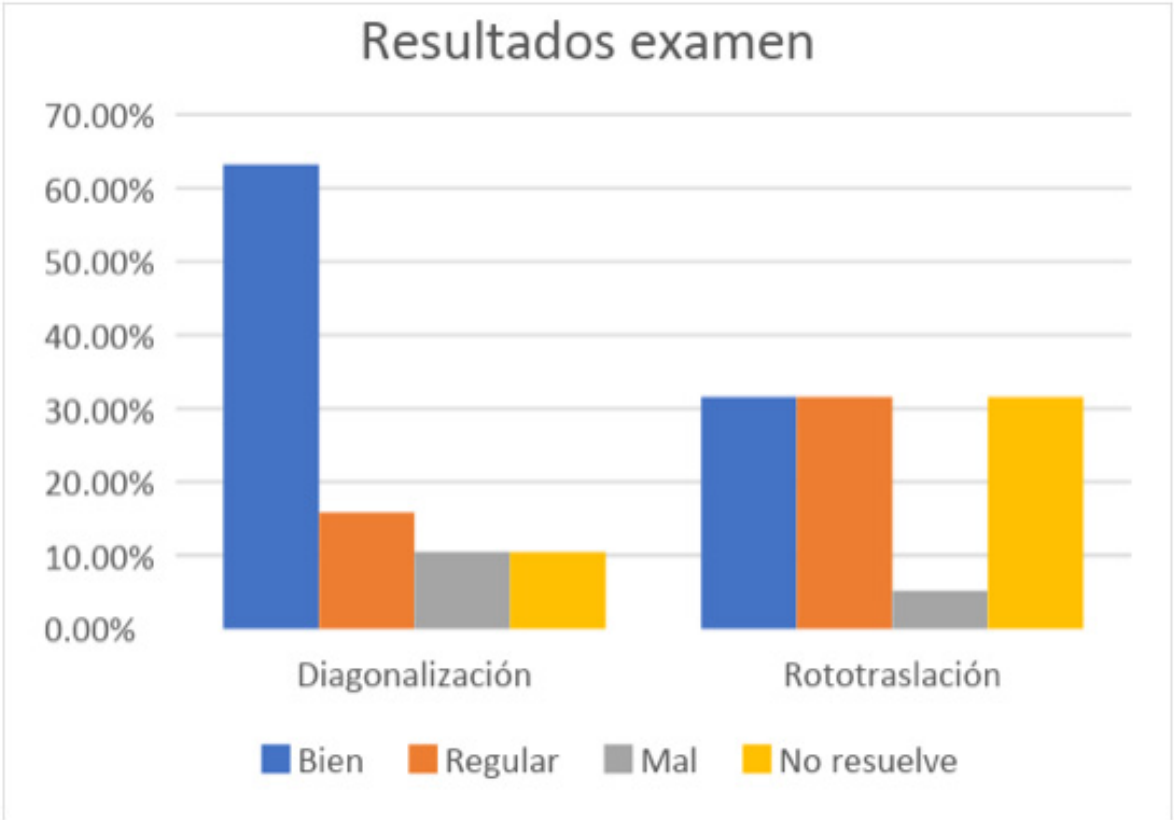


Fig.4 *El gráfico representa los resultados en el examen con respecto al tema de diagonalización y rototraslación en el curso 1° 104B.*

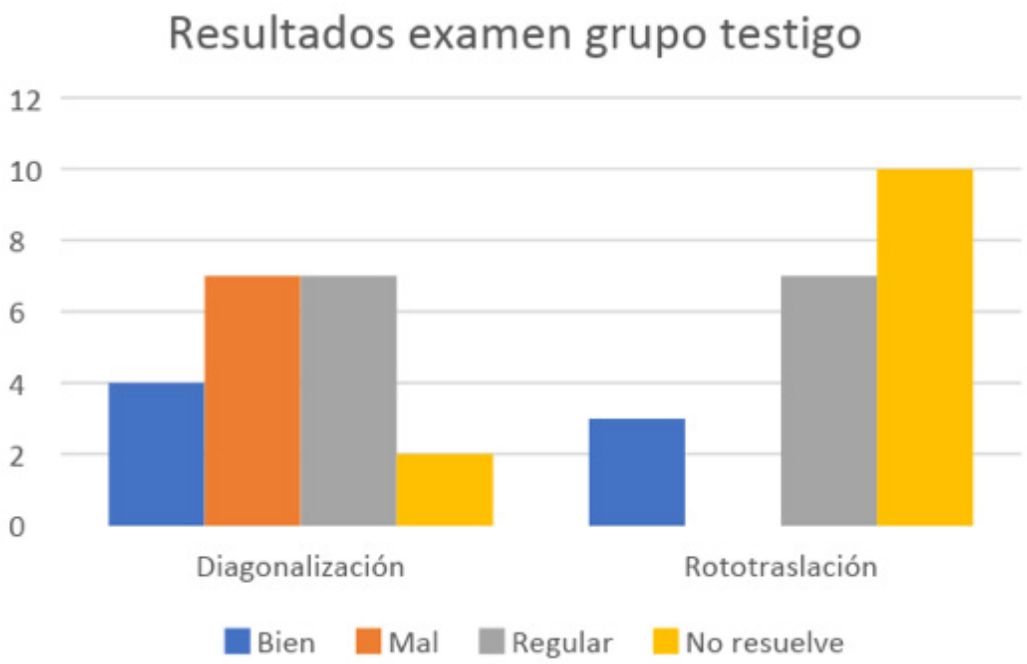


Fig.5 *El gráfico representa los resultados en el examen con respecto al tema de diagonalización y rototraslación en el curso 1° 105.*

CONCLUSIONES A partir de las actividades académicas propuestas en esta experiencia, se estima que la resolución de problemas ingenieriles mediante la modelización matemática potenció el interés, la comprensión y adquisición del conocimiento matemático específico de la materia. Además, se considera que la estrategia de aprendizaje expuesta favoreció el desarrollo de competencias genéricas tanto tecnológicas como sociales, políticas y actitudinales. Entre ellas, identificar, formular y resolver problemas de ingeniería, desempeñarse de manera efectiva en equipos de trabajo, y comunicarse con efectividad y aprender en forma continua y autónoma. En base al análisis de los resultados sobre las tareas académicas realizadas por los alumnos y las distintas estrategias utilizadas en las evaluaciones para obtener evidencias no sólo del saber, sino también del saber hacer, se advierten sentimientos positivos de los estudiantes y buenos resultados académicos Así mismo, se advierte la necesidad de redistribuir el tiempo de trabajo en clase para potenciar la participación de los alumnos en los grupos de estudio. En conclusión, la propuesta pedagógica diseñada a partir de Flipped Learning y la resolución de un problema ingenieril utilizando conceptos matemáticos propició el desarrollo de un entramado de conocimientos, aptitudes y habilidades potenciando el saber hacer del futuro ingeniero. •

🕮 REFERENCIAS

[1] A. Cristante, C. Esteley, I. Marguet, and M. Mina, "*Experiencia de modelización en aula con orientación en Economía y Gestión de las Organizaciones 1*," Exp. propuestas y reflexiones para la Cl. Matemática, pp. 305–318, 2007.

[2] M. Pochulu, *La Modelización en Matemática: marco de referencia y aplicaciones*. Villa Maria: GIDED, 2018.

[3] O. Sositto and G. Blanco, *Enseñanza de la ingeniería. Hacia un modelo pedagógico transformador.* San Justo: Universidad de La Matanza, 2017.

[4] M. Haspekian, "Teachers practices and professional geneses with ICT," *Electron. J. Math. Technol.*, vol. 8, no. 2, 2014.

[5] A. Gual, "Educación médica," en *¿Por dónde innovar en la enseñanza de la medicina?* vol. 13, no. 1, pp. 39–52, 2010.

[6] CONFEDI. *Acuerdo de competencias genéricas.* Bahía Blanca, CONFEDI, 2006.

[7] ASIBEI. *Declaración de Valparaíso*. Valparaíso, ASIBEI, 2014.

[8] CONFEDI. *Propuesta de estándares de segunda generación para la acreditación de carreras de Ingeniería de la República Argentina*. Buenos Aires, CONFEDI, 2018.

[9] Tobón, S. *Formación basada en competencias. Pensamiento complejo, diseño curricular y competencias*. Bogotá, Ecoe, 2006.

[10] C. Hamoni, V. López Pastor, A. López Pastor. Medios, técnicas e instrumentos de evaluación formativa y compartida en la educación superior. *Perfiles Educativos*, vo.37, no.147, México, 2015.

[11] Yin, R. *Case study research: Design and methods*. London: Sage Publications, 1989.

[12] Chetty, S. (1996). The Case Study Method for Research in Small- and Medium-sized Firms. *International Small Business Journal*, vol.15, no1, pp. 73–85, 1996.

Propuesta didáctica para enseñanza de la estequiometría basada en competencias utilizando recursos digitales con rúbrica como instrumento de evaluación

Fornari, Javier Fernando - javier.fornari@frra.utn.edu.ar
Alegre, Laura - laura3556@hotmail.com
Culzoni, Cecilia - ceciliaculzoni@gmail.com

Facultad Regional Rafaela - Universidad Tecnológica Nacional

RESUMEN · Las dificultades que presentan los alumnos para incorporar y utilizar correctamente los conceptos de la unidad didáctica Estequiometria, de la asignatura Química General en carreras de Ingeniería nos motiva a plantear un diseño didáctico novedoso. Esta propuesta, que se encuadra dentro de lo que se denomina educación basada en competencias, utiliza analogías computacionales y recursos digitales disponibles en Internet. Se completa con un nuevo método de resolución de problemas y actividades de aplicación. Se propone realizar una evaluación formativa y sumativa a través de una rúbrica basada en las competencias que se pretenden lograr dentro de la unidad didáctica.

Palabras clave — Estequiometria, Competencias, Rubrica, Recursos Digitales

ABSTRACT · This paper proposes a novel method to help students who have difficulties in acquiring and using the concepts of Stoichiometry which are included in the subject General Chemistry for Engineering students. This skill based method leads students to use computational analogies and digital resources available on the internet. This paper also suggests a new problem resolution method and activities to be applied on real cases. The use of formative and summative evaluations based on the skills acquired is strongly prompted where rubrics will be used.

Keywords — Stoichiometry, Skill, Rubrics, Digital Resources

»

INTRODUCCIÓN

Los alumnos precisan adquirir competencias específicas para su desenvolvimiento profesional, para trabajar en grupos, para interactuar con personas de diferentes culturas y también para manejarse con grandes cantidades de información disponible. Esto es muy importante ya que “se requiere poder discernir entre aquella información útil en función de un determinado objetivo y aquella que no lo es, poder procesar dicha información para transformarla en conocimiento y finalmente, poner ese conocimiento al servicio de su propio desarrollo personal y profesional” [1]

Teniendo en cuenta las competencias de egreso y específicas enunciadas en el Libro Rojo del CONFEDI [2] para las carreras de ingeniería, se seleccionan aquellas que pueden adquirirse a través de una unidad didáctica de la asignatura Química General. Dentro de

esta asignatura, uno de los temas más complejos para la enseñanza y el aprendizaje es la estequiometria, como dice Martínez (2011) [3] porque implica relacionar tres nociones: las proporciones de partículas que participan en la reacción, las proporciones de masas macroscópicas que son susceptibles de ser medidas en una balanza y el marco simbólico necesario para representar la ecuación química balanceada.

Se propone emplear estrategias de enseñanza que incluyen analogías, recursos digitales y trabajo en equipo para abordar los objetivos propuestos y desarrollar las competencias que se especifican a continuación.

FUNDAMENTOS TEÓRICOS Como modelo para la propuesta educativa se utilizó lo que el Dr. Marco Antonio Moreira denomina Unidad Educativa Potencialmente Significativa (UEPS) que es una unidad didáctica basada en el aprendizaje significativo. Según Moreira: "Son secuencias de enseñanza fundamentadas teóricamente, orientadas al aprendizaje significativo, no mecánico, que pueden estimular la investigación aplicada en enseñanza, es decir la investigación dedicada directamente a la práctica de la enseñanza en el día a día de las clases" [4].

Las U.E.P.S. se pueden aplicar en la enseñanza de la estequiometria a partir del planteo de situaciones problemáticas utilizando diferentes medios como simulaciones computacionales, videos, analogías o problemas cotidianos. Es necesario que los problemas despierten la curiosidad de los alumnos, intenten movilizar estructuras para posibilitar luego el aprendizaje. "Estas situaciones problemáticas se alternan con conceptualizaciones que integran los conocimientos que se van adquiriendo en complejidad creciente, de lo general a lo particular. Esto puede realizarse con clases expositivas cortas que integren también actividades colaborativas, discusiones grupales y luego exposiciones en el grupo general del curso" [5].

Las analogías como estrategia didáctica permiten que los estudiantes se involucren desde su conocimiento previo y faciliten el aprendizaje. Es posible definir analogía de la siguiente forma: "Construir una analogía conlleva la elaboración de un modelo mental de la situación análoga que se toma como referencia e implica también, en última instancia, la génesis de un modelo sobre la nueva situación o problema que se quiere entender" [6]. Es posible decir también que "Una analogía puede considerarse como un modelo de segundo orden que se verifica, a su vez, a partir de la activación de otros modelos [7]. Las dificultades generales que los estudiantes presentan para el aprendizaje de la estequiometría son:

- Comprensión de las fórmulas químicas en términos de partículas, el significado de

los subíndices y los coeficientes estequiométricos [8].

- Reconocimiento de las distintas cantidades químicas (moles, concentraciones, masas, volúmenes) que se ponen en juego en la resolución de problemas [8].
- Identificación del reactivo limitante [8].

Teniendo en cuenta el marco teórico que ofrece la educación basada en competencias, el profesor debe diseñar evidencias de valor, que por sí mismas permitan demostrar las competencias que posee el estudiante para compartirlas con el mundo exterior. En este mismo sentido y siguiendo las recomendaciones para las carreras de Ingeniería elaboradas por el CONFEDI, la evaluación "Es uno o más procesos formativos que sirven para identificar, recolectar y preparar datos que permitan determinar el logro de los resultados del aprendizaje" y además "puede utilizar tanto métodos cualitativos como cuantitativos, según cuál sea el resultado del aprendizaje a verificar, y debe ser entendida como un proceso de mejora" [4].

Para esta unidad se eligió la rúbrica como modelo de evaluación que podemos definir de la siguiente forma: una rúbrica "se presenta como una pauta o tabla de doble entrada que permite unir y relacionar criterios de evaluación, niveles de logro y descriptores" [9].

OBJETIVOS

Objetivo General: promover el aprendizaje significativo del tema estequiometria en cursos iniciales de química general utilizando las TICs como mediadoras de la enseñanza.

Al finalizar la unidad didáctica se pretende que los estudiantes sean capaces de cumplir con los siguientes objetivos específicos:

- Verificar la ley de conservación de las masas mediante el balanceo de las distintas ecuaciones químicas.
- Interpretar apropiadamente los conceptos relacionados con los elementos y compuestos: masas atómicas y moleculares, masas molares y número de moles, volumen Molar.
- Aplicar los principios y leyes que rigen las relaciones estequiométricas al cálculo de las relaciones de peso en las reacciones químicas.
- Participar de manera activa en dinámicas grupales o individuales, como la resolución de ejercicios tanto en el cuaderno como en el pizarrón y en las prácticas de laboratorio.
- Comparar las distintas formas de resolución de ejercicios, con el fin de identificar reactivo limitante, reactivo en exceso.

- Fortalecer la capacidad de observación y extracción de conclusiones a partir de datos experimentales.

Las competencias y habilidades que se proponen lograr son:

- Utilizar de manera efectiva las técnicas para la resolución de las actividades
- Identificar, formular y resolver problemas.
- Desempeñarse de manera efectiva y responsable en equipos de trabajo.
- Desarrollar una actitud responsable frente a las tareas encomendadas.
- Aprender en forma continua y autónoma

METODOLOGÍA DOCENTE

La Unidad Didáctica se organiza de la siguiente manera:

1. Clase expositiva introductoria donde se presentan los fundamentos teóricos necesarios para el desarrollo del tema, elaboración del mapa y cálculos estequiométricos.
2. Actividades de resolución de problemas con simulación computacional y analogías.
3. Actividades de aplicación:
    - Resolución de problemas tradicionales.
    - Realización de ejercicio problema en grupo con reacciones reales.
    - Resolución de problemas virtuales en video y con el simulador.

1. CLASE EXPOSITIVA INTRODUCTORIA · Esta etapa de la secuencia didáctica se desarrolla durante una clase de 3 horas utilizando las TICS en su modalidad expositiva de presentación con Microsoft PowerPoint que incluye la simulación del PHET.

La simulación se puede descargar o usar online en el celular en el siguiente enlace: phet.colorado.edu/es/simulation/legacy/reactants-products-and-leftovers en formato Java o HTML5, y consta de 3 secciones:

- Tienda de Sándwiches o laboratorio de sándwiches.
- Reacciones con diferentes compuestos.
- Un juego interactivo.

La sección tienda de sándwiches se relaciona analógicamente con una reacción química, los panes y los quesos simulan a los reactivos y el sándwich al producto, la cantidad de panes y queso se fijan con anticipación correspondiendo a los coeficientes estequiométricos.

Figura 1: Captura de pantalla de la simulación del PHet

2. RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS · La resolución de ejercicios/problema por parte del alumno implica la comprensión de diferentes conceptos, en particular relacionar la escala submicroscópica o de partículas (átomos, moléculas, iones) con cantidades macroscópicas de una reacción Química. Este es un proceso donde dos o más sustancias interaccionan entre sí y pierden su identidad química al final. Esto requiere que el estudiante sea capaz de evaluar un problema y seleccionar las herramientas matemáticas necesarias para su solución.

Si se dispone de la ecuación química balanceada que representa a una reacción química, se pueden realizar sencillas proporciones en las que se relacionan cantidades (moles, gramos, litros) de reactivos entre sí, de productos entre sí o de reactivos y productos. En todo momento se mantiene un paralelismo entre una situación análoga (preparación de sándwich de queso) y otra química de tal manera de no perder el hilo conductor, que es el estudio cuantitativo de una reacción química.

Para establecer las relaciones cuantitativas se recurre a los cálculos químicos o estequiométricos. Es imprescindible que el estudiante determine de manera correcta la ecuación química, la ajuste acertadamente y valore los coeficientes estequiométricos para establecer las relaciones necesarias para el desarrollo cabal del ejercicio/problema. En la figura 2 y 3 se muestran dichas relaciones a manera de ejemplo:

»

***Figura 2**: Mapa estequiométrico de preparación de Sándwiches*

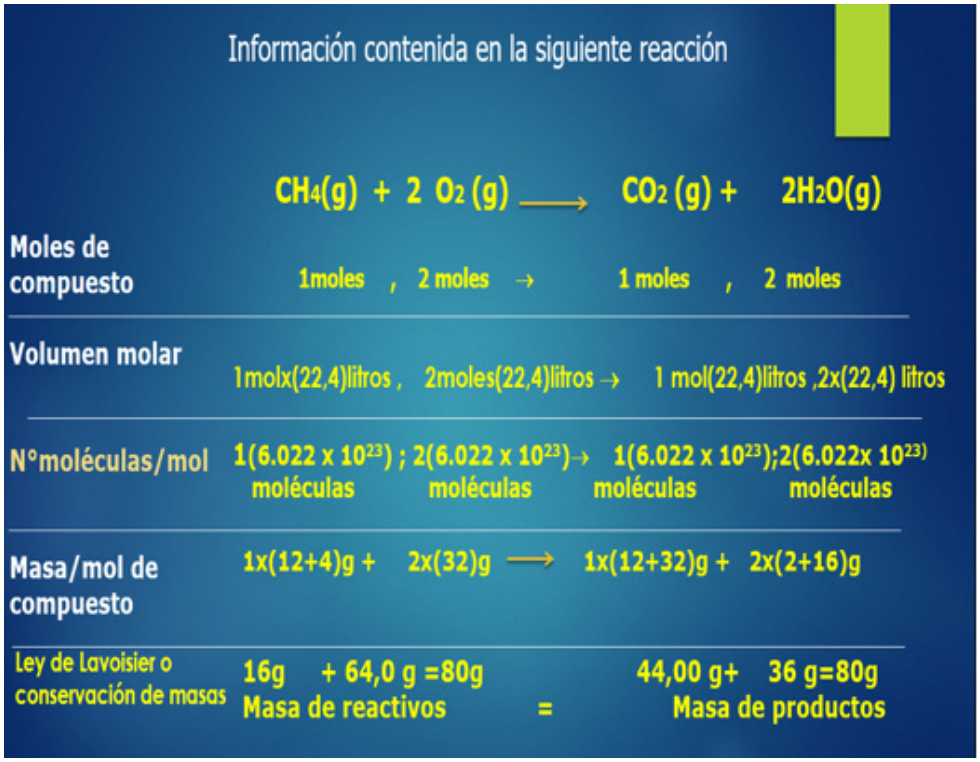


***Figura3:** Mapa estequiométrico de la reacción de combustión del Metano*

La secuencia didáctica de resolución de problemas tiene un orden progresivo de complejidad donde se plantean dos posibles casos:

- Cuando los reactivos estén en cantidades estequiométricas.
- Cuando hay un reactivo limitante.

Primer Caso: reactivos en cantidades estequiométricas

En esta etapa de la explicación se busca una relación de los ingredientes donde estén en cantidades estequiométricas, por ejemplo, en esta secuencia se observan las cantidades de reactivos, es decir los panes y quesos que están en cantidades estequiométricas sin que sobre ninguno. Para estudiarlo desde el punto de vista de la reacción química se utilizó la reacción de formación de agua.

***Figura 4**: Captura de pantalla de la simulación del Phet*

***Figura5**: Captura de pantalla de la reacción de formación del agua*

Segundo Caso: cuando hay un reactivo limitante

Para poder determinar cuál de los reactivos es el limitante es necesario recurrir a los cálculos, como en el siguiente ejemplo: se plantea una situación con el simulador de tal manera que los estudiantes puedan aplicar los conceptos vistos anteriormente. Paralelamente se trabaja con el análogo y las reacciones químicas y se detalla el método nuevo para la determinación del reactivo limitante y el reactivo en exceso.

Primero se explica con el análogo de sándwiches a continuación con las reacciones químicas:

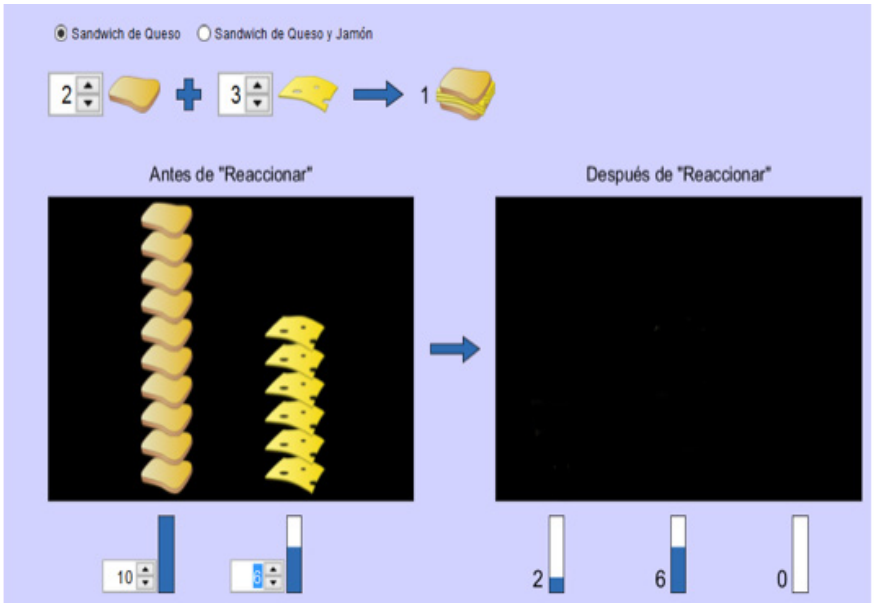


***Figura 6**: Captura de pantalla del simulador para determinar el reactivo limitante.*

En esta etapa se utiliza un método nuevo para explicar cómo calcular el reactivo limitante y el reactivo en exceso comparándolo con el que se enseña tradicionalmente.

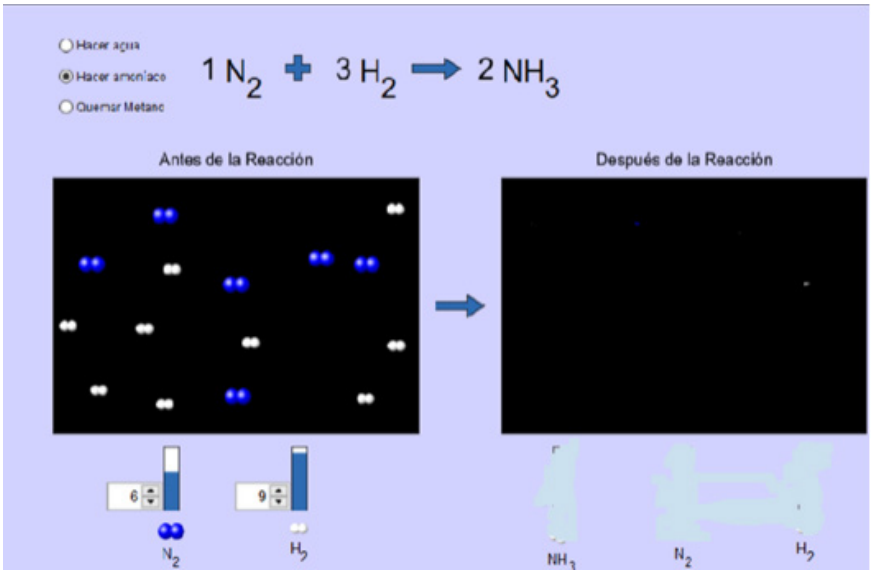


***Figura 7**: Captura de pantalla para determinar reactivo limitante, pero para una reacción química*

3. ACTIVIDADES DE APLICACIÓN · A continuación del periodo de relación entre el análogo y el objetivo a nivel partículas (átomos y moléculas) se pasó a situaciones problemáticas que se dividió en tres partes:

1. Resolución de problemas tradicionales: La guía de práctica se resuelve aplicando el método nuevo y el tradicional dejando la elección a cargo de cada alumno.
2. Realización de ejercicio problema práctico en grupos con reacciones reales en el aula. Como estrategia se utiliza un problema experimental que consiste en hacer reaccionar cantidades diferentes de Bicarbonato de sodio (NaHCO3) con Ácido Acético C2H4O2 (Vinagre) y determinar en qué casos hay reactivo limitante, cuándo los reactivos están en cantidades estequiométricas y observar como el reactivo que está en menor cantidad es el que forma menos producto. Esta última conclusión de lleva a cabo por comparación de varios grupos. Los cálculos se llevan a cabo aplicando el método nuevo para resolver las consignas. Realizar experiencias donde se tiene contacto con una reacción en tiempo real resulta interesante, novedoso y permite la interacción entre los alumnos.
3. Resolución de problemas virtuales con video en el hogar. Después de la etapa experimental y con la finalidad de que los alumnos puedan resolver ejercicios diferentes, se utilizan problemas en formato video de estequiometria. Se encuentran en el Canal de YouTube de la docente en la siguiente dirección: https://www.youtube.com/channel/UC-qxhToy0sozsdiQ-9SH1NQ.

***Figura 8**: Materiales para el ejercicio problema real.*

***Figura 9**: Captura de pantalla del video.*

EVALUACIÓN La evaluación en los procesos de enseñanza y aprendizaje permite tanto al evaluador como al evaluado revisar los aciertos y deficiencias y actuar en consecuencia. El evaluador podrá mejorar y hacer ajustes al diseño de las estrategias y el evaluado se someterá a un proceso que le permitirá regular su aprendizaje, detectar fallos y reflexionar sobre sus procesos de pensamiento. Según Gallego Badillo y Perez Miranda (1997) en Guisado García [10] la evaluación es una oportunidad que se le ofrece a cada estudiante para continuar su proceso de cambio conceptual, metodológico, actitudinal y axiológico.

La creación de la rúbrica para evaluar esta unidad didáctica se logra a través de la siguiente herramienta: eRubrica de http://www.erubrica.com la que permite diseñar rúbricas de evaluación utilizando formatos preestablecidos, editables y gratuitos.

La evaluación de la unidad se organiza de la siguiente manera, en primer lugar, como actividad se les solicita a los alumnos que interpreten los datos estequiométricos (mapa estequiométrico) a partir de preguntas en un cuestionario online donde se pone especial interés en análisis de las relaciones de moles, masa y volumen molar en Condiciones Normales de Presión y temperatura. Se analiza la actitud frente a la resolución de problemas en formato de video y en las horas de práctica. En el caso de los problemas de video debe entregarlos resueltos y en las horas de clase se observa si los resuelve durante este periodo (si tiene dificultades, si no tiene interés).

Se evalúa en el trabajo experimental la interacción con el grupo, la interpretación de la reacción química llevada a cabo, la entrega de informe a tiempo.

Con la evaluación se verifica la aplicación del método nuevo o tradicional para la reso-

lución de problemas. Como actividad extra (factible de ser aplicada según el tiempo que se disponga) se pide a los alumnos que busquen o diseñen algún ejemplo práctico o teórico sobre el tema estequiometria aplicado a cada especialidad en grupos. (civil, industrial o electromecánica).

CRITERIOS

Criterio1: Interpretación de Datos: analiza reconoce e interpreta los datos identificando con certeza lo que se busca y demostrando una absoluta comprensión del tema.

Criterio 2: Resolución de problemas: Resuelve óptimamente y entrega los problemas de video en el tiempo establecido y demuestra un elevado interés durante las horas de clase.

Criterio 3: Actividad Ejercicio problema práctico: Interpreta competentemente el propósito de la experiencia y los resultados obtenidos. Demuestra activa participación y una actitud colaborativa dentro del grupo.

Criterio 4: Aplicación de estrategia de resolución de problemas: Método Tradicional. Uso de estrategia efectiva, demuestra dominio y comprensión del tema, logrando los resultados esperados.

Criterio 5: Aplicación de estrategia de resolución de problemas: Método Nuevo Uso de estrategia efectiva, demuestra dominio y comprensión del tema, logrando los resultados esperados.

Criterio 6: Busca e identifica la aplicación de lo desarrollado en esta unidad en ejemplos que involucran la actividad propia de cada ingeniería (opcional).

RÚBRICA ACTIVIDAD: PROPUESTA DIDÁCTICA PARA LA ENSEÑANZA DE ESTEQUIOMETRIA.

Nombre	Excelente	Bueno	Regular	Deficiente	No lo hizo
1. Interpretación de Datos	Analiza reconoce e interpreta los datos identificando con certeza lo que se busca y demostrando una absoluta comprensión del tema. (10- Puntos)	Interpreta los datos identificando correctamente lo que se busca y demostrando una clara comprensión del tema. (8- Puntos)	Interpreta los datos identificando regularmente lo que se busca y demostrando una baja comprensión del tema. (5- Puntos)	No Interpreta los datos identificando con poca claridad lo que se busca y demostrando una baja comprensión del tema. (3- Puntos)	No realizó la actividad. (0- Puntos)

»

Nombre	Excelente	Bueno	Regular	Deficiente	No lo hizo
2. Actividad de Laboratorio	Interpreta competentemente el propósito de la experiencia y los resultados obtenidos. Demuestra activa participación y una actitud colaborativa dentro del grupo. (10- Puntos)	Interpreta correctamente el propósito de la experiencia sin embargo demuestra ciertos problemas con los resultados obtenidos. Demuestra participación y una actitud colaborativa dentro del grupo. (8- Puntos)	Regular interpretación del propósito de la experiencia y de los resultados obtenidos. Escasa participación dentro del grupo. (5- Puntos)	No demuestra mucho entendimiento del propósito de la experiencia, pero lo realiza. (3- Puntos)	No realiza la actividad (0- Puntos)
3. Resolución de problemas	Resuelve óptimamente y entrega los problemas de video en el tiempo establecido y demuestra un elevado interés durante las horas de clase (10- Puntos)	Resuelve correctamente y entrega los problemas de video en el tiempo establecido y demuestra interés durante las horas de clase (8- Puntos)	Resuelve, pero con ciertas dificultades y entrega fuera de termino los problemas de video y demuestra regular interés durante las horas de clase (5- Puntos)	No resuelve los problemas de video y demuestra poco interés durante las horas de clase (3- Puntos)	No realiza la actividad y no demuestra interés (0- Puntos)
4. Aplicación de estrategia de resolución de problemas: Método Nuevo.	Uso de estrategia efectiva, demuestra dominio y comprensión del tema. (10- Puntos)	Utilizó una buena estrategia, sin embargo, demuestra ciertos problemas (8- Puntos)	Resuelve los problemas sin embargo utilizó muchos pasos para resolverlos (5- Puntos)	No demuestra mucho entendimiento, pero intenta resolverlo. (3- Puntos)	No resuelve los problemas (0- Puntos)
5. Aplicación de estrategia de resolución de problemas: Método Nuevo.	Uso de estrategia efectiva, demuestra dominio y comprensión del tema. (10- Puntos)	Utilizó una buena estrategia, sin embargo, demuestra ciertos problemas (8- Puntos)	Resuelve los problemas sin embargo utilizó muchos pasos para resolverlos (5- Puntos)	No demuestra mucho entendimiento, pero intenta resolverlo. (3- Puntos)	No resuelve los problemas (0- Puntos)

REFLEXIÓN FINAL El estudiante debe ser protagonista de su aprendizaje construyendo los conocimientos, desarrollando habilidades y estrategias creativas. En tal sentido esta propuesta resulta atractiva y motivadora basándose en que "El aprendizaje creativo hace referencia al conocimiento construido con la implicación activa del sujeto, desde su planificación hasta su internalización, caracterizado por la motivación intrínseca" [11].

Uno de los problemas más complejos a la hora de evaluar el desempeño del alumno es establecer una calificación.

La rúbrica de evaluación específicamente diseñada puede constituir una herramienta efectiva para una evaluación formativa que permita el seguimiento continuo de los aprendizajes. Es condición necesaria que los estudiantes conozcan con anticipación dicha rúbrica con sus criterios y valoraciones. •

🕮 REFERENCIAS

[1] U. Cukierman y J. Virgili, «La educación en el siglo XXI: Los desafíos de la Era Digital,» EduTecne, Buenos Aires, 2010.

[2] Consejo Federal de Decanos de Ingeniería (CONFEDI). Propuesta de estándares de segunda generación para la acreditación de carreras de ingeniería en la República Argentina “Libro Rojo de CONFEDI”. Universidad FASTA Ediciones. 2018.

[3] M. Martínez, «Identificación y categorización de las dificultades en la lectura y comprensión de los enunciados de problemas de estequiometría en Química Aplicada,» de Universidad Nacional de Córdoba, Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, Córdoba, 2011.

[4] M. A. Moreira, «Unidades de enseñanza potencialmente significativas,» Meaningful Learning Review, vol. 1, nº 2, pp. 43-63, 2011.

[5] C. Culzoni, L. Alegre, J. Fornari, L. Aimé y C. Schereir, «Una Experiencia Multimedial en la Enseñanza de la Física,» de Congreso Iberoamericano de Ciencia, Innovación, Tecnología y Educación. Buenos Aires: OEI, Buenos Aires, 2014.

[6] J. M. Oliva, «Una propuesta didáctica basada en la investigación para el uso de analogías en la enseñanza de las ciencias,» Enseñanza de las Ciencias, vol. 19, nº 3, pp. 454- 465, 2001

[7] M.J. GONZÁLEZ-LABRA « Aprendizaje por analogía: análisis del proceso de inferencia

analógica para la adquisición de nuevos conocimientos». Madrid: Trotta, 1997.

[8] A. Raviolo, «Analogías en la enseñanza de la estequiometría,» Revista Electrónica de Investigación en Educación en Ciencias, vol. 9, nº 2, pp. 28-41, 2014.

[9] E. Barberá y E. De Martín, «Portfolio electrónico: aprender a evaluar el aprendizaje», Barcelona: UOC, 2009.

[10] A. Guisado García, «Diseño de una estrategia didáctica basada en analogías para motivar el aprendizaje de la estequiometría,» Universidad Nacional de Colombia, Colombia, 2014.

[11] S. De la Torre, «La universidad que queremos estrategias creativas en el aula universitaria,» Revista Digital Universitaria, vol. 10, nº 12, 2009.

Caracterización de sistemas materiales con enfoque por competencias

Introducción a fenómenos de superficie y transporte

Jofré, Adriana Vanina - adrianajofrevera@gmail.com
Ortiz Rocchetti, Eliseo Ernesto - erocchetti@unsj.edu.ar
Sepúlveda, Guillermo - gjsepulveda@unsj.edu.ar

Facultad de Ingeniería - Universidad Nacional de San Juan

RESUMEN · El presente trabajo describe la metodología aplicada en la enseñanza de sistemas materiales en la asignatura "Química" de las carreras Ingeniería Química e Ingeniería en Alimentos. En esta experiencia, basada en el enfoque por competencias, se desafía a los estudiantes a diseñar una estrategia para determinar porosidad y tamaño medio de partículas de un lecho relleno, utilizando los recursos disponibles en el laboratorio. La actividad se complementa con una exposición oral y un informe. Para la evaluación de las actividades se utilizaron rúbricas de hetero y coevaluación.

Esta metodología promueve el desarrollo de competencias tecnológicas genéricas y actitudinales, a saber: identificar, formular y resolver problemas de ingeniería; utilizar de manera efectiva las técnicas y herramientas de aplicación en la ingeniería; comunicarse con efectividad; y desempeñarse de manera efectiva en equipos de trabajo.

Los resultados obtenidos fueron satisfactorios, tanto en el aspecto cognitivo, como el emocional. Los estudiantes integraron conocimientos de asignaturas previas y diseñaron diversas metodologías de resolución. El trabajo grupal les permitió dinamizar las relaciones interpersonales, mejorando su desempeño en actividades posteriores. La instancia de exposición oral e informe escrito representó una herramienta efectiva para dar los primeros pasos en la formación de competencias comunicacionales en estas carreras.

Palabras clave — química, sistemas materiales, aprendizaje basado en problemas, aprendizaje basado en competencias

ABSTRACT · This paper describes the methodology applied in teaching of material systems in the subject "Chemical" of the careers Chemical Engineering and Food Engineering. In this experience, based on the competency approach, students are challenged to design a strategy to determine the porosity and average particle size of a packed bed, making use of the resources available in the laboratory. The activity is complemented by an oral presentation and a report. For the evaluation of the performance throughout the activities, hetero and coevaluation rubrics were used.

With this methodology, the development of generic and attitudinal technological competences is promoted, namely: identifying, formulating and solving engineering problems; using of engineering techniques and application tools; communicate effectively; and perform in work teams.

The results obtained have been satisfactory, both in cognitive and emotional aspects.

The students integrated knowledge of previous subjects and designed different resolution methodologies. The group work allowed them to stimulate interpersonal relationships, resulting in better performances in subsequent activities. The instance of an oral presentation and a written report represented an effective tool to take the first steps in training of communicational competences in engineering careers.

Keywords — chemistry, material systems, problem-based learning, competency-based learning

»

INTRODUCCIÓN

Establecer un cambio del paradigma educativo en la formación de ingenieros, orientándolo a la educación por competencias, determina un punto de partida sobre el cual trabajar a fin de responder las demandas de la sociedad contemporánea, donde la ciencia y la tecnología avanzan de manera exponencial. En este contexto de cambios permanentes, resulta necesario que los futuros profesionales de la ingeniería adquieran flexibilidad, desarrollando capacidades amplias que les permitan aprender y reaprender a lo largo de toda su vida, para poder así responder ante situaciones diversas.

Resulta interesante el análisis del antiguo paradigma educativo en este campo profesional. Durante los primeros años de cursado se observa la descontextualización de la ciencia impartida, como describe Khun [1]. Esta seguramente haya encontrado respuesta en la necesidad de una formación rápida, debido a los designios del mercado. Así y hasta ahora, los conocimientos han sido abordados en cada una de las asignaturas de forma separada por campos y uno por vez, quedando esto reflejado en las evaluaciones, en donde por lo general los conceptos no son aplicados a situaciones contextualizadas.

Pedagógicamente este abordaje de la enseñanza en ingeniería no es ineficaz, pero cuando se omiten las implicancias y se mutila la realidad para simplificar los conceptos tratados, al estudiante le queda la impresión de abordar y quedar circunscripto en compartimentos separados, que le proveen del caudal de conocimientos técnicos que la ciencia ha ido acumulando de forma lineal, y que debe poseer para completar su formación.

Así, la enseñanza de las ciencias durante los primeros años de ingeniería se ha caracterizado por un determinismo mecanicista de leyes generales, la reversibilidad de los fenómenos, la simplificación, la preocupación por el orden y la pretensión de objetividad, constituyendo fuertes relaciones lógicas entre ellos [2].

Por todo esto, es de vital importancia eliminar la fragmentación y apostar por un conocimiento integrado que supere la superespecialización y el reduccionismo que aísla y separa [3]. Esto nos llama a enseñar para hacer reflexionar desde la acción. "Cuando alguien reflexiona desde la acción se convierte en un investigador en el contexto práctico. No es dependiente de las categorías de la teoría y de la técnica establecidas, sino que construye una nueva teoría de un caso único. ...No mantiene separado los medios de los fines, sino que los define interactivamente como marcos de una situación problemática. No separa el pensamiento del hacer, racionalizando su camino a una decisión que más tarde más tarde debe convertir en acción. Dado que su experimentación es un tipo de acción, la implementación está construida desde su investigación en curso. De este modo la reflexión desde la acción puede seguir adelante, aún en situaciones de incertidumbre o de un carácter único, porque no está limita por las condiciones de racionalidad técnica" [4].

El presente trabajo aborda la realización de una experiencia de laboratorio sobre sistemas materiales, en la asignatura "Química" de las carreras Ingeniería Química e Ingeniería en Alimentos, pertenecientes a la Universidad Nacional de San Juan. En esta actividad los estudiantes reflexionan desde la acción, tanto grupal como individualmente, mediante el trabajo sobre un desafío que implica la integración y el uso de conocimientos y herramientas de las ciencias básicas de la ingeniería; para luego realizar una ponencia frente a sus pares, y su respectiva hetero y coevaluación. Uno de los desafíos aquí propuestos consiste en determinar la porosidad y el tamaño medio de partículas de un lecho de grancilla.

A través de esta actividad, se pretende promover el desarrollo de algunas competencias tecnológicas genéricas y actitudinales establecidas en [5] [6] , a saber: a) Identificar, formular y resolver problemas de ingeniería; b) Utilizar de manera efectiva las técnicas y herramientas de aplicación en la ingeniería; c) Comunicarse con efectividad; y d) Desempeñarse de manera efectiva en equipos de trabajo.

Esta actividad de aprendizaje basada en problemas pone sobre el mismo nivel tanto conocimientos, como el proceso en sí, buscando recrear el contexto en el que los estudiantes van a trabajar [7].

Este trabajo propone romper la dependencia secuencial teoría-práctica, tan arraigada por el antiguo paradigma educativo en las carreras de ingeniería. Un aspecto para destacar de esta propuesta es el abordaje de contenidos actitudinales puestos en juego, sobre todo el trabajo en equipo; considerando este como un espacio de colaboración para sumar fortalezas, en pos de alcanzar mejores desempeños. El desarrollo de este tipo de actividades puede ser muy rico, sobre todo cuando se coloca a los estudiantes en un contexto

de aplicación de conocimientos y complejidad relativa, dado que ellos deberán trabajar colaborativamente en grupo como profesionales. De esta manera, concebimos que el desarrollo de competencias funciona estrechamente con el principio de colaboración.

Se pretende que esta actividad permita entrever que no existe una única manera de abordar una situación problemática, y mucho menos existe una única solución analítica fácilmente deducible sólo de la teorización abstracta. Además, establece una articulación vertical inicial con asignaturas pertenecientes al ciclo de las Tecnologías Básicas y Aplicadas, debido al acercamiento a temas como fenómenos de superficie y de transporte.

DESCRIPCIÓN DE LA METODOLOGÍA El abordaje de este trabajo incluye dos instancias presenciales: una primera de trabajo en el ámbito del Laboratorio de Química y una segunda instancia de cierre con una presentación grupal en el aula.

La propuesta se encuentra planificada para trabajar en grupos de 4 a 5 estudiantes con un espacio disponible de trabajo de 5 m2 que cuente con mesada y, suministro y desagüe de agua.

Primera instancia presencial (laboratorio):

Se plantea a los grupos un desafío, proporcionándoles un documento que detalla el material disponible, proporcionando los datos necesarios y los datos a determinar. Este documento no se entregará con anticipación.

El documento contiene la siguiente información:

Materiales:

- *Probeta de 1000 ml*
- *Probeta de 500ml*
- *Agitador magnético*
- *Puntero láser*
- *Receptor de lecho*
- *Solución preparada*
- *Agua destilada*
- *Carbonato de calcio (#200 o superior)*
- *Tierra arenosa*
- *Grancilla (diámetro> 5mm)*

Genere por agitación 1000 ml de una suspensión formada por 10,0g de $CaCO_3$ en agua destilada.

Suspensión de Tierra Arenosa:

Genere por agitación 500ml de una suspensión formada por 5,0g de tierra arenosa en agua destilada.

Estudie para ambas suspensiones:

Aparición y avance de la interfase del líquido claro-suspensión en el tiempo

Recorrido de luz láser en forma co-axial. Compare con una solución cualquiera.

Torta (Lecho) de Grancilla:

Forme en el receptor proporcionado un lecho compacto de grancilla.

Con agua destilada colmate el lecho de agua destilada.

Informe: Caracterización de los sistemas materiales:

Tome los datos y medidas necesarias para completar el informe:

(para alguno de ellos registre la estrategia que utiliza el grupo para su determinación)

Suspensión de Carbonato de Calcio

Datos previos: *Densidad de sólido:*

Datos obtenidos: *Temperatura del agua: ……..ºC*

Masa de sólido: ……..g

Densidad de agua: ……..

Datos calculados:

Masa de sólido por unidad de volumen de líquido: …….

Volumen de sólidos: …….l

Masa de la suspensión: ……kg

Volumen de la suspensión: ……l

Densidad de la suspensión: ……

% m/m de sólidos: ……

% m/m de líquidos: ……

Tipo de suspensión: ……

Suspensión de Tierra Arenosa

Datos previos: *Densidad de sólido:*

Datos experimentales: *Temperatura del agua: ……..ºC*

Masa de sólido: ……..g

Densidad de agua: ……..

Datos calculados: *Masa de sólido por unidad de volumen de líquido: ……g*

Volumen de sólidos: …….l

Masa de la suspensión: ……kg

Volumen de la suspensión: ……l

Densidad de la suspensión: ……

% m/m de sólidos: ……

% m/m de líquidos: ……

Tipo de suspensión: ……

	Torta (Lecho) de Grancilla
Datos experimentales:	
	Masa de receptor: .....g
	Masa de torta deshidratada: .....g
	Temperatura del agua: .....ºC
	Volumen de agua de colmatación: .....ml
	Masa de torta colmatada + receptor: .....g
	Volumen de lecho (torta): .....ml
	Densidad de agua: .....

	Número de partículas del lecho: .....
Datos calculados:	*Volumen de huecos: .....ml*
	Volumen de sólido: .....ml
	Masa de torta colmatada: .....g
	Densidad de sólido: .....
	Densidad de la torta colmatada: .....
	Porosidad del lecho: .....
	Masa de sólidos: .....g
	% m/m de sólidos: .....
	% m/m de líquidos: .....
	Volumen promedio de partícula: ..... ml
	Área superficial promedio de partícula: .....cm² (suponiendo esferas perfectas)
	Área Superficial por Unidad de Volumen de Lecho: .

Los materiales del laboratorio deben encontrarse disponibles para su uso a requerimiento de los grupos. Se deberá contar, además, con otro material en el laboratorio que se usará a pedido de los grupos, cuya lista debiera contener: Calibre, Bureta de 50 ml, Portaburetas, Soporte universal, Balanza granataria, Lupa, Cronómetro, etc.

El trabajo en esta primera instancia presencial es mediado por el equipo docente y la propuesta puede desarrollarse en las siguientes etapas:

- Lectura del documento.
- Diseño de estrategias que aplicará el grupo para determinar los datos solicitados.
- Distribución de las tareas al interior del grupo.
- Búsqueda del material de laboratorio necesario.
- Realización de las mediciones necesarias.
- Cálculo de datos finales.

Durante el desarrollo de esta etapa, los docentes observan y evalúan el trabajo grupal

utilizando una rúbrica (heteroevaluación).

Rúbrica para evaluación de trabajo grupal (docentes)

Categoría	AVANZADO	PRACTICANTE	PRINCIPIANTE
Abordaje del desafío	• Interpretan claramente el problema planteado. • El grupo enfrenta positivamente el desafío propuesto. Hay debate y lluvia de ideas.	• No se interpreta claramente la consigna. • Surgen propuestas de algunos integrantes para realizar la tarea, aunque no se propicia mucho debate.	• No se entiende la consigna y requieren intervención del equipo docente. • El grupo evidencia frustración y no hay debate.
Distribución de tareas	• El grupo se organiza sin dificultad. • La distribución de tareas es equitativa.	• Se evidencian dificultades para la organización. • La distribución de tareas no es equitativa.	• Hay fragmentación del grupo, y/o no logran delimitar tareas. • Los profesores tienen que organizarlos y asignar tareas.
Utilización de los recursos	• Se mueven con soltura y seguridad en el espacio de trabajo. • Correcta selección y utilización del instrumental de laboratorio.	• Se mueven en el espacio de trabajo sin sacar provecho de las instalaciones. • Cuesta seleccionar el material necesario, pero su utilización es adecuada.	• No hacen un uso eficiente del espacio de trabajo. • No saben seleccionar el material de laboratorio requerido para la tarea, y hay dificultades en su uso.
Desempeño	• El grupo se desempeña de manera eficiente y creativa, contemplando detalles más allá de las consignas. • Requirieron escasa o nula asistencia técnica de los docentes.	• El grupo se desempeña ajustándose a la consigna. • Requirió una moderada ayuda técnica de los docentes.	• El desempeño del grupo se ajusta a la consigna sólo con la intervención docente. • Los profesores tuvieron que intervenir varias veces para la concreción de la práctica.

Instancia no presencial:

Se propone que cada grupo elabore una exposición hipermedial para presentar y discutir, con la clase, la comparación entre las dos suspensiones trabajadas y su clasificación, y las estrategias aplicadas en la mezcla de partículas para determinar los datos:

- Porosidad.
- Área superficial por unidad de volumen.

Segunda instancia presencial (aula)

Cada grupo presenta lo elaborado en la instancia no presencial ante todo el curso en un tiempo estipulado (no mayor a 15 min). Se da lugar a opiniones, observaciones y debates por parte de compañeras y compañeros y equipo docente. Es aconsejable invitar a esta instancia a docente/s de las asignaturas con las cuales se propone la articulación vertical, para que la presencien y participen de la evaluación.

La evaluación en esta instancia es del tipo coevaluación, con una rúbrica para las y los miembros de otros grupos y otra para el equipo docente (heteroevaluación).

Rúbrica para evaluación de exposiciones (estudiantes y docentes)

Se propone una rúbrica en plataforma virtual donde cada actor evalúe a cada grupo de acuerdo con la siguiente matriz:

EVALUADOR	CATEGORÍA DE EVALUACIÓN	AVANZADO	PRACTICANTE	PRINCIPIANTE
ESTUDIANTES Y DOCENTES	Calidad Expositiva	• La exposición capta la atención en todo momento. • Describen el procedimiento empleado de manera clara y completa, mostrando los datos y resultados en detalle. • El tiempo asignado es suficiente.	• La exposición no logra alcanzar un buen nivel de atención. • Describen el procedimiento empleado, aunque no en detalle. • El tiempo asignado es suficiente.	• La exposición no resulta atractiva. • No comunican de manera acertada la estrategia desarrollada. • El tiempo asignado se utiliza de manera no eficaz.
	Participación	• Todos los integrantes demuestran seguridad. • Los miembros del grupo exponen de manera notablemente equilibrada. • Todos los miembros del grupo responden a las preguntas que se les realizan.	• No todos los integrantes demuestran seguridad. • Los miembros del grupo exponen de manera medianamente equilibrada. • La mayoría de los miembros del grupo responden las preguntas que se les realizan.	• La mayoría de los integrantes no demuestran seguridad. • Los miembros del grupo no exponen de manera equilibrada. • Las preguntas que se les realizan son respondidas por un número reducido de integrantes.
DOCENTES	Claridad Conceptual	• Demuestran buen manejo sobre el tema y la propuesta desarrollada. • Emplean vocabulario técnico de manera adecuada. • La exposición sigue una secuencia lógica.	• Demuestran manejo sobre el tema y la propuesta desarrollada. • Emplean vocabulario técnico de manera poco adecuada. • La exposición sigue una secuencia lógica, aunque se omiten algunos pasos.	• Demuestran manejo elemental sobre el tema y la propuesta desarrollada. • Emplean poco vocabulario técnico de modo inadecuado. • La exposición no sigue una secuencia lógica, se saltan pasos o se omiten

	Análisis procedimental	• Justifican las decisiones tomadas. • Hacen un análisis crítico adecuado de los resultados. • El informe, completo, es entregado en tiempo y forma.	• Justifican algunas de las decisiones tomadas • Hacen un análisis poco crítico de los resultados. • El informe, no del todo completo, es entregado en tiempo.	• No justifican las decisiones tomadas. • No hacen un análisis crítico de los resultados. • El informe no es entregado ni en tiempo, ni en forma.

ANÁLISIS DE RESULTADOS De la observación y evaluación llevada a cabo por los docentes durante la primera instancia particularmente para el desafío de determinación de porosidad y diámetro medio de partículas en un lecho relleno, citamos a modo de ejemplo los resultados para tres grupos:

GRUPO 1	
CATEGORÍA	**VALORACIÓN CUALITATIVA**
Abordaje del desafío	Muestran buena actitud para abordar el desafío. Entendieron claramente el problema planteado. El grupo enfrentó positivamente el desafío propuesto. Ni bien inició la actividad, todos comenzaron a aportar ideas.
Distribución de tareas	El grupo se organizó rápidamente, la distribución de tareas fue homogénea. No surgió una figura clara de líder, los miembros realizaron sus aportes por igual. Se advirtió un debate prolongado. Dos integrantes permanecieron debatiendo, mientras que el resto realizaba mediciones.
Utilización de los recursos	Uso adecuado de los espacios e instrumental. Recurrieron a internet para consultar varias fórmulas, entre ellas el cálculo de una circunferencia.
Desempeño	En el planteo de la propuesta confundieron el diámetro medio de partícula con el diámetro de un tubo. Se apreció una descripción matemática detallada con dificultades en la interpretación física. Se observaron inconvenientes para eliminar incógnitas a través de mediciones experimentales. El grupo logró determinar la porosidad del lecho, pero no el diámetro medio de partícula de este. No recurrieron a la ayuda de los profesores, lo cual les significó en una pérdida de tiempo adicional.

GRUPO 2	
CATEGORÍA	**VALORACIÓN CUALITATIVA**
Abordaje del desafío	Muestran buena actitud para abordar el desafío. Entendieron claramente el problema planteado. El grupo enfrentó positivamente el desafío propuesto.
Distribución de tareas	Muy buena organización. No se apreció un debate inmediato. El grupo se dividió en dos subgrupos, pudiéndose observar claramente la presencia de dos líderes fuertes. Uno se encargó de comenzar las mediciones, mientras el otro continuó avanzando en el planteo para dar solución al problema. Luego se unieron ambos subgrupos para completar el desafío.
Utilización de los recursos	Utilizaron el pizarrón para plantear el esquema de trabajo. Se observó un uso fluido del instrumental de laboratorio.
Desempeño	Se observó mucha soltura en la articulación de los contenidos teóricos con su uso a los fines prácticos. Buen desenvolvimiento a la hora de utilizar ecuaciones y su interpretación física. Arribaron rápidamente a una solución, gracias a la efectiva distribución de tareas. Hicieron suposiciones y aproximaciones correctas.

GRUPO 3	
CATEGORÍA	**VALORACIÓN CUALITATIVA**
Abordaje del desafío	Muestran buena actitud para abordar el desafío. Entendieron claramente el problema planteado. El grupo enfrentó positivamente el desafío propuesto.
Distribución de tareas	Pese a ser un grupo heterogéneo en cuanto a las relaciones interpersonales construidas con anticipación, surgió un líder que organizó el debate para la buscar una solución. Se apreció un debate intenso, con buena predisposición y muy buen clima de trabajo.
Utilización de los recursos	No se percataron de revisar todo el equipamiento e instrumental disponible, desistiendo de algunas alternativas a la solución, por tal omisión.
Desempeño	Se apreció un buen desenvolvimiento dentro de los contenidos teóricos vinculados con la práctica. No se apreciaron dificultades en el planteo de ecuaciones. El grupo dio una respuesta ajustada a la consigna. Necesitaron poca ayuda técnica de los docentes. Terminaron en tiempo, pero manifestaron inseguridad de sus resultados.

En general, la actitud puesta en juego para el abordaje del desafío fue muy positiva. Al finalizar la actividad, muchos miembros de los grupos manifestaron que sentían una gran responsabilidad, pero a la vez satisfacción al ser desafiados por los docentes y sentir que estos confían plenamente en la capacidad de sus estudiantes.

La instancia en el laboratorio sin una guía detallada de los pasos a realizar y de los materiales a utilizar, permite una significación superior de los saberes y mejora el desempeño respecto al uso del material de laboratorio.

La observación de fenómenos generó debates en el ámbito áulico que originaron la búsqueda de formación adicional (movimiento browniano, efecto Tyndall, porosidad de lechos) lo que llevó a que se consulten diversas fuentes.

Se evidenciaron problemas al interpretar conceptos físicos y su definición matemática, lo que dificultaba un correcto cálculo de estos. También se reflejaron dificultades en el uso de la matemática como herramienta para resolver problemas contextualizados. Una atinada intervención de la o el docente consiguió encauzar el trabajo.

La distribución de tareas al interior del grupo tiene muchas implicancias de compañerismo; buscar el beneficio para todas y todos los integrantes y el aprovechamiento de las habilidades de cada miembro.

La instancia de socialización de las estrategias aplicadas y los datos obtenidos, acompañado de un análisis criterioso de los resultados, da lugar a interpretar conceptos consensuados y originados desde la experimentación.

CONCLUSIÓN Esta estrategia de enseñanza-aprendizaje ha sido aplicada en dos cohortes de estudiantes de primer año de Ingeniería en Alimentos e Ingeniería Química. Las devoluciones del estudiantado fueron muy positivas. A pesar de sentir al principio agobio frente a la tarea, luego de concluida la misma evidencian comprender los objetivos propuestos.

La realización de esta instancia incidió en una mejora en la comprensión de los problemas de este y otros temas de la asignatura.

Hubo una mejora en el desempeño de las y los estudiantes en las siguientes prácticas de laboratorio, evidenciado en una mejor distribución de tareas en los equipos, aprovechamiento de los espacios y del instrumental y en la redacción de informes.

Para el equipo docente, plantearse este tema como un trabajo necesario en la asignatura, surgió al considerar la transversalidad de este en la formación requerida por el perfil profesional. •

🕮 REFERENCIAS

[1] T. Kuhn, *La estructura de las revoluciones científicas*, 1962.

[2] F. E. Sanhueza San Martín, "La Emergencia del Paradigma de la Complejidad y sus Desafíos: la reconstitución del mundo como una totalidad orgánica, sistémica y dialéctica.", *Biblioteca Virtual de CLACSO*, 2006.

[3] E. Morin, *Los siete saberes necesarios para la educación del futuro*, Barcelona: Seix Barral, 2001.

[4] D. A. Schön, *La formación de profesionales reflexivos. Hacia un nuevo diseño de la enseñanza y el aprendizaje de las profesiones,* Barcelona: Paidós, 1987.

[5] Consejo Federal de Decanos de Ingeniería - CONFEDI, *Competencias en ingeniería*, Mar del Plata: Universidad FASTA, REUP, 2014.

[6] Consejo Federal de Decanos de Ingeniería - CONFEDI, *PROPUESTA DE ESTÁNDARES DE SEGUNDA GENERACIÓN PARA LA ACREDITACIÓN DE CARRERAS DE INGENIERÍA EN LA REPÚBLICA ARGENTINA "LIBRO ROJO DE CONFEDI"*, R. Giordano Lerena y S. Cirimelo, Edits., Universidad FASTA, REUP, 2018.

[7] A. Escribano González y Á. Del Valle López, *La metodología del Aprendizaje Basado en Problemas*, narcea.

Diseño de una metodología didáctica integrada en Ingeniería Civil

Ramirez, Roxana - roxanaguadaluperamirez@yahoo.com.ar
Musto, Diana Cristina - dcmusto@gmail.com
Benitez, Manuela - manybenitezmartinengo@gmail.com
Balbastro, Gustavo - gbalbastro@yahoo.com

Facultad Regional Paraná - Universidad Tecnológica Nacional

RESUMEN · Se presenta una propuesta didáctica que se desarrolla desde el año 2015 con la implementación conjunta de actividades formativas e integradoras entre las cátedras de Cálculo Avanzado y Resistencia de Materiales de la carrera de Ingeniería Civil de la Facultad Regional Paraná, Universidad Tecnológica Nacional.

Con la finalidad de lograr dicha integración de cátedras y la consecuente interrelación y afianzamiento de conocimientos en los alumnos que cursan el tercer nivel de la carrera, los docentes exploraron la implementación de nuevas metodologías didácticas. Para el diseño de un trabajo práctico conjunto se analizaron los fundamentos de la formación por competencias, bajo la premisa del aprendizaje centrado en el alumno y en un contexto de evaluación continua.

Luego de varios años, la experiencia se considera muy positiva, aunque entre otras cuestiones a mejorar, se identifican las dificultades para evaluar el trabajo en equipo y valorar en forma clara los saberes logrados por cada integrante.

Palabras clave — Integración de contenidos, Competencias, Aprendizaje Centrado en el Alumno.

ABSTRACT · A didactic proposal is presented that has been developed since 2015 with the joint implementation of training and integrating activities between the Advanced Calculus and Materials Resistance professors of the Civil Engineering career of the Paraná Regional Faculty, National Technological University.

In order to achieve this integration of chairs and the consequent interrelation and consolidation of knowledge in students who are in the third level of the career, teachers explored the implementation of new teaching methodologies. For the design of a joint practical work, the foundations of competency-based training were analyzed, under the premise of student-centered learning and in a context of continuous evaluation.

After several years, the experience is considered very positive, although among other issues to be improved, difficulties are identified to evaluate teamwork and to clearly assess the knowledge obtained by each member.

Keywords — Content Integration, Competences, Student-Centered Learning.

»

FUNDAMENTACIÓN La propuesta involucra actividades que permiten la interrelación de contenidos que se desarrollan en las cátedras Cálculo Avanzado y Resistencia de Materiales del tercer nivel del Plan de Estudio de la carrera Ingeniería Civil, en forma directa, y en otras asignaturas de niveles anteriores, de forma complementaria, con el propósito de motivar y generar interés en los estudiantes. Con la ayuda de las nuevas tecnologías como recursos didácticos-audiovisuales y el trabajo en equipo, se procura que los estudiantes recurran a diferentes modalidades para abordar un mismo tema, pudiendo interpelar e interpelarse y compartir diferentes perspectivas con sus pares, a la vez que interactúan con los docentes. Se pretende que la relación y el apoyo en saberes previos y los conceptos de la matemática superior den un impulso al aprendizaje de procedimientos y aplicaciones y posibiliten a los estudiantes, obtener las competencias previstas y formarse para un desempeño correcto y responsable.

La propuesta de enseñar a partir de un enfoque por competencias y con actividades protagonizadas por el alumno, es muy amplia. Por ello, luego de analizar las distintas definiciones de autores y los distintos términos asociados al concepto de competencias consideramos que la educación por competencias es la "capacidad de articular eficazmente un conjunto de esquemas (estructuras mentales) y valores, permitiendo movilizar (poner a disposición) distintos saberes, en un determinado contexto con el fin de resolver situaciones profesionales" [1].

Entonces, trabajar por competencias o integrar las competencias podría facilitar un tratamiento adecuado y eficaz de los contenidos de las distintas asignaturas que se dictan en la carrera.

Los diseños por competencias han estimulado cambios metodológicos en el proceso de enseñanza aprendizaje y se justifican en torno a tres ejes:

1. Nos encontramos inmersos en una sociedad del conocimiento, es decir, estamos rodeados de información. Pero esta, así como se crea de manera muy rápida, queda antigua también de manera muy rápida. Según Alfons Cornella [2], existe un exceso de información "infoxicación" y nos sobrepasa. Se debe desarrollar la capacidad de buscar la información necesaria para cada momento, ser capaz de seleccionarla, procesarla, interpretarla y apropiarse de ella para utilizarla al resolver las situaciones que se presentan. Los diseños por competencias pretenden que el alumno desarrolle capacidades amplias, que le permitan adaptarse a distintas situaciones;
2. Ligado al cambio rápido del saber, se halla la complejidad del conocimiento. Se debe tratar de lograr un conocimiento integrado entre distintas asignaturas, combinados

pertinentes para responder situaciones en contextos distintos;

3. Es necesario una formación integral, que le permita al alumno enfrentarse a una sociedad globalizada. Las propuestas por competencias incluyen conjuntos de conocimientos, habilidades y actitudes de carácter distinto, no solo cognitivas sino también emocionales, que puedan ayudar a dar respuesta a distintas situaciones.

En la enseñanza por competencias, es necesario que el aprendizaje esté centrado en el estudiante, quien toma un rol más activo ya que debe construir su propio conocimiento. La función del docente es guiar y acompañar al estudiante en su proceso de aprendizaje como un facilitador de oportunidades. El docente debe diseñar la estrategia de enseñanza a partir de la necesidad de los futuros ingenieros en nuestra sociedad. El estudiante debe apropiarse del conocimiento a través de un trabajo orientado paulatinamente a la autonomía. Los docentes tienen que desarrollar clases que le permitan el aprendizaje cooperativo, el debate, la construcción del conocimiento y la reflexión crítica sobre los nuevos saberes.

El perfil del graduado de Ingeniera Civil de la Universidad Tecnológica Nacional expresa que "El ingeniero civil de hoy está encargado de resolver los problemas de infraestructura para la producción de bienes y servicios del país en general: edificios, fábricas, viviendas, puentes, carreteras, vías ferroviarias y navegables, puertos y aeropuertos, aprovechamientos hidroeléctricos, sistemas de riego, defensas aluvionales, distribución de agua, desagües pluviales, cloacales, industriales. También entenderá en la seguridad, mantenimiento y operación, modernización, planificación, control ecológico y eficiente reemplazo de la infraestructura, teniendo en cuenta los aspectos técnico - económicos" [3]. Este perfil condiciona a los docentes de cada asignatura respecto a la formación que se le debe dar a los alumnos, cada una de las cátedras debe tratar de desagregar las competencias que caracterizan ese perfil, se debe pensar como contribuir desde cada materia a que el alumno logre dichas competencias. Asimismo, cuidar el diseño de dichas competencias, ya que no todas las asignaturas pueden trabajar todas las competencias, cada una de ellas debe lograse desde diferentes campos del conocimiento, organizando la progresión de adquisición de la competencia. La docencia enfrenta este desafío que, a su vez, constituye una oportunidad de mejorar la práctica.

DESCRIPCIÓN DE LA METODOLOGÍA

ANTECEDENTES DE LA ACTIVIDAD DE INTEGRACIÓN · La experiencia que se describe se implementó por primera vez en el año 2015, para un total de 20 alumnos. El tema corresponde a la Unidad Temática 2, "Métodos por Diferencias Finitas. Aplicaciones a Ingeniería",

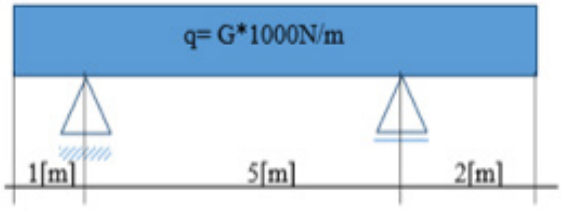
del programa de Cálculo Avanzado. El objetivo particular es que el alumno comprenda que, obtener resultados adecuados y aceptables de los modelos que se construyen para representar la realidad de los problemas de ingeniería, depende del acierto en la elección de las variables que definen el problema, y el consiguiente descarte de aquellas que no son relevantes.

Se pretende además que adopte un enfoque, que haga un uso significativo de la tecnología computacional, desarrollando algoritmos y programas que le permitan aplicar los métodos estudiados, a la resolución de problemas de ingeniería propios de la Resistencia de Materiales, para ayudarlo en el proceso de conceptualización.

Resolver problemas propios del área profesional que conlleva una oportunidad para el alumno de adquirir conocimientos y habilidades, desarrollar estrategias de análisis y de resolución, logrando por lo tanto un mejor aprendizaje.

Considerando estas premisas, en 2015, se planificó integrar los conocimientos de Cálculo Avanzado y Resistencia de Materiales aplicándolos en un caso práctico. Se propuso la tarea que se indica en el Cuadro 1, para resolver y entregar como trabajo práctico.

Ejercicio F.1. Dada la viga



a) Proponer material y forma de la sección. Dimensionar. Realizar el Diagrama de cuerpo libre y de solicitaciones.
b) Establecer un valor límite para las deformaciones. Proponer una forma aproximada de la curva de deflexión de la viga.
c) Calcular aplicando Método de Diferencias Finitas, la deflexión, el momento y corte de toda la viga en subintervalos de longitud 0.5 [m].
d) Graficar c/u de los resultados encontrados en el ítem anterior.
e) Verificar las condiciones de rigidez.

***Cuadro 1**: Ejercitación propuesta en el Trabajo Práctico de la cátedra Cálculo Avanzado– Año 2015*

En el año 2016 se implementó de modo similar, con modificaciones menores en la redacción de las consignas y los plazos de trabajo.

El seguimiento del proceso de trabajo grupal, pudo realizarse a través de las consultas en clase en ambas asignaturas y en horarios especiales. La resolución del problema permitió evaluar a los alumnos tanto en los conocimientos necesarios para el estudio y cálculo de deformaciones en la viga, como la aplicación del método de Diferencias Finitas.

La mayoría de los alumnos no tuvo dificultades en resolver la parte estática del problema, que involucra conocimientos previos de Estática y análisis de cargas, según el plan de estudios vigente. En lo que respecta al método matemático, los alumnos utilizaron para su resolución un software matemático y otros utilizaron planilla electrónica, en varios casos las dudas surgieron no en el método numérico que se utiliza para la resolución, sino en el uso del software o la planilla.

En cuanto al interés en resolver un problema que integra conocimientos de distintas asignaturas se consideró positivo, aunque se pudo observar que algunos alumnos no realizaron un análisis detallado del problema propuesto y otros no tenían en claro la importancia de ir aplicando e integrando paulatinamente conceptos y procedimientos.

PLANIFICACIÓN DE LA ACTIVIDAD INTEGRADORA En el año 2017, se propuso un trabajo práctico integrador que relaciona los conocimientos previos adquiridos en Física, Estabilidad, Ingeniería Civil I, Ingeniería Civil II y los nuevos conceptos y procedimientos desarrollados en Resistencia de Materiales, y en Cálculo Avanzado.

La actividad se diseña en forma conjunta y coordinada entre las cátedras de Resistencia de Materiales y de Cálculo Avanzado. En 2018 la implementación fue muy similar. El objetivo es que los alumnos logren afirmar los conceptos y métodos tratados en ambas asignaturas, realizando aplicaciones a casos concretos de cálculo. Esto contribuye a la adquisición de las competencias planteadas en este nivel y facilita la progresión de las materias de niveles superiores del área de ingeniería estructural.

Se pretende que, a través de la resolución progresiva y adecuada de problemas de aplicación que se integran en el trabajo práctico, el alumno desarrolle algunas de las competencias establecidas por el Consejo Federal de Decanos de Ingeniería de la República Argentina (CONFEDI, 2018), a saber:

Competencias Genéricas:

- Identificar, formular y resolver problemas de ingeniería. Aporte a la competencia: Nivel bajo – medio.
- Concebir, diseñar y desarrollar proyectos de ingeniería. Aporte a la competencia: Nivel bajo.
    - Propone una estructura sencilla a partir de un anteproyecto de arquitectura.
- Utilizar de manera efectiva las técnicas y herramientas de la ingeniería. Aporte a la competencia: Nivel medio.
    - Emplea tablas de fórmulas y de propiedades de secciones y materiales, aplica

programas matemáticos para resolver el problema.

- Comunicarse con efectividad. Aporte a la competencia: Nivel bajo.
  - Vuelca el desarrollo en un informe, explica verbalmente al docente.
- Aprender en forma continua y autónoma. Aporte a la competencia: Nivel medio.
  - Maneja y consulta bibliografía, normas, tablas, obteniendo información precisa.

Competencias Específicas:

Planificar, diseñar, calcular, proyectar y construir obras civiles y de arquitectura, obras complementarias, de infraestructura, transporte y urbanismo, con aplicación de la legislación vigente. Aporte a la competencia: Nivel bajo – medio.

- Analiza las cargas en la estructura.
- Identifica los conceptos teóricos aplicables y tiene en cuenta las características del material empleado.
- Representar la estructura mediante un modelo lógico y simple, con sus referencias.
- Deduce las ecuaciones y realiza los cálculos necesarios para resolver el problema.
- Estudiar y calcular las solicitaciones aplicando el método de diferencias finitas.
- Dimensiona las secciones de las piezas.
- Compara los valores de las tensiones calculadas con las tensiones límites obtenidas en ensayos o de la norma.
- Comprende la capacidad de la estructura para soportar cargas sin experimentar esfuerzos excesivos ni sufrir deformaciones inaceptables.
- Analiza críticamente las distintas instancias de resolución de tal manera que pueda transferirse la experiencia a otros casos de estructuras.

En el aspecto organizativo, se dispone que los alumnos trabajen en equipo, considerando que es la modalidad que actualmente requiere la profesión de ingeniería. Además, supone que las decisiones y el procedimiento son fruto de la discusión y el análisis de los integrantes. Como corolario de la actividad se plantea una puesta en común de los trabajos prácticos realizados, lo cual permite a los docentes evaluar, tanto los conocimientos y procedimientos necesarios para resolver el problema planteado, como la dedicación y el compromiso de los alumnos que forman el grupo de trabajo.

Para lograr una eficaz implementación de la propuesta innovadora se organizan las clases con antelación. Se comparte entre las cátedras la elaboración del material de estudio y la selección de bibliografía. Las consignas de trabajo y los instrumentos de evaluación son redactados cuidadosamente.

Las técnicas y recursos audiovisuales forman parte de la cultura actual de los alumnos.

En consecuencia, se plantea que apliquen sus destrezas a un tema y lo compartan entre pares. Asimismo, en esta propuesta, los docentes utilizan dichos recursos para introducir y plantear las actividades.

Otro aspecto primordial es la base necesaria de conocimientos conceptuales y procedimentales aprendidos en asignaturas cursada previamente. La realización de las actividades propuestas requiere, en forma concreta, la aplicación de dichos saberes y permite a los alumnos tomar conciencia sobre la importancia de reafirmarlos y aplicarlos.

Los criterios de evaluación son establecidos por escrito, explicitados a los alumnos y permiten valorar los conocimientos y habilidades conceptuales y procedimentales y reforzar los aspectos actitudinales para el saber hacer y el saber actuar.

IMPLEMENTACIÓN Se describe a continuación la secuencia empleada para la resolución del trabajo práctico.

En la clase de inicio de la actividad, los docentes plantean en forma global las consignas del trabajo práctico. Los alumnos se comprometen a realizar las siguientes tareas previas, utilizando técnicas audiovisuales y documentación escrita, en clase y en actividades extra áulicas:

- Concurrir con el legajo técnico de una vivienda, elaborado como trabajo integrador en las materias integradoras de primero y segundo año (Ingeniería Civil I – Ingeniería Civil II).
- Compartir con los docentes la elección de una viga para realizar el trabajo práctico.
- Realizar un plano de detalle de la estructura para el cálculo de la viga. Analizar, en forma aproximada, las acciones sobre la estructura y los materiales propuestos en el pliego de especificaciones técnicas.
- Realizar un repaso teórico de los conceptos que considere relevantes para aplicar al cálculo de solicitaciones (dimensionamiento y verificación) de la viga elegida.

La clase siguiente se inicia con la exposición por parte de los grupos de sus propuestas, comparten opiniones con otros grupos y se discute al respecto.

Los docentes plantean la consigna específica del trabajo práctico según lo que se muestra en el Cuadro 2:

»

Diseñar la viga que se muestra en el plano adjunto. Proponer el material y utilizar los datos de tablas que correspondan. Considerar que las tensiones se encuentran debajo del límite de proporcionalidad del material.

1. Proponer el material y la forma de la sección recta de la viga. Predimensionar.
2. Realizar el análisis de cargas. Justificar.
3. Dibujar el diagrama de cuerpo libre de la viga con el esquema de cargas.
4. Estudiar el tipo de reacciones de vínculo y de solicitaciones.
5. Establecer la forma aproximada de la curva de deflexión y un valor límite según el material y destino de la estructura.
6. Aplicar el método de diferencias finitas para el cálculo, en toda la viga, de las solicitaciones de momento flector y corte, las deflexiones y las pendientes, estableciendo intervalos

Cuadro 2: *Enunciado del Trabajo Práctico de la cátedra Cálculo Avanzado– Año 2017*

Para una buena comprensión se utiliza una presentación visual adecuada y se explican los distintos puntos a resolver. Durante el tiempo disponible para el desarrollo del trabajo, se disponen instancias de consulta y seguimiento presenciales y virtuales, utilizando el campus institucional. Se establece el plazo para la elaboración, las pautas de entrega y de exposición.

Para la evaluación de la actividad, los alumnos exponen sus trabajos en la fecha acordada, demostrando los resultados del trabajo en grupo, el procedimiento llevado adelante y defendiendo las decisiones adoptadas. Los recursos audiovisuales son definidos por cada grupo. En esta instancia de exposición se trata de generar debate e intercambio de ideas para enriquecer los trabajos realizados. Se considera una evaluación integral de lo expuesto, que completa la evaluación continua, al incluir el lenguaje utilizado, la claridad conceptual y la correcta aplicación de los procedimientos.

Para finalizar la clase los docentes comparten su análisis crítico y los aportes tendientes tanto a superar dificultades como a promover la formación adecuada de los futuros ingenieros.

Luego de la evaluación rigurosa del contenido y procedimientos aplicados por cada grupo, los docentes proceden a devolver los trabajos con una síntesis de observaciones y correcciones. Asimismo se comparte con los alumnos el resultado expresado en una nota globalizadora que incluye todos los aspectos evaluados.

VALORACIÓN DE LA INTERVENCIÓN DIDÁCTICA Para evaluar la implementación de las actividades innovadoras los docentes consideran los registros de las clases, la apreciación respecto al conocimiento logrado por los alumnos y el análisis de los resultados de la evaluación conjunta. En función de los años de experiencia docente, es pertinente e importante comparar con la implementación de años anteriores y analizar la eficacia de la nueva propuesta. Se documenta la información en planillas que permiten el procesamiento de la información sobre el rendimiento de los alumnos.

Para auto valorar el desempeño docente se toman las opiniones y conceptos vertidos por los alumnos y se consideran preguntas cuestionando la propia práctica de modo de pensar posibles intervenciones para mejorar la propuesta y planificar su continuidad y perfeccionamiento para los años siguientes.

A pesar de progresivas mejoras en las clases que apoyan el desarrollo del trabajo, todavía pueden visualizarse dificultades para lograr el trabajo en equipo, tal como se planifica. Asimismo, se presentan algunos inconvenientes para el seguimiento personalizado y evaluar si cada integrante logró los conocimientos en cuestión y pudo interrelacionarlos en forma concreta y con actitud reflexiva.

CONCLUSIÓN A modo de reflexión final, se puede afirmar que el desarrollo de la actividad integradora descripta aporta a la formación de los alumnos de tercer nivel de la carrera de Ingeniería Civil. Permite afianzar conocimientos y reflexionar sobre lo nuevo que incorporan, tendiendo al aprendizaje integrado, en el cual, sin dudas, el alumno es el protagonista.

Desde el punto de vista docente se considera que el proceso de enseñar, orientar y aportar mediante la evaluación continua, permite impulsar la mejora de esta y otras metodologías didácticas. El fin es y será la tan preciada mejora de la formación de los ingenieros civiles y posibilitar su desempeño dedicado y responsable en la solución de los problemas sociales. •

🕮 REFERENCIAS

[1] LE BOTERF, G. (2000). *Ingeniería de las competencias*. Barcelona, Gestión 2000/EPISE.

[2] CORNELLA, A. (2010) *Infoxicación - Buscando un orden en la información*. Zero Factory S.L. Barcelona. www.infonomia.com.

[3] Universidad Tecnológica Nacional. (2004) *Diseño Curricular de la carrera Ingeniería Civil.* Ordenanza N°1030. San Miguel de Tucumán.

[4] CONFEDI (2018). *Propuesta de estándares de segunda generación para la acreditación de carreras de ingeniería en la República Argentina*. Libro Rojo de CONFEDI. Universidad FASTA.

Propuesta pedagógica de enseñanza de Química: la Ingeniería empieza en casa

Ferrer, Liliana Elizabeth - liliferrer2012@gmail.com

Rodríguez, Marcela - marcela.rodriguez.aghem@gmail.com

Grillo, Inés - grilloines13@hotmail.com

Otoya Bet, Susana - marcela.rodriguez.aghem@gmail.com

Facultad Regional Mendoza - Universidad Tecnológica Nacional

RESUMEN · Se presenta una propuesta didáctica de aprendizaje por competencias en el curso de Química General del primer año del ciclo básico de ingeniería de la UTN-FRM. El diseño se basa en proponer a los estudiantes situaciones contextualizadas al comienzo del período de aprendizaje, aumentando su complejidad a medida que avanzan. Los alumnos realizan investigaciones grupales. Tales resoluciones implican trabajar de manera integrada en el aula y en el laboratorio de química, guiados por los docentes. Un tema transversal, común a la ingeniería, es el uso de recursos como el gas natural, el agua, los problemas de seguridad y contaminación asociados con ellos. Este tipo de propuesta didáctica permite a los estudiantes relacionar conceptos de química con situaciones de la vida cotidiana, adquirir habilidades relacionadas con la investigación, el pensamiento crítico, la toma de decisiones y la gestión de la información, entre otros. A través del análisis de situaciones en contexto, se ha observado una mayor motivación de los estudiantes y una actitud proactiva hacia su aprendizaje. Las experiencias realizadas en el laboratorio de química también permiten familiarizarse con los procedimientos de seguridad, y las investigaciones están orientadas a internalizar los problemas ambientales y los comportamientos necesarios para minimizarlos.

Palabras clave — aprendizaje, química, competencias, contexto.

ABSTRACT · A didactic proposal of competency based learning the General Chemistry course of the first year of the cycle basic engineering of the UTN-FRM is presented. The design is based on presenting to the students contextualized situations at the beginning of the learning period, increasing its complexity as they progress. The students carry out research working in groups. Such resolutions imply working in an integrated manner in the classroom and in the chemistry laboratory, always guided by the teachers. A transversal theme, common to engineering, is the use of resources such as gas for heating purposes, water and the safety and pollution issues associated with them. This type of didactic proposal allows students to relate concepts of chemistry with situations of daily life, acquire skills related to research, critical thinking, decision making and information management, among others. Through the analysis of situations in context, greater motivation of the students and a proactive attitude towards their learning have been observed. The experiences carried out in the chemistry laboratory also make it possible to familiarize oneself with safety procedures, and the investigations are oriented to internalize environmental problems and the

necessary behaviors to minimize them.

Keywords — learning, chemistry, competencies, context.

»

INTRODUCCIÓN En este trabajo se presenta una propuesta didáctica de aprendizaje por competencias en la asignatura Química General para estudiantes de primer año de ingeniería de la Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Mendoza. Su objetivo es favorecer en los estudiantes competencias tales como organización y toma de decisiones, comprensión conceptual, comunicación, trabajo en equipo, entre otras.

En los cursos universitarios de Química tradicionales, el aula es el espacio para enseñar contenidos conceptuales y el laboratorio lo es para aquellos procedimentales, existiendo una marcada división entre ambos. Este tipo de propuesta no coincide con las tendencias actuales que ponen su eje en la formación por competencias. La posibilidad de promover las mismas requiere un cambio total de la visión sobre las estrategias de enseñanza y de aprendizaje, así como de las formas de evaluación. (Viera y otros, 2017) [6].

Los docentes de la cátedra, conscientes de la necesidad de que los futuros ingenieros ejerzan su profesión en la realidad que los rodea, estamos presentando desde hace varios años propuestas didácticas basadas en la resolución de problemas en contexto en la que deben realizar "pequeñas investigaciones guiadas"[1]. Con este tipo de actividades, se busca que en el proceso de enseñanza aprendizaje, los estudiantes desarrollen desde las ciencias básicas, no solo el saber sino también el saber hacer y saber ser, esenciales para la profesión. Estas actividades implican trabajar en forma integrada en clase, en el laboratorio y realizar pequeñas investigaciones en grupos. A medida que se avanza en el desarrollo de la asignatura, se vuelve sobre la misma problemática, se analiza más profundamente, con más herramientas conceptuales, se profundiza en estas investigaciones y se relacionan las conclusiones con las obtenidas en investigaciones previas.

Un tema transversal común a las ingenierías es la utilización de recursos como el gas y el agua y los problemas de seguridad y contaminación asociados a los mismos. Este tipo de propuesta permite a los estudiantes relacionar conceptos de química con situaciones de la vida cotidiana, adquirir habilidades relacionadas con la investigación, el pensamiento crítico, toma de decisiones, vocabulario adecuado y gestión de la información, entre otras.

Para poder integrar el trabajo en aula con el trabajo en laboratorio, se ha cambiado el

diseño de los mismos.

Teniendo en cuenta esta nueva visión, los trabajos de laboratorio se están desarrollando por experiencias, más cortas que los trabajos prácticos de laboratorio tradicionales y que siguen el ritmo de las clases de aula, más dinámicas y que contribuyen al aprendizaje del concepto que se está tratando en ese momento. Se diseñan de la siguiente manera: se suele mostrar una experiencia clásica, lúdica o interesante y luego una experiencia que hagan los estudiantes, la interpreten y contextualicen por sí mismos.

A modo de ejemplo se presenta la experiencia Conductividad y calidad del agua. En dicha experiencia primero los alumnos observan de manera cualitativa la conductividad de las sales disueltas en agua como el sulfato de cobre que es un electrolito y enciende una lámpara LED, luego observan que el sulfato de cobre no actúa como electrolito en alcohol y no enciende la lámpara LED. Esta actividad es interesante y lúdica y contribuye a la interpretación de electrolitos y enlace iónico. Luego se les pide que tomen muestras de agua, midan su conductividad con un conductímetro, obtengan valores y con esos valores presenten a posteriori un pequeño trabajo de investigación donde relacionen la conductividad con el total de sólidos disueltos en agua y obtengan una conclusión referida a la calidad del agua y las fuentes de contaminación de la misma. Este trabajo de investigación es con conclusiones abiertas.

Otro ejemplo es la experiencia llamada Diamante de peligrosidad referido al sistema normativo internacional para identificar los riesgos de materiales para respuesta a emergencias. El concepto que se intenta mostrar es el de reacciones químicas y propiedades químicas y físicas. Primero se presenta la descomposición térmica del clorato de potasio, experiencia que muestra de manera espectacular la reacción química producida, captando siempre el interés de los estudiantes, luego investigan el diamante de peligrosidad para diferentes sustancias como por ejemplo la de monóxido de carbono, sobre su peligrosidad para la salud y como detectarlo en los artefactos de gas en las viviendas.

Este tipo de actividades pedagógicas y las investigaciones y conclusiones que se han realizado en torno a las mismas han permitido sentar las bases para un diseño de una propuesta basada en competencias.

En esta etapa de la nueva propuesta didáctica de aprendizaje por competencia, se ha diseñado una rúbrica teniendo en cuenta los indicadores que han surgido a partir de presentar el aprendizaje en contexto durante los últimos años.

En esta primera etapa no se han realizado evaluaciones con rúbrica, pero se toma esta investigación como una prueba para evaluar utilizando este instrumento en una etapa posterior.

Se diseñan, por ejemplo, los indicadores de la competencia pensamiento sistémico. En los trabajos presentados por los estudiantes se ha detectado la falta de práctica para relacionar mediciones obtenidas en laboratorio con los conceptos presentados en la asignatura y con información pertinente para llegar a alguna conclusión válida.

Considerando a las competencias como capacidades integradas y complejas, se busca garantizar que los estudiantes puedan realizar actividades que les permita avanzar en su desarrollo intelectual, para que luego, más adelante en la carrera, lleguen a adquirir las competencias deseadas para el egresado de Ingeniería.

Las actividades propuestas y la metodología de trabajo tienden a ir desarrollando las siguientes competencias propuestas en el Documento Original de Competencias Genéricas de Egreso del Ingeniero Argentino redactadas por CONFEDI [2].

1.Competencias tecnológicas.

Se busca que los estudiantes sean capaces de: identificar y formular problemas, organizar datos pertinentes, evaluar el contexto, valorar el impacto sobre el medioambiente, realizar una búsqueda creativa de soluciones, elaborar informes.

2. Utilizar de manera efectiva las técnicas y herramientas de aplicación de la Ingeniería:

Se busca que los estudiantes sean capaces de utilizar técnicas con estándares y normas de seguridad.

3. Contribuir a la generación de desarrollos tecnológicos y/o innovación tecnológica

Se busca que los estudiantes sean capaces de pensar en forma sistémica, crítica y creativa.

4. Desempeñarse de manera efectiva en equipos de trabajo

Se busca que los estudiantes sean capaces de respetar otros puntos de vista y opiniones, respetar los compromisos, expresar con claridad las ideas y socializarlas dentro de un equipo de trabajo, desarrollar actitud participativa y colaborativa, respetar diversidad de valores, creencias y culturas.

5. Comunicarse con efectividad

Se busca que los estudiantes sean capaces de producir textos técnicos (como informes), uso de vocabulario adecuado, manejar herramientas informáticas apropiadas.

6. Aprender en forma continua y autónoma

Se busca que los estudiantes sean capaces de evaluar el propio aprendizaje y encontrar los recursos necesarios para mejorarlo, realizar búsqueda de bibliografía por medios diversos, seleccionar material y hacer una lectura comprensiva y crítica.

MARCO TEÓRICO Esta propuesta pedagógica se basó fundamentalmente en el concepto de competencia definidos por Gavilán (Gavilán y otros, 2013) [3], Galdeano-Bienzobas y otro (2010) [4] y Salas (2009) [5], en el aprendizaje por indagación (Gellón, 2006) [1] y en el Documento Original de Competencias Genéricas de Egreso del Ingeniero Argentino redactadas por CONFEDI. [2]

El concepto de competencia es diverso, pues se utiliza en diferentes situaciones, pero en el ámbito académico la interpretación más generalizada y aceptada es “saber hacer en un contexto”. (Gavilán y otros, 2013) [3].

El eje principal de la educación por competencias es el desempeño entendido como “la expresión concreta de los recursos que pone en juego el individuo cuando lleva a cabo una actividad, y que pone el énfasis en el uso o manejo que el sujeto debe hacer de lo que sabe, no del conocimiento aislado, en condiciones en las que el desempeño sea relevante”. Desde esta perspectiva, lo importante no es la posesión de determinados conocimientos, sino el uso que se haga de ellos. Este criterio obliga a las instituciones educativas a replantear lo que comúnmente han considerado como formación. Bajo esta óptica, para determinar si un individuo es competente o no lo es, deben tomarse en cuenta las condiciones reales en las que el desempeño tiene sentido, en lugar del cumplimiento formal de una serie de objetivos de aprendizaje que en ocasiones no tienen relación con el contexto. (Galdeano-Bienzobas y otro, 2010)[4].

Numerosos estudios indican que la educación tradicional, basada en recibir y almacenar información, no resulta adecuada para lograr un aprendizaje significativo. Para alcanzar dicho aprendizaje, es necesario, además de impartir conocimientos y cumplir con contenidos, emplear estrategias educativas que promuevan el pensamiento crítico, la creatividad, la capacidad de aprender a aprender, de tomar decisiones y seleccionar e interpretar la información, así como desarrollar habilidades comunicativas (Salas, 2009) [5].

La propuesta se basa además en el Aprendizaje por Indagación.Así el docente guía a los alumnos a través de desafíos y problemas cuidadosamente planeados y permite trabajar los aspectos sociales cuando los alumnos trabajan en equipo (Gellón y otros, 2005) [1]. Se diferencia del constructivismo extremo ("aprendizaje por descubrimiento") en que éste espera que los alumnos, enfrentados con un problema, desarrollen las perspicacias del pensamiento científico espontáneamente [7].

Las actividades propuestas y la metodología de trabajo tienden a ir desarrollando las competencias propuestas en el Documento Original de Competencias Genéricas de Egreso del Ingeniero Argentino redactadas por CONFEDI.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LA PROPUESTA DIDÁCTICA A continuación, se describe un ejemplo de una propuesta didáctica basada en competencias, la diferencia con las propuestas previas es que se va a utilizar una rúbrica.

Al inicio del cursado se pide a los estudiantes las facturas de gas y de agua potable que le llegue a su casa o la de algún familiar o conocido y muestras de agua de pozo, de riego o de río si es que tienen acceso a las mismas. Además, en el laboratorio habrá muestras de agua potable, destilada, de pozo, de efluentes, de ríos y lagos. Estas muestras corresponden a diferentes zonas de Mendoza

El trabajo en aula se desarrolla como un "mestizaje de técnicas" y está ensamblado con el trabajo del laboratorio.

Durante el desarrollo de la asignatura se pide a los estudiantes que realicen investigaciones guiadas que sean relativamente cortas y acotadas teniendo en cuenta el poco tiempo que poseen para realizarlas.

Para evaluar las investigaciones grupales en contexto se utilizarán rúbricas, que se ajustan a las exigencias de la evaluación por competencias.

A medida que avanzan en el cursado se incluyen aspectos de peligrosidad del gas (el diamante del peligro) que cualquier ingeniero debe conocer ya sea en el diseño, manipulación y transporte del mismo.

También incluyen aspectos medioambientales del agua como los parámetros de calidad y las fuentes de contaminación de la misma.

Primer informe

Cada estudiante y cada grupo deberá presentar la relación m3 de gas cada 100 m2 de vivienda para saber en promedio cuantos m3 de gas se necesitan para diseñar una vivienda promedio y cuantos m3 se necesitan para diseñar un barrio promedio (es bien sabida la problemática de nuevos emprendimientos que se realizan sin saber exactamente si se contará con los recursos necesarios de agua y gas). Deberán establecer una equivalencia entre kg y m3 (densidad de gases).

El conocimiento asociado es sistemas materiales, gases, líquidos, densidad de gases.

Segundo informe

Determinarán en el laboratorio un parámetro de calidad de muestras de agua como el Total de Sólidos Disueltos, a partir de la conductividad de las mismas. Deberán analizar las muestras si son de buena calidad y se presentará el problema del aumento de la salinidad

en el agua en Mendoza. El conocimiento asociado es: sistemas materiales, propiedades físicas, enlace iónico, electrolitos, conductividad.

Tercer informe

Utilizando la factura de gas realizarán el siguiente trabajo:

Escribirán en una ecuación química la combustión del gas natural o licuado que utilicen en sus viviendas o la de un familiar o conocido.

Deberán determinar el "diamante de peligrosidad" tanto para el gas natural como para el monóxido de carbono. Deberán averiguar la normativa vigente referida a los detectores de monóxido de carbono.

En laboratorio deberán determinar cloruros, sulfatos y Fe III en las muestras de agua utilizadas en el Segundo Informe y las conclusiones deberían estar relacionadas con las determinaciones realizadas en el Segundo Informe. El conocimiento asociado es: propiedades físicas y químicas, gases, clasificación de reacciones químicas, estequiometria, reactivo limitante.

Cuarto informe

Investigarán la expresión: m3 9300 cal. Averiguarán el porcentaje de consumo de gas destinado a calefacción. El conocimiento asociado es termoquímica.

Investigarán el consumo de sus termotanques o calefones. El conocimiento asociado es calorimetría.

Deberán realizar un plan de mejoras para consumir menos gas en su vivienda.

Los conocimientos asociados son: termoquímica, estado líquido, calorimetría.

Se pretende que los alumnos mejoren su conducta desde el aspecto medio ambiental y lo concerniente a la seguridad de su hogar. El trabajo en grupo les permite también conocer realidades sociales de otros compañeros y solidarizarse con problemas como que muchos usuarios no cuentan con gas natural y el costo que les implica utilizar garrafas de gas envasado comparando este con el gas natural.

Quinto Informe

Para realizarlo, en el laboratorio deberán tomar pH de las muestras de agua utilizadas en los trabajos previos más muestras de agua de efluentes.

Es fundamental que los alumnos conozcan los valores de pH que deben tener los cauces de agua para no producir daño ambiental. El conocimiento asociado es: equilibrio

ácido-base.

Sexto informe

Se presentará el problema de la corrosión de estructuras por aguas salinas o con bajos valores de pH. El conocimiento asociado es: electroquímica.

Evaluación

Para evaluar las investigaciones grupales en contexto se utilizarán rúbricas, que se ajustan a las exigencias de la evaluación por competencias.

Tienen la ventaja de que los estudiantes conocen de antemano los criterios con los que serán evaluados, y en función de ellos pueden revisar sus trabajos antes de ser entregados, además de facilitar el feedback con el profesor.

Para el diseño de la rúbrica se tuvo en cuenta las experiencias previas contextualizadas en donde se observaron falencias en la comprensión de las situaciones, dificultades para llegar a conclusiones pertinentes y para trabajar en grupo. Se presentan a continuación ejemplos de producciones de alumnos que sirvieron para diseñar las rúbricas de evaluación. Dichas producciones respondieron al siguiente enunciado:

Trabajo de investigación: la tragedia de la finca de don Pedro

"Don Pedro es un buen agricultor que compró una finca en un área del este mendocino que no tenía derecho de riego superficial. Solamente contaba con una napa de agua subterránea de buena calidad con 1.000 µmhos/cm de conductividad eléctrica. El acuífero es libre y presenta las siguientes características: el nivel del agua (piezométrico) está a 5 m de profundidad, el espesor saturado es de 50 m de profundidad y el rendimiento específico es del 4%. Esto quiere decir que debajo de las 30 ha de don Pedro existe un volumen de agua subterránea de 600.000 m3 (0,6 hm3). Recordemos en primer lugar que don Pedro contaba con 30 ha de viñedo de uvas finas recién establecido. Siguiendo los buenos precios que se han dado en el mercado, se ha dedicado a variedades como Cabernet, Malbec o Merlot.

En un principio, don Pedro comenzó con alto rendimiento en su actividad agrícola. Al poco tiempo vio que sus esfuerzos se frustraban cuando el rendimiento de los cultivos bajó (hojas de vid más pequeñas, falta de color y vigor en las plantas, etc.). Si don Pedro no mejora el rendimiento de su cosecha, tendrá inexorablemente que abandonar su finca. ¿Cómo podría don Pedro mejorar su rendimiento agrícola?"

Indicador de logro:

1. Explica la relación entre la calidad del agua y el rendimiento en la producción agrícola en una zona de Mendoza.
2. Valora la importancia del agua y la calidad de la misma.

Operaciones mentales:

Predice, investiga, argumenta, utiliza, aplica, expresa, comunica.

Contenidos:

Sistemas materiales. Enlaces e interacciones moleculares del agua. Soluciones. Dureza del agua. Conductividad eléctrica. Equilibrio ácido – base.

Rúbrica

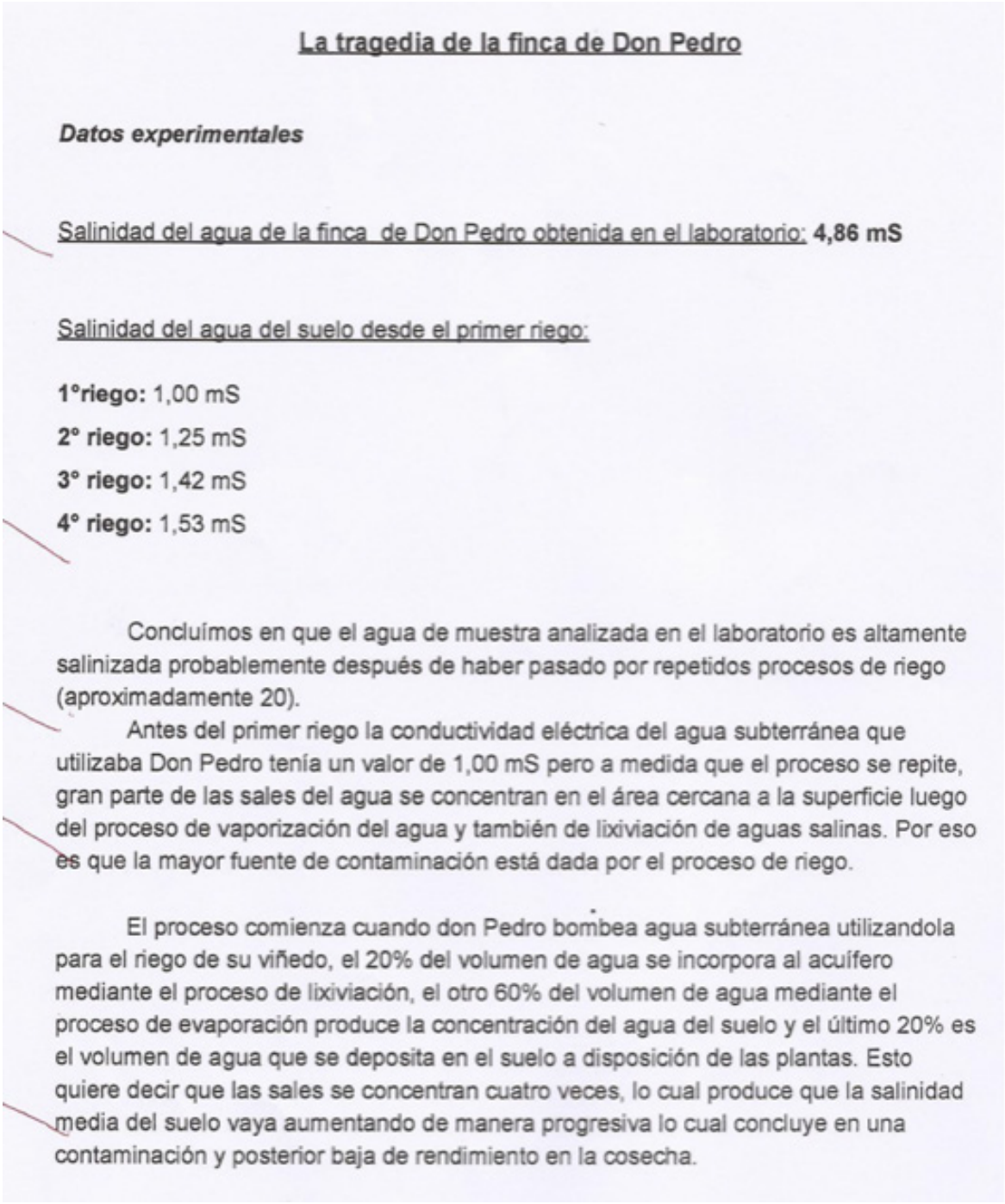
CATEGORÍA	Excelente	Muy Bueno	Aprobado	Insuficiente
Comprensión del problema	Analiza, reconoce e interpreta los datos identificando con certeza lo que se busca y demostrando absoluta comprensión del problema	Analiza, reconoce e interpreta los datos, identificando con claridad lo que se busca y demostrando una alta comprensión del problema	Reconoce los datos e interpreta la relación entre los mismos, demostrando una relación elemental del problema	No reconoce los datos, sus relaciones ni el contexto del problema, mostrando poca o ninguna comprensión del mismo
Planteo del problema en forma razonada	Detalla los pasos seguidos, relacionando y aplicando en grado óptimo los conceptos químicos necesarios	Detalla los pasos seguidos y aplica correctamente los conceptos químicos necesarios	Detalla los pasos seguidos y muestra un aceptable conocimiento de los conceptos químicos necesarios	No detalla los pasos seguidos y se aprecia un desconocimiento en los conceptos químicos necesarios
Estrategias y/o procedimientos	Utiliza adecuadamente la información obtenida y la integra con las prácticas de laboratorio, demuestra riguroso lenguaje químico, realiza cálculos correctos y tiene en cuenta unidades de medida	Utiliza adecuadamente la información obtenida y la integra con las prácticas de laboratorio, demuestra riguroso lenguaje químico, realiza cálculos correctos pero no tiene en cuenta unidades de medición	Utiliza adecuadamente la información obtenida y la integra con las prácticas de laboratorio, demuestra un aceptable lenguaje químico y comete errores leves	No utiliza adecuadamente la información obtenida ni la integra a las prácticas de laboratorio, no utiliza lenguaje químico y comete errores de cálculo
Solución del problema	Aporta correctamente una solución a la situación problemática, analiza reflexiona y valora resultados Revisa el proceso y si detecta errores procede a su rectificación	Aporta correctamente una solución a la situación problemática, analiza reflexiona y valora resultados	Aporta una correcta solución pero no reflexiona sobre los resultados	No aporta una solución correcta

CATEGORÍA	Excelente	Muy Bueno	Aprobado	Insuficiente
Organización, presentación y comunicación de resultados	El trabajo es presentado de manera ordenada y clara, fácil de leer, sin errores de ortografía y es defendido en forma certera y con fundamentos.	El trabajo es presentado de manera ordenada y clara, por lo general fácil de leer, sin errores de ortografía y es defendido con fundamentos	El trabajo es presentado de manera ordenada pero puede ser difícil de leer, con algunos errores de ortografía y es defendido adecuadamente	El trabajo es presentado en forma desorganizada, es difícil saber la información relacionada, con algunos errores de ortografía y no puede ser fundamentado
Trabajo grupal	Participa de las actividades que propone el grupo. Favorece la división del trabajo de forma justa. Propicia el apoyo mutuo para la concreción de las actividades. Demuestra respeto por las opiniones de cada uno.	Participa de casi todas las actividades que propone el grupo. Propicia el apoyo mutuo para la concreción de las actividades. Demuestra respeto por las opiniones de cada uno.	Participa ocasionalmente de las actividades que propone el grupo. No propicia el apoyo mutuo para la concreción de las actividades, sin embargo demuestra respeto por las opiniones de cada uno.	No participa ni se interesa de y por las actividades que propone el grupo. No favorece la división del trabajo de forma justa. No propicia el apoyo mutuo para la concreción de las actividades ni demuestra respeto por las opiniones de cada uno.

A continuación, se muestran dos investigaciones realizadas en el año 2018 por grupos de alumnos de ingeniería civil que denominaremos A y B.

En la Figura N°1 se muestra una parte del trabajo de investigación del grupo A en la que se observa que pudieron realizar las mediciones del laboratorio e interpretarlas a partir de conceptos teóricos y realizar cálculos para obtener una conclusión sobre la posible causa (de manera simplificada) del aumento de salinidad del agua de la finca de Don Pedro.

»



La tragedia de la finca de Don Pedro

Datos experimentales

Salinidad del agua de la finca de Don Pedro obtenida en el laboratorio: **4,86 mS**

Salinidad del agua del suelo desde el primer riego:

1°riego: 1,00 mS
2° riego: 1,25 mS
3° riego: 1,42 mS
4° riego: 1,53 mS

Concluímos en que el agua de muestra analizada en el laboratorio es altamente salinizada probablemente después de haber pasado por repetidos procesos de riego (aproximadamente 20).

Antes del primer riego la conductividad eléctrica del agua subterránea que utilizaba Don Pedro tenía un valor de 1,00 mS pero a medida que el proceso se repite, gran parte de las sales del agua se concentran en el área cercana a la superficie luego del proceso de vaporización del agua y también de lixiviación de aguas salinas. Por eso es que la mayor fuente de contaminación está dada por el proceso de riego.

El proceso comienza cuando don Pedro bombea agua subterránea utilizandola para el riego de su viñedo, el 20% del volumen de agua se incorpora al acuífero mediante el proceso de lixiviación, el otro 60% del volumen de agua mediante el proceso de evaporación produce la concentración del agua del suelo y el último 20% es el volumen de agua que se deposita en el suelo a disposición de las plantas. Esto quiere decir que las sales se concentran cuatro veces, lo cual produce que la salinidad media del suelo vaya aumentando de manera progresiva lo cual concluye en una contaminación y posterior baja de rendimiento en la cosecha.

***Figura N°1**: Trabajo del grupo A*

La Figura 2 muestra una parte del trabajo de investigación del grupo B, en donde se observa que, si bien las mediciones y su interpretación conceptual fueron correctas, la información obtenida no fue pertinente y no pudieron obtener una conclusión relevante.

»

Parte B: Química en contexto.

Experiencia: Conductividad eléctrica especifica del agua

- Elementos utilizados: Conductímetro, vasos de precipitado, muestras de agua.

La experiencia consistía en analizar la conductividad eléctrica de muestras de agua, tomadas de diferentes orígenes, utilizando un conductímetro. Se procedía colocando en vasos precipitados diferentes cada muestra de agua indicando su origen, luego de cada medición se procedía a limpiar los electrodos del conductímetro (con agua destilada) para así evitar una lectura errónea con la siguiente muestra. Los resultados de las mediciones son los siguientes:

ORIGEN	CONDUCTIVIDAD (mS)	TOTAL SOLIDOS DISUELTOS (TSD)
Agua potable	0,82	396,81
Agua destilada	0.06	29,03
Agua de rio (río Blanco)	0,63	304,87
Agua de efluente 2	8,22	3977,80
Agua subterránea de la finca Don Pedro	4,86	2351,83

La unidad para medir la conductividad eléctrica de una solución es el siemens (su símbolo es: **S**), cuya inversa es la resistencia medida en ohmios. El conductímetro utilizado en la experiencia daba las mediciones en milí Siemens (1x10^-3 **S**iemens).

La conductividad eléctrica es la capacidad que tienen las sales inorgánicas en solución (electrolitos) para conducir la corriente eléctrica , por ello es que no todas las sustancias conducen de forma igual la electricidad : El agua pura, prácticamente no conduce, sin embargo el agua con sales disueltas conduce la corriente eléctrica

Esto se debe a que son los iones, cargados positiva y negativamente, los que conducen la electricidad, por lo que la cantidad conducida dependerá del número de iones presentes.

Para comprobarlo se realizaron 2 experiencias: en la primera se agregó azúcar al agua de red, luego de la medición la conductividad se mantuvo igual (0,8 mS) debido a que el azúcar no es conductor de la electricidad. En la segunda al agua se le agrego sal (NaCl) y la conductividad aumento a 10,20 mS , debido a que el cloruro de sodio es un electrolito , y disuelto en agua aumenta mucho más su conductividad.

El Total de Solidos Disueltos(TSD) son la suma de los minerales, sales, metales, cationes o aniones disueltos en el agua. Esto incluye cualquier elemento presente en el agua que no sea (H20) molécula de agua pura y sólidos en suspensión Un alto valor de TSD indica que la sustancia tiene una alta concentración de electrolitos, por lo que su conductividad eléctrica es mayor.

Se puede establecer la siguiente equivalencia para calcular la cantidad de TSD a partir de la medición con el conductímetro (los resultados están en la primera tabla):

$$1{,}413\ mS\ .(cm^{-1})cm = 692\ mg\ .(kg^{-1}).NaCl$$

El agua dura es aquella que dificulta el desarrollo de espuma al estar en contacto con jabón, debido a que presenta una elevada cantidad de bicarbonatos y carbonatos de magnesio y de calcio. Además, la dureza del agua se determina de acuerdo a la cantidad de zinc, manganeso o hierro, entre otros cationes. Por más que el agua se hierva, los cloruros y los sulfatos de magnesio y de calcio se conservan ya que, después de alcanzar una determinada temperatura, su solubilidad comienza a disminuir , lo que produce la aparición el sarro.

***Figura N°2**: Trabajo del grupo 2*

CONCLUSIONES La propuesta didáctica de aprendizaje en contexto y las investigaciones que se realizaron a partir de los trabajos presentados por los alumnos, sirvió de base para el diseño de una rúbrica por competencias. Si bien en esta primera etapa no se evaluó de esta maneera, se toman los datos y las conclusiones de esta investigación como una prueba piloto para evaluar utilizando este instrumento en una etapa posterior.

Se notaron debilidades por parte de algunos estudiantes respecto a la interpretación de datos y de resultados obtenidos, puesto que en algunos casos los valores eran absurdos, lo que demuestra la necesidad de aumentar el espíritu crítico en ellos.

Una dificultad encontrada fue que los equipos de trabajo de estudiantes eran muy numerosos y fue necesaria una adaptación de la propuesta.

El proceso de diseño y desarrollo de trabajos prácticos de laboratorio por indagación midiendo parámetros de calidad del agua de diferentes zonas de Mendoza, significó a los alumnos un esfuerzo en integrar y relacionar conceptos.

Las experiencias de laboratorio integradas, relacionadas con situaciones de la vida diaria y presentadas como pequeñas investigaciones fueron muy enriquecedoras tanto para estudiantes como para docentes, ya que implica un mejor aprovechamiento de las herramientas didácticas que significan las experiencias de los laboratorios, potenciando en los estudiantes la capacidad de investigación y de resolución de problemas a los que se enfrentarán cuando sean ingenieros.

Se notó además un mayor aprovechamiento de las clases de consulta donde el docente podía guiarlos en sus investigaciones.

Las experiencias realizadas mostraron una mayor motivación de los estudiantes y un ambiente de una gran potencialidad para favorecer la adquisición de competencias necesarias para los futuros profesionales. •

REFERENCIAS

[1] G. Gellón, M. Furman y D. Golombek. *La ciencia en el aula; lo que nos dice la ciencia sobre cómo enseñarla*. Buenos Aires: Paidós, 2005.

[2] Consejo Federal de Decanos de Facultades de Ingeniería (Confedi) de la República Argentina (2006). *Competencias genéricas de Ingenierías*. Buenos Aires: Confedi.

[3] I. Gavilán, S. Cano, S. Aburto. (Julio, 2013). Diseño de herramientas didácticas basado en competencias para la enseñanza de la química ambiental. “Educación Química”.

[On line]. 24(3). pp 298-308. Available: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0187893X13724790 [Marzo 7, 2019].

[4] C. Galdeano-Bienzobas y A. Valiente-Barderas (Mayo, 2010). Competencias en Ingeniería Química. "*Educación Química*". [On line]. 21(3). pp 260-264. Available: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0187893X1830092 [Marzo 7, 2019].

[5] M. Salas. (Setiembre, 2009) Del proceso de enseñanza aprendizaje tradicional, al proceso de enseñanza aprendizaje para la formación de competencias, en los estudiantes de la enseñanza básica, media superior y superior. "*Cuadernos de Educación y Desarrollo*" [On line]. 1(7), pp 1-9. Available: http://www.eumed.net/rev/ced/07/mesv3.html [Marzo 7, 2019]

[6] Viera, L. I., Ramírez, S. S., & Fleisner, A. (2017). El laboratorio en Química Orgánica: una propuesta para la promoción de competencias científico-tecnológicas. *Educacion Quimica*, 28(4), 262–268. https://doi.org/10.1016/j.eq.2017.04.002 [Marzo 7, 2019]

[7] S.Pastorino, R.Iasi y S.Juanto. "Enseñanza por indagación en trabajos de laboratorio". *Educación en la Química*, Número Extra, pp 274-277, 2012.

Teoría de probabilidades y competencias

Una perspectiva desde la Educación Matemática

Neil, Carlos Gerardo - carlos.neil@uai.edu.ar
Camos, Cristina - cristina.camos@uai.edu.ar

Universidad Abierta Interamericana

RESUMEN · Vivimos en una sociedad globalizada donde nuestros Ingenieros deben desarrollar competencias profesionales que les permitan enfrentar y solucionar problemas cada vez más complejos. La Matemática y en particular la Teoría de probabilidades es una útil herramienta para darle solución a determinados problemas del ámbito laboral de los ingenieros. A partir de un diagnóstico realizado mediante entrevistas personalizadas con docentes que retoman conceptos de probabilidad en años superiores de la carrera, implementamos cambios en enunciados y procedimientos en el tema Distribución de Probabilidades. Para la construcción de enunciados, preguntas y procedimientos se consideraron aportes teóricos de la Educación Matemática, con el propósito de que aporten a la formación de algunas competencias requeridas por los ingenieros.

Palabras clave — Competencias, Ingeniería, Educación Matemática, Probabilidades.

ABSTRACT · We live in a globalized society where our engineers must develop professional competencies that will allow them to face and solve complex problems. Mathematics and particularly the Theory of Probability is a useful tool to solve specific problems of the engineers' working environment. Starting from the diagnosis through personalized interviews with teachers who revise concepts of probability in advanced years of the career, we implement changes in statements and proceedings in the topic distribution of probability. For the construction of statements, questions and proceedings, theoretical contributions of Math's education were considered to help in the development of some skills required by engineers.

Keywords — Competencies, Engineering, Math's Education, Probabilities

»

1. INTRODUCCIÓN

Nuestros Ingenieros en esta sociedad globalizada deben desarrollar competencias profesionales que les permitan enfrentar y solucionar problemas cada vez más complejos. Para resolver alguno de ellos, la Matemática, complementada con el buen uso de las tecnologías, es una útil herramienta. Para lograr esto, los alumnos deberán relacionar y aplicar los conceptos matemáticos aprendidos en el ámbito académico con el entorno profesional en el

cual se desempeñen. Esto implica que la Matemática deberá concebirse y construirse desde una perspectiva mayormente pragmática y potenciar su aplicación a problemas reales que enfrentan los Ingenieros en su labor profesional. El aprendizaje del cálculo en carreras de Ingeniería está relacionado con su enseñanza [1]. Durante los últimos dos siglos, nuestra sociedad ha sostenido una filosofía absolutista que se interesa en la existencia de sistemas rigurosos, infalibles e inmutables, basados en la lógica deductiva [2]. Sin embargo, existe una filosofía falibilista que considera a la Matemática como el producto de procesos sociales y por lo tanto el conocimiento matemático se entiende como algo falible, posible de revisión y humanizado. Los docentes somos portadores de creencias y cuando enseñamos matemática, las concepciones que tenemos, conscientes o no, interactúan en el aula. Si aprender matemática es adquirir conocimientos de una manera formal y teórica, necesariamente induce a un aprendizaje abstracto, rutinario, descontextualizado de lo cotidiano y del mundo laboral donde se desempeña un Ingeniero. Debemos entonces implementar prácticas matemáticas que evidencien su aplicación a problemas reales que enfrentan estos profesionales y que potencien la emergencia de un pensamiento reflexivo y creativo para que forme parte de las competencias necesarias que deben adquirir los egresados de las Facultades de Ingeniería. En este sentido presentamos una propuesta de cambios implementados en la asignatura Probabilidad y Estadística de la carrera Ingeniería en Sistemas de Información de la Universidad Abierta Interamericana. Como insumo inicial, se realizó un diagnóstico realizado mediante entrevistas personalizadas con docentes que retoman conceptos de Probabilidad en años superiores de la carrera.

El trabajo continúa de la siguiente manera, en el apartado 2, realizamos una breve síntesis del aprendizaje basado en competencias y de la evaluación. En el apartado 3, detallamos algunos aspectos del diagnóstico realizado, en el apartado 4, mostramos parcialmente algunos cambios implementados, por una cuestión de espacio y, por último, en el apartado 5 realizamos una breve conclusión y futuras acciones a realizar.

2. APRENDIZAJE BASADO EN COMPETENCIAS

La universidad debe preparar al estudiante en un entorno de competencias genéricas y específicas que les permitan seleccionar información y afrontar los problemas que plantea esta sociedad cambiante. McClelland [3], en la búsqueda de una alternativa a las pruebas de aptitud e inteligencia tradicionales, desarrolló el concepto de “competencia” definido como una característica subyacente de una persona que le permite demostrar un desempeño superior en un determinado puesto, rol o situación, haciendo la diferencia entre personas

con desempeño excelente versus personas con desempeño promedio [4]. Por otro lado, el concepto de competencia engloba todo un conjunto de conocimientos, procedimientos y actitudes que se combinan, coordinan e integran, para que el individuo logre «saber», «saber hacer», «saber ser» y «saber estar». El dominio de estos saberes le permiten ser «capaz de» actuar con eficacia y eficiencia en situaciones que se le presenten [5]. En este sentido, la competencia no reside en los recursos (capacidades) sino en la movilización misma de los recursos. Para ser competente es necesario poner en juego el repertorio de recursos [5]. Además, el aprendizaje por competencias ha ocasionado toda una renovación de las teorías psicopedagógicas de los aprendizajes, dando lugar a la evolución de los esquemas de referencia de la formación de profesionales [5].

Es importante destacar que la capacitación y educación basada en competencia es una metodología de instrucción que identifica las habilidades básicas, conocimientos y actitudes que satisfacen normas específicas, enfatiza estándares de ejecución y facilita el aprendizaje individual [4].

Por último, la formación de individuos bajo un modelo de competencias, les permite a estos estar preparados para responder de manera autónoma e integral, y también para adaptarse a procesos que se actualizan permanentemente [5].

2.1 EVALUACIÓN Y COMPETENCIAS · El Aprendizaje Basado en Competencias requiere un sistema de evaluación variado, debido a que cada competencia tiene componentes muy distintos que necesitan procedimientos diversos para ser evaluados correctamente [6]. La evaluación basada en competencias se basa en el acceso a fuentes múltiples y variadas de información con el fin de determinar si los estudiantes han alcanzado el nivel esperado de desarrollo de competencias, así como un grado suficiente de dominio de los recursos vinculados a cada competencia [7].

En la actualidad uno de los mejores instrumentos de evaluación, son las rúbricas, debido a su facilidad de uso y a la oportunidad de obtener aspectos complejos, imprecisos y subjetivos [8]

3. DIAGNÓSTICO

En la búsqueda de esta relación: Ingeniería, Matemáticas y Competencias, nos situamos en la carrera “Ingeniero en sistemas de Información/Informática”, ítem 23 del Anexo 1 del Libro Rojo del Confedi. [9]

Durante el año 2018, realizamos entrevistas con los titulares de las asignaturas donde

se aplican conceptos de la "Teoría de Probabilidades". Decidimos trabajar con la asignatura "Tecnología de las Comunicaciones" y nos interesó el comentario del docente titular, respecto de ciertas dificultades que detectaba, cuando algunos alumnos aplicaban probabilidades en problemas que presentaba el profesor. Seleccionamos uno de ellos, a manera de ejemplo. Pertenece a un texto incluido en la bibliografía del programa de la asignatura [10]. Es el problema 1 del capítulo 3: un mensaje de capa superior se divide en 10 tramas, cada una de las cuales tiene 80% de probabilidad de llegar sin daño; si el protocolo de enlace de datos no lleva a cabo control de errores, ¿cuántas veces debe reenviarse el mensaje en promedio para conseguir que pase todo?

La solución la desarrolla el autor [11] de la siguiente forma:

Dado que cada trama (paquete) tiene una probabilidad de 0.8 de pasar, la probabilidad de que se transmita todo el mensaje es 0.8^{10} que es alrededor 0.107 . Llamo a este valor p. El número esperado de transmisiones para un mensaje completo es entonces:

$$E = \sum_{i=1}^{\infty} ip(1-p)^{i-1} = p\sum_{i=1}^{\infty} i(1-p)^{i-1}$$

Para reducir esto, se utiliza la fórmula conocida para la suma de una serie geométrica infinita:

$$S = \sum_{i=1}^{\infty} \alpha^{i} = \frac{1}{1-\alpha}$$

Diferenciando ambos lados con respecto a alfa para obtener:

$$S = \sum_{i=1}^{\infty} i\alpha^{i-1} = \frac{1}{(1-\alpha)^2}$$

Ahora usa $\alpha = 1 - \rho$ para obtener $E = \frac{1}{\rho}$.

Por lo tanto, se necesita un promedio de $\frac{1}{0.107}$, o alrededor de 10 transmisiones.

Esta selección se realiza ya que el docente relata que presenta otra forma de resolución de la que figura en el texto mencionado. Además, adapta el enunciado del problema, ya que de esta manera los alumnos lo comprenden con mayor facilidad. El enunciado (es una propuesta simplificada, en la realidad intervienen más variables) y la resolución presentada por el docente en la clase es lo que sigue:

Se desea transmitir un archivo grande por un canal ruidoso. Para ello se divide el archivo en 10 paquetes. Dado el ruido existente en cada paquete tiene una probabilidad de no llegar "sano" del 20% y se desea saber cuántas veces en promedio, deberá enviarse el mensaje para que llegue bien. Se considera que los sucesos son equiprobables.

Resolución:

Dado que cada paquete tiene una probabilidad de 0.8, la probabilidad de que todo el mensaje llegue bien será (0.8). (0.8) ... (0.8) = $(0.8)^{10}$ = 0.1073.

Es decir que la probabilidad que llegue el mensaje correctamente es del 10.73%. En otras palabras, de cada 100 mensajes llegarán bien en promedio 10.73. Entonces para que un mensaje llegue bien realizamos el siguiente planteo:

Para que lleguen 10.73 mensajes, se deberán enviar 100

Para que llegue 1 mensaje, se deberá enviar $\frac{100.1}{10.73} = 9.32$

En resumen, se deberán enviar 10 mensajes para que en promedio llegue uno en forma correcta.

Esta situación ponía en evidencia que algunos alumnos no comprendían el lenguaje simbólico utilizado por el libro, ni tampoco el lenguaje natural incluido en el enunciado del problema. Tampoco podían identificar que se debía aplicar una distribución de probabilidad, en este caso la distribución geométrica.

La matemática y por lo tanto la teoría de probabilidades, tiene su propio lenguaje, que "incluye una colección de significantes con sus significados aceptados por la comunidad académica para cada contexto comunicacional en el que sean utilizados." [12]. Utilizar el lenguaje matemático o simbólico requiere conocer y utilizar adecuadamente los significantes matemáticos con el significado matemáticamente aceptado, en el contexto comunicacional correspondiente. Este significado puede expresarse en lenguaje natural. Es decir, que el uso del lenguaje simbólico conlleva el uso del lenguaje natural. Los profesores cuando

enseñan matemática, suelen combinar el lenguaje natural con el simbólico, utilizando el segundo exclusivamente para la escritura en el pizarrón y el primero, en forma oral, para realizar sus argumentaciones. Lo que no queda claro, ni es inmediato comprender (por los alumnos) es por qué los símbolos escritos están representando lo expresado en lenguaje coloquial. Generalmente los docentes no suelen advertir que "existe una distancia entre su claridad en lenguaje coloquial y lo que al mismo tiempo registran simbólicamente en el pizarrón" [13]. Parte de lo que ocurre es que los objetos matemáticos son construcciones mentales no aprehensibles de forma directa. Por consiguiente, para su desarrollo debemos recurrir al uso de sistemas de representación semiótica, siendo la lengua natural la principal representación. El lenguaje matemático es también una representación semiótica que posibilita el desarrollo de actividades entre objetos matemáticos diversos con expresiones típicas y palabras con las cuales conjeturamos, validamos y generalizamos al hacer Matemática. Adquirir un buen manejo del lenguaje científico facilitará a los estudiantes de Ingeniería el desarrollo de una de las Competencias sociales, políticas y actitudinales: Comunicarse con efectividad.

Volviendo al problema citado, los alumnos no podían identificar que se debía aplicar la distribución de probabilidad geométrica y evidenciaban la ausencia de la Competencia Tecnológica 1 "Identificar, formular y resolver problemas de ingeniería". Ante este diagnóstico decidimos planificar las clases involucradas en el desarrollo del tema distribución de probabilidad, incluido en la asignatura probabilidad y estadística, de la carrera Ingeniería en Sistemas de la UAI.

4. CAMBIOS IMPLEMENTADOS

En la planificación de las clases, partimos de la premisa de que los alumnos desarrollen paulatinamente la competencia específica de nuestra terminal [9]: "Especificar, proyectar y desarrollar sistemas de comunicación de datos". En particular, la Competencia Tecnológica: "Identificar, formular y resolver problemas de ingeniería"; las Competencias sociales, políticas y actitudinales. "Desempeñarse de manera efectiva en equipos de trabajo" y "Comunicarse con efectividad". A su vez, atendiendo a dicha Competencia Tecnológica, comenzamos a desarrollar la capacidad de "delimitar los problemas referidos al tema y formularlos de manera clara y precisa" y atendiendo a las Competencias Sociales, Políticas y Actitudinales, también nos orientamos a desarrollar la "Capacidad de expresarse con claridad y de socializar las ideas dentro de un equipo de trabajo" y desarrollar la "Capacidad de utilizar y articular de manera eficaz distintos lenguajes (formal, gráfico y natural)".

Realizamos las siguientes acciones:

- Seleccionamos y construimos problemas relacionados con la tarea real que realiza el Ingeniero en Sistemas.
- Realizamos un control del lenguaje tanto natural como simbólico utilizado en la redacción de los enunciados de los problemas seleccionados o construidos que fueron utilizados por los alumnos. Esta decisión estuvo fundamentada en el diagnóstico realizado y en la coherencia y cohesión que debe existir en un texto matemático. [14]
- Se incentivó el trabajo en grupo y la exposición oral de resultados, resaltando la utilidad de los errores.
- Se valoraron y expusieron oralmente, diferentes resoluciones para un mismo problema.
- Se solicitaban la mayor cantidad posible de representaciones semióticas para el problema presentado.

Por otro lado, los registros de representación semiótica son: el verbal, simbólico, gráfico y numérico, y sostiene esta visión que los estudiantes deberían ser capaces de reconocer un mismo objeto matemático en diferentes registros de representación y poder utilizarlos. El pase de un registro a otro presenta dificultades para el alumno, pero al utilizar distintas representaciones de un mismo concepto para captar la complejidad del mismo, se convierte en más eficiente para la comprensión del concepto [15]. El desarrollo de la teoría de probabilidades también requiere diferentes representaciones: tablas, fórmulas, diagramas, gráficos. La capacidad para pasar de una representación a otra es una muestra de mayor comprensión por parte del alumno.

A continuación, presentamos, a modo de ejemplo, uno de los problemas que construimos considerando lo expuesto y como un anticipo de lo que terminarán aplicando, en años superiores, en la asignatura Tecnología de las Comunicaciones.

Problema: Un sistema de comunicación binario envía dígitos “0” y “1”. A causa del ruido del sistema, a veces se envía un 0 y en cambio se recibe un 1, y viceversa. Se sabe que la probabilidad de que un 0 se transmita incorrectamente (no correctamente) es 0.06.

Por otro lado, la probabilidad de que un 1 se transmita correctamente es 0.9 y la probabilidad de enviar un 0 es 0.45.

Comenzamos definiendo los sucesos de “enviar” y “recibir”. Llamamos:

»

$$E_0 = \{se\ envió\ un\ 0\}$$
$$E_1 = \{se\ envió\ un\ 1\} = \overline{E_0}\ \text{(Complemento de } E_0\text{)}$$
$$R_0 = \{se\ recibió\ un\ 0\}$$
$$R_1 = \{se\ recibió\ un\ 1\} = \overline{R_0}\ \text{(Complemento de } R_0\text{)}$$

Analizando el enunciado que un 0 se transmita incorrectamente, implica que se recibió un 1. Es decir, estamos ante la probabilidad de recibir un 1 dado que se envió un 0. En símbolos: $P\left(R_1 \middle| E_0\right) = 0.06$

Luego, que un 1 se transmita correctamente implica que se recibió un 1 dado que se envió un 1. En símbolos: $P\left(R_1 \middle| E_1\right) = 0.9$

Por último la probabilidad de enviar un 0 es en símbolos: $P\left(E_0\right) = 0.45$

(utilizamos lenguaje natural y lo convertimos a lenguaje simbólico de manera explícita porque son registros de representación semiótica diferentes y la conversión no es evidente para los alumnos)

Dada la siguiente Tabla de Contingencia, se solicitó a los alumnos

	E_0	E_1	
R_0	0.423	0.055	0.478
R_1	0.027	0.495	0.522
	0.45	0.55	**1**

a. Calcule la probabilidad de que, en el envío de un bit (dígito binario), la transmisión sea correcta. Defina el suceso, observe la tabla y recuerde propiedades.
b. Suponiendo que el sistema de comunicación envía una cadena de dos bits. Para mejorar el canal de comunicación, se ha decidido analizar la cantidad de bits correctamente transmitidos. ¿Cuál es la variable aleatoria en análisis?
c. Construya una tabla y represente gráficamente la función de distribución de probabilidad
d. ¿Cuántos bits se espera que hayan sido transmitidos correctamente?
e. Observe la tabla y la gráfica construida en el inciso c), ¿se identifica con alguna distribución de probabilidad conocida? Justifica.

Las respuestas correctas a estos incisos son las siguientes:

a. Se define el suceso: $C = \{el\ bit\ haya\ sido\ definido\ correctamente\}$

$$P(C) = P(E_0R_0 \cup E_1R_1) = P(E_0R_0) + P(E_1R_1) = 0.423 + 0.495 = 0.918$$

b. La variable aleatoria en análisis es

$$X = \{cantidad\ de\ bits\ correctamente\ transmitidos\}$$

c. Llamamos f (x) a la función de distribución de probabilidad y además, X = 0, 1, 2 (Es importante que los alumnos puedan argumentar y escribir en lenguaje natural porque la variable aleatoria puede tomar esos valores. Esta conversión de registros es necesaria como un indicador de comprensión).

Luego, considerando que los sucesos anteriores son independientes, obtenemos:

$$f(0) = P(X=0) = P(\overline{C_1}\ \overline{C_2}) = P(\overline{C_1})P(\overline{C_2}) = (1-0.918)(1-0.918) = 0.06724$$

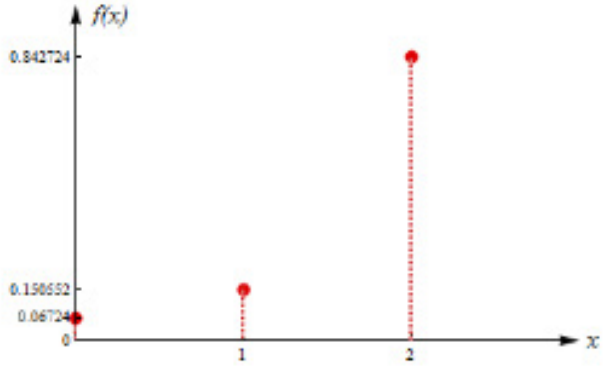
$$f(1) = P(X=1) = P(C_1\overline{C_2} \cup \overline{C_1}C_2) = P(C_1\overline{C_2}) + P(\overline{C_1}C_2) = P(C_1)P(\overline{C_2}) + P(\overline{C_1})P(C_2) =$$
$$= (0.918)(1-0.918) + (1-0.918)(0.918) = 0.150552$$

$$f(2) = P(X=2) = P(C_1\ C_2) = P(C_1)P(C_2) = (0.918)^2 = 0.842724$$

Ahora podemos construir la siguiente Tabla:

x	f ( )
0	0.06724
1	0.150552
2	0.842724

Y el siguiente gráfico:



d. Calculamos el valor esperado de esta variable aleatoria:

$$E[X]=\sum_{x=0}^{2} x\ f\ (x)=0\,(0.06724)+1\,(0.150552)+2\,(0.84272)=1.836$$

Este resultado significa que esperamos que el sistema transmita entre 1 y 2 bits correctos.

e. La función de distribución hallada se identifica con la distribución binomial, es decir $f(x)=B(x;n,p)$ donde $n=2$ y $p=0.918$. Justificación: Una variable aleatoria X tiene una distribución binomial si su experimento asociado puede compararse con la extracción de n bolillas con reposición. Además, cada bolilla tiene el atributo a analizar, o bien carece de él. La variable aleatoria en estudio es

$$X=\{\text{cantidad de bolillas extraídas que tienen el atributo a analizar}\}$$

En nuestro caso, el experimento consiste en seleccionar n=2 bits para determinar si han sido correctamente transmitidos (es decir, las bolillas son los bits). Si bien la muestra de los n bits extraídos es sin reposición, la cantidad total de bits es lo suficientemente grande como para que la extracción de n bits no altere la proporción inicial de dígitos binarios. Por otro lado, cada bit tiene el atributo a analizar (es correctamente transmitido) o bien carece de él.

5. CONCLUSION Y TRABAJOS FUTUROS

Los alumnos, al enfrentar la resolución del problema planteado, ya habían construido todos los conceptos involucrados. La innovación es que se pone a disponibilidad de los alumnos un enunciado significativo, el lenguaje simbólico implícito en el problema se convierte a lenguaje natural y viceversa, se definen los sucesos (ya que adquirir la habilidad de definirlos no es inmediata), se solicita que construyan la función de probabilidad paso a paso y luego se grafique, es decir que se utilizan diferentes registros de representación (tablas, gráficas, fórmulas) para que puedan definir la variable aleatoria e identificar con mayor facilidad la distribución de probabilidad. Cuando se les solicitó que justificaran, pudieron establecer algunas analogías y tuvieron ciertas dificultades. Creemos que debemos seguir trabajando con este tipo de razonamiento analógico ya que es sumamente útil en la resolución de problemas.

Se presentaron dos problemas más de este tipo y se construyeron tres Rúbricas diferentes: Rúbricas de trabajo colaborativo, Rúbricas de exposición oral y Rúbricas de identificación de variables y distribución de probabilidad. Los estudiantes tuvieron menos dificultades

para la resolución de los problemas planteados de esta manera que en años anteriores. Reaccionaron favorablemente al implementar las Rúbricas como herramienta de evaluación ya que socializamos en cada clase los resultados volcados y esto les permitió autoevaluarse en cada una de las clases. Algunos alumnos eran reticentes para aceptar alguna crítica del grupo. Proyectamos continuar con entrevistas a titulares de otras asignaturas para continuar implementando cambios en la asignatura. Este estudio es apenas una muestra de lo que puede transformarse en un futuro proyecto de investigación, donde se pueda evaluar el impacto de los cambios implementados, para generar las competencias requeridas y enunciadas anteriormente. •

🕮 REFERENCIAS

[1] N. Idris. (2009). "Enhancing students' understanding in calculus trough writing". *International Electronic Journal of Mathematics Education*, [On line]. 4(1). Recuperado: www.iejme.com/012009/d3.pdf

[2] P. Ernest. Los valores y la imagen de las matemáticas: una perspectiva filosófica. *Uno. Revista de Didáctica de las matemáticas.* vol. 23, pp. 9-28, 2000

[3] D. McClelland. "Testing for competence rather than for 'intelligence'". American Psychologist. Vol. 28, pp. 1-14, 1973.

[4] M. R. V. Leyva. *Diseño curricular por competencias*. Asociación Nacional de Facultades y Escuelas de Ingeniería, 2008

[5] J. T. Fernández y C. R. Bueno." Evaluación de competencias profesionales en educación superior: retos e implicaciones", *Educación XX1*, vol. 19(1), pp. 17-38, 2015

[6] A. Villa. *Aprendizaje basado en competencias: una propuesta para la evaluación de las competencias genérica.* Universidad de Deusto: Ediciones Mensajero, 2007

[7] A. F. March, "La evaluación orientada al aprendizaje en un modelo de formación por competencias en la educación universitaria", *Revista de Docencia Universitaria*, vol. 8(1), pp.11-34, 2010.

[8] N. Battaglia, R. Martínez, M. Otero, C. Neil, M. De Vincenzi. "Autoevaluación Colaborativa por medio de Rubricas en Entornos Virtuales de Enseñanza y Aprendizaje" In I Workshop sobre Innovación en Centros Educativos y de Investigación (I WICEI), II Jornadas Argentinas de Tecnología, Creatividad e Innovación (JATIC), Buenos Aires, Argentina, 2016.

[9] CONFEDI. "Propuesta de estándares de segunda generación para la acreditación de

carreras de ingeniería en la República Argentina 'Libro Rojo de CONFEDI'", 2018.

[10] A. Tanenbaum. *Redes de Computadoras*. México: Pearson Educación, 2003, pp.243

[11] A. Tanenbaum. *Computer Networks. Problem Solutions*. Upper Saddle River, New Jersey: Pearson Education, Inc. 2003, pp.11

[12] C. Camós. "Un estudio sobre el uso del lenguaje natural y simbólico en la enseñanza y el aprendizaje de Matemática superior". Tesis Doctoral. Universidad Nacional de Catamarca, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales.

Catamarca, Argentina, 2013

[13] C. Camós.; V. Colombano.; A. Formica. "Enfoque Cognitivista" en *Educación Matemática Aportes a la formación docente desde distintos enfoques teóricos*, 1era.ed., Ediciones UNGS y Editorial Universitaria Villa María.,2015, pp. 115-152

[14] T. Assude. "Eléments pour une analyse écologique des textes mathématiques." en Séminaire du Laboratoire de Didactique des Mathématiques. IUFM de Versailles & DIDIREM, Paris 7, 1999

[15] R. Duval. "Un tema crucial en la educación matemática: La habilidad para cambiar el registro de representación." *La Gaceta de RSME*, vol.9, pp.143-168., 2006.

Agradecemos la colaboración del Ing. Marcelo Semeria, titular de Tecnología de las Comunicaciones y a la Dra. Samira Abdel Masih titular de Cálculo Infinitesimal II de la UAI.

Desarrollo de competencias académicas específicas para el aprendizaje de la anatomía humana

Main, Gabriela Verónica - gabrielamain@gmail.com
Castañeda, Liliana - lcastaneda@ingenieria.uner.edu.ar
Benzi, Patricia - benzi.patricia@gmail.com

Facultad de Ingenieria - Universidad Nacional de Entre Ríos

RESUMEN · Este proyecto tuvo como objetivo lograr una mejora en el aprendizaje de las estructuras anatómicas a través del desarrollo de competencias. Se seleccionaron dos competencias disciplinares específicas: "Analiza modelos gráficos de estructuras anatómicas para obtener información y realizar inferencias que le permitan comprender dicha estructura" e "Interpreta los cortes de las estructuras anatómicas para ampliar su comprensión espacial". Para cada una se valoró, en cada estudiante, el nivel alcanzado en cada uno de los indicadores de logro establecidos. Esta metodología permitió hacer foco en la evaluación formativa. Se utilizaron como instrumentos de valoración las propias tareas llevadas a cabo en el proceso de aprendizaje, para una evaluación auténtica. Se confeccionaron las guías de actividades y las tablas para registro. Se aplicó durante el cursado del tema Sistema Nervioso (SN), dadas las dificultades que su comprensión presenta a los estudiantes. Los resultados obtenidos muestran que esta metodología implementada contribuyó a la mejora en el aprendizaje ya que el 78% de los estudiantes alcanzó o superó el nivel satisfactorio en todos los indicadores de las competencias buscadas, superando las dificultades detectadas.

Palabras clave — Enseñanza por competencias, enseñanza de la anatomía, aprendizaje situado, evaluación formativa.

ABSTRACT · This project aimed at helping students improve their learning of anatomical structures by fostering the development of competences. Two specific disciplinary competences were selected: "To analyze graphic models of anatomical structures to obtain information and make inferences that allow to understand this structure" and "To interpret the cuts of anatomical structures to expand spatial understanding." Indicators and achievement levels were established and the level reached was assessed for each student. The use of this methodology allowed us to focus on formative assessment strategies as the same tasks carried out during the learning process were used as evaluation instruments, for authentic assessment. Activity guides and tables for data registration were designed and applied during the development of the topic Nervous System, given the difficulties that its understanding this presents to the students. The analysis of the data collected indicates that the methodology implemented contributed to the improvement of learning since 78% of the students reached or exceeded a satisfactory level in all the indicators of achievement in the desired competences, thus overcoming the detected difficulties.

Keywords — Competence-based learning, anatomy teaching, situated learning, formative assessment.

»

INTRODUCCIÓN La enseñanza por competencias, entendidas éstas como capacidades complejas, que integran saberes teóricos, procedimentales y del contexto, y que permiten adquirir y aplicar distintos saberes en el ámbito académico [1], surge como una alternativa para lograr aprendizajes más profundos y funcionales [2]. Es, además, un tema de especial interés para las carreras de ingenierías, tal lo expresado en distintos documentos por el Consejo Federal de Decanos de Ingeniería (CONFEDI).

Desde lo pedagógico-didáctico, la enseñanza por competencias pone el interés del que aprende en un lugar central [3]. Ese interés surge cuando el objeto de conocimiento adquiere significado para el que aprende. El aprendizaje situado o en contexto contribuye en ese sentido al acercar a los estudiantes a situaciones cercanas a las del ejercicio profesional [4].

Este aprendizaje situado no significa que se deba desdeñar la formación disciplinar, con su lógica y metodología de construcción del conocimiento, sino conectarla con cuestiones de la realidad más o menos cercana al alumno para que pueda construir significados [5].

Hemos detectado, a través del análisis de los resultados de las evaluaciones, la dificultad de muchos estudiantes en el análisis de los modelos gráficos de las estructuras anatómicas y en su comprensión espacial, claves para el aprendizaje de la anatomía. Pasar de la imagen plana (provista por la bibliografía) a la tridimensionalidad del material natural, resulta una dificultad importante para muchos estudiantes [6], [7]. La tecnología biomédica, como la Resonancia Magnética Nuclear (RMN), nos provee de imágenes de cortes virtuales de las estructuras anatómicas, imprescindibles actualmente como herramientas de diagnóstico. En el ámbito de la enseñanza, el trabajo con estas imágenes se presenta como una estrategia prometedora para superar las dificultades detectadas. La reconstrucción tridimensional de las imágenes anatómicas en el plano, es una herramienta valiosa para la mejora en la comprensión, que permite la reconstrucción de órganos a partir de distintos cortes anatómicos de los mismos.

Se seleccionaron para este proyecto de innovación dos competencias [8] y se trabajó en promover su desarrollo en los estudiantes durante el cursado del tema Sistema Nervioso (SN):

- Analiza modelos gráficos de estructuras anatómicas para obtener información y

realizar inferencias que le permitan comprender dicha estructura.

- Interpreta los cortes de las estructuras anatómicas para ampliar su comprensión espacial.

Para cada una de estas competencias se valoró, en cada estudiante, el nivel alcanzado en cada uno de los indicadores de logro establecidos, basados en los puntos críticos del proceso de aprendizaje y se registraron en tablas llamadas "*rubrics*" [9], [10]. Finalmente se analizó la relación entre los niveles de logro alcanzados y las calificaciones obtenidas en la evaluación parcial de acreditación.

Como objetivo general se planteó lograr una mejora en el aprendizaje de las estructuras anatómicas a través del desarrollo de competencias. Se establecieron objetivos particulares: Reconocer las estructuras del SN y sus relaciones en el espacio, Analizar y construir modelos bi y tri dimensionales, Reconstruir el material natural a partir de cortes a distintos niveles, Comparar los modelos con el material natural, Fortalecer el trabajo en equipo y Estimular el desarrollo del pensamiento crítico.

METODOLOGÍA Para cada una de las competencias seleccionadas se establecieron sus indicadores de logro y el nivel mínimo requerido a los estudiantes para ser considerado su desempeño como satisfactorio (Tabla 1 y 2).

Tabla 1

Indicadores y niveles de logro para la competencia: Analiza modelos gráficos de estructuras anatómicas para obtener información y realizar inferencias que le permitan comprender dicha estructura.

indicador de logro	niveles		
	no satisfactorio	satisfactorio	notable
identifica y relaciona las partes del modelo	no identifica la mayor parte de los componentes del modelo o sus relaciones	identifica las partes del modelo y como se relacionan entre si	propone modificaciones pertinentes a los modelos presentados
obtiene información	no puede obtener los datos principales que aporta el modelo	obtiene los datos principales que aporta el modelo	discrimina que tipo de información aporta el modelo y sus limitaciones
realiza inferencias	no puede hacer deducciones a partir de los datos	deduce otras características a partir de los datos	deduce características y articula con otras disciplinas
construye modelos y los evalúa	el modelo no expresa la mayor parte de la información	el modelo expresa la mayor parte de la información	evalúa la expresión de la información en el modelo confeccionado

Tabla 2

Indicadores y niveles de logro para la competencia: Interpreta los cortes de las estructuras anatómicas para ampliar su comprensión espacial.

indicador de logro	niveles		
	no satisfactorio	satisfactorio	notable
Reconoce las estructuras y las ubica en el cuerpo	comete errores en el reconocimiento de estructuras o en su ubicación	muestra las principales estructuras y su localización	muestra la mayoría de las estructuras y su localización
Relaciona espacialmente las estructuras	comete errores al situar las estructuras vecinas	sitúa las estructuras vecinas	asocia accidentes o detalles de las estructuras
Interpreta los planos de corte	comete errores al identificar las estructuras	identifica las estructuras en imágenes de cortes de TAC o RNM	identifica el nivel del plano de corte

Se confeccionaron las *rubrics* para el registro, en cada clase y para cada estudiante, de los niveles de logro de cada uno de los indicadores establecidos para cada una de las competencias a desarrollar.

Participaron cuarenta y uno estudiantes. En dos clases de grupo completo, se desarrollaron los conceptos básicos y se interiorizaron de la metodología de trabajo, incluyendo los indicadores de logro. En las clases de trabajo práctico, en tres comisiones, trabajaron en grupos de dos o tres integrantes para la resolución de las distintas actividades, utilizando los textos y atlas recomendados en la bibliografía de la cátedra, los cortes de material natural conservados, imágenes de Resonancia Magnética Nuclear y Tomografía Axial Computada y modelos anatómicos de materiales sintéticos.

Las actividades diseñadas específicamente incluyeron:

- Ubicar las estructuras de SN central en relación al esqueleto.
- Reconocer en el material natural y en los modelos las distintas estructuras de la anatomía de superficie de cada uno de los órganos.
- Esquematizar las distintas caras de la anatomía de superficie.
- Analizar modelos gráficos de cortes del encéfalo en distintos planos y compararlos. A partir de ellos inferir la forma de estructuras tales como: los núcleos grises, el cuerpo calloso y los ventrículos y comparar sus conclusiones con las imágenes de los atlas.
- Comparar las imágenes de las diferentes vistas y planos de cortes provistos por la tecnología biomédica, con los cortes en el material natural e identificar las distintas estructuras del sistema.
- Reconstruir el encéfalo a partir de los cortes.

- Elaborar esquemas a partir de la información de una descripción textual.
- Relacionar los conocimientos adquiridos con un desarrollo de la bioingeniería. Se presentó el siguiente caso: "Una forma de hidrocefalia es la que se produce en recién nacidos con obstrucción congénita del acueducto de Silvio o del mesencéfalo. Esta obstrucción se soluciona implantando una válvula para permitir la salida del LCR hacia una vena o la cavidad abdominal". Se formularon preguntas para iniciar la discusión: "¿Cómo es que esta obstrucción produce la hidrocefalia? ¿Dónde podría implantarse la válvula en una intervención temprana para solucionar el problema?"

Al evaluar utilizando como instrumentos las mismas tareas realizadas en el proceso de aprendizaje, nos acercamos a una evaluación auténtica [9], [11].

Para hacer foco en el aspecto formativo de la evaluación, se llevó a cabo la devolución clase a clase de los niveles de logro alcanzados por cada estudiante y establecieron acciones tendientes a la mejora en sus aprendizajes en los casos que lo requirieron.

Para indagar si las estrategias didácticas diseñadas orientadas al desarrollo de competencias contribuyen a mejorar el aprendizaje de las estructuras anatómicas, se analizaron los niveles de logros de los estudiantes en los distintos componentes de cada una de las competencias.

Para apreciar si los aprendizajes logrados están disponibles y pueden aplicarse en otras situaciones, se compararon los niveles de logro alcanzados con la calificación obtenida por cada estudiante en la evaluación parcial de acreditación.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La Tabla 3 muestra los niveles de logro alcanzados por cada estudiante en cada indicador de las dos competencias trabajadas y en la columna de la derecha, la calificación obtenida en la evaluación parcial de acreditación (en porcentaje).

Tabla 3

Niveles de logro alcanzados por cada estudiante en cada indicador de las competencias y calificación en la evaluación de acreditación (NS: no satisfactorio, S: satisfactorio, N: notable, A: ausente).

»

Alumno	Identifica las partes del modelo	Obtiene Información	Realiza inferencias	Construye Modelos Gráficos	Reconoce las estructuras y las ubica en el cuerpo	Relaciona espacialmente las estructuras	Interpreta los planos de corte	Calificación %
1	NS	NS	S	S	S	N	NS	60
2	S	S	NS	N	N	N	NS	66
3	S	S	N	N	N	N	S	82,5
4	S	S	S	N	S	S	S	60
5	S	S	S	S	S	S	S	80
6	S	S	S	N	S	S	S	84,5
7	NS	S	NS	NS	N	S	S	63,5
8	NS	S	S	S	N	N	NS	81
9	S	S	S	S	N	N	S	75
10	S	S	S	S	S	N	S	64
11	S	S	NS	NS	N	S	NS	60,5
12	N	S	S	NS	S	N	NS	67
13	S	NS	NS	NS	N	S	NS	54
14	N	N	N	N	N	N	N	91,5
15	N	N	N	N	N	N	N	85
16	N	N	N	N	S	N	N	60
17	S	S	S	S	S	S	S	72,5
18	S	S	S	N	S	S	S	86
19	S	S	S	S	S	S	S	48
20	S	S	S	S	S	S	S	A
21	S	S	S	S	S	S	S	73
22	S	S	S	S	S	S	S	65,6
23	NS	S	S	S	S	S	S	A
24	S	S	S	S	S	S	S	70
25	S	S	S	S	S	S	S	71
26	S	S	S	S	S	S	S	83
27	S	S	S	S	S	S	S	66,5
28	NS	S	S	NS	S	S	S	A
29	N	N	N	N	S	S	S	85
30	N	N	N	N	S	S	S	80
31	NS	NS	NS	NS	S	S	S	60
32	S	S	S	S	S	S	S	86,5
33	S	S	S	S	S	S	S	73
34	S	S	S	S	S	S	S	78,5
35	S	S	NS	NS	S	S	S	73
36	S	S	NS	NS	S	S	S	70
37	S	N	S	NS	S	S	S	A
38	S	N	N	S	S	S	S	60
39	NS	S	S	NS	S	S	S	A
40	N	NS	S	S	S	S	S	76,5
41	N	S	S	S	S	S	S	74

Con los datos de los niveles de logro alcanzados, se confeccionaron gráficos de barras para una mejor visualización (Figura 2).

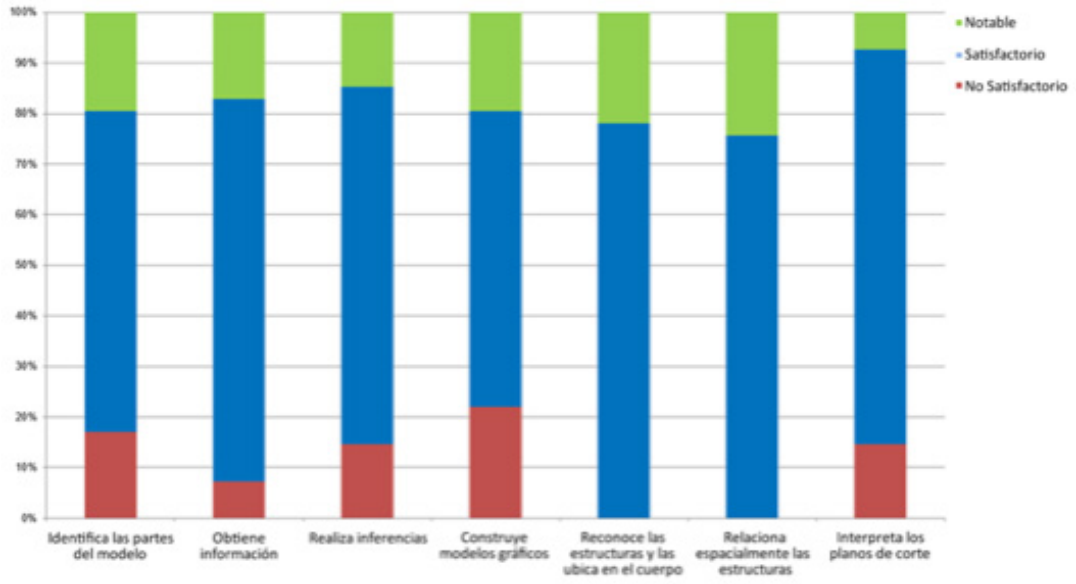


***Figura 2**. Porcentaje de los estudiantes que alcanzaron cada uno de los niveles en cada indicador de las competencias.*

Los resultados indican que la mayoría de los estudiantes alcanzó los objetivos propuestos. Al menos el 78% alcanzó o superó el nivel satisfactorio en todos los indicadores de las competencias desarrolladas.

Se destaca que la totalidad de los estudiantes logró el nivel satisfactorio en los indicadores: reconoce las estructuras señaladas y las ubica en el cuerpo y relaciona espacialmente las estructuras, además, más del 20% lo hace de manera notable.

Las mayores dificultades aparecen en la construcción de modelos, el 22% de los estudiantes no lograron el nivel satisfactorio. También, aunque en menor medida, menos del 20%, no lograron superar sus dificultades en identificar las partes de un modelo, obtener información del mismo, realizar inferencias e interpretar los planos de corte.

Si se relacionan los niveles de logro alcanzados por los estudiantes con la calificación obtenida en la evaluación de acreditación (Figura 3) se observa que el 98% de los estudiantes que obtuvieron o superaron el nivel satisfactorio en al menos cuatro de los indicadores, alcanzaron o superaron la calificación mínima para aprobar la evaluación de acreditación (60%). La media de las calificaciones de aquellos que alcanzaron el nivel satisfactorio en al menos cuatro indicadores fue 41.7%, mientras que para los de nivel notable en cuatro o más indicadores fue 83.7%. Solo un estudiante no obtuvo la calificación mínima a pesar de haber logrado el nivel satisfactorio en todos los indicadores. De los dos estudiantes que no lograron el nivel satisfactorio en al menos cuatro indicadores, solo uno alcanzó la

calificación mínima. Estos resultados muestran que los conocimientos adquiridos con la metodología empleada estuvieron disponibles para aplicarse a otras situaciones.

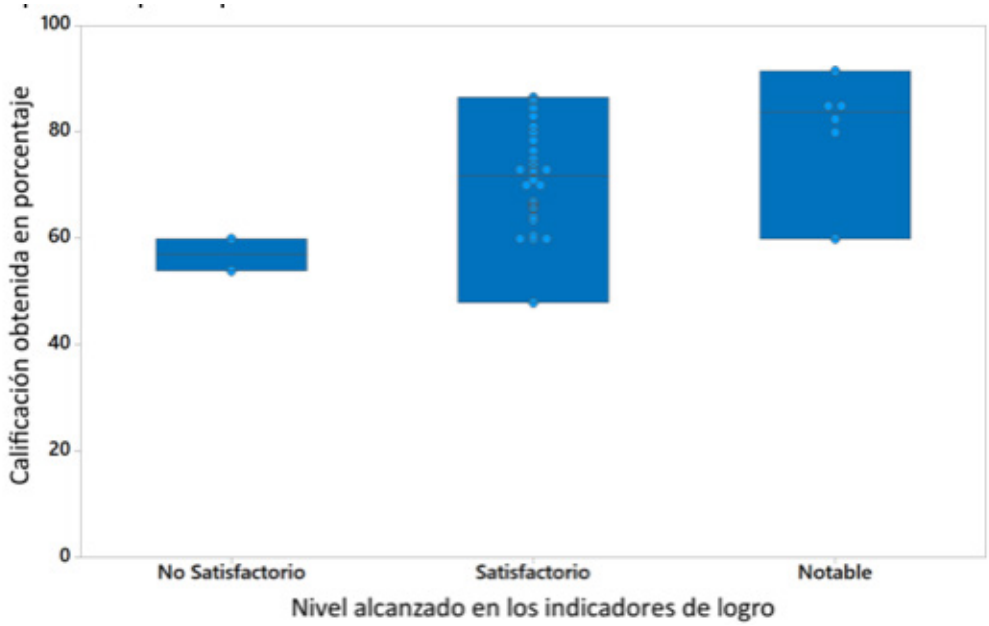


Figura 3. *Relación calificación obtenida en la evaluación escrita y logro alcanzado en los indicadores de las competencias*

CONCLUSIONES Respecto a la competencia: *Analiza modelos gráficos de estructuras anatómicas para obtener información y realizar inferencias que le permitan comprender dicha estructura,* más del 80% de los alumnos logró identificar y relacionar las partes de los modelos que se les propusieron, obtener información de los mismos y realizar inferencias. Pudieron relacionar el modelo con las estructuras naturales que observaban. La construcción de modelos gráficos y su evaluación presentó dificultades en el 22% de los estudiantes. No lograron en algunos casos expresar en el modelo todos los datos de la realidad y en otros, detectar las diferencias entre el modelo realizado y los datos reales que debía representar en una evaluación crítica. En todos los indicadores apareció un porcentaje importante de alumnos que alcanzaron el nivel notable ya que propusieron modificaciones a los modelos que se les presentaron o lograron relacionar la información con contenidos de otras disciplinas.

En la competencia: *Interpreta los cortes de las estructuras anatómicas para ampliar su comprensión espacial*, el 85% de los estudiantes logró o superó el nivel satisfactorio en todos los indicadores. El indicador donde aparecieron las dificultades fue la interpretación de los planos de corte, siendo el único de la competencia para el cual un 15% de los estudiantes no alcanzó el nivel satisfactorio y también fue menor el porcentaje que alcanzó el nivel notable.

El tipo de actividades realizadas contribuyó además a acercar a los estudiantes a tecnologías utilizadas en la Bioingeniería, como lo son las empleadas en la obtención de distintos tipos de imágenes del cuerpo. Este es un campo de intervención muy importante en la actualidad.

Las actividades realizadas para promover el desarrollo de estas competencias contribuyeron a valorar positivamente el conocimiento disciplinar en la formación del bioingeniero.

Trabajaron en grupos correctamente, participando todos los integrantes. Esto resulta muy positivo para la formación por el componente actitudinal que refleja. Desarrollaron también habilidades de comunicación entre sus pares y con los docentes.

Los aprendizajes logrados con esta metodología estuvieron disponibles y pudieron aplicarse en otras situaciones. En efecto, si se comparan los logros de los estudiantes en los indicadores de las competencias con la calificación obtenida en la evaluación de acreditación, se observa que el 98% de los que alcanzaron o superaron el nivel satisfactorio en al menos cuatro de los indicadores, aprobaron la evaluación de acreditación. Esto muestra también que se logró un buen nivel de aprendizaje de hechos y conceptos con los que pudieron ser asociados, superando la pura memorización.

Utilizar como instrumentos de evaluación de las competencias, las mismas tareas llevadas a cabo durante su desarrollo permitió alinear la evaluación con el proceso de enseñanza.

Una tarea muy importante para los docentes fue adaptar el diseño de enseñanza al tiempo disponible y constituirlo en un reto posible para que los estudiantes logren un nivel en la competencia acorde a su recorrido en la carrera. Otra fue estimular a los estudiantes a aprender con nuevas metodologías didácticas y realizar los Trabajos Prácticos con un formato diferente al tradicional.

El registro de los logros de los estudiantes en las *rubrics* permitió detectar las dificultades y establecer acciones para su superación. Esta tarea requiere un esfuerzo considerable del docente y para llevarse a cabo requiere una relación docente alumno adecuada.

Se concluye que la aplicación de la metodología didáctica diseñada favoreció el desarrollo de las competencias buscadas como lo muestran los niveles de logro alcanzados en los indicadores establecidos.

El aprendizaje logrado estuvo disponible y pudo aplicarse en otras situaciones como lo muestran las calificaciones obtenidas en la evaluación de acreditación. •

🕮 REFERENCIAS

[1] CONFEDI, "Competencias en Ingeniería", Mar del Plata: Universidad Fasta Ediciones, 2014.

[2] A. Mastache. Formar personas competentes. *Desarrollo de competencias tecnológicas y psicosociales*. Buenos Aires: Noveduc, 2007.

[3] M. De Miguel Díaz et al. "Modalidades de Enseñanza Centradas en el Desarrollo de Competencias". Universidad de Oviedo, España, 2006.

[4] J. Cepeda Dovala. "Metodología de la enseñanza basada en competencias". *Revista Iberoamericana de Educación*, 35(1), 1-10, 2004.

[5] Z. Zabala y L. Arnau. 11 *Ideas Clave. Cómo aprender y enseñar competencias*. Barcelona: Graó, 2007.

[6] B. López Farías, C. Sandoval Marchant, A. Giménez Mon y P. Rosales Villarroel. "Valoración de la Actividad de Modelos Anatómicos en el Desarrollo de Competencias en Alumnos Universitarios y su Relación con Estilos de Aprendizaje, Carrera y Sexo". *International Journal of Morphology, 29*(2), 568-574, 2011.

[7] E. Collipal Larre, y H. Silva Mella. "Estudio de la Anatomía en Cadáver y Modelos Anatómicos: Impresión de los Estudiantes". *International Journal of Morphology, 24*(4), 1181-1185, 2011.

[8] L. Castañeda. "Enseñanza de la anatomía orientada al desarrollo de competencias en la carrera de Bioingeniería". *Revista Aula Universitaria*, 18, 155-166, 2015.

[9] L. Villardón Gallego. "Evaluación del aprendizaje para promover el desarrollo de competencias". Educatio Siglo XXI, 24, 57-76, 2006.

[10] F. Díaz Barriga. "Las rúbricas: su potencial como estrategias para una enseñanza situada y una evaluación auténtica del aprendizaje. Perspectiva Educacional". *Instituto de Educación PUCV,* Chile, 43, 51-62, 2004.

[11] A. Fernández March, "La evaluación orientada al aprendizaje en un modelo de formación por competencias en la educación universitaria". *Revista de Docencia Universitaria*, 8(1), 11 – 34, 2010.

Índice por autores

Alcain, Laura Rosa — 416
Alegre, Laura — 471
Almazán, María Laura — 92
Alvarez, Marcela Patricia — 148
Arce, Andrea Silvia — 457
Ardenghi, Juan Ignacio — 148
Avila Romero, Hugo — 403
Balbastro, Gustavo — 499
Barberá de Estrella, Mónica — 92
Bartels, Natalia Vanesa — 40, 222
Battisti, Marisa — 233
Baumgartner, Erwin — 64
Bazalar Pereda, Mayra Saby — 51
Beherens, Nadia Vanina — 457
Bender, Gustavo E. — 330
Benitez, Manuela — 499
Benzi, Patricia — 538
Bergesse Tivano, Cristian René — 21
Bianchi, Mariana — 442
Braunmüller, Mariné — 208
Bravo, Bettina — 208
Buffo, Flavia Edith — 148
Camos, Cristina — 525
Carrere, Lucía Carolina — 192
Castañeda, Liliana — 538
Castro, Silvia Mabel — 245
Cataldi, Zulma — 31
Cazzola, Gustavo José — 430
Chesini, Ezequiel — 179
Comerci, Andrea Mariana — 368
Cuadros, Patricia del Valle — 78, 381
Culzoni, Cecilia — 21, 471
Cura, Rafael Omar — 457
D'Andrea, Leonardo Javier — 125
Defago, A E — 330
Demichelis, Norma Beatriz — 395
Di Blasi Regner, Mario Alejandro — 368
Di Paolo, José — 403
Dominighini, Claudio — 31
Dotti, Franco — 104
Drudi, Susana — 179
Dusau, Juan Ulises — 430
Eichhon, Daiana Marlene — 442
Escher, Leandro — 192
Escudero, Consuelo — 317
Ferguson, Michael — 347
Ferrer, Liliana Elizabeth — 510
Fornari, Javier Fernando — 471
Fríes, Exequiel Rodrigo — 403
Gaitán, María Mercedes — 416
García, Andres Gabriel — 104
Garcia, Beatriz — 64
Gasull, Viviana Lucia — 261
Gemelli, María Eugenia — 64
Gimeno, Patricia Beatriz — 261
Gómez, Julián — 368

González, Sonia Beatriz —— 317
Grillo, Inés —— 510
Jaime, Eduardo Adrián —— 317
Jairala, María José —— 308
Jofré, Adriana Vanina —— 486
Kohan, Diana —— 233
Lapyckyj, Iván —— 192
Lescano, Adriana de Lourdes —— 21, 299, 395
Litvack, Federico Julio —— 179
López, Patricia Viviana —— 416
Main, Gabriela Verónica —— 538
Mattivi, Maria de los Rosarios —— 357
Miyara, Alberto —— 192
Monzón, Graciela Susana —— 403
Mosconi, Sergio —— 317
Moya, María Angélica —— 64
Moyano, Maria Silvina —— 347
Musto, Diana Cristina —— 499
Naso, Claudio —— 368
Navas, Laura Evangelina —— 308
Neil, Carlos Gerardo —— 525
No, Irma Noemí —— 113
Oddino, Sonia María —— 287
Ortiz Rocchetti, Eliseo Ernesto —— 486
Otoya Bet, Susana —— 510
Perassi, Marisol Liliana —— 192
Perez, Gisela —— 161
Pintos, Susana —— 308
Pita, Gustavo de Dios —— 192, 416
Pósito, Rosa María —— 78
Puy, Andrés Lucas —— 299
Ramirez, Roxana —— 499
Ravera, Emiliano —— 192
Rodríguez, Héctor Iván —— 137
Rodríguez, Marcela —— 510
Rosso, Martha Susana —— 287
Rueda, Sonia Vivian —— 245
Saavedra, María Paula —— 442
Sacchi, Damian Mauro —— 430
Saluzzo, Luciana —— 51
Savini, Claudio Ariel —— 261
Scotti, Adalgisa del Carmen —— 161
Sepúlveda, Guillermo —— 486
Soria, Mercedes —— 287
Stassi, Julieta Paola —— 442
Tarcaya, Héctor Rubén —— 137
Tello Kragjcek, Ana Patricia —— 381
Tintori Ferreira, Maria Alejandra —— 40, 222, 276
Vera, Carlos —— 104
Verucchi, Carlos —— 208
Via, Matías Alejandro —— 347
Viau, Javier Eduardo —— 40, 222, 276
Viturro, Carmen Inés —— 51
Waigandt, Diana —— 192
Zgolicz, Patricia Daniela —— 442
Zink, Ivana Micaela —— 403

El Enfoque por Competencias en las Ciencias Básicas
Casos y ejemplos en Educación en Ingeniería

Mgr. Ing. Uriel R. Cukierman · Ing. Guillermo C. Kalocai

ISBN 978-987-4998-16-3

ciie
Centro de Investigación
e Innovación Educativa

confedi
Consejo Federal de Decanos de Ingeniería
República Argentina