

JORNADA DE EXPERIENCIAS INNOVADORAS EN EDUCACIÓN EN LA FCEIA



Memorias VI edición

19 FCEIA
20 100 AÑOS
20





JORNADA DE EXPERIENCIAS INNOVADORAS EN EDUCACIÓN EN LA FCEIA

Memorias de la VI Jornada de Experiencias Innovadoras en Educación en la FCEIA / Alicia Diez Rodríguez ... [et al.]; compilado por Natalia Sgreccia; ilustrado por Grossi Sabrina. - 1a ed. - Rosario: Editorial Asociación de Profesores de la Facultad de Ciencias Exactas e Ingeniería de la Universidad Nacional de Rosario, 2020.
Libro digital, PDF

Archivo Digital: descarga
ISBN 978-987-3662-42-3

1. Educación Superior. 2. Innovaciones. 3. Ciencias Tecnológicas. I. Sgreccia, Natalia, comp. II. Grossi, Sabrina, ilus.
CDD 378.007

Los trabajos publicados han sido previamente evaluados por pares académicos.



JORNADA DE EXPERIENCIAS INNOVADORAS EN EDUCACIÓN EN LA FCEIA

ÍNDICE

| | |
|--|-----|
| PRESENTACIÓN Alicia Diez Rodríguez | 3 |
| ¿QUÉ SIGNIFICA SER DOCENTE Y FORMADOR DE INGENIEROS EN ESTE MOMENTO EN ARGENTINA?, ALGUNOS SABERES NECESARIOS Rosanna Forestello | 4 |
| HACIA LA CONSTRUCCIÓN DE UN ROL ACTIVO DEL COFORMADOR EN LAS PRÁCTICAS DE RESIDENCIA DEL PROFESORADO EN MATEMÁTICA Virginia Ciccioioli y Eliana Dominguez | 16 |
| ANÁLISIS BIBLIOMÉTRICO DE PUBLICACIONES EDUCATIVAS SOBRE COMPETENCIAS EN INGENIERÍA Juliana Huergo, Mabel Irene Santoro y Cristina Susana Rodríguez | 30 |
| FORMANDO COMPETENCIAS PARA EL ANÁLISIS DE LAS MÁQUINAS ELÉCTRICAS José Ángel Cano, Boris Mateljan y Juan Pablo Mirable | 42 |
| DIFICULTADES RELACIONADAS CON LA INDEPENDENCIA Y DEPENDENCIA LINEAL DE VECTORES EN DISTINTOS REGISTROS DE REPRESENTACIÓN Viviana P. D'Agostini y José A. Semitiel | 54 |
| EXPERIENCIA DE FORMACIÓN EN ENTORNOS VIRTUALES EN UNA CARRERA DE POSGRADO EN SALUD Y SEGURIDAD EN EL TRABAJO Paula del Río, Silvina Ferrara, Paula Curetti y Carlos Pérez | 64 |
| EL USO DE MATERIAL DIDÁCTICO MANIPULATIVO EN GEOMETRÍA. UNA EXPERIENCIA CON INGRESANTES A INGENIERÍA Viviana Paula D'Agostini | 79 |
| RECURSOS TECNOLÓGICOS EN LA FORMACIÓN DE PROFESORES EN MATEMÁTICA: DEFINICIÓN FORMAL DE LÍMITE EN UN APPLLET COLABORATIVO DE GEOGEBRA Sabrina Roscani, Lucía Schaefer y Cinthia Menna | 89 |
| PROFESORADO EN MATEMÁTICA-PLAN DE ESTUDIOS 2018: INTRODUCCIÓN DEL/DE LA TUTOR/A ACOMPAÑANTE EN EL TRAYECTO DE LAS PRÁCTICAS Nora Mirna Smitt y Natalia Sgreccia | 100 |
| BASE CONCEPTUAL DEL CARÁCTER RELATIVO DEL MOVIMIENTO EN LA INGENIERÍA SIGLO XXI Ricardo Addad, Alejandra Rosolio y Rosana Cassan | 111 |
| PROPUESTAS INTEGRADORAS E INNOVADORAS EN INGENIERÍA INDUSTRIAL Marta L. Cerrano, Daniela N. Gómez y Eliseo D. Guzmán | 122 |
| APLICACIÓN DE INDICADORES PARA EL DISEÑO DE CASOS PARA EL PRIMER CURSO DE ESTADÍSTICA PARA INGENIERÍA Noemí María Ferreri y Graciela Haydée Carnevali | 130 |
| ESTRATEGIAS DIDÁCTICAS BASADAS EN SIMULACIONES PARA EL ESTUDIO DE LA FÍSICA DE LOS DISPOSITIVOS ELECTRÓNICOS Miguel Plano, Federico Lerro y Susana Marchisio | 142 |
| EL TRABAJO CON CASOS EN EL PRIMER CURSO DE ESTADÍSTICA PARA FUTUROS INGENIEROS Noemí María Ferreri, Leonardo Damián Barrea y Mara Lis Catalano | 153 |
| MÉTODO DE CASOS, PENSAMIENTO NO DETERMINISTA E INGENIERÍA DIDÁCTICA. UNA EXPERIENCIA EN LA FORMACIÓN DE FUTUROS PROFESORES Julia Cabral y Natalia Sgreccia | 162 |



JORNADA DE EXPERIENCIAS INNOVADORAS EN EDUCACIÓN EN LA FCEIA

¿QUÉ SIGNIFICA SER DOCENTE Y FORMADOR DE INGENIEROS EN ESTE MOMENTO EN ARGENTINA? ALGUNOS SABERES NECESARIOS

Rosanna Forestello

Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales. Universidad Nacional de Córdoba

rosanna.forestell@unc.edu.ar

Resumen

Desde el año 2018, el Consejo Federal de Decanos de Ingeniería (CONFEDI) decide poner en marcha la formación de ingenieros en Argentina desde el enfoque por competencias. Esto implicó pensar la enseñanza centrada en el aprendizaje del estudiante y, en consecuencia, al interior de las unidades académicas, así como llevar adelante un sinnúmero de actividades coordinadas con el objeto de alcanzar dicho objetivo. La enseñanza centrada en el aprendizaje del estudiante y el enfoque por competencias representan un cambio de perspectiva en torno a los procesos de enseñanza y de aprendizaje. La correcta comprensión de esta propuesta requiere hacer propios varios conceptos que, al menos, en parte, hasta hoy han sido ajenos a los docentes de las Facultades de Ingeniería en Argentina. Este difícil proceso de aprendizaje implica abrirse a una mirada distinta a la habitual en el ejercicio de la docencia en nuestras Facultades. Es una invitación a que los docentes enseñen de una manera distinta a la que han aprendido. Esta comunicación surge como consecuencia de la participación de la autora de este trabajo en el marco de la VI Jornada de Experiencias Innovadoras en Educación en la Facultad de Ciencias Exactas, Ingeniería y Agrimensura de la Universidad Nacional de Rosario. El presente trabajo pretende recuperar los conceptos, posicionamientos y reflexiones compartidas con los participantes de la misma que, a criterio de la autora de esta comunicación, los docentes de las carreras de Ingeniería necesitan comenzar a apropiarse para diseñar y desarrollar propuestas formativas desde la interpelación disruptiva que produce el enfoque por competencias, intentando dar respuesta a las siguientes preguntas: ¿qué significa ser docente y formador de ingenieros en este momento y qué retos se vislumbran?, ¿cuáles son los temas urgentes y cuáles los emergentes en la formación docente universitaria en las Facultades de Ingeniería?

Palabras clave: Competencias, Formación docente, Ingeniería, Saberes, Puentes.

Abstract

Since 2018, the Federal Council of Deans of Engineering (CONFEDI) decides to launch the training of engineers in Argentina from the competency-based approach. This implied thinking about teaching centered on student learning and, consequently, within academic units, as well as carrying out countless coordinated activities in order to achieve this objective. Teaching focused on student learning and a competency-based approach represent a change of perspective around the teaching and learning processes. The correct understanding of this proposal requires to own several concepts that, at least, in part, until now have been alien to teachers of Engineering Faculties in Argentina. This difficult learning process implies opening oneself to a different view than the usual one in the exercise of teaching in our faculties. It is an invitation for teachers to teach in a different way from what they have learned. This communication arises as a consequence of the participation of the author of this work within the framework of the VI Conference of Innovative Experiences in Education at the Faculty of Exact Sciences, Engineering and Surveying of the National University of Rosario.

The present work tries to recover the concepts, positions and reflections shared with the participants of the same that, in the opinion of the author of this communication, the professors



JORNADA DE EXPERIENCIAS INNOVADORAS EN EDUCACIÓN EN LA FCEIA

of engineering careers need to start appropriating to design and develop training proposals from the disruptive questioning produced by the competency-based approach, trying to answer the following questions: what does it mean to be a teacher and engineer trainer at this time and what challenges are looming? What are the urgent and emerging issues in university teacher training in engineering schools?

Keywords: Skills, Teacher training, Engineering, Knowledge, Bridges.

Introducción

Este trabajo está organizado de la siguiente manera: en una primera parte, damos cuenta del marco contextual e institucional de la educación por competencias en nuestro país. Posteriormente, realizamos una descripción del diseño y desarrollo de las propuestas de formación, sus propósitos y contenidos esenciales. En un tercer apartado, compartimos las algunas categorías y temáticas emergentes a abordar si se quieren vislumbrar, progresivamente, cambios genuinos al interior de las aulas y en las propuestas formativas de las diferentes carreras de ingeniería en nuestro país. Finalmente, abrimos a algunas reflexiones que nos permiten seguir profundizando en la temática-eje de este trabajo.

Marco Contextual: las decisiones y acciones de CONFEDI en Argentina

La formación de ingenieros en Argentina se encuentra atravesando un momento de cambio como consecuencia de la convergencia de diversas circunstancias. Sin dudas, ello requiere de intervenciones en distintos niveles (institucionales, curriculares, metodológicos). Este hecho llevó al Consejo Federal de Decanos de Ingeniería de la República Argentina (CONFEDI) a generar un Proyecto que pudiera ofrecer un espacio potenciador de las acciones que vienen encarando las distintas unidades académicas y favorecedor del desarrollo de los docentes de todas las Facultades de Ingeniería del país (Mastache, 2018).

En este contexto, las Ingenierías vienen debatiendo en el marco del CONFEDI las competencias que requieren de sus graduados. En el año 2006, el CONFEDI aprobó las competencias genéricas para todas las ramas de la Ingeniería aceptadas en un documento conocido como Declaración de Valparaíso (ASIBEI, 2014) y, en el año 2017, las competencias específicas de cada titulación. Más recientemente (mayo de 2018) se aprobaron los nuevos estándares para las carreras de Ingeniería.

Teniendo en cuenta las necesidades señaladas, el CONFEDI elaboró el Proyecto “*Capacitación de docentes para el desarrollo de un aprendizaje centrado en el estudiante en las carreras de Ingeniería*” destinado a todas las Facultades de Ingeniería del país. El mismo fue presentado a la Secretaría de Políticas Universitarias, la cual financió su realización. El Proyecto tiene como propósito:

desarrollar actividades de sensibilización, capacitación y asistencia para docentes y gestores académicos de las carreras de ingeniería, para que el diseño y el desarrollo



JORNADA DE EXPERIENCIAS INNOVADORAS EN EDUCACIÓN EN LA FCEIA

curricular de los programas de ingeniería tengan en cuenta un enfoque centrado en el estudiante y contribuyan al mejor desempeño académico y al desarrollo de las competencias profesionales requeridas de sus graduados (CONFEDI, 2017, p.2).

En este sentido, se incluyeron diferentes acciones de capacitación dado que resulta necesario que los docentes aprendan la metodología de enseñanza acorde al aprendizaje activo centrado en el estudiante, considerando imprescindible la reflexión sobre la práctica docente y desde la clara convicción de que el objetivo es formar más ingenieros, con mejores competencias interpersonales, sistémicas e instrumentales, tal como se requiere en la sociedad del siglo XXI. Este proyecto se consideró pertinente y relevante para todas las Facultades de Ingeniería del país, sin distinciones.

Recabarren (2019) analiza que el año académico 2019 encuentra a las Facultades de Ingeniería, en el marco de las Universidades públicas nacionales, transitando un camino difícil a nivel presupuestario, aunque no sin logros. Entre otros, las firmas de acuerdos para el reconocimiento automático de títulos a nivel MERCOSUR y los avances en torno a la aprobación de los nuevos estándares de calidad para la acreditación de las carreras implica acercarse a metodologías de enseñanza a nivel mundial y un salto importante en la cantidad y la calidad de los ingenieros que saldrán a la calle a resolver los problemas de la gente.

Es por ello que sigue presente el desafío de aumentar la cantidad de ingresantes a estas carreras, indispensables para el desarrollo económico del país y la mejora en la calidad de vida de las personas. A pesar de ello, la calidad académica en Educación en Ingeniería dio un salto extraordinario en estos últimos años.

En Argentina, las carreras de Ingeniería tienen la obligación de acreditar su calidad académica en procesos periódicos que se realizan cada seis años ante la Comisión Nacional de Evaluación y Acreditación Universitaria (CONEAU). A la fecha, nuestras Ingenierías ya cumplieron dos de estos ciclos. En el presente se están discutiendo nuevos estándares de calidad para abordar los procesos de acreditación futuros.

En el Consejo de Universidades (CU) se debate una propuesta presentada por CONFEDI de Estándares de segunda generación para la acreditación de carreras de Ingeniería. Se trata de una iniciativa que plantea un modelo de formación por competencias y aprendizaje centrado en el estudiante, donde a los conocimientos tecnológicos se le suman competencias sociales, políticas y actitudinales, imprescindibles para ejercer la profesión en un mundo tan cambiante e, inclusive, desconocido a futuro.

Este salto cualitativo en la calidad académica -no del todo aceptado por las posturas más conservadoras- es equivalente a las exigencias solicitadas por el Sistema de Acreditación Regional de Carreras Universitarias (ARCUSUR) para el reconocimiento automático de títulos en el MERCOSUR (firmado por los países miembros en diciembre de 2018).



JORNADA DE EXPERIENCIAS INNOVADORAS EN EDUCACIÓN EN LA FCEIA

Esto implica que, si el Consejo de Universidades aprueba la propuesta de CONFEDI de nuevos estándares de segunda generación, y atravesamos con éxito el proceso de acreditación, los títulos de Ingeniería expedidos por las Universidades argentinas tendrán validez en todos los países del MERCOSUR de modo automático. Esto abrirá las puertas a nuevos acuerdos con otros países o bloques comerciales, y será un soporte fundamental para el desarrollo sostenible y para ingresar con todas las potencialidades a la economía del conocimiento, cuya ley de promoción fue aprobada recientemente en nuestro país.

Al mencionado compromiso de crecimiento de la matrícula, se decide transitarlo con la responsabilidad ineludible de la calidad de la formación donde Argentina se ubica como uno de los muy pocos países que asegura esa calidad para todas las carreras y graduados de Ingeniería a nivel mundial.

La complejidad del concepto *competencias*

Frente al contexto relatado en párrafos precedentes, decidimos adoptar aquella definición de competencias que las entiende como procesos complejos de desempeño con idoneidad en determinados contextos, integrando saberes (saber ser, saber hacer, saber conocer, saber convivir), para realizar actividades y/o resolver problemas con sentido de reto, motivación, flexibilidad, creatividad, comprensión y emprendimiento (Tobón, 2008). Estamos convencidos de que las competencias no son un modelo pedagógico sino que se constituyen en un enfoque anclado en una visión sociocultural y socioformativa.

La complejidad de una competencia está dada porque la misma integra conocimientos, procesos cognoscitivos, destrezas, habilidades, valores y actitudes en el desempeño ante actividades y problemas. Estas son saberes de tanta importancia como los disciplinares. No nacemos con ellas, sino que se construyen, no por imitación ni mágicamente. En la medida en que se generen entornos formativos al interior de las aulas los estudiantes las construyen, las desarrollan, las mejoran.

Tener conocimientos disciplinares o habilidades no nos hace competentes. Se puede haber aprendido conceptos físicos relevantes tales como equilibrio de fuerzas, principio de acción y reacción, transferencia de cargas, análisis estructural, comportamiento de suelos, entre otros y no por ello ser capaz de diseñar y construir la estructura de un edificio o de un puente. Se puede saber los principios de Matemática y lógica discreta y programación de microprocesadores y no por ello poder implementar un sistema de control digital para la industria.

Desde esta concepción de competencias se da nueva fuerza a los saberes, ya que se los vincula con las prácticas sociales, las situaciones complejas, los problemas, los proyectos, etc.

Es por esta razón -y no porque se rechacen saberes- por lo que importa desarrollar las competencias desde la escuela; dicho de otra manera, de unir constantemente los



JORNADA DE EXPERIENCIAS INNOVADORAS EN EDUCACIÓN EN LA FCEIA

saberes y su puesta en práctica en situaciones complejas. Lo que vale tanto en el interior de las disciplinas como en el cruce entre ellas (Perrenoud, 2008, p.5).

Todo lo mencionado hasta aquí es uno de los cimientos que permite concretar el cambio didáctico en las aulas universitarias de Ingeniería.

Es necesario clarificar la noción de competencia, y avanzar en la apreciación que la distingue de una perspectiva conductual y eficientista, para hacer hincapié en la idea de desarrollo integral de la persona. Esto no es original en el ámbito educativo, sin embargo, la rutina de nuestro quehacer en las aulas, en la elaboración de planes y programas, no ha superado el alejamiento de los contenidos respecto de la realidad y en la formación de nuestros alumnos. Larga tradición que se funda en los procesos formativos y que examina/mide, productos.

Es por ello que se sostiene que las competencias no son productos, no se adquieren, sino que se desarrollan y se ponen en juego al momento de resolver problemas en situaciones reales (Tardiff, 2008).

En este sentido, es interesante pensar a las competencias como contextuales, transformables y, como docentes, entonces, resulta necesario crear las condiciones para que los alumnos las generen, las construyan. Por ello, se espera que las propuestas formativas propicien entornos en donde se equilibren y enseñen los diferentes tipos de saberes que implican. Así:

Una competencia no constituye una forma de algoritmo memorizado y practicado repetidamente en vista a asegurar la perennidad y la reproducción, sino un saber actuar muy flexible y adaptable a diversos contextos y problemáticas (...) Al poner en funcionamiento una competencia, se requieren recursos numerosos y variados y los conocimientos se constituyen en una parte crucial de los recursos. Entre otros, ellos aseguran la planificación de la acción, la reflexión-en-la-acción, así como la reflexión-sobre-la-acción y la reflexión a partir de la acción. No obstante, no hay que menospreciar el hecho que los recursos de base de las competencias no son reducibles a los conocimientos. Los recursos son también del tipo de actitudes y de conductas. Además, en la actualización de una competencia se puede recurrir tanto a recursos internos como externos (Díaz Barriga, 2014, p.17).

Por esta razón es que se parte de concebir la visión pedagógica como aquello que resalta el camino, inherente a los seres humanos, que implica orientar al otro al análisis de sus propias construcciones y su realidad de manera creativa. Solo desde allí se cree posible potenciar reflexiones; es decir, examinar críticamente a uno mismo y a las tradiciones, dándole un nuevo significado que abre a propuestas de caminos, tal vez no indagados.

Otro concepto que resulta valioso es el de docencia universitaria:

comprender a la docencia universitaria es posible mientras se acepte que se trata, al decir de Bain (1998) de una "red de múltiples entrecruzamientos, ubicada en el centro de un campo de tensiones que involucran cuestiones tales como: conocimiento, educación,



JORNADA DE EXPERIENCIAS INNOVADORAS EN EDUCACIÓN EN LA FCEIA

ciencia, arte, verdad, política, ética, trabajo, profesión, enseñanza, experticia, técnica, teoría, práctica, entre otras”. Es en este contexto complejo donde los docentes ejercen sus prácticas de enseñanza, también complejas, atravesadas por múltiples factores, entre los cuales aparecen sus experiencias, historias escolares y de vida, saberes y creencias como también fuerzas, relaciones y jerarquías que se articulan entre los mismos (Guzmán *et al*, 2015, p.7).

Desde lo afirmado hasta aquí se reconoce que el cambio propuesto no radica solo en una modificación de planes de estudios y/o en un replanteo de programas de asignaturas.

El verdadero cambio pasa por las aulas. También se sabe que dicho cambio llevará bastante tiempo, que se implementará gradualmente. El mismo, dejando de lado cualquier tecnicismo, implica:

- Dejar de concebir la formación profesional como algo que se transmite del docente al estudiante y asumir que la formación al interior de las aulas es un proceso en el que se construyen diversos saberes y concebir a la enseñanza como un proceso en el que el docente acompaña, facilita, orienta, crea las condiciones para que el estudiante aprenda.
- El estudiante tiene que involucrarse en su proceso de aprendizaje, tiene que construir y apropiarse de los saberes. Esto va más allá de la mera acumulación, implica contar con esos conocimientos y saber usarlos pertinentemente (saber, saber hacer y saber actuar). El otro extremo en esta perspectiva es el “estudiar para aprobar”, “para pasar”, contrario al “estudiar para aprender”. Se aprende el saber conocer, asociado a los conocimientos disciplinares, al mismo tiempo que se aprende el saber hacer; cambia el cómo se aprende, sin desmedro de la disciplina.

Conceptos, ideas y posicionamientos necesarios compartir

En función de lo transitado hasta el momento, nos parece necesario compartir algunas reflexiones que las sentimos como cimientos de los puentes que son necesarios construir al interior de la enseñanza universitaria al interior de las Facultades de Ingeniería en las Universidades públicas de nuestro país.

Por un lado, reconocer que los cambios son construcciones sociales que necesitan ser apropiados para transformar las vidas de las personas y ponen en tensión lo fijo e inmutable que se ha venido realizando al interior de las aulas y de las unidades académicas. Esto significa construir procesos y respuestas situadas como una manera de acompañar el desafío y sostener la incertidumbre. Es por ello que coincidimos en que:

Hay mucho para construir en el ámbito de la formación de ingenieros y poco para “copiar”. Se está frente a un problema que puede ser caracterizado como un problema ingenieril, y los ingenieros han dado muestras suficientes de su capacidad para resolver



JORNADA DE EXPERIENCIAS INNOVADORAS EN EDUCACIÓN EN LA FCEIA

problemas y para diseñar. Si se aborda este tema de esta manera, se reconoce y asume el estado actual, se podrá comenzar a construir gradualmente para lograr el estado deseado (Kowalsky *et al*, 2016, p.137).

Por otra parte, es posible afirmar que *los ingenieros que desarrollan actividad docente necesitan contar con una formación pedagógica-didáctica*, además de recuperar otros saberes de las ciencias humanas que complementan la formación disciplinar. Vale mencionar que la concepción de la formación pedagógico-didáctica en la docencia universitaria como vía para mejorar las capacidades docentes no es nueva en el ámbito de la Educación Superior en Argentina, aunque se reconoce que el valor de la misma es aún discutido.

En este sentido, consideramos que desde hace dos años la enseñanza universitaria de la Ingeniería en Argentina ha comenzado a abrirle una puerta a los saberes didácticos y pedagógicos con más fuerza. En consecuencia, las preguntas e inquietudes compartidas en párrafos anteriores nos permiten construir otro puente entre los saberes tecnológicos, disciplinares y didácticos sostenidas en la idea de que *la Ingeniería es un motor de cambio y transformación* (Basterra, 2020).

Complementando lo desarrollado hasta aquí, no podemos dejar de tener en cuenta que la decisión tomada por CONFEDI de enseñar por competencias no solo interpela las zonas de confort de las unidades académicas, instala el tema, rompe la inercia, le da una oportunidad al cambio a Facultades abiertas a la innovación.

También, esta determinación recupera y conquista, para las aulas universitarias donde se forman ingenieros, la innovación desde lo avanzado en investigación y en teorías provenientes de campos disciplinares ligados a la didáctica, la tecnología educativa, la pedagogía, las teorías cognitivas, las teorías del aprendizaje socioculturales, además de recobrar la esencia y el sentido de la Ingeniería que está en el desarrollo y en la búsqueda de caminos alternativos a partir de un problema.

En línea con lo expresado en los párrafos anteriores, entendemos que estas preocupaciones visibilizan que los docentes universitarios se encuentran interpelados por cuestiones propias de la agenda clásica de la didáctica, ligadas al diseño e implementación de una clase, tales como intencionalidades, selección de contenidos, actividades, metodologías de enseñanza, evaluación, entre otras. Asimismo, reconocemos que algunas de las preocupaciones señaladas aquí forman parte de la nueva agenda de la didáctica dando cuenta de categorías tales como *el compromiso moral, la enseñanza para la comprensión, la generación de preguntas genuinas, la diversidad de estrategias de enseñanza, la multiplicidad de formas e instrumentos de evaluación*, entre otras relevantes.

De esta manera, comienzan a aparecer ideas en torno a pensar la enseñanza como un proceso complejo, pero también como una oportunidad para crear, guiar, orientar, construir y transformar. Estas definiciones abren una puerta para poder pensarla como una práctica



JORNADA DE EXPERIENCIAS INNOVADORAS EN EDUCACIÓN EN LA FCEIA

política, desde una tradición transformadora (Jackson, 2002) y también desde el diálogo y el encuentro (Burbules, 1999), recobrando así la esencia y el sentido de la ingeniería.

Aquí es momento de compartir que la ingeniería y la enseñanza como profesión tienen, en su esencia, el hacer, organizar, resolver, construir, concebir, solucionar, proyectar, descifrar, implementar, reparar, producir, inventar, emprender, crear, descubrir, fabricar, ejecutar, realizar, los cuales consideramos cimientos potentes para el diseño y desarrollo de clases desde el enfoque por competencias.

En esta línea de pensamiento, también podemos pensar la enseñanza como metamorfosis, como posibilidad de transformar a otros, de lograr cambios cualitativos en términos de rasgos de carácter y personalidad, más allá de la posesión de conocimientos (Jackson, 2002), y sostener que: “en clave contemporánea, enseñar es seleccionar contenidos, darles una secuencia, usar tecnologías, evaluar e investigar (...) las buenas prácticas suceden cuando subyacen en ellas buenas intenciones, buenas razones y, sustantivamente, el cuidado de atender la epistemología del campo en cuestión” (Litwin, 2008, p.30).

Entender la enseñanza desde estas miradas implica pensarla desde la idea de oficio, de artesanía, de obra. El concepto de oficio se relaciona con el saber hacer o producir, crear, construir algo con ciertas particularidades. Esta palabra remite también a significados tales como ocupación, profesión, cargo, función como lo señala el Diccionario de la Real Academia Española.

Este oficio, esta práctica artesanal, alude al compromiso con lo que se está haciendo, tanto como al sentimiento y al pensamiento implicados en cualquier cosa que se produzca (Alliaud, 2017).

En este sentido recuperamos la siguiente definición de enseñanza:

enseñanza como una actividad artesanal, teñida de componentes éticos, morales, políticos y normativos (...) La actividad educativa está recorrida por el carácter cuestionable y problematizador de cada una de sus decisiones. Enseñar en un ámbito del saber es siempre mostrar una forma de comprender la naturaleza de ese ámbito de conocimiento, su posición y significado en el mundo de la ciencia y de la cultura. Ese mostrar implica aceptar la responsabilidad social por la calidad del propio trabajo, que en la enseñanza universitaria no puede desvincularse de la investigación científica. El docente, entonces, es ante todo un creativo que organiza su clase desde sus compromisos políticos e ideológicos desde el dominio de un saber científico y en el placer que otorga la aventura de crear (Litwin, 2008, p.33).

Las situaciones de enseñanza son prácticas mediadas, ponen en acto un conjunto de supuestos, definiciones, estrategias metodológicas y herramientas que promueven la relación entre docentes, alumnos y conocimiento.



JORNADA DE EXPERIENCIAS INNOVADORAS EN EDUCACIÓN EN LA FCEIA

Otro concepto clave que comienza a aparecer entre los ingenieros preocupados por la enseñanza es la de concebir la clase como un verdadero *espacio educativo*, como un *entorno* donde se establece una compleja trama de intercambios entre el conocimiento académico, el conocimiento cotidiano y el conocimiento científico, como así también entre los sucesos y “resonancias” que provoca el docente con su intervención y la participación de los alumnos, mediatizados por diferentes recursos, herramientas y estrategias.

Complementariamente, a partir de identificar y analizar qué implicaciones tienen para los docentes el desarrollo de competencias sociales, actitudinales y políticas señaladas por el Libro Rojo, comienza a aparecer una apuesta al *compromiso moral* del oficio docente y a la *enseñanza como empresa moral*, desde el preguntarse “¿qué actitudes y valores enseño/he enseñado (como docente) en mis clases en estos años?”.

Este concepto recupera la ética y los valores en las prácticas de la enseñanza, valores que atraviesan la vida cotidiana y que consideramos necesarias identificar en el marco de las relaciones que se construyen al interior de las aulas y las clases. Estas ideas se integran con el concepto de *enseñanza moral* que interpela si debe (o no) enseñarse lo moral, quién lo tiene que hacer y dónde se aprende. Qué lugar ocupa en el curriculum y en la enseñanza, al interior de las aulas.

En síntesis, estos dos conceptos son una manera de acercarnos a la complejidad de las conductas morales. La ética es esa exigencia esencial que me hace responsable de la responsabilidad ajena (Tardiff, 2008). Aquí coincidimos en el planteo de que “la educación moral debe ser contemplada dentro de la problemática del entorno y de las relaciones sociales, como parte integrante e inevitable de todas las experiencias que atraviesa el educando” (Litwin, 2008, p.115).

La invitación, entonces, es, por un lado, abrir un camino sustantivo para crear y consolidar *un ambiente educativo de valor*, lo que implica trabajar desde el respeto por sí mismos, por los valores compartidos tales como la verdad, la justicia, la honradez, y emitir juicios socialmente responsables que justifiquen sus decisiones y su actos como manera de modelar y ejemplificar qué esperamos que los alumnos desarrollen como futuros ingenieros.

Por el otro, apostar a cimentar en los valores, la referencias para ejercer el oficio docente, para encontrar el significado de educar en este momento de incertidumbres, en un mundo sin referencias, con responsabilidad pedagógica en los actuales docentes de las carreras de Ingeniería de nuestro país.

Para seguir construyendo reflexiones y puentes

La reconstrucción de los trayectos de formación para la enseñanza universitaria muestra que el espacio organizacional “*cátedra*” se constituye el ámbito privilegiado para la iniciación y desarrollo de los profesores universitarios. En la reconstrucción de las trayectorias académicas



JORNADA DE EXPERIENCIAS INNOVADORAS EN EDUCACIÓN EN LA FCEIA

se advierte que, de modo casi simultáneo o paralelo a su propia formación y a la organización de los equipos docentes destinados a las tareas de la enseñanza, se crean ámbitos/espacios que les permiten conformar o ampliar el grupo original, desarrollar y consolidar el área disciplinar así como acumular reconocimiento y prestigio (Ickowicz, 2011).

En la misma línea, existe una variedad de tradiciones dentro de las subculturas de las asignaturas. Estas tradiciones inician al profesor en visiones muy diferentes de jerarquías y contenido de conocimiento, papel del profesor y en general la orientación pedagógica. Son estas tradiciones las que actúan como principal agente de iniciación de los profesores a las comunidades de una asignatura, de tal modo que constituyen el extremo penetrante de la subcultura del espacio curricular (Goodson, 2000).

Este planteo al interior de las unidades académicas de Ingeniería se ha vivenciado en estos 150 años de tradición en las Universidades públicas argentinas y ha comenzado a ser interpelado disruptivamente en los últimos dos años como consecuencia de la decisión de CONFEDI de formar ingenieros en Argentina desde el enfoque por competencias.

Reconociendo esta fuerte tradición al interior de la enseñanza universitaria es que construimos esta comunicación, en la que consideramos que la formación de un pensamiento profesional consistente y relevante tiene que apoyarse en aquel conocimiento experiencial, cargado de imágenes más o menos correctas, pero determinantes en la forma de interpretar y dar sentido a las situaciones que vive el docente y a las peculiaridades de su propia práctica, estimulando la reflexión teórica y la experimentación práctica, la praxis, la experimentación reflexiva (Schön, 1992).

Asimismo, sentimos que una dimensión central para la transformación de las tradiciones de enseñanza al interior de las aulas universitarias, en nuestro caso en las Ingenierías, es poder considerar que el trabajo con ellas involucra estrechas continuidades con prácticas de enseñanza del pasado pero también discontinuidades.

Esto invita a desarrollar investigación y espacios de reflexión que involucre a todos los actores implicados en el proceso educativo, que permita iluminar *zonas de oportunidad*. Esto significa ampliar miradas, puntos de vista, perspectivas desde las cuales pensar la formación docente y las prácticas de enseñanza al interior de las ingenierías, cómo intervenir en ellas desde el rol docente para favorecer buenos aprendizajes de los alumnos y su incorporación efectiva a la cultura de este tiempo.

Referencias bibliográficas

- Alliaud, A. (2017). *Los artesanos de la enseñanza. Acerca de la formación de maestros con oficio*. Buenos Aires, Argentina: Paidós.
- ASIBEI (2014). *Declaración de Valparaíso sobre competencias genéricas de egreso del Ingeniero Iberoamericano*. Disponible en:



JORNADA DE EXPERIENCIAS INNOVADORAS EN EDUCACIÓN EN LA FCEIA

- https://confedi.org.ar/download/documentos_confedi/Declaracion-de-Valparaiso-Nov2013VF.pdf.
- Basterra, J. (2020). *En 2020 celebramos los 150 años de Ingeniería en Argentina*. Disponible en: <https://confedi.org.ar/en-2020-celebramos-los-150-anos-de-ingenieria-en-argentina/>.
- Burbules, N. (1999). *El diálogo en la enseñanza. Teoría y práctica*. Buenos Aires, Argentina: Amorrortu.
- CONFEDI (2017). *Capacitación de docentes para el desarrollo de un aprendizaje centrado en el estudiante en las carreras de ingeniería*. Buenos Aires, Argentina: CONFEDI/SPU.
- Díaz Barriga, A. (2014). Construcción de programas de estudio en la perspectiva del enfoque de desarrollo de competencias. *Perfiles Educativos*, 26(143), 142-162.
- Goodson, I. (2000). *El cambio en el currículum*. Barcelona, España: Octaedro.
- Guzmán, C., Campaner, G. y Gallino, M. (2015). Dimensión pedagógica-didáctica en docentes universitarios. El caso de Ingeniería. *Revista Argentina de Enseñanza de la Ingeniería*, 4(8), 9-18.
- Ickowicz, M. (2011). Universidad y formación. Las cátedras como espacio artesanal para la formación del docente universitario. *Anuario de Investigaciones en Ciencias de la Educación*, 101-113.
- Jackson, P. (2002). *Práctica de la enseñanza*. Buenos Aires, Argentina: Amorrortu.
- Kowalsky, V., Posluszny, J., López, J., Erck, M. y Enriquez, H. (2016). Formación por competencias en ingeniería: ¿Camino o destino? *Revista Argentina de Ingeniería*, 7(5), 130-141.
- Litwin, E. (2008). *El oficio de enseñar. Condiciones y contextos*. Buenos Aires, Argentina: Paidós.
- Mastache, A. (2018). Un proyecto colectivo de formación pedagógica para profesores de ingeniería de la República Argentina. *IV Congreso Argentino de Ingeniería - X Congreso Argentino de Enseñanza de la Ingeniería*. Córdoba, septiembre.
- Perrenoud, P. (2008). Construir las competencias, ¿es darle la espalda a los saberes? *Revista de Docencia Universitaria*, 6(2), 1-16.
- Recabarren, P. (2019). *Se necesitan más graduados, pero de calidad certificada*. <https://confedi.org.ar/en-el-dia-de-la-ingenieria-argentina-se-necesitan-mas-graduados-por-ano-pero-de-calidad-certificada/>.
- Schön, D. (1992). *La formación de profesionales reflexivos. Hacia un nuevo diseño de la enseñanza y el aprendizaje en las profesiones*. Buenos Aires, Argentina: Paidós.
- Tardiff, J. (2008). Desarrollo de un programa por competencias: de la intención a su implementación. *Revista de Currículum y Formación del Profesorado*, 12(3), 1-16.
- Tobón, S. (2008). *Formación basada en competencias. Pensamiento complejo, diseño curricular y didáctica*. Bogotá, Colombia: Ecoe.



JORNADA DE EXPERIENCIAS INNOVADORAS EN EDUCACIÓN EN LA FCEIA

HACIA LA CONSTRUCCIÓN DE UN ROL ACTIVO DEL COFORMADOR EN LAS PRÁCTICAS DE RESIDENCIA DEL PROFESORADO EN MATEMÁTICA

Virginia Ciccioli y Eliana Dominguez

Escuela de Ciencias Exactas y Naturales. Departamento de Matemática

FCEIA-UNR

cicciolivirginia@gmail.com, elianadominguez77@gmail.com

Resumen

La práctica de residencia del Profesorado en Matemática de la Universidad Nacional de Rosario se desarrolla en contextos pluridimensionales (diversidad de instituciones, niveles y modalidades educativos) e involucra a distintos actores: el estudiante practicante (futuro profesor), el docente formador y el docente coformador. Residencia, se ubica en el cuarto y último año de la carrera y se concibe como un espacio de integración y de reflexión sobre la futura acción profesional.

En este trabajo se pone especial énfasis en el rol del coformador como acompañante “en terreno” de los practicantes. Si bien el coformador es una de las componentes constituyentes del trabajo en terreno en el contexto de una práctica educativa, la presencia de un practicante en un aula no garantiza la actuación del docente a cargo como tal. Se requiere de acciones de articulación entre formadores y coformadores para acordar criterios acerca de los modos de acompañar a los futuros profesores en Matemática.

Desde el 2019 se habilitan, desde la cátedra de Residencia, espacios de diálogo con los coformadores, a través de encuentros presenciales y virtuales que tienen la intención de abonar el terreno hacia la construcción de un rol cada vez más activo en su actuación.

Palabras clave: Formación de profesores, Prácticas de residencia, Coformador.

Abstract

The residence practice in the Training Teachers in Mathematics career of the National University of Rosario is developed in multidimensional contexts (diversity of educative institutions, levels and modalities) and involves different actors: the practitioner student (future teacher), the training teacher and the co-training teacher. Residence, is located in the fourth and final year of the career and is conceived as a space of integration and reflection on the future professional action.

In this work takes special emphasis the role of the co-training teacher as a "field" companion of practitioners. Although the co-trainer is one of the constituent components of field work in the context of an educational practice, the presence of a practitioner in a classroom does not guarantee the performance of the teacher in charge as such. Articulation actions between training teachers and co-training teachers are required to agree on criteria about ways to accompany future teachers in Mathematics.

Since 2019, from the Chair of Residence, spaces of dialogue with the co-trainers are enabled, by face-to-face and virtual meetings that intend to enrich the ground towards the construction of an increasingly active role in their performance.

Keywords: Teacher's training, Residence practice, Co-training teacher.



JORNADA DE EXPERIENCIAS INNOVADORAS EN EDUCACIÓN EN LA FCEIA

Residencia en el trayecto de Práctica Profesional Docente

La asignatura Residencia se ubica en el cuarto y último año de la carrera Profesorado en Matemática, estando presente entre las asignaturas que forman parte del plan de estudios, desde el nacimiento de la misma (planes 1988, 2002, 2018). Actualmente y debido a la transición entre los planes 2002 (Res. CS 217/02) y 2018 (Res. CS 027/18), se dictará por última vez como asignatura correspondiente al plan 2002, aproximándose a lo que será su dictado en el 2021 en el marco del plan 2018.

A Residencia se la concibe como un espacio de síntesis integral y de reflexión sobre la futura acción profesional desde el que se potencian diferentes capacidades para el ejercicio de la profesión docente. En el marco del cursado de esta asignatura, los estudiantes realizan dos períodos de práctica: el primero, en el nivel universitario y el segundo, en el nivel secundario. Se incluyen diversas actividades relativas a la reconstrucción de la propia biografía escolar, la observación y análisis de prácticas reales (en nivel universitario y secundario), el diseño e implementación de propuestas didácticas para la enseñanza de la Matemática (en nivel secundario) y el desarrollo de una visión prospectiva de la profesión.

Los estudiantes del Plan 2002 que cursan/ron Residencia han transitado al menos tres asignaturas denominadas Prácticas de la Enseñanza (I a III) pertenecientes al Eje Integrador de la carrera, el cual se concibe como un espacio de articulación teórico-práctica en el que se abordan problemáticas de la tarea docente e involucran instancias de actuación simulada. En el marco de este plan, si bien los estudiantes tienen una primera aproximación al terreno de acción, la actividad se limita a la observación de prácticas docentes situadas. En este sentido, en la Residencia se realizan las primeras prácticas que involucran actuación plena en la gestión de clases en contextos reales.

Se contempla desde el Plan 2018 un Campo de Formación de la Práctica Profesional Docente (PPD) como Proyecto Articulador de los demás Campos de Formación: Disciplinar Específica, General y Pedagógico. El trayecto de la PPD está compuesto por cuatro asignaturas PPD I a IV, siendo la PPDIV, del cuarto y último año, la que se corresponde con la Residencia. A partir de la implementación de este plan, todas las acciones específicas de trabajo en terreno se concentran en las asignaturas de este trayecto y se incorporan desde el primer año de la carrera. En este sentido, se prevé fortalecer la gradualidad en la formación en la práctica a partir de la incorporación del trabajo en terreno en contextos diversos (atendiendo a la multiplicidad de tipos de instituciones, niveles, ciclos y modalidades en las que puede desempeñarse el futuro profesor) desde PPD I, con instancias de actuación docente en contextos reales desde PPD III (Sgreccia *et al*, 2020).



JORNADA DE EXPERIENCIAS INNOVADORAS EN EDUCACIÓN EN LA FCEIA

En los Lineamientos para el Trabajo en Terreno en la Práctica Profesional Docente (Res. CD 564/19) que se diseñan con la intención de regular las tareas de trabajo en terreno en el PM, se delimitan las acciones y actores que este tipo de trabajo involucra (p.1):

El trabajo en terreno es el conjunto de actividades que realiza el/la estudiante de PPD en el marco de su experiencia de acercamiento a otra institución (“institución asociada”, una vez cumplimentada la gestión de entrada al terreno en todas sus fases). El mismo se lleva a cabo mediante actividades que se realizan de manera integrada en la institución asociada y en la FCEIA (institución formadora). En todos los casos se procura promover análisis situados relativos a la práctica docente, el rol como profesional de la Educación Matemática y el compromiso social universitario.

Para que el trabajo en terreno de la PPD pueda concretarse deben darse tres componentes elementales:

- a) que haya un/a estudiante en condiciones de hacerlo (en adelante practicante), esto es, debe haber cumplimentado lo requerido por el/la docente de la asignatura para ello;
- b) que haya un/a docente que lo/a acompañe en las distintas fases de ejecución (previa, in situ, posterior) monitoreando las acciones del/de la practicante y procurando potenciarlas (en adelante formador/a);
- c) que haya un/a interlocutor/a en el terreno (en adelante coformador/a), constituido por un/a docente en el marco de una institución educativa (institución asociada), acompañado/a por un equipo directivo, colegas y estudiantes.

El trabajo en terreno asume el objetivo de desarrollar competencias en el diseño, implementación, análisis y evaluación de prácticas educativas transformadoras en el área de la Matemática, así como en la docencia en general, todo esto a partir de la reflexión crítica de los procesos de enseñanza y aprendizaje involucrados, de los sujetos participantes y de su realidad situada.

La relevancia que se da a las instancias de trabajo en terreno en el contexto de la PPD se sustenta en la importancia de la práctica educativa en la formación de profesores, tal como lo reconocen Davini (2015) y Edelstein (2015). Según explican las autoras, la práctica educativa pretende incorporar a los estudiantes de Profesorado a escenarios profesionales reales (“el terreno”) para que puedan palpar la complejidad del trabajo docente. Agregan que para poder adquirir herramientas que les permitan actuar en esos escenarios e ir configurando su identidad docente, será necesario recuperar e integrar conocimientos adquiridos en las demás instancias de formación. Así, el potencial formativo de las prácticas (y, en particular, del trabajo en terreno) radica en que se constituyen en fuente de conocimientos que pueden ser problematizados desde distintos espacios de formación promoviendo la generación de aprendizajes integrales. Sin embargo, la riqueza de estos espacios se centra en la circulación



JORNADA DE EXPERIENCIAS INNOVADORAS EN EDUCACIÓN EN LA FCEIA

del conocimiento entre los distintos territorios que los futuros docentes recorren (la institución formadora y la institución asociada) en tanto “no es posible teorizar sin hacer referencia a la cotidianeidad de la práctica” y “no hay manera de comprender la práctica si no se utilizan referencias teóricas” (Foresi, 2012, p.253).

Liliana Sanjurjo (2012) reconoce como prácticas de residencia aquellas instancias de la práctica educativa en las que el acercamiento al terreno involucra la gestión de la clase en su totalidad. Es de esperar que los estudiantes del PM, habiendo transitado el trayecto de la PPD con la gradualidad que lo caracteriza, logren avanzar hacia la práctica integral con un bagaje de experiencias y conocimientos para la acción que contrarresten los miedos e inseguridades que las mismas conllevan y que son propios de las características duales del proceso de aprender a enseñar: se es profesor a la vez que se es aprendiz; se requiere de autonomía para embarcarse en la búsqueda de la misma (Percara y Ortegna, 2018).

El rol del coformador

Si bien el coformador es uno de los componentes elementales para la concreción del trabajo en terreno en el marco de una práctica educativa, su rol adquiere especial relevancia en las instancias de práctica de residencia, pues se constituye en un actor clave en el acompañamiento en la formación del residente en los momentos en que este último se posiciona como gestor de la clase.

Los Lineamientos Curriculares Nacionales para la Formación Docente Inicial (2007) le reconocen acciones propias tales como: actuar como referente institucional en la escuela asociada para que el practicante pueda vincularse con el contexto; constituirse en nexo entre el grupo-clase de la escuela y el residente para que este pueda aproximarse a sus particularidades y así fundamentar la pertinencia de sus propuestas de intervención; ser parte de un equipo docente, junto con los profesores formadores, involucrándose en las tareas de favorecer el aprendizaje del rol docente, acompañar las reflexiones y el análisis sobre la propia práctica; brindar herramientas para el diseño de propuestas didácticas.

Este conjunto de actuaciones previstas para el coformador revela, por un lado, que la sola presencia de un residente en un aula no garantiza la construcción del perfil profesional del acompañante en terreno. Por otro lado, el documento deja entrever que estas acciones que se le atribuyen al coformador no son ajenas a las que involucran al practicante y al formador.

El residente espera ser acompañado en el ingreso a la “red de significados que circulan alrededor de la práctica docente” (Foresi, 2012, p.225). En pos de este acompañamiento, los distintos actores intervinientes interactúan entre sí generando una trama de vínculos intersubjetivos.

Tal como señala Foresi (2012), para que el coformador se sienta verdaderamente parte de la formación de los futuros profesores, debe conocer los objetivos del proceso, sin que esto



JORNADA DE EXPERIENCIAS INNOVADORAS EN EDUCACIÓN EN LA FCEIA

signifique la pérdida de libertades para aportar sus propias visiones y enfoques y expresar sus dudas, ambivalencias y temores. En tal sentido, la autora propone actividades que podría llevar a cabo el coformador en las distintas etapas en las que se desarrolla una práctica, procurando que puedan ser concertadas en un clima de colaboración:

- Construir espacios de diálogo: reunirse con el docente formador y con el alumno residente, previamente al ingreso de este último en el aula, para realizar acuerdos básicos sobre distintos aspectos de esta instancia de formación (tareas, modalidad de trabajo y criterios de evaluación).
- Facilitar la construcción de una propuesta pedagógica: dar a conocer su programación anual, acordar los contenidos que el residente desarrollará, orientar si fuera necesario en la realización de dicha planificación, sugerir bibliografía o actividades.
- Aportar desde su experiencia pedagógica: ofrecer sugerencias y orientaciones a la propuesta áulica diseñada por el residente, dialogar sobre lo actuado para promover la reflexión.
- Comprometerse con el proceso: iniciar al futuro profesor en todas las actividades inherentes a la tarea docente, presenciando sus clases y evaluando el proceso del practicante en interacción cooperativa con el profesor formador.
- Capitalizar los aportes para su propia práctica: recuperar aprendizajes de la situación de formación.
- Difundir los saberes construidos: socializar las producciones, sus reflexiones sobre la práctica a la luz de la experiencia que se está transitando, sus propios aprendizajes, los relatos y narrativas que pudiese ir acopiando.

En relación con el “aportar desde la experiencia pedagógica” y “comprometerse con el proceso”, Percara y Ortegna (2018) traen a la escena de la práctica el concepto de *feedback*. Señalan que las instancias de comunicación de *feedback*, en las que se aprueban o sugieren modificaciones de acciones y procedimientos áulicos, generan reflexión y se constituyen en una guía para los futuros profesores. En sus palabras “es de importancia central para los practicantes en tanto sujetos de aprendizaje, ya que es la herramienta que les permite tomar conciencia de sus avances y retrocesos, fortalezas y debilidades, para enfrentar con solidez la práctica laboral futura” (pp.158-159).

Todas estas actividades que se atribuyen al coformador revelan, a su vez, la intención de que la tarea de formación en la práctica sea compartida entre todos los involucrados. Para que el trabajo articulado en el acompañamiento al futuro profesor sea posible, se requiere del compromiso de profesores formadores y coformadores, sostenido en la negociación entre las



JORNADA DE EXPERIENCIAS INNOVADORAS EN EDUCACIÓN EN LA FCEIA

instituciones involucradas y la vinculación intersubjetiva entre los actores directamente implicados.

Será necesario, entonces, establecer acuerdos para poder trascender modelos con rasgos de hegemonía por parte de los formadores en la toma de decisiones, para tender hacia un “modelo de resonancia colaborativa” en el marco del cual se conciba a la formación “como problema y responsabilidad compartida” y tanto formadores como coformadores participen con igual nivel de implicancia (Foresi, 2012, p.248).

Acompañamiento en las prácticas de residencia: ¿un trabajo conjunto?

Para el acompañamiento de los residentes en las instancias de trabajo en terreno desde las aulas de formación, se vienen instrumentando desde el año 2010 algunas estrategias de enseñanza afines a la modalidad Taller que se implementa en los espacios de PPD. Se destacan, entre otras, la escritura académica en acceso abierto y el trabajo colaborativo entre pares.

En relación con la escritura académica en acceso abierto, se reconoce la significatividad del registro escrito de lo que acontece en el terreno (tanto de lo observado como de lo actuado) como un modo de perpetuar las vivencias en el tiempo, para poder reflexionar sobre las situaciones relatadas y recuperarlas en futuros análisis todas las veces que sea necesario (Sgreccia *et al*, 2020). Sobre ese registro los formadores van dejando comentarios e interrogantes que invitan a repensar las situaciones relatadas, apuntando a la búsqueda de conexiones teóricas, propuestas alternativas de intervención y profundidad en las fundamentaciones sobre las decisiones metodológicas que en ellos se vislumbran. Asimismo, a medida que se avanza en la elaboración de relatos, los mismos residentes, en colaboración con sus pares, despliegan sus habilidades analítico-reflexivas estableciendo conexiones cada vez más profundas.

De manera similar se aborda la instancia de planificación de unidades didácticas. Los estudiantes trabajan en documentos que comparten con los docentes formadores y sus pares. Allí vuelcan sus propuestas y a partir de la orientación y guía de los docentes y compañeros se van puliendo distintos aspectos de las mismas: secuenciación de actividades, formulación de objetivos de las mismas, institucionalizaciones, modos de interacción con los estudiantes previstos, selección de materiales y recursos, anticipación de posibles errores y dificultades, entre otros. En el siguiente extracto de planificación de un residente, se evidencian los intercambios surgidos en pos de guiarlo, en código de colores (cada color identifica a un actor interviniente, ya sea docente formador o par residente).

Se destinará a esta actividad 15-20 minutos aproximadamente (¿Se espera algún tipo de duda o dificultad con el inciso f de esta actividad debido a la aparición de número decimales? ¿Cómo se la abordaría? En caso de que los alumnos presenten alguna



JORNADA DE EXPERIENCIAS INNOVADORAS EN EDUCACIÓN EN LA FCEIA

dificultad en ese inciso, la docente les hará buscar o recordar la definición de razón para que comprendan que se está realizando una división, luego con las expresiones decimales ellos saben escribirlos como fracción, por lo que solo quedaría realizar una división entre dos fracciones).

Se espera que el alumno pueda identificar cuáles de los siguientes pares de razones forman una proporción realizando el cociente y observando si dan o no el mismo resultado ya que todavía no conocen la propiedad fundamental de las proporciones. Luego de esto se espera que también puedan identificar los extremos y medios de una proporción y dar la razón de proporcionalidad que hallaron anteriormente para decir si es una proporción. (Esto ya lo decidieron haciendo los cocientes, ¿no? Sí es verdad, ¡me quedó mal redactada esa partecita!).

Se realizará la corrección de forma oral y la docente irá anotando en el pizarrón la resolución. (Pueden surgir distintas representaciones para el r , tenerlo presente para comentar en la resolución)

La estrategia de escritura en acceso abierto se entretije con el trabajo colaborativo entre pares potenciándose a través del uso de herramientas tecnológicas de trabajo simultáneo en línea. De este modo se posibilita el acompañamiento entre clases presenciales y la colaboración entre pares residentes al habilitar el acceso a las producciones de sus compañeros, en pos de realizar aportes y proponer nuevas reflexiones. Este proceso de registro escrito de la experiencia y de reflexión conjunta sobre la misma a través del uso de documentos compartidos complementa los encuentros presenciales en el aula de formación. En dichos encuentros se comparten inquietudes, se plantean interrogantes y se realizan lecturas teóricas relativas a las problemáticas emergentes en el campo, se miran videos de clases para su posterior análisis, se simulan clases que posteriormente serán implementadas en las aulas de instituciones asociadas, y se realizan devoluciones personalizadas, matemática y didácticamente intencionadas sobre lo diseñado o sobre lo actuado, entre otras actividades.

Todas estas acciones planificadas desde la cátedra de Residencia tienen la intención de acompañar y retroalimentar el proceso de práctica, a la vez que van aportando indicios de progresos y rupturas, de avances y retrocesos permitiendo, así, evaluar el desempeño de los estudiantes y redireccionar las actuaciones de los docentes cuando es necesario.

Por su parte, los coformadores también efectúan acompañamiento a los residentes en sus prácticas y esto se refleja en comentarios que los practicantes dejan plasmados en sus relatos. En algunos casos las intervenciones de los coformadores tienen la intención de acercar a los futuros profesores a las particularidades de la institución o bien a las características del grupo-clase o de algún estudiante en particular, como se muestra, a modo de ejemplo, en los siguientes extractos de relatos de observación de clases.



JORNADA DE EXPERIENCIAS INNOVADORAS EN EDUCACIÓN EN LA FCEIA

En otra oportunidad D me comentó que siempre pide ir al baño o salir y me aclaró que no se puede salir libremente del aula, sino que el que sale tiene que ser anotado en una planilla.

En este tiempo, el docente me menciona que es un grupo más homogéneo que el del año anterior, refiriéndose a que no es necesario hacer adaptaciones a los estudiantes en la planificación. Además, me comenta que es un curso formado por más hombres que mujeres y que uno de los alumnos repitió tres años (...) En ese tiempo que el docente recorre los bancos, se acerca a los estudiantes y me menciona el nombre de cada uno de ellos. Repito los nombres para aprenderlos.

D me explica que ese alumno hace mucho no asistía a clase, pero que las veces que venía se notaba desganado, por lo que había que estar llamando su atención constantemente para que trabajara en clase (...) Ella me comenta que no les gusta mucho pasar al pizarrón a resolver, que prefieren corregir los ejercicios oralmente y que son pocos los alumnos que por voluntad propia participan, a los demás debe estimularlos.

En otras ocasiones, como se muestra en los fragmentos que aparecen a continuación, los coformadores comparten sus decisiones metodológicas e incluso materiales con la intención de orientar a los residentes.

En cuanto a la modalidad de trabajo que C toma, ella me contaba que suele trabajar con la ejemplificación de los conceptos teóricos. Y estos ejemplos se encontraban estructurados de tal manera que iban aumentando la “dificultad” (...) También me informaba de la forma en la que ella evaluaba; que muestra diferencias (a priori) con lo que es la evaluación tradicional: *“La forma en la que yo evaluo... es distinta. Lo hago diariamente. Yo lo que hago es darles unos ejercicios durante algunas clases... y con eso voy viendo cómo trabajan, qué hacen. Como son pocos puedo hacer eso”*. Siguiendo la línea de este último comentario que había hecho C, ella me decía las ventajas que surgían de trabajar con grupos más reducidos de alumnos. Recalcó lo importante que era *“comprender la individualidad”* de cada uno de los estudiantes; y cómo trabajar en pequeños grupos favorecía el aprendizaje.

Al retirarse los alumnos del salón estuve charlando unos minutos con la docente acerca de la planificación y me aconsejó dar rápido el tema ángulos y posiciones relativas de las rectas, ya que es un tema que lo saben de primaria, y que lo que le interesa que dé con profundidad es ángulos entres paralelas y ecuaciones (ángulos alternos internos y externos, ángulos correspondientes, etc.). Me dijo que aproximadamente le debería dedicar tres semanas a dicho tema (...) También le pregunté acerca de cómo se maneja con las pruebas escritas y con los trabajos prácticos y me dijo que suele tomar



JORNADA DE EXPERIENCIAS INNOVADORAS EN EDUCACIÓN EN LA FCEIA

continuamente trabajos prácticos, para hacer individualmente o de forma grupal, y que tiene en cuenta todo para la nota final, además de la participación en clase.

D me aclara que los estudiantes de primer año no usan calculadora sino que tienen escritos en la carátula de la carpeta los cuadrados y cubos de varios números enteros, que esto fue un acuerdo con la otra docente de matemática.

También hacen comentarios a través de los que valoran las propuestas didácticas de los estudiantes en la instancia de planificación para señalar aspectos logrados y a mejorar en relación con las actividades, la secuenciación de las mismas, los recursos a utilizar, el uso del lenguaje, entre otros. Se muestran ejemplos de ello en los siguientes extractos.

Durante el recreo, C se me acercó y me habló un poco más sobre mi planificación, debido a que no había contado con suficiente tiempo la clase anterior para ello. Entre las cosas que me dijo, era que debía evitar la utilización del lenguaje “académico y riguroso” al momento de dar la clase. Que entendía que era necesario en la planificación pero que frente a los chicos “no iba” (...) Me recomendó también que al momento de abarcar el tema de divisiones de polinomios, no haga divisiones demasiado “complicadas” o con polinomios de grado “muy grande” como divisores (lo cual me llevó a cambiar una de las actividades en la clase 4).

D me dice respecto a la misma: “¡Ay, qué lindo ejercicio!” y me dice que le encanta ver cosas nuevas ya que cada docente tiene su forma de dar clases y muchas veces no la cambia.

Durante la evaluación pude dialogar con la docente, le pedí la lista de las alumnas para realizar las planillas. Además, le mostré el cronograma de cómo vengo organizando las clases y le pareció bien, solo me sugirió que en una misma clase ya les haga resolver ecuaciones con suma de expresiones, expresiones a ambos lados y aplicando la propiedad distributiva. Me dijo que ella considera necesario darles muchas ecuaciones a las estudiantes para que resuelvan y fijen los contenidos. Con respecto a esto tal vez tenga que hacer algún cambio en la clase 7 y lo que pensé para la clase 8. Para las clases restantes me dijo que quiere que incluya las fracciones en las ecuaciones y me comentó que trabajaron con fracciones a principio de años. En cuanto al taller me dijo que no va a haber tiempo para arrancar con otro tema, por lo que será suficiente con la unidad que estoy planificando.

En ocasiones expresan sus pareceres en cuanto a los modos de actuación en el aula por parte de los residentes en las instancias de implementación; esto se evidencia en fragmentos de relato como los que siguen.

Durante el recreo charlando con D me comenta a modo de crítica constructiva que yo le pregunto muchas veces a los alumnos si me entienden, que en lugar de realizar esa



JORNADA DE EXPERIENCIAS INNOVADORAS EN EDUCACIÓN EN LA FCEIA

La docente del curso después habló conmigo recalcando esto de que estoy haciendo un buen trabajo, que no me desanime si a veces los alumnos se entusiasman pero después se dispersan.

Luego suena el timbre, y la docente contenta me felicita por mi desempeño en la primera clase.

Sobre el final de la experiencia de práctica, los coformadores efectúan devoluciones en las que valoran aspectos diversos que los mismos profesores reconocen como relevantes para la evaluación del desempeño de los residentes. En algunos casos, los aspectos valorados se corresponden con algunos de los señalados en las intervenciones y comentarios realizados durante el proceso y otros son incorporados en esta instancia de cierre, a modo de mensaje o consejo para el futuro profesional. Se comparte, a continuación, la devolución de una coformadora a su residente.

La residente planificó cada una de sus clases en forma ordenada y clara, respetando la programación de los contenidos de la asignatura.

Utilizó distintos recursos y/o materiales como afiches, fibrones de colores para el desarrollo de las actividades.

Siempre estuvo atenta a las dudas que presentaron los estudiantes repasando al comienzo de cada clase, atendiendo las diferentes necesidades.

Empleó diversas estrategias, como trucos de magia para motivar y ayudar en la comprensión de los contenidos.

Además, entregó a cada uno de los alumnos diferentes fotocopias con la teoría y ejercitación.

Como recomendación a la futura profesora para que sus clases sean aún más productivas, sugiero: levantar el volumen de su voz en determinados momentos para mejorar la atención del alumnado y ser un poco más breve cuando explica o aclara dudas en forma individual.

Desde ya el tiempo compartido con [nombre de la residente] fue muy bueno; es una persona amable, paciente y considerada.

¡Mis mejores deseos!

Si bien todos los aportes de los coformadores son considerados por los formadores y los practicantes, estos últimos expresan que desearían contar con un mayor acompañamiento de su parte, especialmente, en las instancias de planificación. Esto se destacó como una preocupación compartida por el grupo de residentes que cursaron la asignatura durante el año 2019. Tal es así que una de las estudiantes (cursante 2019), decidió considerar como eje de análisis la problematización del rol del coformador, recuperando las categorías propuestas por Foresi (2012) compartidas en este trabajo. La residente realiza su análisis basándose en las respuestas a una encuesta por ella diseñada e implementada. En el mismo se revela que todos



JORNADA DE EXPERIENCIAS INNOVADORAS EN EDUCACIÓN EN LA FCEIA

los encuestados reconocen haber generado instancias de diálogo con sus coformadores. En relación con el aporte a la construcción de la propuesta pedagógica, la pregunta incluida en el instrumento de recolección de la información se centra específicamente en la instancia de planificación. En las respuestas dadas a la misma, cinco de 11 residentes expresan haberse sentido orientados por el coformador; aunque no se amplía sobre el tipo de acompañamiento recibido en este sentido. Asimismo, se explicita orientación en las instancias de reflexión sobre lo actuado, basada en la experiencia pedagógica de los docentes coformadores. Así, por ejemplo, los residentes valoran la guía en relación con estudiantes que requieren particular atención, en la adaptación del uso del lenguaje atendiendo a las características de los destinatarios, en los modos de recuperar indicios de comprensión y en la toma de decisiones acerca de la organización de los tiempos de la clase y del desarrollo de ciertos contenidos. También reconocen el apoyo emocional ante las sensaciones de miedo o frustración. En conexión con la categoría “comprometerse con el proceso”, se interroga acerca de la presencia de los coformadores en las clases en las que los residentes implementan sus unidades didácticas y su atención al desarrollo de las mismas. Si bien todos los coformadores estuvieron presentes en las clases, se señalan algunas ausencias y faltas de atención explícita. Por último, se les consulta a los practicantes si consideran importante el rol desempeñado por los coformadores en la concreción de sus prácticas. En su mayoría manifiestan la relevancia del rol, con mayor o menor énfasis. Para complementar la síntesis de este trabajo, se comparte un extracto de las conclusiones de la residente.

(...) la mayoría de los residentes no percibieron por parte de sus coformadores un rol activo en sus prácticas, en cuanto a las orientaciones en las planificaciones de las unidades didácticas, a las devoluciones u aportes que propicien un mejoramiento en sus prácticas. Por esto, considero importante remarcar la necesidad de una formación a los docentes coformadores para que este rol sea activo, beneficioso y significativo en el acompañamiento a futuros docentes en adelante. Además, incrementarían experiencias e innovaciones en la capacitación continua de los docentes coformadores.

A modo de síntesis, lo que los residentes expresan en la encuesta revela que, si bien reconocen la importancia del rol del coformador, las diversas intervenciones realizadas por estos últimos no resultan suficientes para garantizar un acompañamiento significativo en ciertas instancias. Sin embargo, este hecho no puede considerarse de manera aislada del accionar de los formadores pues, tal como lo recalca Foresi (2012) se trata, esencialmente, de una tarea que debe ser compartida. Se reconoce, en este sentido, que si bien son variadas las acciones que se proponen desde la cátedra de Residencia con la intención de guiar a los futuros profesores en la construcción de conocimiento para la acción, estas suelen ser estar desvinculadas del acompañamiento que brindan, por su parte, los coformadores.



JORNADA DE EXPERIENCIAS INNOVADORAS EN EDUCACIÓN EN LA FCEIA

Se configura, así, un esquema de interacciones entre actores (Fig. 1), a propósito de la práctica, en el que algunos vínculos se encuentran más fortalecidos que otros.

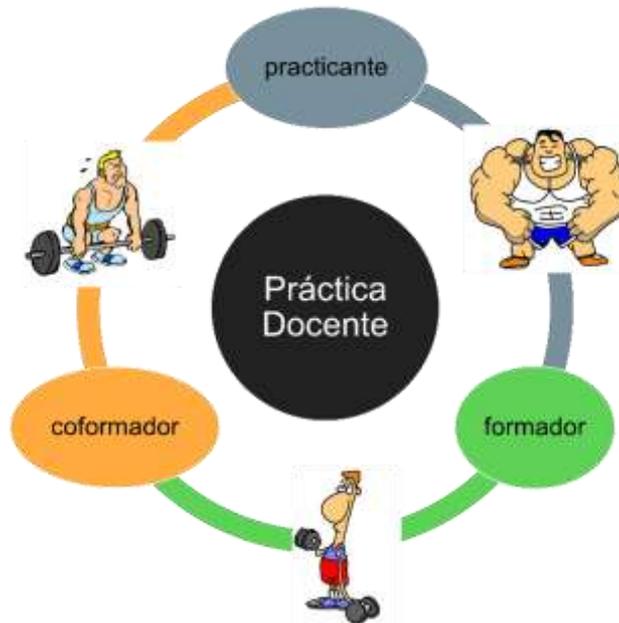


Figura 1. Esquema actual de interacciones entre actores intervinientes en la práctica

Propuestas de articulación: hacia un modelo de resonancia colaborativa

El desafío de lograr una verdadera articulación entre todas las partes intervinientes en la práctica, inspiró la propuesta de algunas acciones puntuales por parte de los docentes a cargo de la cátedra de Residencia que comenzaron a implementarse desde el año 2019. Entre ellas, se destacan la habilitación de espacios de diálogo en encuentros presenciales y de acceso a los documentos de registro colaborativo de la experiencia. También, se los invitó a las instancias de cierre de la experiencia en la que los residentes comparten una síntesis de la misma (como ya se venía haciendo en los últimos años).

Así, se concretaron tres encuentros de intercambio con docentes coformadores (dos en el marco de las prácticas de nivel superior y uno en el marco de las prácticas de nivel secundario) en los que se explicitaron cuestiones relativas a la modalidad de trabajo y criterios de evaluación y se consensuaron acciones de acompañamiento conjunto. En cuanto al acceso a los documentos colaborativos, se invitó a los coformadores a involucrarse en los intercambios de los que habitualmente participaban practicantes y formadores, realizando aportes y dejando sus comentarios por escrito.

Si bien no todos los coformadores participaron de los encuentros presenciales y las intervenciones en los documentos colaborativos fueron muy escasas, se reconoce el compromiso por ellos asumido al aceptar practicantes en sus clases. También se destaca la



JORNADA DE EXPERIENCIAS INNOVADORAS EN EDUCACIÓN EN LA FCEIA

intención de orientar a los residentes a partir de la diversidad de intervenciones que se reflejan en los relatos, de los que se han podido recuperar vastos ejemplos.

Se considera que este tipo de acciones tiende a fortalecer los vínculos y a ponderar el rol activo del coformador, hacia una nueva configuración del esquema de interacciones (Fig. 1) en el que todas las partes intervinientes en el acompañamiento de los practicantes resulten igualmente implicadas (Foresi, 2012). Asimismo, se reconoce la necesidad de potenciarlas y de profundizar la búsqueda de estrategias de articulación alternativas en pos de lograr una verdadera vinculación intersubjetiva que redunde en una formación en la práctica de calidad para los estudiantes del PM.

Referencias bibliográficas

- Davini, M.C. (2015). *La formación en la práctica docente*. Buenos Aires, Argentina: Paidós.
- Edelstein, G. (2015). La enseñanza en la formación para la práctica. *Educación, Formación e Investigación*, 1(1), 1-11.
- Foresi, M. (2012). El profesor coformador: ¿es posible la construcción de una identidad profesional? En L. Sanjurjo (Coord.). *Los dispositivos para la formación en las prácticas profesionales* (pp.223-269). Rosario, Argentina: HomoSapiens.
- Ministerio de Educación de la Nación (2007). *Lineamientos Curriculares Nacionales para la Formación Docente Inicial*. Buenos Aires, Argentina: Autor.
- Percara, A. y Orgnero, C. (2018). La práctica de la Enseñanza y el rol colaborativo del coformador en la comunicación del feedback. *Educación, Formación e Investigación*, 46, 153-163.
- Sgreccia, N., Ciccioli, V. y Dominguez, E. (2020). La gradualidad en el trayecto de la Práctica Profesional Docente del Profesorado en Matemática. *VII Jornadas Nacionales y III Latinoamericanas de Ingreso y Permanencia en carreras Científico-Tecnológicas*. San Miguel de Tucumán, noviembre.
- Sanjurjo, L. (2012). Razones que fundamentan nuestra mirada acerca de la formación en la práctica. En L. Sanjurjo (Coord.). *Los dispositivos para la formación en las prácticas profesionales* (pp.15-43). Rosario, Argentina: HomoSapiens.



JORNADA DE EXPERIENCIAS INNOVADORAS EN EDUCACIÓN EN LA FCEIA

ANÁLISIS BIBLIOMÉTRICO DE PUBLICACIONES EDUCATIVAS SOBRE COMPETENCIAS EN INGENIERÍA

Juliana Huergo, Mabel Irene Santoro y Cristina Susana Rodríguez

Escuela de Formación Básica. Departamento de Física y Química

FCEIA-UNR

jhuergo@fceia.unr.edu.ar, msantoro@fceia.unr.edu.ar, cristina@fceia.unr.edu.ar

Resumen

Se presenta un análisis bibliométrico de las publicaciones compiladas en los congresos sobre Educación en Ingeniería en Argentina durante 2018. Particularmente, se analizan los artículos de CAEDI (X Congreso Argentino de Enseñanza de la Ingeniería) y de CLICAP (5ª edición del Congreso Latinoamericano de Ingeniería y Ciencias Aplicadas), del área de Educación. El criterio de selección es la inclusión del término COMPETENCIA en el título y las variables analizadas son Congreso, Institución, Cátedra, Carrera y Competencia. Se encontraron 29 artículos provenientes de 20 instituciones, en las que participaron 14 áreas disciplinares y afectaron a estudiantes y docentes de más de 12 carreras. Además se examina el abordaje de las competencias de ingreso, las genéricas y las específicas de carreras. Los resultados obtenidos permiten una caracterización sobre la implementación de las competencias en la docencia de Ingeniería ya que se logró acceder a una caracterización estadística que visibiliza, en algunos aspectos, la iniciativa del CONFEDI impulsada desde 2006.

Palabras clave: Química, Ingenierías, Competencias, Análisis bibliométrico.

Abstract

A bibliometric analysis of the publications compiled in the congresses on Engineering Education in Argentina during 2018 is presented. Particularly, the CAEDI and CLICAP articles of the Education area were analyzed. The selection criterion is the inclusion of the term COMPETENCE in the title and the variables analyzed were Congress, Institution, Chair, Career and Competition. We found 29 articles from 20 institutions, in which 14 disciplinary areas participated and affected students and teachers from more than 12 careers. It also examines the approach to entry skills, generic and career-specific. The results obtained allow a characterization on the implementation of competences in Engineering teaching, since it was possible to access a statistical characterization that makes visible, in some aspects, the CONFEDI initiative launched since 2006.

Keywords: Chemistry, Engineering, Skills, Bibliometric analysis.

Introducción

En 1988 se conformó el Consejo Federal de Decanos de Facultades de Ingeniería (CONFEDI) de la República Argentina. El mismo surgió a partir de la inquietud de un grupo de decanos de conformar un ámbito de debate y resolución de las problemáticas universitarias planteadas en las unidades académicas de Ingeniería de nuestro país. Particularmente, este consejo fue consolidado con la misión de cumplimentar los siguientes objetivos:



JORNADA DE EXPERIENCIAS INNOVADORAS EN EDUCACIÓN EN LA FCEIA

- Coordinar el accionar de las unidades académicas de la Ingeniería, propiciando sistemas de interrelación entre ellas.
- Articular las normativas correspondientes a cada una de ellas, de manera de propender a facilitar el intercambio de estudiantes, docentes, investigadores y personal no docente.
- Coordinar, compatibilizar y propiciar propuestas sobre planes de estudio y toda cuestión de interés común a las unidades académicas para ser tramitados por los canales orgánicos correspondientes.
- Fomentar actividades conjuntas de extensión universitaria, investigación y desarrollo, y capacitación de recursos humanos.
- Propender al más amplio intercambio de información y bibliografía entre las unidades académicas integrantes.
- Compatibilizar los sistemas existentes y proponer nuevos para la vinculación ante las unidades académicas y el medio.
- Diseñar y proponer nuevas disciplinas de grado y de posgrado, optimizando el uso de recursos existentes y coordinando las actividades con las estructuras de nivel nacional.
- Propiciar la interrelación con otras unidades académicas y organismos a nivel internacional.
- Propiciar y recomendar el uso racional de la energía, estimulando el desarrollo de fuentes no convencionales de energía y defender la preservación del medio ambiente.
- Propiciar toda actividad que redunde en beneficio de las unidades académicas integrantes (CONFEDI, 2014, p.7).

En la actualidad el CONFEDI está integrado por representantes de más de 100 Facultades o Departamentos de Ingeniería. Desde el año 2004, el CONFEDI promovió encuentros con la finalidad de articular los mecanismos necesarios para promover cambios curriculares a partir de procesos de homogeneización, acreditación y mejora en las unidades académicas de Ingeniería. Posteriormente, en el año 2006, este Consejo Nacional logró un acuerdo sobre las competencias que se deberían desarrollar durante la formación de los graduados de Ingeniería en Argentina. En este sentido, se identificaron como “Competencias Genéricas de Egreso del Ingeniero Argentino” a 10 competencias, de las cuales cinco son referidas a cuestiones Tecnológicas y las otras cinco se vinculan a aspectos Sociales, Políticos y Actitudinales. Dichas competencias de egreso constituyen la base para la aplicación de metodologías y estrategias de enseñanza que apuntan a la formación por competencias, que promueven el desarrollo de capacidades y habilidades. Es decir, se propuso una Educación integral, más que la mera acumulación de conocimientos técnicos o tecnológicos.

Siguiendo sus lineamientos, las unidades académicas en las que se dictan carreras de Ingeniería han incorporado, paulatinamente y con distintos grados de avance, actividades para el desarrollo de estas competencias (Acevedo *et al*, 2018). De este modo, nuestro país se



JORNADA DE EXPERIENCIAS INNOVADORAS EN EDUCACIÓN EN LA FCEIA

suma a las tendencias educativas que surgieron a fines del siglo XIX en Estados Unidos y que, a partir de la década de 1980, se comenzaron a identificar con el concepto de competencias utilizado, adicionalmente, tanto en Europa como en América Latina. Recientemente, y en continuidad con esta línea, se aprobó un “Documento marco sobre la formulación de estándares para la acreditación de carreras de grado”, según Resolución 989/2018 del Ministerio de Educación. Es en este documento donde se propone un nuevo estándar nacional, para el tercer ciclo de acreditación obligatoria, y destinado a 25 títulos de Ingeniería de Argentina. Asimismo, a lo largo del documento se detallan las “Competencias Específicas y Descriptores de Conocimiento para dichas carreras” estructurados a partir de los siguientes objetivos:

- Actualizar y consolidar el actual modelo de formación de ingenieros.
- Consolidar un modelo de aprendizaje centrado en el estudiante.
- Definir un modelo comparable internacionalmente.
- Definir un enfoque basado en competencias y descriptores de conocimiento.
- Asegurar el cumplimiento de las actividades reservadas definidas para cada título.
- Organizar la estructura curricular en base a: Ciencias Básicas de la Ingeniería; Tecnologías Básicas; Tecnologías Aplicadas; Ciencias y Tecnologías Complementarias (CONFEDI, 2018, p.1).

Para conocer cuáles son las competencias que desarrollan los docentes e investigadores de las diferentes unidades académicas del país, es que se realiza este estudio utilizando la bibliometría como herramienta de análisis.

Objetivos

En este trabajo se propone:

1. A partir de la estadística clásica descriptiva analizar el corpus de publicaciones pertenecientes a dos congresos, en función de la implementación de la palabra “competencia” en el título de las mismas respecto a la Institución, Cátedra y Carrera.
2. Analizar cuáles son las competencias más desarrolladas en las unidades académicas.
3. Comparar las competencias más desarrolladas en las unidades académicas analizadas con las competencias desarrolladas en la cátedra de Química de Facultad de Ciencias Exactas, Ingeniería y Agrimensura (FCEIA) de la Universidad Nacional de Rosario (UNR).

Competencias en la Facultad de Ciencias Exactas, Ingeniería y Agrimensura

En la FCEIA de la UNR se brindan opciones académicas para aquellas personas que quieran optar por el título universitario de Ingeniero/a Civil, Industrial, Eléctrica, Electrónica, Mecánica, y Agrimensura, además de Licenciaturas y Profesorados en Ciencias Exactas y Naturales. En



JORNADA DE EXPERIENCIAS INNOVADORAS EN EDUCACIÓN EN LA FCEIA

relación con las carreras de Ingeniería, se propone una sólida formación en Ciencias Básicas y Tecnologías Básicas. Además, en los planes de estudio de dichas carreras (actualizados en 2014), se sostiene la actualización de contenidos para dar cuenta de los avances tecnológicos de cada especialidad, formaliza la incorporación de las prácticas profesionales, articula la formación integral, a la vez que contempla una adecuada inserción de contenidos de Ciencias Sociales y Humanidades. Por otro lado, diversifica los formatos de las actividades curriculares, dando un paso hacia la formación por competencias (conocimientos, habilidades y actitudes), reconoce y promociona la participación de los estudiantes en proyectos de investigación y extensión, así como también estadías en otras Universidades del país y el extranjero, posibilitando una formación más flexible. Por ejemplo, la incorporación de metodologías de Taller, Seminario y Proyecto posibilita la integración de conocimientos, el desarrollo de competencias y el “aprender haciendo”. Además, propician la interacción grupal, no excluyendo el trabajo individual, y contribuyen al desarrollo de competencias de comunicación escrita, oral y gráfica. En este sentido, en las diferentes etapas de las carreras de Ingeniería se manifiesta la intención de promover la formación por competencias:

- En el bloque de asignaturas de la formación integral, se busca desarrollar competencias en Economía, Legislación, Organización Industrial, Gestión Ambiental, Formulación y Evaluación de Proyectos, y Seguridad del Trabajo y Ambiental.
- En los proyectos, actividades curriculares que implican la resolución de un problema de Ingeniería, los y las estudiantes deben hacer confluir las competencias adquiridas en las distintas actividades curriculares transitadas hasta el momento, y articularlas de modo de ofrecer una solución técnica concreta al problema presentado.
- En la Práctica Profesional Supervisada, una práctica realizada por el alumno en una actividad y en un ámbito real e inherente a su futura profesión, se busca que las y los estudiantes pongan en práctica las competencias que se requerirán para actuar idóneamente en el campo para el cual habilita la carrera.

Competencias que se intentan desarrollar desde Química como aporte a las competencias de ingreso y egreso en FCEIA

Asimismo, la formación por competencias se manifiesta en las diferentes asignaturas. En especial, la Facultad cuenta con una única asignatura Química, cuyo dictado es cuatrimestral y se acredita por promoción directa. Es una asignatura diferente a las asignaturas de Química de las Ingenierías no Químicas de otras Universidades (públicas y privadas), ya que condensa en un cuatrimestre temas tan amplios que van desde estructura atómica, relación estructura-enlace-propiedades de sustancias y materiales, transformaciones químicas, hasta aplicaciones ingenieriles. Es decir, combina temas de Química general, inorgánica, orgánica y aplicada.



JORNADA DE EXPERIENCIAS INNOVADORAS EN EDUCACIÓN EN LA FCEIA

Además, se han incorporado a la currícula, las consideraciones del CONFEDI respecto a la Educación por Competencias. Particularmente, interesa en la Didáctica vincular “*identificar, formular y resolver problemas de Ingeniería*” (una de las Competencias Tecnológicas) con “*comunicarse con efectividad*” (una de las Competencias Sociales, Políticas y Actitudinales). Por otro lado, un evidente rechazo que los estudiantes exhiben hacia el estudio sostenido y sustentable de la Química junto a un escaso desarrollo de competencias de acceso a la Universidad, tanto específicas como básicas, conforman un contexto extenuante, abrumador y desesperanzador tanto para docentes como para el grueso de los estudiantes del curso que no logran el desarrollo de ciertas competencias en un nivel suficiente como para acreditar (Santoro *et al*, 2019; Huergo *et al*, 2018).

Por esto, el Grupo de Investigación en Educación Química (GIEQ) de la FCEIA se aboca al estudio de la enseñanza y el aprendizaje por competencias, con publicación de artículos de investigación desde el año 2007. En sus comienzos, la prioridad fue la enseñanza explícita de la capacidad de argumentar científicamente en Química las propiedades de sustancias y materiales aplicando, para su enseñanza, aprendizaje y evaluación, el Modelo Argumental de Toulmin (MAT) (Sardà y Sanmartí Puig, 2000). Con la mejora sustancial de los textos argumentativos expresados por los estudiantes en las evaluaciones de acreditación, el GIEQ propone indagar sobre las explicaciones presentes en los libros universitarios de Química y la valoración de la potencial influencia de las explicaciones sobre el desarrollo de la capacidad argumentativa del lector. Se detecta que los libros analizados no presentan textos argumentativos completos según el MAT y los problemas numéricos que solicitan explicar, justificar, fundamentar, omiten explicaciones completas y argumentaciones, y apelan solo a frases breves que enuncian algún concepto (Relling *et al*, 2018; Rodríguez, Juárez *et al*, 2015; Rodríguez *et al*, 2016; Rodríguez, Santoro *et al*, 2015; Santoro *et al*, 2016; Santoro *et al*, 2019). Estos resultados advierten la necesaria implementación de la enseñanza explícita de capacidades cognitivo-lingüísticas en la resolución de problemas numéricos, por lo cual deviene en 2014 un nuevo proyecto. El mismo se propuso: investigar las competencias genéricas y específicas, las cuales, a criterio de los docentes de Química, debieran desarrollarse para resolución de problemas numéricos; conocer las competencias que deberían fortalecerse al inicio del curso; planificar su enseñanza; valorar el rendimiento de los estudiantes en las evaluaciones de acreditación luego de la instrucción. Analizando la realidad de los estudiantes, se comprobó y se comprueba que la mejora en los argumentos se evidencia en la resolución de problemas teóricos y solo el 30% logra justificar y argumentar la resolución de problemas numéricos integrados. Esta realidad conlleva a que solo un escaso porcentaje acredita la asignatura (Huergo *et al*, 2018). A pesar del esfuerzo puesto para que la instrucción se aproxime cada vez más a una enseñanza basada en competencias, el GIEQ considera que



JORNADA DE EXPERIENCIAS INNOVADORAS EN EDUCACIÓN EN LA FCEIA

se favorecería desarrollando un currículo que, además, no contemple la división Teoría y Práctica.

Bibliometría como herramienta de análisis

La bibliometría surge a principios del siglo pasado frente a la necesidad de efectuar un recuento de las publicaciones existentes que empezaban a ser inasequibles a los investigadores por el gran volumen que estaban alcanzando. El término fue acuñado por Otlet en el año 1934 para identificar la técnica que trataba de cuantificar la ciencia y a los científicos. Así, pues, la bibliometría tiene carácter multidisciplinar pues toma herramientas de la estadística para realizar sus estudios y se ayuda de la informática para construir los resultados por medio de hojas de cálculo o programas de computación, además de contar con la utilización de las bases de datos que contienen los documentos que analiza (Carrizo Sainero, 2000).

Actualmente, el tratamiento y manejo de la literatura científica por medios cuantitativos de recuento y análisis, además de considerar el volumen de publicaciones, la productividad de autores y revistas, sirve para abordar en un sentido más amplio, el conocimiento de los procesos y la tendencia de las ciencias. Es decir, basados en recursos cuantitativos y analíticos, mediante la aplicación de Estadística descriptiva, análisis multidimensional y representaciones gráficas, la bibliometría permite medir ciertas variables vinculadas al desarrollo de la ciencia.

Por otro lado, este método es de gran utilidad en la política científica ya que ayuda a direccionar la formulación de planes y estrategias para orientar las dinámicas de desarrollo de la producción de conocimiento de una comunidad. Todo esto es posible debido a que el objetivo del método apunta al aspecto estadístico del lenguaje, es decir, a medir la frecuencia de uso de palabras, frases en materiales impresos o electrónicos, así como los vínculos que resultan de la relación autor / productividad, institución / país / producción, las características de las fuentes de publicación, las citas que se hacen en las publicaciones, los autores citados, las auto-citas, las co-citaciones, países e instituciones que producen documentos, entre otros (Aguilar *et al*, 2007).

Metodología

Para lograr los objetivos propuestos se resuelve hacer un estudio bibliométrico, un estudio cuantitativo que permite medir ciertas variables vinculadas al desarrollo de la ciencia.

Unidades de análisis

Considerando que las innovaciones en docencia universitaria constituyen el área de investigación para docentes e investigadores en Didáctica, este estudio bibliométrico se



JORNADA DE EXPERIENCIAS INNOVADORAS EN EDUCACIÓN EN LA FCEIA

focaliza en las publicaciones realizadas en congresos de Ingeniería argentinos que presentan áreas específicas de investigación en Educación. Los dos congresos seleccionados se desarrollaron en 2018 en las ciudades de San Rafael, Mendoza y Córdoba Capital. Estos son: CLICAP (realizado entre el 11 y 13 de abril) y CAEDI (realizado entre el 19 y 21 de septiembre), respectivamente. Se realiza un análisis del discurso, en el texto completo de las publicaciones expuestas en las Memorias de CLICAP (Memorias CLICAP, 2018) y en el Libro de Actas de CAEDI (Programa CAEDI, 2018).

El criterio de selección de las publicaciones es que se cumpla la condición de que el término “competencia” sea parte del título. Una vez seleccionados los 29 artículos se analizan las siguientes variables con las que se construye una matriz de datos: Congreso, Institución, Cátedra, Carrera y Competencia. Posteriormente se hace un análisis estadístico con el programa OpenOffice.

Resultados

A continuación se muestra la cantidad de publicaciones con la palabra “competencia” en el título según las variables enunciadas.

Variable Congreso

En el CLICAP 2018, particularmente en el Área Educación en Ciencias e Ingeniería, se publicaron 23 artículos de los cuales cinco presentan la palabra “competencia” en su título, por lo que cumplen con el criterio de selección. Por su parte, en el Libro de Actas de CAEDI 2018, se publicaron 104 artículos, entre ellos 24 cumplen con el criterio definido. De este modo, se seleccionan 29 artículos para el posterior análisis.

Variable Institución

Los autores de las 29 publicaciones pertenecen a 20 instituciones: 14 Facultades de Universidades Nacionales (UUNN), cuatro Facultades de Ingeniería de la Universidad Tecnológica Nacional (UTN), uno CONICET y uno Instituto Tecnológico extranjero (mejicano). Particularmente, se enumera la cantidad de artículos provenientes de cada institución encontrándose que, tanto para las Facultades de la UTN como de las UUNN, la cantidad de artículos varía entre uno y tres por Facultad. Además, tanto CONICET como Instituto extranjero presentan solo una publicación proveniente de cada uno.

Variable Cátedra

Los autores de las 29 publicaciones pertenecen a distintas cátedras de las instituciones analizadas. A continuación se agrupan según la disciplina y se identifican 14 áreas, lo que se refleja en la información presente en la Tabla 1: aquí se muestra cada área y la cantidad de publicaciones correspondientes a cada una de ellas.



JORNADA DE EXPERIENCIAS INNOVADORAS EN EDUCACIÓN EN LA FCEIA

Tabla 1. Cantidad de artículos publicados por área disciplinar

| Áreas | Nº Artículos |
|-------------------------------|--------------|
| Ingeniería y Sociedad | 1 |
| Representación Gráfica | 1 |
| Recursos Humanos | 1 |
| Rehabilitación | 1 |
| Economía | 1 |
| Gestión de la Innovación | 1 |
| Biomecánica | 1 |
| Estadística | 2 |
| Dispositivos Electrónicos | 3 |
| Física | 4 |
| Gestión Ambiental y Seguridad | 4 |
| Informática | 4 |
| Matemática | 4 |
| Química | 6 |

Variable Carrera

Cuando se analizan las carreras destinatarias de las propuestas didácticas presentes en las publicaciones analizadas, se observa que en ocho artículos no se aclara una carrera en particular, o se generaliza “para todas las Ingenierías de las unidades académicas”; por otro lado, en dos artículos se destina la propuesta a otras carreras (como Licenciatura o Arquitectura), además de las Ingenierías, y finalmente en los 19 artículos restantes se identifican carreras de Ingeniería exclusivamente. Estos resultados se discriminan en la Tabla 2: se presentan dichas carreras y la cantidad de publicaciones en las que fueron involucradas.

Tabla 2. Cantidad de artículos por carrera específicamente de Ingeniería

| Carreras (Ingenierías) | Nº Artículos |
|-------------------------------------|--------------|
| Mecatrónica | 1 |
| Aeronáutica | 1 |
| Telecomunicaciones | 2 |
| Agrimensura | 2 |
| Biomédica y Bioingeniería | 3 |
| Química | 4 |
| Eléctrica | 4 |
| Computación o Sistemas Informáticos | 4 |
| Civil | 4 |
| Mecánica | 5 |
| Industrial | 6 |
| Electrónica | 6 |

Otro análisis realizado muestra que 14 publicaciones están destinadas a una única carrera, el resto apunta a una cantidad enmarcada en el rango de dos a 13 carreras (no solo Ingeniería).

Variable Competencia

Al momento de analizar cuantitativamente la frecuencia de aparición de cada competencia, en los textos de los artículos se encuentra que en nueve casos no se especifican las competencias con las que han trabajado los investigadores, en cambio enuncian o generalizan sobre habilidades o capacidades abordadas. En los restantes 20 artículos se realizan dos análisis diferentes.



JORNADA DE EXPERIENCIAS INNOVADORAS EN EDUCACIÓN EN LA FCEIA

Por un lado, se encuentra que aproximadamente un tercio de las publicaciones, 12, abordan exclusivamente una única competencia. Además, el máximo de competencias especificadas en los textos analizados es de cinco, pero únicamente en dos casos. Por otro lado, se las caracterizan según la clasificación del CONFEDI: las Competencias Generales de Ingreso (CGI), las Competencias Específica de las Carreras de ingeniería (CEC) y las Competencias Genéricas de Egreso del Ingeniero (CG) (CONFEDI, 2018). Se observa que las CGI se abordan en cuatro artículos, las CEC se abordan en seis y las CG se abordan en 14.

Asimismo, respecto a estos últimos 14 artículos, en los que se trabajó sobre las CG, se cuantificó cada una de estas competencias en función de las categorías definidas por el CONFEDI; es decir, Competencias Genéricas Tecnológicas (CGT) y Competencias Genéricas Sociales, Políticas y Actitudinales (CGSPA) (CONFEDI, 2018). La información concerniente a este análisis se presenta en la Fig. 1.

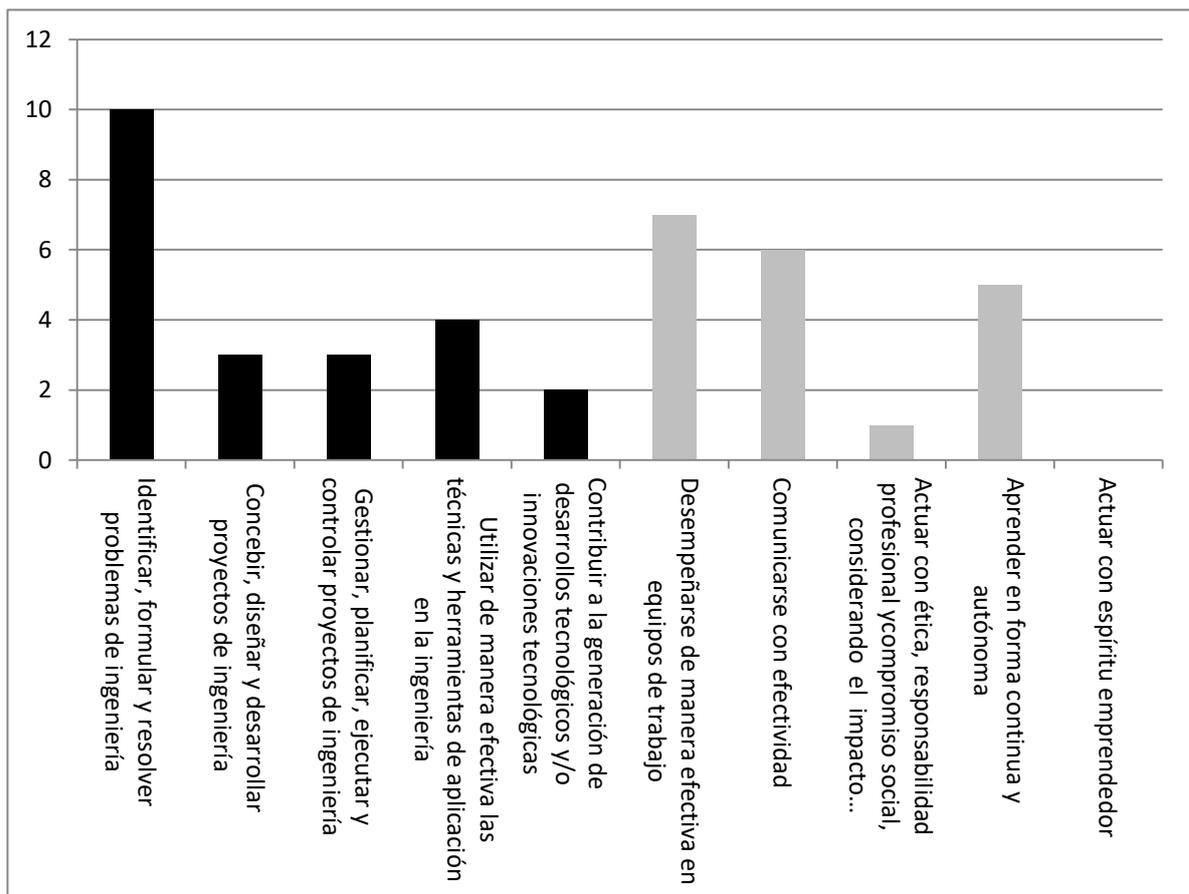


Figura 1. Cantidad de artículos en los que se abordan las Competencias Genéricas de Egreso del Ingeniero (las barras negras identifican las CGT y las grises las CGSPA)



JORNADA DE EXPERIENCIAS INNOVADORAS EN EDUCACIÓN EN LA FCEIA

análisis cuantitativo realizado permite destacar el bajo impacto de la temática “Educación por competencias” en los congresos mencionados. Cabe destacar que los resultados indican que los esfuerzos por la implementación de las competencias en las carreras de Ingeniería han comenzado, pero su relevancia en los congresos más destacados de Educación en Ingeniería es relativamente baja. A futuro, se propone repetir este análisis para evaluar si el porcentaje de publicaciones se incrementa, así como también evaluar si en el análisis estadístico hay incremento o disminución en la frecuencia de la implementación del término competencia para cada una de las unidades académicas, cátedras, carreras y, además, analizar en el mismo sentido la implementación de cada competencia específica. Asimismo, se podría ampliar la investigación, superando las limitaciones metodológicas mencionadas, seleccionando los artículos que presenten el término “competencia” en cualquier sección de los artículos.

Por otro lado, con relación al trabajo desarrollado por el GIEQ en los últimos años, las Competencias Genéricas de Egreso del Ingeniero a las que Química aporta y las que adquieren los estudiantes en la cátedra de Química de la FCEIA, que se infieren del análisis de las evaluaciones, se encuentran incluidas entre las tres Competencias Genéricas más impulsadas por colegas docentes del país. Es decir, el objetivo didáctico del GIEQ de vincular las competencias “*identificar, formular y resolver problemas de Ingeniería*” con “*comunicarse con efectividad*” concuerda con las tendencias nacionales de la formación por competencias, al menos, en el momento de este análisis. Sin embargo, no se sabe si las competencias genéricas que se intentan desarrollar (como interpretar, justificar, modelizar, argumentar, etc.) y el conocimiento de contenidos específicos de Química (como la competencia en saber seleccionar un material y no otro; en analizar procesos de corrosión, en detectar peligros en procesos metalúrgicos, en saber procesos de degradación de hormigones y cementos, etc.) son sostenidos en el tiempo, pues no hay ninguna actividad curricular posterior que manifieste si los estudiantes las han adquirido o no, ya que este tipo de competencias (cognitivo-lingüísticas y específicas) aparentemente son de menor relevancia para las áreas del ciclo superior.

Por último, un aporte adicional que genera este análisis es dar luz sobre experiencias respecto de la competencia “*desempeñarse de manera efectiva en equipos de trabajo*”, lo cual impulsaría ideas para comenzar a desarrollarla con nuestros estudiantes, pues el GIEQ la considera como una debilidad en el currículo de Química.

Referencias bibliográficas

- Acevedo, M., Bedogni, G. y Okulik, N. (2018). Línea de base para la formación por competencias. *X Congreso Argentino de Enseñanza de la Ingeniería*. Córdoba, septiembre.
- Aguilar, B., Constanza, M., López López, W., Barreto, I., Bolena Rey, Z., Rodríguez, C. y Vargas, E.C. (2007). Análisis bibliométrico de los trabajos de grado del área organizacional



JORNADA DE EXPERIENCIAS INNOVADORAS EN EDUCACIÓN EN LA FCEIA

- de la Facultad de Psicología de la Universidad Santo Tomás. *Diversitas: Perspectivas en psicología*, 3(2), 317-334.
- Carrizo Sainero, G. (2000). Hacia un concepto de Bibliometría. *Revista de Investigación Iberoamericana en Ciencia de la Información y Documentación*, 1(2), 1-10.
- CONFEDI (2014). *Competencias en Ingeniería*. Disponible en: https://confedi.org.ar/download/documentos_confedi/Cuadernillo-de-Competencias-del-CONFEDI.pdf.
- CONFEDI (2018). *Libro Rojo. Estándares de segunda generación para Ingeniería*. Disponible en: https://confedi.org.ar/download/documentos_confedi/LIBRO-ROJO-DE-CONFEDI-Estandares-de-Segunda-Generacion-para-Ingenieria-2018-VFPublicada.pdf.
- CONFEDI. *Consejo Federal de Decanos de Ingeniería de la República Argentina*. Disponible en: <https://confedi.org.ar>.
- Huergo, J. Relling, V.M., Disetti, M.E., Santoro, M.I., Faccendini, P.L. y Rodríguez, C.S. (2018). Descripción estadística de estudiantes promovidos de química de la FCEIA desde 2015 a 2017. *Anuario Latinoamericano de Educación Química*, 30(32), 25-30.
- Memorias CLICAP (2018). *Congreso Latinoamericano de Ingeniería y Ciencias Aplicadas*. San Rafael, abril. Disponible en: <http://fcai.uncuyo.edu.ar/memorias>.
- Programa CAEDI (2018). *X Congreso Argentino de Enseñanza de la Ingeniería*. Córdoba, septiembre. Disponible en: <https://cadi.org.ar/wp-content/uploads/2018/09/Programa-CAEDI-2018.pdf>.
- Relling, V.M., Huergo, J., Disetti, M.E., Faccendini, P.L., Santoro, M.I. y Rodríguez, C.S. (2018). Textos justificativos y argumentativos influyen los enunciados, la estrategia didáctica y el aprendizaje. *IV Congreso Argentino de Ingeniería - X Congreso Argentino de Enseñanza de la Ingeniería*. Córdoba, septiembre.
- Rodríguez, C.S., Juárez, S.M. y Santoro, M.I. (2015). Proyecto: La resolución de problemas de Química en la Facultad de Ciencias Exactas, Ingeniería y Agrimensura de la UNR. Competencias genéricas y específicas. Informe preliminar. *Anuario Latinoamericano de Educación Química*, 28(30), 106-111.
- Rodríguez, C.S., Santoro, M.I. y Huergo J. (2016). Resolución de problemas numéricos de Química. El rol de la justificación explícita. *Anuario Latinoamericano de Educación Química*, 29(31), 54-58.
- Rodríguez, C.S., Santoro, M.I. y Relling V.M. (2015). Competencia en resolución de problemas. *Anuario Latinoamericano de Educación Química*, 28(30), 38-43.
- Santoro, M.I., Relling, V.M., Huergo, J., Imhoff, L. y Rodríguez, C.S. (2016). Capacidades que contribuyen al desarrollo de las competencias genéricas "resolución de problemas" y "comunicarse con efectividad". *Anuario Latinoamericano de Educación Química*, 29(31), 138-143.
- Santoro M.I., Rodríguez C., Huergo, J. (2019). "Capacidades que se exigen para la resolución de problemas de química en las ingenierías de la Universidad Nacional de Rosario. Análisis de los enunciados". *Anuario Latinoamericano de Educación Química*, 31(33), 151-156.
- Sardà Jorge, A. y Sanmartí Puig, N. (2000). Enseñar a argumentar científicamente: un reto de las clases de ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*, 18(3), 405-422.



JORNADA DE EXPERIENCIAS INNOVADORAS EN EDUCACIÓN EN LA FCEIA

FORMANDO COMPETENCIAS PARA EL ANÁLISIS DE LAS MÁQUINAS ELÉCTRICAS

José Ángel Cano, Boris Mateljan y Juan Pablo Mirable

Escuela de Ingeniería Eléctrica. Cátedra de Máquinas Eléctricas 2

FCEIA-UNR

jacano@fceia.unr.edu.ar, bmateljan@yahoo.com.ar, jp_mirable@hotmail.com

Resumen

Este artículo describe la experiencia educativa que se desarrolla en la actividad curricular Máquinas Eléctricas 2 de la carrera de Ingeniería Eléctrica de la Universidad Nacional de Rosario. El objetivo fundamental es la integración de los conocimientos y la formación de competencias específicas para el análisis dinámico de distintos tipos de máquinas eléctricas. El inconveniente es que, para lograr ese objetivo, se requiere de la manipulación de numerosas ecuaciones diferenciales con coeficientes variables en el tiempo. La metodología para superarlo, es utilizar el software para simulaciones Matlab-Simulink, que se aplica para ejemplos, problemas rutinarios y abiertos, aprovechando su alta interactividad gráfica. Esta característica posibilita que los estudiantes organizados en grupos, puedan variar fácilmente los parámetros y ver el impacto que esos cambios tienen sobre el resultado, obteniendo una retroalimentación inmediata sobre su comprensión de la interrelación de las variables involucradas. Para la evaluación de los logros alcanzados, se aplicaron exámenes, informes y rúbricas, mediante las cuales se verificó que la modalidad adoptada resultó ser superadora con respecto a la ejecución de los ejercicios tradicionales. En particular, los problemas abiertos demostraron ser especialmente aptos, en comparación con las prácticas computacionales similares que se incluyen en la bibliografía de la especialidad.

Palabras clave: Competencias, Específicas, Máquinas, Software, Interactividad.

Abstract

This article describes the educational experience developed in the Electrical Machines II curricular activity of the Electrical Engineering degree at the National University of Rosario. The main objective is the integration of knowledge and the formation of specific skills for the dynamic analysis of different types of electric machines. The drawback is that in order to achieve that objective, the manipulation of numerous differential equations with variable coefficients over time is required. The methodology to overcome it is to use Matlab-Simulink simulation software, which is applied for examples, routine and open problems, taking advantage of its high graphic interactivity. This feature allows students organized in groups, can easily vary the parameters and see the impact that these changes have on the result, obtaining immediate feedback on their understand of the interrelation of the variables involved. For the evaluation of the achievements, exams and reports and were applied, through which it was verified that the modality adopted proved to be superior with respect to the execution of the traditional exercises. In particular, open problems proved to be especially apt, compared to similar computational practices that are included in the specialty bibliography.

Keywords: Skills, Specific, Machines, Software, Interactivity.



JORNADA DE EXPERIENCIAS INNOVADORAS EN EDUCACIÓN EN LA FCEIA

Introducción

En función de las consideraciones generales y del marco conceptual detallado por el Consejo Federal de Decanos de Ingeniería (CONFEDI, 2018) y de la Resolución 989/2018 del Ministerio de Educación: “Documento marco sobre la formulación de estándares para la acreditación de carreras de grado”, se formalizó una propuesta de nuevos estándares para las carreras de Ingeniería. Este documento se tuvo en cuenta para el proceso de mejora continua de la actividad curricular Máquinas Eléctricas 2, perteneciente a la carrera de Ingeniería Eléctrica de la Facultad de Ciencias Exactas, Ingeniería y Agrimensura (FCEIA) de la Universidad Nacional de Rosario (UNR). La actividad es cuatrimestral con una carga horaria de cinco horas semanales, siendo en total 80 horas en el cuatrimestre.

En particular, los docentes de la cátedra trabajaron sobre las denominadas “Competencias Específicas de Egreso”, a saber:

El plan de estudios debe garantizar el desarrollo de las competencias específicas para las actividades reservadas definidas en la terminal y verificar el cumplimiento, además, de la formación en el proyecto académico de la carrera, de los alcances de título que defina la institución, con la profundidad y calidad propia de un título de ingeniero (CONFEDI, 2018, p.4).

Focalizando la atención sobre el Anexo 1 (CONFEDI, 2018), donde se incluyen las competencias específicas y los descriptores para cada terminal, se buscó avanzar en la formulación y empleo de herramientas y metodologías didácticas en el marco de los nuevos paradigmas destinados a lograr una formación centrada en el estudiante y basada en el desarrollo de competencias.

Desarrollo

Contexto académico

A partir del nuevo Plan de Estudios 2014, en la carrera de Ingeniería Eléctrica (FCEIA-UNR), se comenzaron a planificar las distintas actividades curriculares teniendo como objetivo avanzar hacia la enseñanza centrada en el estudiante y la formación por competencias.

Las actividades prácticas se estructuran en tres trabajos experimentales donde se ejercita la utilización del software y se correlacionan los resultados con los conceptos básicos desarrollados en teoría y un trabajo final integrador, que consiste en un problema de tipo abierto para profundizar las capacidades y competencias de los estudiantes.

Dada su ubicación en el octavo semestre, se busca integrar la mayor cantidad posible de competencias desarrolladas en las actividades curriculares previas, por ejemplo en Dinámica de los Sistemas y en Máquinas Eléctricas 1. A estas competencias ya desarrolladas, se buscan



JORNADA DE EXPERIENCIAS INNOVADORAS EN EDUCACIÓN EN LA FCEIA

sumar nuevos conocimientos y capacidades específicas de análisis, y así construir las que se consideran más adecuadas para la aplicación al estudio de las máquinas eléctricas reales tanto en el contexto de los sistemas de potencia como de las instalaciones eléctricas industriales, profundizando las habilidades de los estudiantes para trabajar en forma autónoma y en equipo.

Los modelos y sus rangos de aplicación

Desde las primeras representaciones (Park, 1929) se generaron numerosos modelos y, asociados a estos, diversos métodos de determinación de parámetros, inclusive para los mismos rangos de aplicación.

De los estudios realizados sobre las máquinas eléctricas es posible delimitar, al menos, dos grandes grupos:

- El modelado para alcanzar una comprensión más detallada del complejo comportamiento electromagnético interno dentro de la máquina (equivalencia interna).
- El modelado para la simulación de este elemento como parte de un sistema más extenso y más complejo (equivalencia externa).

En particular, este último tipo de modelo es el que se aborda en esta actividad curricular.

El desarrollo del modelo

Para poder realizar una simulación, es imprescindible el desarrollo del modelo de la máquina eléctrica, cuyo proceso de obtención puede resumirse mediante el esquema detallado en la Fig. 1 (Cano, 2017).

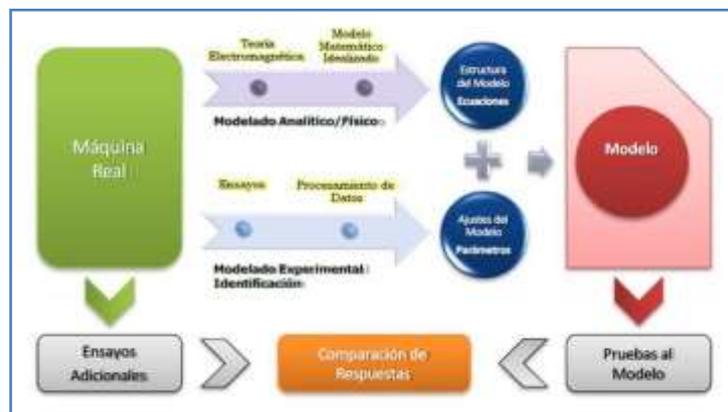


Figura 1. Diagrama de las etapas para obtener y validar el modelo

El modelo matemático

Dado lo que se comentó en la sección anterior, en cuanto al hecho que algunas de las inductancias de la máquina son funciones de la velocidad del rotor, resulta que los coeficientes de las ecuaciones diferenciales de tensión son variantes en el tiempo; y en consecuencia, es necesaria la aplicación de alguna herramienta matemática que permita abordar el problema.

Frecuentemente, se utiliza un cambio del sistema de referencia (o de variables) para reducir la complejidad de estas ecuaciones diferenciales. En cierto momento del desarrollo de las



JORNADA DE EXPERIENCIAS INNOVADORAS EN EDUCACIÓN EN LA FCEIA

máquinas eléctricas se disponía y utilizaban (hasta la actualidad) un importante número de cambios de variables que, originalmente, se trataron matemática y físicamente como si cada uno de ellos fuese diferente de los restantes. Posteriormente, se comprendió que todos los cambios de variables utilizados para transformar las variables reales, están contenidos en un único caso. Esta transformación general refiere las variables de la máquina a un sistema de referencia que gira con una velocidad angular arbitraria. Todas las transformaciones reales conocidas se obtienen a partir de esta transformación general por medio de la simple asignación de la velocidad del sistema de referencia (Krause *et al*, 2001).

Un cambio de variables que formula la transformación de variables trifásicas de los elementos de un circuito estacionario al sistema arbitrario de referencia, puede expresarse:

$$f_{qd0s} = K_s f_{abcs} \quad (1)$$

donde:

$$(f_{qd0s})^T = [f_{qs} f_{ds} f_{0s}] \quad (2)$$

$$(f_{abcs})^T = [f_{as} f_{bs} f_{cs}] \quad (3)$$

$$K_s = \frac{2}{3} \begin{bmatrix} \cos\theta & \cos\left(\theta - \frac{2\pi}{3}\right) & \cos\left(\theta + \frac{2\pi}{3}\right) \\ \text{sen}\theta & \text{sen}\left(\theta - \frac{2\pi}{3}\right) & \text{sen}\left(\theta + \frac{2\pi}{3}\right) \\ \frac{1}{2} & \frac{1}{2} & \frac{1}{2} \end{bmatrix} \quad (4)$$

$$\theta = \int_0^t \omega(\xi) d\xi + \theta(0) \quad (5)$$

donde ξ es una variable auxiliar de integración.

En las ecuaciones anteriores, f puede representar tanto a una tensión, corriente, flujo enlazado, o carga eléctrica. El superíndice T indica la transposición de la matriz. El subíndice s indica las variables, parámetros, y transformaciones asociadas con circuitos estacionarios. El desplazamiento angular θ , debe ser continuo; sin embargo, la velocidad angular asociada con el cambio de variables no está especificada. El sistema de referencia, puede rotar con una velocidad angular constante o variable o puede permanecer estacionario (Krause *et al*, 2001). Aunque la transformación al sistema de referencia arbitrario es un cambio de variables y no necesita una connotación física, con frecuencia es conveniente visualizar las ecuaciones de transformación como relaciones trigonométricas entre las variables, según se muestra en la Fig. 2 (Cano, 2017).

En particular, las ecuaciones de transformación pueden interpretarse como que las variables f_{qs} y f_{ds} están "dirigidas" a lo largo de caminos ortogonales entre sí, que rotan con una velocidad angular ω , mientras que f_{as} , f_{bs} y f_{cs} pueden considerarse como variables ubicadas en direcciones estacionarias, cada una desplazada 120° de la otra. Si f_{as} , f_{bs} y f_{cs} se expresan en función de f_{qs} , se obtiene la primera fila de la ecuación (1), y si f_{as} , f_{bs} y f_{cs} se expresan en



JORNADA DE EXPERIENCIAS INNOVADORAS EN EDUCACIÓN EN LA FCEIA

función de f_{ds} , se obtiene la segunda fila de la misma ecuación. Es importante notar, que las variables 0_s no están asociadas con el sistema de referencia arbitrario, sino que están relacionadas aritméticamente con las variables abc y son independientes de θ . También, es importante no confundir a f_{as} , f_{bs} , y f_{cs} con fasores, ya que se trata de magnitudes instantáneas que pueden ser cualesquiera en función del tiempo (Krause *et al*, 2001).

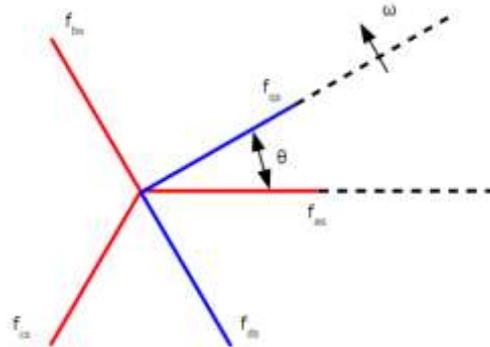


Figura 2. La transformación para circuitos estacionarios representada mediante relaciones trigonométricas

La potencia total expresada en función de las variables $qd0$, debe ser igual a la potencia total expresada en función de las variables abc , de aquí que:

$$P_{qd0s} = P_{abcs} \\ = \frac{3}{2} (v_{qs} i_{qs} + v_{ds} i_{ds} + 2 v_{0s} i_{0s}) \quad (6)$$

Las competencias

Como profundización de las actividades desarrolladas, se introdujo la resolución de problemas abiertos de Ingeniería, que constituyen el trabajo final integrador (Mateljan y Mirable, 2018) y que tienen por objetivo lograr que el estudiante sea capaz de aplicar todos los conocimientos adquiridos y afianzar sus competencias específicas. Una de las principales que se busca desarrollar está contenida dentro de: “Proyectar, gestionar, dirigir, construir, operar, mantener y controlar sistemas e instalaciones vinculados con la generación, transmisión, distribución y utilización de energía eléctrica, formulando y aplicando marcos normativos y regulatorios de la actividad electroenergética y criterios de eficiencia energética” (CONFEDI, 2018, p.34).

En cuanto a las competencias sociales, políticas y actitudinales (CONFEDI, 2018), se desarrollan y evalúan durante todo el proceso de elaboración así como de la presentación de los informes escritos de los tres trabajos prácticos grupales. Luego, estas competencias se profundizan y evalúan en mayor medida durante el proceso de realización del trabajo final integrador (Mateljan y Mirable, 2018) del tipo abierto, ya que los estudiantes deben evaluar las consignas del trabajo, realizar juicios de valor, investigar e integrar datos pertinentes, realizar comparaciones y críticas sobre las virtudes o no de los planteos realizados, analizar causas y efectos, estudiar varias alternativas de solución, tomar decisiones, y asumir sus consecuencias. La actividad culmina con la presentación y defensa pública, con un tiempo asignado de 30



JORNADA DE EXPERIENCIAS INNOVADORAS EN EDUCACIÓN EN LA FCEIA

minutos, donde se incluyen preguntas de los profesores y de otros estudiantes. Esta metodología demostró ser superadora de las tradicionales prácticas computacionales que se encuentran en la bibliografía de la especialidad, incentivando el interés, el aprendizaje continuo y autónomo, así como el espíritu emprendedor de los estudiantes.

La evaluación de los resultados

Como se sabe, en el ámbito de la formación por competencias, resulta muy importante la evaluación de los resultados, que consiste en un proceso para mejorar la calidad de un programa académico, el aprendizaje de los estudiantes y el éxito que estos alcancen, basado en evidencia real. Para este fin, la evaluación se estructuró siguiendo un sistema adecuado para un curso de grado, cuyo fin último ya no es determinar el nivel de conocimientos que posee el estudiante sobre una materia concreta, sino valorar, esencialmente, en qué grado posee una determinada competencia (Mano González y Moro Cabero, 2009).

La evaluación se instrumentó como una acción integrada en todos los procesos de enseñanza/aprendizaje, que se desarrolla durante las actividades realizadas por los estudiantes de manera individual y grupal. Es decir, se utiliza la evaluación continua y formativa que se complementa con la evaluación sumativa, al final del proceso. Como instrumentos de evaluación de las competencias específicas (CONFEDI, 2018) se seleccionaron los exámenes, los cuestionarios e informes. En tanto, para las sociales, políticas y actitudinales (CONFEDI, 2018), se seleccionaron las rúbricas o matrices de valoración (Zavala, 2003).

En particular, para los trabajos que los estudiantes debían entregar y exponer en clase pública, también se efectuaron evaluaciones grupales del documento y grupales de la presentación. Algunos de los aspectos que se tuvieron en cuenta fueron: el contenido, la dicción, la presentación, la actitud ante la audiencia y la capacidad de responder preguntas.

Dado el protagonismo que se busca desarrollar, es importante que los comentarios de sus informes demuestren que se logró incentivar su interés y su reconocimiento, con respecto a las nuevas metodologías, por ejemplo:

Se puede concluir que la simulación digital proporciona una herramienta indispensable para la realización de cualquier proyecto que involucre máquinas de gran envergadura o una gran cantidad de máquinas, ya que la realización de ensayos resulta inviable en este tipo de proyectos. Además, los resultados obtenidos mediante la simulación digital alertan sobre los inconvenientes, falencias o peligros que poseerá la máquina en condiciones normales o de fallas (Delaygue *et al*, 2019, p.23).

Como valoración objetiva de la experiencia, debe destacarse que alrededor del 80% de los estudiantes lograron calificaciones finales entre muy bueno (8/10) y sobresaliente (10/10).

La herramienta didáctica

Actualmente existen programas, utilizados en ámbitos académicos y en empresas, para simular en forma integrada sistemas eléctricos, sistemas de control y sistemas mecánicos. Los



JORNADA DE EXPERIENCIAS INNOVADORAS EN EDUCACIÓN EN LA FCEIA

programas tienen un entorno gráfico orientado a modelos y no es necesario tener, a priori, un conocimiento detallado del método numérico para la resolución del problema.

En la asignatura Máquinas Eléctricas 2, se optó por utilizar el software Matlab/Simulink (www.mathworks.com/patents), que es un paquete amigable con el usuario y altamente interactivo para el análisis ingenieril, dado que permite la resolución de los problemas relacionados con el análisis del desempeño dinámico de las máquinas eléctricas, mediante la interconexión de bloques funcionales simples. También es posible incluir modelos mecánicos, eléctricos o controladores por fuera del modelo predefinido de la máquina eléctrica (predefinidos por el software o implementados por el alumno) con relativa facilidad, acción que es altamente dificultosa o imposible en otro tipo de software. Adicionalmente, los estudiantes ya lo vienen empleando en asignaturas previas y por ende no es necesario un entrenamiento especial para su aplicación, hecho que redundo en que las actividades prácticas pueden iniciarse desde las primeras clases acompañando de manera coordinada el avance de las clases teóricas.

Aplicación a una máquina de inducción

En la Fig. 3 se muestra la disposición de los arrollamientos de una máquina simétrica de inducción de dos polos, tres fases y conectada en estrella. El estator posee tres arrollamientos idénticos, distribuidos de manera de generar una onda de tipo cuasi senoidal en el entrehierro, desplazados 120° , y poseen N_s espiras equivalentes y una resistencia r_s . Para los propósitos actuales, los rotóricos también se considerarán como tres arrollamientos idénticos distribuidos sinusoidalmente, desplazados 120° , con N_r espiras equivalentes y resistencia r_r . En la Fig. 3 (Cano, 2018), se muestra la dirección positiva del eje magnético de cada arrollamiento.

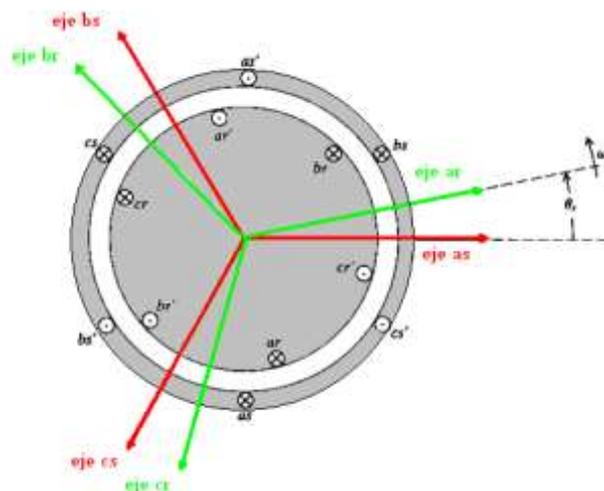


Figura 3. Diagrama esquemático de una máquina trifásica simétrica de inducción de dos polos, conectada en estrella

A primera vista y dado que la mayoría de las máquinas de inducción poseen rotores del tipo jaula de ardilla, puede parecer que la inductancia mutua entre un arrollamiento rotórico



JORNADA DE EXPERIENCIAS INNOVADORAS EN EDUCACIÓN EN LA FCEIA

En el primer modelo se simuló un parque eólico con un modelo equivalente de la red de transporte de energía eléctrica de alta tensión, que se muestra en la Fig. 4. El modelo permite simular diferentes escenarios de carga, variaciones en las cargas alimentadas, variaciones de tensión (mediante la adición de elementos en derivación capacitivos o inductivos), variaciones en la velocidad del viento incidente, que se verán reflejadas en modificaciones de carga del parque. Además, como todo modelo de red trifásico equivalente, puede ser ampliado según requerimiento insertando cargas u otros elementos en derivación. También permite simular condiciones de falla (trifásicas simétricas balanceadas), de duración variable e impedancia a tierra variable.

Como ejemplo de los resultados arrojados por este modelo, en la Fig. 5 se puede visualizar la evolución de las variables representativas del estado del parque eólico, ante una perturbación. En este caso, la perturbación fue un incremento en la velocidad del viento desde 5 m/s a 22 m/s en forma de rampa en un período de 23 s. A pesar de tratarse de una simulación digital, la información que se le da al modelo del parque es la misma que recibiría en la realidad, por lo que los controladores y accionamientos, replican el funcionamiento en una condición real.

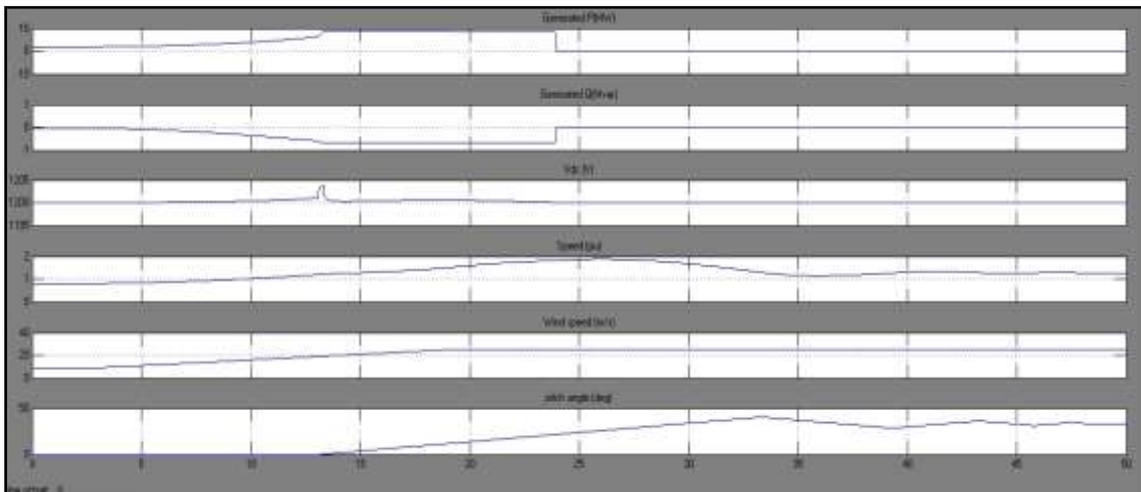


Figura 5. Simulación dinámica de la respuesta de un generador de inducción doblemente alimentado, accionado por una turbina eólica ante un aumento de la velocidad del viento

Puede observarse que a medida que aumenta la velocidad del viento, los ángulos de pitch (ángulos de las palas del aerogenerador) permanecen constantes y la potencia del aerogenerador aumenta. Cuando el aerogenerador alcanza su potencia máxima a los 13 s, el ángulo de las palas varía para mantener constante el torque del aerogenerador, así como la potencia activa. A los 24 s, se supera la velocidad de viento máxima y se produce la caída a cero de la potencia activa del parque o fenómeno de "cut-out". Se observa además la variación de la potencia reactiva (con fuente externa al parque) para mantener la tensión de red constante (Guillén *et al*, 2019).



JORNADA DE EXPERIENCIAS INNOVADORAS EN EDUCACIÓN EN LA FCEIA

En el segundo modelo, que se indica en la Fig. 6, se simuló una máquina de inducción funcionando como motor. La misma se encuentra accionada por una fuente de tensión y frecuencia controladas (variador de velocidad). El modelo permite simular condiciones de carga variables, por defecto el torque varía en forma de escalón, o en forma de rampa. Pueden sintetizarse fácilmente funciones de torque que dependan de la velocidad u otro tipo de evolución. También pueden simularse perturbaciones en la tensión de alimentación de la máquina, simulando una condición de falla.

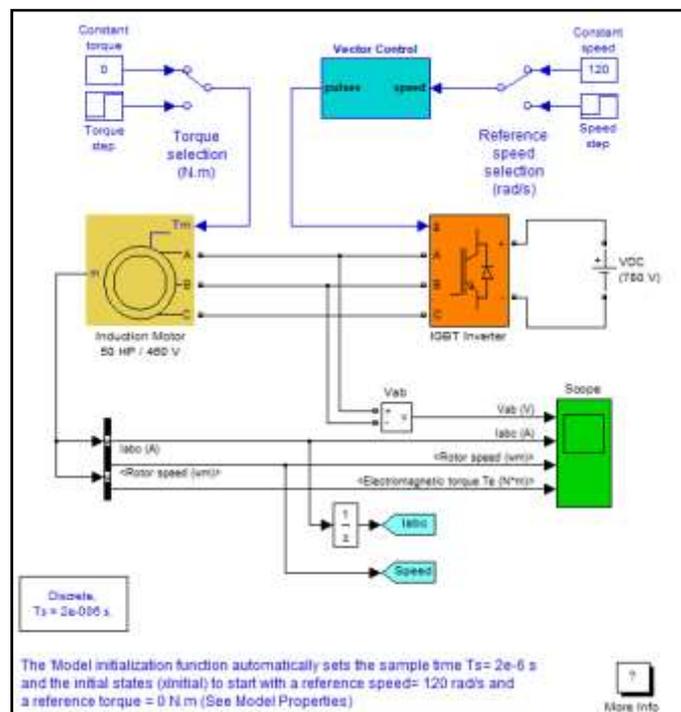


Figura 6. Modelo de máquina de inducción en modalidad de motor, accionado por un variador de velocidad con control vectorial

En la Fig. 7 puede observarse la evolución de la tensión de alimentación, la corriente por la fase, la velocidad del rotor y el torque electromagnético de este motor de inducción.



JORNADA DE EXPERIENCIAS INNOVADORAS EN EDUCACIÓN EN LA FCEIA

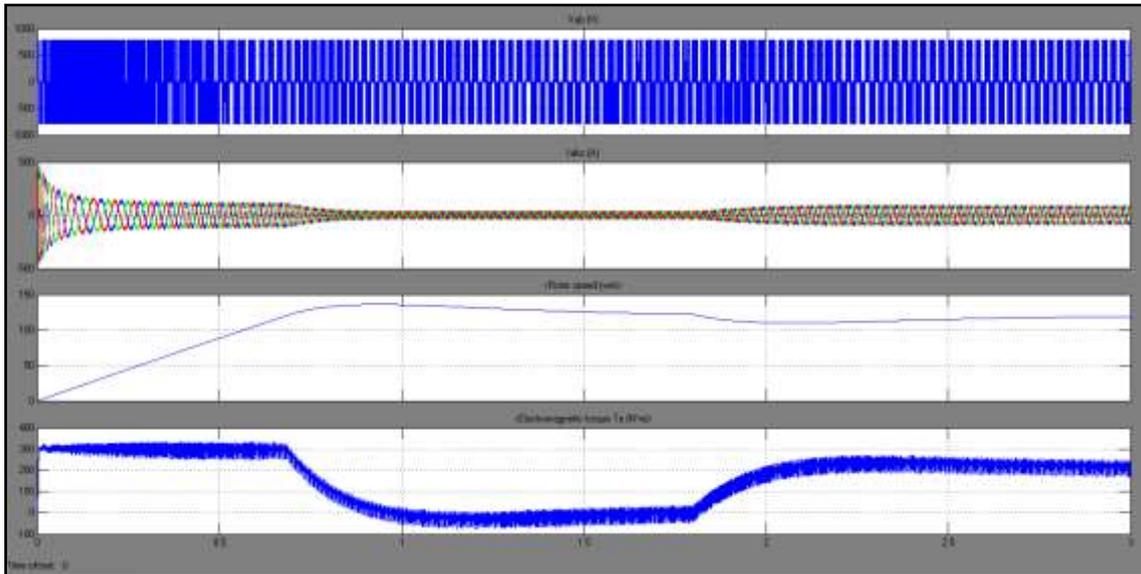


Figura 7. Simulación dinámica de un motor de inducción accionado por un variador de velocidad y con una carga del tipo escalón

Desde el inicio hasta 1s puede verse el arranque en vacío del motor de inducción. Se observa que la velocidad aumenta en forma de rampa desde cero a su valor nominal. Luego a los 1,8s se aplicó un escalón de carga. La velocidad disminuye en forma considerable y es elevada mediante la acción de control del variador de velocidad. El variador de velocidad regula la tensión de alimentación, ejerciendo una acción de control para mantener la velocidad constante (Delaygue *et al*, 2019).

Ambas situaciones enfrentan al alumno a casos reales de aplicación de máquinas de inducción en modalidades de motor y generador. Ambas aplicaciones son comunes en el campo de la Ingeniería Eléctrica y presentan una problemática que contiene una alta probabilidad de aparición en la vida profesional del egresado. De esta forma se presenta una problemática que involucra competencias directas con la vida profesional del egresado.

Conclusiones

La experiencia recogida por los docentes fue muy positiva, dado que empleando exámenes, cuestionarios y rúbricas, se verificaron no solo las capacidades didácticas del software para estimular el autoaprendizaje y sus potencialidades cuasi profesionales, sino que también se pudo valorar objetivamente el nivel de logro alcanzado por los estudiantes, resultando que alrededor del 80% alcanzó calificaciones finales entre muy bueno (8/10) y sobresaliente (10/10), hecho muy importante para su inmediata inserción laboral y/o académica.

Es de recordar que el proceso de enseñanza-aprendizaje basado en competencias implica la creación y aplicación de métodos que permitan una nueva forma de relación docente-alumno, fomentando que el estudiante asuma el protagonismo de las actividades que realiza en forma



JORNADA DE EXPERIENCIAS INNOVADORAS EN EDUCACIÓN EN LA FCEIA

proactiva, para llegar a ser el profesional competente que la sociedad le está exigiendo a las instituciones educativas.

Referencias bibliográficas

- Cano, J. (2017). *Introducción al Modelado de las Máquinas Eléctricas*. Rosario, Argentina: FCEIA-UNR.
- Cano, J. (2018). *Análisis de las Máquinas de Inducción Simétricas*. Rosario, Argentina: FCEIA-UNR.
- CONFEDI (2018). *Libro Rojo. Estándares de segunda generación para Ingeniería*. Disponible en: https://confedi.org.ar/download/documentos_confedi/LIBRO-ROJO-DE-CONFEDI-Estandares-de-Segunda-Generacion-para-Ingenieria-2018-VFPublicada.pdf.
- Delaygue, A., Jotinsky, D. y Tecce, F. (2019). *Máquina de inducción Controlada* (Informe Trabajo de Práctico Integrador). Rosario, Argentina: FCEIA-UNR.
- Guillén, F., Del Blanco, N. y Lambri, F. (2019). *Parque Eólico Conectado a Sistema Real* (Informe de Trabajo Práctico Integrador). Rosario, Argentina: FCEIA-UNR.
- Krause, P.C., Wasynczuk, O. y Sudhoff, S.D. (2001). *Analysis of Electric Machinery and Drive Systems* (2da. Ed.). Nueva York, Estados Unidos: IEEE Press Wiley-Interscience.
- Mano González, M. y Moro Cabero, M. (2009). La evaluación por competencias: propuesta de un sistema de medida para el grado en Información y Documentación. *BiD*, (23), 1-16.
- Mateljan, B. y Mirable J.P. (2018). *Guía de Trabajo Práctico Integrador*. Rosario, Argentina: FCEIA-UNR.
- Park, R.H. (1929). Two-Reaction Theory of Synchronous Machines - Generalized Method of Analysis - Part I. *Transactions of the American Institute of Electrical Engineers*, 48(3), 716-727.
- Zavala, M. (2003). *Las competencias del profesorado universitario*. Madrid, España: Narcea.



JORNADA DE EXPERIENCIAS INNOVADORAS EN EDUCACIÓN EN LA FCEIA

DIFICULTADES RELACIONADAS CON LA INDEPENDENCIA Y DEPENDENCIA LINEAL DE VECTORES EN DISTINTOS REGISTROS DE REPRESENTACIÓN

Viviana P. D'Agostini y José A. Semitiel

Escuela de Formación Básica. Departamento de Matemática

FCEIA-UNR

dago@fceia.unr.edu.ar, semitiel@fceia.unr.edu.ar

Resumen

En este trabajo se presenta un estudio que analiza las dificultades, a través de las representaciones externas, organizadas por estudiantes durante el proceso de resolución de situaciones problemáticas ligadas al concepto de dependencia e independencia lineal. La metodología adoptada es cualitativa, con un enfoque interpretativo, y los instrumentos para la recolección de la información fueron protocolos de resolución escritos. La muestra se encuentra compuesta por estudiantes de la Facultad de Ciencias Exactas, Ingeniería y Agrimensura, de la Universidad Nacional de Rosario. Las dificultades en la resolución de una actividad matemática, en su proceso semiótico, pueden analizarse a través de las representaciones externas utilizadas por los estudiantes. Los resultados han mostrado que el mayor número de respuestas correctas se obtuvieron a partir de la utilización del registro gráfico. Con el registro numérico se identificaron las primeras contradicciones, y en el registro genérico se presentaron las mayores dificultades. El encuentro de similitudes en las respuestas permitió realizar una primera caracterización de las dificultades acontecidas, surgiendo nuevos interrogantes. El estudio se encuentra en una segunda etapa, de definición de categorías y modalidades, para un análisis integral y más profundo de la información.

Palabras clave: Dificultades, Independencia y dependencia lineal, Registros, Ingeniería.

Abstract

This paper presents a study that analyzes the difficulties, through external representations, organized by students during the process of solving problematic situations linked to the concept of dependence and linear independence. The methodology adopted is qualitative, with an interpretive approach, and the instruments for collecting the information were written resolution protocols. The sample is composed of students from the Facultad de Ciencias Exactas, Ingeniería y Agrimensura, of the Universidad Nacional de Rosario. Difficulties in solving a mathematical activity, in its semiotic process, can be analyzed through the external representations used by students. The results have shown that the greatest number of correct answers were obtained from the use of the graphic register. The first contradictions were identified with the numerical register, and the greatest difficulties were presented in the generic register. The encounter of similarities in the answers allowed us to make a first characterization of the difficulties that occurred, raising new questions. The study is in a second stage, defining categories and modalities, for a comprehensive and deeper analysis of the information.

Keywords: Difficulties, Independence and linear dependence, Registers, Engineering.



JORNADA DE EXPERIENCIAS INNOVADORAS EN EDUCACIÓN EN LA FCEIA

Introducción

El Álgebra Lineal es una herramienta matemática requerida por diferentes áreas de la Ingeniería, que facilita la modelización y simplifica los cálculos en el estudio del comportamiento de sistemas complejos.

El proceso de estudio, entendido este como el proceso de enseñanza, aprendizaje y evaluación de nociones básicas del Álgebra Lineal, presenta una gama de dificultades relacionadas con un pensamiento de orden superior, en el que se encuentran implicados procesos tales como la abstracción, el análisis, la demostración, el cambio de registro, el lenguaje, etc. En algunas investigaciones didácticas referidas al proceso de enseñanza-aprendizaje del Álgebra Lineal (Carlson *et al*, 1997; Costa y Guarepi, 2007; Dorier 2002; Miranda Montoya, 2006; Sierpinska *et al*, 1999) se muestran dificultades en la comprensión de objetos abstractos tales como espacios vectoriales, transformaciones lineales, autovalores y autovectores, entre otros. También, muchas de las dificultades están vinculadas con los diversos lenguajes: abstracto, algebraico y geométrico, que se utilizan en esta asignatura. El uso de estos lenguajes sin articulación son muchas veces el origen de algunas dificultades para el aprendizaje de los conceptos básicos del Álgebra Lineal.

El principal objetivo del curso de Algebra Lineal, en carreras de Ingeniería, es brindar a los estudiantes los conocimientos básicos que aplicarán posteriormente en las diferentes especialidades. En estos cursos el énfasis está puesto en la comprensión de los conceptos, mientras que las aplicaciones se dejan prioritariamente para el ciclo superior, donde los conceptos son utilizados desde diferentes perspectivas, atendiendo a las necesidades de cada especialidad.

En la Facultad de Ciencias Exactas, Ingeniería y Agrimensura, de la Universidad Nacional de Rosario, el Álgebra Lineal es una asignatura perteneciente al bloque de Ciencias Básicas en las carreras de Ingeniería. Su evaluación comprende tres parciales de tipo práctico-conceptual. Los alumnos que aprueban dichas evaluaciones realizan un coloquio final integrador. Superado el mismo acreditan la materia, en caso contrario alcanzan la llamada condición intermedia, que les posibilita rendir el coloquio final integrador en las mesas de exámenes establecidas en el calendario académico vigente. Durante los últimos años, se ha observado que los estudiantes que alcanzan esta condición no acreditan la asignatura, en su mayoría, por no asistir a rendir en el período establecido. Esta situación motivó la creación de un Taller de Álgebra Lineal para alumnos en condición intermedia, de 12 semanas de duración y de asistencia específica que se focalizara en trabajar las dificultades acontecidas en dichos grupos. El mismo partió de los supuestos de que se necesitaban otros tiempos para preguntar, leer y argumentar, explorar, observar, tomar caminos equivocados y repetir experiencias.

Se consideró que el trabajo con los estudiantes en condición intermedia debía responder a una metodología participativa. Por tal razón, se organizó el taller con las siguientes orientaciones:



JORNADA DE EXPERIENCIAS INNOVADORAS EN EDUCACIÓN EN LA FCEIA

involucrar activamente a los estudiantes en su proceso de aprendizaje, propiciar discusiones grupales alrededor de tareas planificadas, trabajar sobre ideas preexistentes, valorar el lenguaje tanto escrito como oral, y aprender a partir de los errores emergentes en sus propias elaboraciones.

En el contexto de dicho taller, se realizó una experiencia que nos permitió realizar un estudio que analiza las dificultades, a través de las representaciones externas organizadas por estudiantes de Ingeniería, durante el proceso de resolución de situaciones problemáticas ligadas al concepto de dependencia e independencia lineal. En este trabajo se presenta el análisis y los resultados de una actividad didáctica específica en la temática con estudiantes del taller.

Fundamentación

Por la naturaleza abstracta de la Matemática, toda actividad en esta ciencia se realiza necesariamente en un contexto de representación. Los medios utilizados para la comunicación de sus objetos de estudio son signos aritméticos y algebraicos, gráficos, figuras geométricas, etc., denominados representaciones semióticas (Duval, 1999). Así, la búsqueda de solución en una situación problemática conduce a los alumnos a la utilización de representaciones externas. La identificación de algunos rasgos característicos en dicho proceso de resolución puede dar lugar a la interpretación de las dificultades presentes.

Duval (1995; citado en Font *et al*, 2007) alega que la comprensión de representaciones es un problema crucial en el aprendizaje de la Matemática. Movilizar y coordinar varios registros en el desarrollo de una misma tarea, en el aprendizaje de un concepto, o bien poder elegir un registro en lugar de otro, es esencial en toda actividad matemática. En definitiva, las representaciones son parte esencial de la estructura conceptual necesaria para poder realizar un análisis de los procesos de comprensión, aprendizaje y asignación de significados que llevan a cabo los estudiantes en el aprendizaje de la Matemática, de ahí su interés didáctico (Macías Sánchez, 2014).

En particular, en el Álgebra Lineal se conjugan dos facetas fundamentales de la Matemática: la abstracción y la aplicación. Desde el punto de vista cognitivo, se requieren diferentes representaciones de los objetos de estudio, de modo que su desarrollo implica un proceso de formación integrada entre pensamiento analítico y lenguaje simbólico, lo que implica un importante avance en el nivel de abstracción de los estudiantes. Según Duval (1999), para comprender un concepto es necesaria la coordinación de diferentes registros de representación; sin embargo, las transformaciones entre registros no se realizan en forma espontánea. Efectivamente, algunas investigaciones reportan que entre las diversas dificultades que un estudiante enfrenta se encuentra la variedad de lenguajes y representaciones semióticas con los que se estudian los objetos del Álgebra Lineal. Entre esos



JORNADA DE EXPERIENCIAS INNOVADORAS EN EDUCACIÓN EN LA FCEIA

lenguajes se encuentran: el lenguaje geométrico de \mathbb{R}^2 y \mathbb{R}^3 , el lenguaje algebraico de \mathbb{R}^n y el lenguaje correspondiente a la teoría general abstracta del Álgebra Lineal (Hillel, 2000). Para el desarrollo de dichos lenguajes, Sierpinski (2000) define tres modos de pensamientos: el sintético-geométrico, donde los objetos de pensamiento son más accesibles por cuanto se relacionan con el modo geométrico; el analítico-aritmético, donde los objetos de pensamiento surgen de definiciones o propiedades y está basado en el estudio de \mathbb{R}^n ; y el analítico-estructural, relacionado con la estructuración en un sistema axiomático. Así mismo, sostiene que cada uno es útil en su propio contexto, para distintos propósitos, y que resulta importante establecer interacciones entre los mismos. Por otro lado, Carlson (2004) se refiere a las dificultades conceptuales ligadas a la lógica simbólica, al manejo de los cuantificadores por parte de los estudiantes, y a otras relacionadas con las definiciones de enunciados que involucran una implicación. Además, considerando que los errores forman parte de las producciones de los estudiantes durante el proceso de aprendizaje, su estudio es de interés en el área de Didáctica de la Matemática. Acerca de los errores cometidos por los alumnos en Álgebra Lineal, Dorier *et al* (2000) hacen referencia a la dificultad de comprensión del uso específico del formalismo dentro de la teoría de espacios vectoriales y la interpretación de los conceptos en relación con contextos más intuitivos como geometría o sistemas de ecuaciones lineales. Estas dificultades en general no se pueden evitar, ya que forman parte del proceso de construcción del conocimiento matemático, pero si los docentes las conocemos, podemos reflexionar sobre ellas y facilitar su explicitación por parte de los estudiantes, además de trabajar en colaboración para ayudarlos a la superación de las mismas. Ya que si quedan implícitas es muy difícil la incorporación de un nuevo saber. Efectivamente, un proceso de enseñanza-aprendizaje de enfoque constructivista (Valdés Castro y Gil Pérez, 1996), supone un docente que es capaz no solo de reconocer los errores cometidos por los estudiantes, sino de sondear sus causas, asumiéndolos como parte de la construcción del conocimiento.

Objetivo

Analizar las dificultades de los estudiantes, en el proceso de resolución de situaciones problemáticas, ligadas al concepto de dependencia e independencia lineal de un conjunto de vectores de un espacio vectorial, en distintos registros de representación.

Metodología

Los estudiantes actúan en función de sus creencias, conocimientos previos y valoraciones, con formas de pensamiento y estrategias construidas dentro de un marco de experiencias. Así, sus acciones siempre tienen un sentido, un significado posible de develar en el transcurso de la investigación. Bajo estas consideraciones, la metodología adoptada es fundamentalmente



JORNADA DE EXPERIENCIAS INNOVADORAS EN EDUCACIÓN EN LA FCEIA

cuantitativa, con un enfoque interpretativo. Se diseñó la actividad que puede observarse en la Fig. 1. Dicho instrumento se aplicó a una muestra de 47 estudiantes que asistieron al Taller de Álgebra Lineal, en el segundo semestre del año 2017.

1) Dados los vectores \vec{a} , \vec{b} , \vec{c} , \vec{d} , \vec{e} y \vec{f} , del espacio \mathbb{R}^2 , indique observando el gráfico, un conjunto linealmente independiente y otro linealmente dependiente. Justifique.

.....

2) Indique si cada subconjunto de vectores de \mathbb{R}^2 es linealmente independiente o dependiente. Explique brevemente (sin realizar cálculos) su clasificación.

a) $\{(-2,0)\}$

b) $\{(0,0)\}$

c) $\{(3,1), (6,2)\}$

d) $\{(1,4), (-4,1)\}$

e) $\{(1,4), (-1,-4)\}$

f) $\{(1,4), (-4,1), (3,1)\}$

g) $\{(3,1), (6,2), (1,4)\}$

3) Sean \vec{u} , \vec{v} y \vec{w} vectores de \mathbb{R}^2 y α un número real. Indique si las siguientes proposiciones son verdaderas o falsas. Justifique su respuesta.

a) Si $\{\vec{u}\}$ es linealmente independiente entonces $\{\vec{u}, \alpha\vec{u}\}$ es linealmente independiente.
.....

b) Si $\{\vec{u}, \vec{v}\}$ es linealmente independiente entonces $\{\vec{u}, \vec{u} + \vec{v}\}$ es linealmente independiente.
.....

c) Si $\{\vec{u}, \vec{v}\}$ es linealmente independiente entonces $\{\vec{u}, \vec{v}, \vec{u} + \vec{v}\}$ es linealmente independiente.
.....

d) Si $\{\vec{u}, \vec{v}\}$ es linealmente dependiente entonces $\{\vec{u}, \vec{v}, \vec{w}\}$ es linealmente dependiente.
.....

e) Si $\{\vec{u}, \vec{v}\}$ es linealmente independiente entonces $\{\vec{v}\}$ es linealmente independiente.
.....

Figura 1. Instrumento presentado a los estudiantes

La actividad implementada se encuentra conformada de tres ejercicios ligados al concepto de dependencia e independencia lineal de un conjunto de vectores del espacio \mathbb{R}^2 , donde el primer ejercicio se encuentra vinculado al registro gráfico, el segundo implica el registro numérico, y el último se relaciona con el registro genérico. Fue presentada a los estudiantes en una hoja oficio impresa, el tiempo de resolución fue determinado por los propios estudiantes, que en promedio tardaron unos 40 minutos. Las intervenciones docentes se limitaron a responder preguntas



JORNADA DE EXPERIENCIAS INNOVADORAS EN EDUCACIÓN EN LA FCEIA

referidas al foco de atención del estudiante en ese momento, de manera de no alterar su modo de procesamiento. Se recogieron los protocolos de la resolución individual de los estudiantes, quienes podían usar los materiales y apuntes de clase.

Como ya hemos mencionado, los objetos matemáticos tienen la peculiaridad de poder expresarse en distintas formas de representación semiótica. En el caso particular de este estudio, por el carácter de la temática que nos convoca, se encuentran implicados los registros: gráfico, simbólico, numérico, genérico, y el registro en lenguaje natural o coloquial. Así, para el diseño del instrumento se consideraron: el *registro gráfico* permite exhibir un dibujo y, al ser un registro no discursivo, en general es necesario hacer uso de otro para expresar ciertas características del objeto presentado; el *registro simbólico* es frecuente que aparezca combinado con otro tipo de registros, por ejemplo, en una gráfica o en una descripción en lenguaje natural, para la designación de objetos; el *registro genérico*, por su carácter abstracto se encuentra ligado necesariamente al simbólico, es utilizado para representar objetos, cuando se necesita expresar una generalización, definir operaciones o relaciones; el *registro numérico* permite apreciar características y elementos identificados en los objetos, así como vincularlos con representaciones gráficas, y es utilizado en situaciones problemáticas en las que se deben realizar cálculos concretos; y el *registro natural o coloquial* es utilizado para introducir definiciones, proporcionar información de situaciones y explicar diferencias entre los objetos, aclarar dudas, etc., es común en la presentación de argumentaciones, descripciones y comentarios, por ejemplo, cuando los estudiantes deben explicar los procedimientos que han utilizado en su resolución.

Resultados y análisis

Tabla 1. Resultados

| Actividad | | RC | RC-JI | RC-NJ | RI | RC % | DIF % |
|---------------------------------|--------------|----|-------|-------|----|------|-------|
| Pregunta 1 Registro Gráfico | Conjunto II | 38 | 4 | 0 | 5 | 80% | 20% |
| | Conjunto Id | 44 | 1 | 1 | 1 | 94% | 6% |
| Pregunta 2 Registro Numérico | Pregunta 2.a | 27 | 12 | 4 | 4 | 57% | 43% |
| | Pregunta 2.b | 27 | 6 | 5 | 9 | 57% | 43% |
| | Pregunta 2.c | 44 | 1 | 0 | 2 | 94% | 6% |
| | Pregunta 2.d | 42 | 2 | 1 | 2 | 90% | 10% |
| | Pregunta 2.e | 44 | 0 | 1 | 2 | 94% | 6% |
| | Pregunta 2.f | 16 | 8 | 0 | 23 | 34% | 66% |
| | Pregunta 2.g | 34 | 3 | 4 | 6 | 72% | 28% |
| Pregunta 3 Registro Genérico | Pregunta 3.a | 38 | 2 | 1 | 6 | 80% | 20% |
| | Pregunta 3.b | 16 | 19 | 5 | 7 | 34% | 66% |
| | Pregunta 3.c | 29 | 6 | 3 | 9 | 62% | 38% |
| | Pregunta 3.d | 21 | 8 | 6 | 12 | 45% | 55% |
| | Pregunta 3.e | 21 | 15 | 5 | 6 | 45% | 55% |

RC: Responde correctamente.

RC-JI: Responde correctamente, justifica incorrectamente.

RC-NJ: Responde correctamente, no justifica.

RI: Responde incorrectamente.

RC %: Porcentaje de respuestas correctas.



JORNADA DE EXPERIENCIAS INNOVADORAS EN EDUCACIÓN EN LA FCEIA

DIF %: Porcentaje de las dificultades totales considerando RC-JI, RC-NJ y RI.

Los resultados, obtenidos a partir de los protocolos de resolución de los estudiantes, muestran que el mayor número de respuestas correctas se obtuvieron a partir de la utilización del registro gráfico. Con el registro numérico se identificaron las primeras contradicciones y en el registro genérico se presentan las mayores dificultades. Dichas características pueden observarse en la Tabla 1.

Respecto de las particularidades en la resolución de los ejercicios 1 y 2, se menciona que los estudiantes han utilizado diferentes registros -coloquial, numérico, genérico- a la hora de responder y presentar justificaciones. Mientras que el diseño del ejercicio 3, desde el registro genérico, indujo a los alumnos a utilizar este mismo registro, además del coloquial.

Por otro lado, el encuentro de similitudes en las respuestas de los estudiantes permitió la caracterización de las argumentaciones en los tres ejercicios, de acuerdo con los siguientes lineamientos:

- Utilización de *definiciones*.

Sea $S = \{\vec{u}_1, \vec{u}_2, \dots, \vec{u}_k\}$ un subconjunto de \mathbb{R}^2 , si $x_1\vec{u}_1 + x_2\vec{u}_2 + \dots + x_k\vec{u}_k = \vec{0}$,

- admite única solución $x_1 = x_2 = \dots = x_k = 0$ (la trivial), el conjunto S es linealmente independiente
- admite soluciones diferentes de la trivial, el conjunto S es linealmente dependiente

- Aplicación de *propiedades geométricas*.

- Condición de perpendicularidad de vectores del espacio euclidiano \mathbb{R}^2 :

$$\vec{u} \cdot \vec{v} = 0 \Leftrightarrow \vec{u} \text{ es perpendicular a } \vec{v}$$

- Condición de paralelismo de vectores del espacio \mathbb{R}^2 :

$$\vec{u} \text{ es paralelo a } \vec{v} \Leftrightarrow \exists \alpha \in \mathbb{R} - \{0\} / \vec{u} = \alpha\vec{v}$$

- Aplicación de *teoremas*.

- Sea $S = \{\vec{u}_1, \vec{u}_2, \dots, \vec{u}_k\}$ un subconjunto de \mathbb{R}^2 . Si un vector de S es combinación lineal de los restantes vectores de S entonces S es linealmente dependiente.
- Todo conjunto de vectores del espacio \mathbb{R}^2 que contiene al vector cero es linealmente dependiente.
- Dos vectores de \mathbb{R}^2 son linealmente independientes si no son múltiplos escalares.
- Todo subconjunto de \mathbb{R}^2 con más de dos vectores es linealmente dependiente.

Se destaca que los estudiantes que respondieron incorrectamente y quienes respondieron correctamente, pero con justificaciones incorrectas, han argumentado a través de los mismos tres lineamientos. Es notable la utilización de las mismas definiciones, propiedades y teoremas, tanto en quienes comprenden la situación problemática como en aquellos que presentan errores. Es decir, estos alumnos recurren a las herramientas teóricas correctas, pero aplicándolas erróneamente, evidenciando dificultades de comprensión en la temática.



JORNADA DE EXPERIENCIAS INNOVADORAS EN EDUCACIÓN EN LA FCEIA

Por otro lado, se observa que la representación gráfica dada en el ejercicio 1, favoreció la presencia de respuestas correctas. Mientras que en el ejercicio 2, caracterizado por el registro numérico, surgen las primeras contradicciones. Y en el ejercicio 3, determinado por el registro genérico, se exhiben las mayores dificultades, relacionadas con la identificación en el significado de la hipótesis y tesis en las proposiciones enunciadas.

Se enfatiza que, frente a las mayores dificultades, los estudiantes para expresar sus justificaciones recurren al registro coloquial en detrimento del registro simbólico, numérico y genérico. Es decir, cuando la situación se vuelve más compleja para el alumno, este se aferra al registro que le resulta más familiar, el coloquial.

Finalmente, el presente estudio permitió realizar una primera caracterización de las dificultades acontecidas en una temática específica con estudiantes de Ingeniería, surgiendo además nuevos interrogantes. A partir de estos resultados, el estudio se encuentra en una segunda etapa, realizándose un análisis integral y más profundo de la información. Para ello se continuó con un enfoque cualitativo de carácter interpretativo, basado en el reconocimiento de categorías y modalidades relevantes (Quivy y Van Campenhondt, 1998; Vallés, 1997). Se definieron a priori, asociadas a las consignas de los enunciados, un conjunto de categorías y modalidades, sin renunciar a la posibilidad de que pudiesen surgir otras en el curso de la investigación. La información recabada, así, se encuentra en su fase de procesamiento y análisis.

Conclusiones

Según Duval (1998), "Cada representación de un objeto matemático, desde el punto de vista cognitivo, es parcial con respecto a lo que representa" (p.185). Por ello, la coordinación de varios registros de representación semiótica es fundamental para una aprehensión conceptual de los objetos. Un concepto se va construyendo mediante tareas que impliquen la utilización de diferentes sistemas de representación y que promuevan la articulación coherente entre representaciones. Como señala Hitt (2001), el conocimiento de un individuo sobre un concepto es estable cuando "es capaz de articular diferentes representaciones del concepto libre de contradicciones" (p.171). En este sentido, el análisis de los resultados en la actividad planteada evidencia que en ciertos casos existen dificultades en la comprensión de conceptos, en la aplicación de propiedades y teoremas. En otros casos, se identifican en un mismo estudiante a través de sus respuestas ciertas contradicciones conceptuales.

Como hemos observado, a pesar de que los estudiantes dieron muestra del manejo de diferentes registros (lenguaje natural, genérico, gráfico y numérico), no se dio de manera espontánea la coordinación entre ellos. Los alumnos en muchas ocasiones no son capaces de identificar el mismo objeto en sus diferentes representaciones, esta situación es calificada por Duval (1999) como "encerramiento de los registros de representación", lo que se produce



JORNADA DE EXPERIENCIAS INNOVADORAS EN EDUCACIÓN EN LA FCEIA

porque comúnmente se trabaja con registros de forma separada sin hacer ningún tipo de conversión entre ellos. En este sentido, para una mejora en la enseñanza, hacer un análisis en términos de registros no consiste en buscar cuál es el mejor registro posible, pensar eso es quedarse en una creencia monoregistro. Así, debe buscarse un equilibrio en el uso de las diferentes representaciones en la construcción de conceptos y en la resolución de problemas, reflexionando acerca del proceso seguido y los resultados obtenidos.

Es importante considerar que las carreras de Ingeniería poseen una fuerte carga en Matemática, y que esta disciplina tiene modos de funcionamiento propios -como lectura, interpretación, forma de estudio, simbología, lógica, abstracción, generalización, etc.- que deben ser enseñados.

Por otro lado, los resultados alcanzados por los estudiantes en la resolución de situaciones problemáticas pueden utilizarse para reflexionar acerca de los conocimientos conceptuales de los sujetos y de los aspectos procedimentales articulados mediante las técnicas y estrategias utilizadas para dar respuesta a la situación. Conocer la forma en que los alumnos piensan un problema, cuáles son sus razonamientos y cómo se originan los errores, proveen información sobre la interpretación, organización y utilización de los conceptos aplicados. Desde el punto de vista didáctico este conocimiento permite diseñar estrategias de enseñanza focalizadas en la superación de errores y dificultades con el fin de actuar en la formación de competencias básicas. En este sentido, el presente estudio nos brinda un primer acercamiento a las dificultades presentes en nuestros estudiantes, relacionadas con la independencia y dependencia lineal de vectores en distintos registros de representación. Surgiendo además nuevos interrogantes que plantean la importancia de seguir indagando con mayor profundidad las contradicciones acontecidas. En este sentido, la segunda etapa, bajo esta misma línea de investigación en la que nos encontramos trabajando, nos proveerá nuevos resultados en una temática relevante para estudiantes de ingeniería. Posteriormente, este conocimiento nos brindará herramientas para el diseño de estrategias a implementar en el Taller de Álgebra Lineal.

Referencias bibliográficas

- Carlson, D. (2004). The Teaching and Learning of Tertiary Algebra. *The Future of the Teaching and Learning of Algebra*, 8, 293-309.
- Carlson, D., Johnson, C., Lay, D., Duane Porter, A., Watkins, A. y Watkins, W. (Eds.) (1997). (Eds.) *Resources for Teaching Linear Algebra*. MAA Notes (Vol. 42). Washington DC, Estados Unidos: Mathematical Association of America
- Costa, V. y Guarepi, V. (2007). Mejorar la implementación de una asignatura sobre la base de la opinión de los alumnos. *1ras. Jornadas de Enseñanza e Investigación Educativa en el campo de las Ciencias Exactas y Naturales*. La Plata, octubre. Disponible en: http://www.fuentesmemoria.fahce.unlp.edu.ar/trab_eventos/ev.258/ev.258.pdf.
- Dorier, J. (2002). Teaching Linear Algebra at University. *Proceedings of the International Congress of Mathematicians*, 3, 875-884.



JORNADA DE EXPERIENCIAS INNOVADORAS EN EDUCACIÓN EN LA FCEIA

- Dorier, J., Robert, A., Robinet, J. y Rogalski, M. (2000). The obstacle of formalism in linear algebra. En J. Dorier (Ed.). *On the teaching of linear algebra* (pp.85-94). Dordrecht, Países Bajos: Kluwer Academic Publishers.
- Duval, R. (1998). Registros de representación semiótica y funcionamiento cognitivo del pensamiento. En F. Hitt (Ed.). *Investigaciones en Matemática Educativa II* (pp.173-201). Ciudad de México, México: Grupo Editorial Iberoamérica.
- Duval, R. (1999). Representation, vision and visualization: cognitive functions in mathematical thinking, basic issues for learning. *Proceedings of the Twenty First Annual Meeting North American Chapter of the International Group for the Psychology of Mathematics Education*, 1, 55-80.
- Font, V., Godino, J.D. y D'Amore, B. (2007). An ontosemiotic approach to representations in mathematics education. *For the Learning of Mathematics*, 27(2), 2-7.
- Hillel, J. (2000). Modes of Description and the Problem of Representation in Linear Algebra. En J.L. Dorier (Ed.). *On the teaching of linear algebra* (pp.191-208). Dordrecht, Países Bajos: Kluwer Academic Publishers.
- Hitt, F. (2001). El papel de los esquemas, las conexiones y las representaciones internas y externas dentro de un Proyecto de Investigación en Educación Matemática. En P. Gómez y L. Rico (Eds.). *Iniciación a la Investigación en Didáctica de la Matemática* (pp.165-178). Granada, España: Universidad de Granada.
- Macías Sánchez, J. (2014). Los registros semióticos en matemáticas como elemento de personalización en el aprendizaje. *Conect@2*, 4(9), 27-57.
- Miranda Montoya, E. (2006). *Generación de modelos de enseñanza-aprendizaje en el álgebra lineal. Primera fase: Transformaciones Lineales*. Disponible en: <https://es.scribd.com/document/68695302/30-eduardo-miranda-montoya>.
- Quivy, R. y Van Campenhoudt, L. (1998). *Manual de Investigaciones en Ciencias Sociales*. Ciudad de México, México: Limusa.
- Sierpiska, A. (2000). On Some Aspects of Students' Thinking in Linear Algebra. En J.L. Dorier (Ed.). *On the teaching of linear algebra* (pp.209-246). Dordrecht, Países Bajos: Kluwer Academic Publishers.
- Sierpiska, A., Trgalova, J., Hillel, J. y Dreyfus, T. (1999). Teaching and Learning Linear Algebra with Cabri. *Proceedings of Psychology of Mathematics Education*, 23(1), 119-134.
- Valdés Castro, P. y Gil Pérez, D. (1996). *Temas escogidos de la didáctica de la física*. La Habana, Cuba: Pueblo y Educación.
- Vallés, M. (1997). *Técnicas cualitativas de investigación social*. Madrid, España: Síntesis.



JORNADA DE EXPERIENCIAS INNOVADORAS EN EDUCACIÓN EN LA FCEIA

EXPERIENCIA DE FORMACIÓN EN ENTORNOS VIRTUALES EN UNA CARRERA DE POSGRADO EN SALUD Y SEGURIDAD EN EL TRABAJO

Paula del Rio¹, Silvina Ferrara¹, Paula Curetti¹ y Carlos Perez²

¹ Escuela de Posgrado y Educación Continua. ² Secretaría de Desarrollo Institucional
FCEIA-UNR

pmdelrio@fceia.unr.edu.ar, sferrara@fceia.unr.edu.ar, pcuretti@fceia.unr.edu.ar, carlosperezbayot@gmail.com

Resumen

En este trabajo se presenta una experiencia de implementación de las TIC desarrollada en el marco de la Carrera de Posgrado de “Especialización en Higiene y Seguridad en el Trabajo” que se dicta en la Facultad de Ciencias Exactas, Ingeniería y Agrimensura (FCEIA) de la Universidad Nacional de Rosario (UNR). Se propuso desarrollar un formato *blended learning* con el empleo de diversos recursos tecnológicos, a partir de aulas digitales soportadas en la plataforma Moodle. Un grupo de expertos acompañó al equipo docente de la carrera para adaptar sus materiales didácticos y ajustar lógicas de trabajo en entornos virtuales. Esta propuesta de formación virtual debe situarse en el marco de una estrategia integral, que incorpora plenamente a las TIC para propiciar procesos educativos transformadores desde un nuevo rol docente, donde los estudiantes se constituyan en protagonistas y artífices de sus propios procesos de aprendizaje.

Palabras clave: Educación a Distancia, Posgrado, Salud y Seguridad en el Trabajo.

Abstract

This paper presents an experience of appropriation of ICT developed within the framework of the Postgraduate Career "Specialization in Hygiene and Safety at Work" that is taught in the Faculty of Exact Sciences, Engineering and Surveying (FCEIA) of the National University of Rosario (UNR). It was proposed to develop an e-learning format with the use of various technological resources, based on digital classrooms supported on the Moodle platform. A group of experts accompanies the teaching team of the race to adapt their didactic materials and adjust work logics in virtual environments. This proposal for virtual training must be placed within the framework of a comprehensive strategy, which fully incorporates ICT to promote transformative educational processes from a new teaching role, where students become protagonists and architects of their own learning processes.

Keywords: E-Learning, Postgraduate Education, Health and Safety at Work.

Introducción

La Facultad de Ciencias Exactas, Ingeniería y Agrimensura (FCEIA) de la Universidad Nacional de Rosario (UNR) se encuentra situada en la Provincia de Santa Fe (República Argentina), en una región caracterizada por la gran diversificación productiva, donde se radican empresas pertenecientes a los sectores metalmecánicos, químicos, petroquímicos, cerealeros, de la construcción, alimenticios, automotrices, entre otros.



JORNADA DE EXPERIENCIAS INNOVADORAS EN EDUCACIÓN EN LA FCEIA

La política institucional de la FCEIA se caracteriza por la vinculación al medio en pos de un proceso de retroalimentación sociedad-empresa-academia. En este marco, prioriza la creación de carreras que atiendan a la satisfacción y/o resolución de las problemáticas y requerimientos de nuestro contexto regional, entre ellos lo concerniente al cuidado de la salud y la seguridad de los trabajadores. Es así que desde el año 2002 se dicta la Carrera de Posgrado de “Especialización en Higiene y Seguridad en el Trabajo”, en modalidad presencial.

Sin embargo, en los últimos tiempos la demanda ha ido modificándose; los ingenieros y arquitectos interesados en la carrera no residen únicamente en Rosario, sino que proceden de provincias aledañas: principalmente de Córdoba, de Buenos Aires y de Entre Ríos. Además, se producen consultas de interesados que se encuentran en puntos cada vez más alejados del país, pero también, de otros países hispanohablantes, que solicitan fundamentalmente el cursado en la modalidad a distancia. De esta forma, y en base a un diagnóstico realizado por las autoridades de la carrera¹ se propuso un cambio paulatino en la modalidad de dictado. Se consideró un proceso de transformación que de manera escalonada se fuera alejando del formato presencial y se orientara hacia una modalidad que incluyese en todas las asignaturas del plan de estudios actividades no presenciales, e incluso, con la posibilidad de ofrecer asignaturas completas en la modalidad de Educación a Distancia.

Para lograr las metas propuestas se desarrolló de forma simultánea una capacitación y una asesoría orientada a los docentes del primer año de la carrera. La capacitación se ofreció en formato *e-learning* con el empleo de diversos recursos tecnológicos, a partir de aulas digitales soportadas en la plataforma Moodle. Entre los objetivos de este trayecto formativo se planteó que los docentes del posgrado realicen una práctica en la plataforma Moodle de la Facultad, a fin de familiarizarse con el entorno desde el punto de vista de los estudiantes, encontrar diferentes opciones para compartir contenidos y reconocer las principales herramientas de Moodle (actividades y recursos, para comenzar a pensar en sus asignaturas en este contexto áulico mediado por tecnologías). El grupo de tutores acompañó en reuniones presenciales al equipo de docentes en este pasaje de modalidades, para adaptar sus materiales didácticos y ajustar lógicas de trabajo en entornos virtuales, bajo la modalidad de asesorías. El presente trabajo recupera críticamente esta experiencia de implementación de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC), que se llevó adelante entre los años 2017-2018 con los docentes de la Especialización.

Cabe mencionar que el proyecto no se continuó, ya que a comienzos de 2019 se produjo un cambio de gestión en la Carrera y la visión estratégica sobre cómo capacitar/formar en el nivel superior de posgrado no fue compartida por las nuevas autoridades. Esta aclaración adquiere especial relevancia en el momento actual de presentación de este trabajo, ya que si bien se

¹ Período 2002-2018.



JORNADA DE EXPERIENCIAS INNOVADORAS EN EDUCACIÓN EN LA FCEIA

retoma una experiencia pasada, la etapa de producción escrita se inscribe en el contexto de la pandemia de COVID-19, que ha interpelado a las comunidades universitarias -y educativas en general- a pensar en un nuevo modelo de enseñanza-aprendizaje mediado por las tecnologías.

Marco Teórico

Del aula presencial a los entornos digitales en la Sociedad del Conocimiento

En este momento, las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) son las principales perfiladoras de un nuevo modelo de organización social. Una estructura conocida como Sociedad del Conocimiento, referenciada también como Sociedad de la Información. Un modelo en el que el conocimiento constituye un recurso estratégico con potencial social, económico y educativo sin precedentes. En la Cumbre Mundial sobre la Sociedad de la Información, se expresó que:

la sociedad del conocimiento debe comprenderse no solo como una sociedad que se quiere comunicar de otra manera, sino que busca compartir un saber. Desde esta perspectiva, se trata entonces de una sociedad del saber compartido y del conocimiento, que tiene en cuenta la pluralidad, la heterogeneidad y la diversidad cultural de las sociedades (Cumbre Mundial sobre la Sociedad de la Información, Ginebra 2003 - Túnez 2005; citado en Forero, 2009, p.42).

La educación y el acceso a las redes comunicacionales son pilares fundamentales en la Sociedad del Conocimiento, constituyendo recursos indispensables para formar ciudadanos cualificados en un mundo globalizado. En la educación superior, las TIC han atravesado todos los procesos de enseñanza-aprendizaje, impulsando un acceso más amplio a la formación y a la capacitación. Más aún, la fluidez en su empleo ha impactado tanto en el modo en que se comparte la información, como en el andamiaje que provee a los estudiantes para su futuro ingreso al mercado de trabajo. A este respecto, las tecnologías se han transformado en un aspecto clave para la competitividad económica y el desarrollo social, a medida que las sociedades han devenido en economías de la información fundadas en el conocimiento.

Actualmente se plantea la necesidad de reconocer que los procesos educativos requieren de un nuevo rol docente, que trascienda el modelo tradicional de educador experto y se acerque a una figura de facilitador de la enseñanza, acompañando a los estudiantes a constituirse en responsables de sus propios recorridos educativos, de sus decisiones, de la administración de los tiempos de aprendizaje y de la forma en que encaren las actividades; es decir, que los motive a “aprender a aprender” para su propio crecimiento. Así, el docente se configura en una suerte de guía y orientador, cimentando las condiciones indispensables para el crecimiento educativo de los estudiantes y contribuyendo a su desarrollo integral. Y esto -además de la experticia y los saberes específicos del docente- implica reconocer que los protagonistas centrales del proceso educativo son los estudiantes; especialmente ahora, en que las TIC han



JORNADA DE EXPERIENCIAS INNOVADORAS EN EDUCACIÓN EN LA FCEIA

devenido en elementos centrales en la atención e intereses de los educandos y de la sociedad en general. En palabras de Imbernón (2001, p.34):

Es necesario establecer una preparación que proporcione un conocimiento válido y genere una actitud interactiva y dialéctica que conduzca a valorar la necesidad de una actualización permanente en función de los cambios que se producen; a ser creadores de estrategias y métodos de intervención, cooperación, análisis, reflexión; a construir un estilo riguroso e investigativo.

Todo ello en función de reforzar la eficiencia, la eficacia y la coherencia de procesos de enseñanza-aprendizaje enmarcados en los adelantos tecnológicos que se han registrado en los últimos tiempos (Martínez, 2017).

Los avances experimentados por las TIC y la disposición de las más novedosas herramientas digitales, impulsan la búsqueda de mecanismos que proporcionen el entorno adecuado y que posibiliten alcanzar las competencias necesarias para desplegar la autodeterminación y la autonomía en los procesos educativos. De esta manera, las nuevas formas de enseñar y aprender deberán desenvolverse en consonancia con las innovaciones que se produzcan en el mundo virtual y de los vertiginosos desarrollos tecnológicos. En función de dichos cambios, se propone emprender este proyecto de capacitación docente en busca de cambios sustanciales en los métodos de aprender y de enseñar orientados a los entornos virtuales.

Aprender a aprender incorpora el reconocimiento, la gestión y el control de las propias capacidades y conocimientos desde una percepción de competencia o eficacia personal, y comprende tanto el uso de estrategias de aprendizaje como la capacidad para cooperar, autoevaluarse y autorregular la propia actuación durante el proceso formativo (Carretero y Fuentes, 2010). Desde esta perspectiva, se vuelve imprescindible una innovación en los procesos educativos, que integre a las TIC como herramientas didácticas, a la vez que reformule el rol docente en consonancia con las nuevas realidades. En este marco, el docente ya no sería el que detenta todo el conocimiento y -concomitantemente- el motor del aprendizaje; sino que se transformaría en una suerte de "guía" en los procesos de enseñanza, un facilitador de mecanismos de aprendizaje autónomos, asumiendo funciones para las que no siempre se encuentra adecuadamente preparado.

Lo anteriormente expuesto constituye uno de los principales cambios de paradigma respecto al aula presencial tradicional y un reto a trabajar con los docentes que han transitado la mayor parte de su carrera en la docencia presencial y convencional. Por otra parte, este cambio de escenario conlleva la participación/articulación de distintos actores. El *e-learning* exige muchas más áreas de conocimiento experto que los escenarios convencionales de enseñanza-aprendizaje. Como lo expresa Stephenson y Sangrá (2013), se deben tener en cuenta seis tipos de actores profesionales muy diferentes, cada uno con un lenguaje y un conjunto de prioridades distinto, a saber:



JORNADA DE EXPERIENCIAS INNOVADORAS EN EDUCACIÓN EN LA FCEIA

- El profesor o instructor, que imparte la enseñanza y le presta apoyo. El conocimiento experto del profesor incluye el contenido, el método de impartición, el hecho de hacer participar al alumno, las actividades de aprendizaje útiles, los recursos de especialistas y el *feedback* sobre el resultado.
- El diseñador, que reúne todos los elementos del programa. El conocimiento experto del diseñador incluye el diseño de la página, los sistemas de navegación, las bases de datos, los niveles de trabajo, las herramientas de aprendizaje en línea, las interacciones y el acceso a los recursos.
- El equipo técnico, que garantiza que el sistema funcione satisfactoriamente. Su conocimiento experto incluye la resolución de problemas de hardware, de sistema y de funcionamiento en red.
- El proveedor comercial, que ofrece productos y servicios nuevos. El conocimiento experto del proveedor es garantizar las economías de escala en el desarrollo y la distribución de herramientas y funciones complejas y que cambian con rapidez.
- La dirección, que se encarga de que haya financiación y otros recursos disponibles. El conocimiento experto de la dirección incluye juzgar la rentabilidad de costes y el conocimiento de lo que se está comercializando. Es habitual que la dirección decida el sistema que se utiliza.
- El usuario o grupo de usuarios. El conocimiento experto del usuario es su experiencia y confianza previas en el *e-learning*, las preferencias de aprendizaje, la motivación personal, y el conocimiento y las aspiraciones previas (p.15).

Antes de que apareciera la modalidad *e-learning*, los docentes mantenían un contacto estrecho con sus estudiantes, pudiendo gestionar con bastante facilidad todo el proceso educativo en los márgenes de su conocimiento experto profesional y de lo que se brindaba habitualmente. El surgimiento del *e-learning* reformula esta situación de forma significativa; ya no es tan común que los docentes cuenten con un conocimiento experto ni que controlen todas las áreas relevantes.

Los nuevos contenidos educativos *online* cumplimentan con las necesidades formativas de los estudiantes a la vez que proporcionan una serie de ventajas frente a los contenidos de formato analógico, incorporando una diversidad de estímulos capaces de favorecer el aprendizaje de competencias múltiples que combinen habilidades cognitivas y prácticas, conocimientos, valores, actitudes y otros componentes sociales y conductuales. Se trata de contenidos que propician la participación activa de los estudiantes y la construcción colectiva del conocimiento desde la colaboración, la interdependencia positiva y el acompañamiento formativo del docente/tutor, en el marco de un sistema de formación *online* de calidad.



JORNADA DE EXPERIENCIAS INNOVADORAS EN EDUCACIÓN EN LA FCEIA

estudiantes puede producir una mejor comprensión y acumulación de conocimientos, al mismo tiempo que potenciar las capacidades y habilidades para emplearlas a largo plazo (Ferrara, 2019).

La propuesta de trabajo

Se parte de la perspectiva de que un tutor virtual no se inicia en el conocimiento de una plataforma LMS², sino en el diseño instruccional de su asignatura, teniendo en cuenta que toda o una parte de la instrucción se desarrollará en ambientes digitales. No se trata en principio de tecnologías actuando de contenedores de la información, sino que previamente se destaca una intencionalidad pedagógica, poniendo a disposición un nexo entre contenidos, destinatarios/as y (nuevos) medios. En este sentido, se desarrolló un modelo de diseño instruccional adaptado tanto a las características de los docentes y de los estudiantes como a la organización de la enseñanza, con miras a producir la creación de aulas digitales y su permanente perfeccionamiento.

El diagnóstico de las necesidades de los estudiantes constituyó el punto de partida para la organización de los ambientes virtuales. Se evidenció la necesidad de formación en salud y seguridad en la modalidad a distancia, necesidad estrechamente ligada a la distribución geográfica de las personas interesadas. Pero la mediación tecnológica no constituye una solución total, sino que además es necesario que los estudiantes comprendan su rol, que acepten sus responsabilidades y se organicen para trabajar a distancia. El rol del tutor tiene gran preponderancia cuando los estudiantes son noveles en esta modalidad. Pero en este caso, el grupo de docentes también lo eran.

Se postula que antes de entender el significado de los íconos y cómo se emplea este u otro recurso, es necesario comprender la dinámica de la modalidad de educación a distancia y no solo eso, sino que también es de suma importancia que los docentes se apropien de la misma para conducir de manera exitosa el proceso de enseñanza-aprendizaje. Se considera que las vivencias juegan un papel clave cuando los expertos en contenidos no poseen experiencias en entornos digitales. En este sentido, en el marco de la capacitación a los docentes de la carrera se abordaron las potencialidades del *e-learning* con Moodle, indagando en el papel del tutor virtual y recorriendo las distintas posibilidades que brinda ese entorno para compartir materiales. El objetivo principal de ello fue crear un escenario diverso, a fin de recrear distintas experiencias de usuarios. En paralelo se propuso un primer acercamiento al funcionamiento del aula virtual, desde el punto de vista del docente editor. Una guía, casi a modo de tutorial, acerca de cómo agregar contenidos al curso, incorporar recursos de fuentes externas (web) y crear actividades y evaluaciones de forma de lograr llevar adelante la planificación y el

² LMS es un acrónimo que en inglés significa "*Learning Management System*". Traducido al español como un sistema para la gestión del aprendizaje.



JORNADA DE EXPERIENCIAS INNOVADORAS EN EDUCACIÓN EN LA FCEIA

desarrollo de las distintas asignaturas que conforman la carrera de Especialización en la plataforma Moodle. En el marco de la capacitación, las actividades que se plantearon fueron pensadas como optativas de modo que -a modo de termómetro- sirviera para evaluar el interés real que generaba entre los docentes el trabajo en el aula virtual. Es necesario aclarar que, si bien se presentaron materiales en los cuales se desarrolló como diseño el aula, desde el punto de vista de los recursos y actividades que proporciona el entorno; se planteó que la edición de las mismas por parte del equipo docente sería optativa -al menos al comienzo- para no perder de vista la necesaria alfabetización digital que se mencionara anteriormente. El foco estaba dirigido al diseño del aula desde el punto de vista de la reestructuración de las asignaturas a partir del diseño instruccional y la organización de las mismas tomando en cuenta las características de Moodle. La importancia de pensar el aula virtual en el marco de una propuesta *blended learning* superaba absolutamente la necesidad de saber configurar un recurso, para ello habría un equipo de apoyo trabajando en la primera experiencia piloto, implementada en la cohorte 2018 de la carrera. Frente a esta propuesta los docentes podían tomar dos caminos, el primero era concretar el diseño de la asignatura en este nuevo formato, el segundo era sumar a esta actividad la posibilidad de aprender a diseñar el aula virtual y adquirir las competencias digitales necesarias para crear autonomía.

La capacitación fue diseñada basándose en el modelo pedagógico de constructivismo social, que se considera constituye el ámbito más propicio para el aprendizaje colaborativo.

Es importante aclarar que en el momento en que se presentó el plan de trabajo a la dirección de la Escuela de Posgrado, el Departamento de Educación a Distancia estaba funcionando de manera irregular. Tras un proyecto de cierre de este espacio académico, se continuaban las actividades de apoyo técnico, pero se carecía de dirección. Al momento de implementación de la propuesta ya se contaba con un nuevo nombramiento para la dirección del Departamento. No obstante, esto no derivó en un trabajo en conjunto.

La Experiencia

Las consideraciones y reflexiones sobre la experiencia se basan en las observaciones participantes, en los registros de Moodle y en las encuestas a los alumnos. Se trata de un estudio transversal no experimental; la información y conclusiones se presentarán en términos cuantitativos, aunque no tienen valor estadístico, se trata de una forma de exposición que guarda el anonimato de los docentes que participaron.

Se observaron dos escenarios, el primero refiere a la capacitación "Diseño de Cursos *e-learning* en Moodle" que se desarrolló durante el primer cuatrimestre del año 2018. El segundo se realizó en las aulas virtuales correspondientes al primer año de la especialización, ciclo académico 2018.



JORNADA DE EXPERIENCIAS INNOVADORAS EN EDUCACIÓN EN LA FCEIA

El universo de observación se compone de ocho asignaturas, tres de ellas a cargo de un docente, las otras cinco conformadas por equipos de dos y hasta cuatro profesores. De un total de 18 docentes, 13 tomaron la capacitación y siete accedieron al certificado de aprobación. Con estos datos se dispuso de información para el análisis. La brecha entre los docentes que integran el cuerpo de profesores del primer año y los que tomaron la capacitación se explica a partir de la división de roles al interior de las asignaturas. En algunos casos hubo profesores que expresaron no poder y/o querer cambiar su modalidad de clases y en este sentido surgió una división de roles entre docentes presenciales y tutores virtuales. Cabe destacar que pudo apreciarse una distinción a nivel generacional, los y las docentes más jóvenes quedaron a cargo de las actividades no presenciales.

La nueva modalidad de cursado para las y los estudiantes ingresantes a la carrera consistió en clases presenciales cada dos semanas y actividades no presenciales con la misma frecuencia, semana de por medio. Las asignaturas tienen una carga horaria de 30 horas reloj, por tanto, se desarrollaron en un lapso de un mes, con algunas excepciones por receso invernal y feriados que afectaron las fechas de las clases presenciales.

Del total de los docentes involucrados solo una persona tenía experiencia previa en el dictado de su asignatura en modalidad a distancia.

La primera problemática que surgió se centró en la elección de los temas que se desarrollarían en las clases presenciales y los que se presentarían en el aula virtual. Un motivo de selección que predominó fue el de la "importancia y complejidad del tema"; en los programas de las materias habría unos temas más importantes y complejos que otros, los cuales, por ese motivo, se deberían desarrollar en la clase presencial. Detrás de esto se vislumbraron dos causas, una relacionada con la zona de confort, que otorga mayor seguridad, esto sería: la clase presencial, que algunos de los docentes llevan dictando en los últimos 15 años. Pero, por otra parte, se vivía esta experiencia con algo de desconfianza acerca de la efectividad de la clase en el aula virtual. En todos los casos hubo que hacer una selección, una adecuación que significó para alguna de las materias alterar el orden de presentación de los contenidos. Solo en una materia no se planteó esta disyuntiva, sino que se optó por la metodología de la clase invertida. El aula virtual presentó los materiales que diseñó el/la docente a cargo y un espacio de consulta al finalizar la exposición de los temas, previo a un examen presencial. En las clases presenciales se realizaron las prácticas y discusión de los temas desarrollados virtualmente.

Se propuso para todos los casos un aula virtual modelo, con algunas variantes. El esquema incluía una sección general con el siguiente contenido (Fig. 1a):

- Un libro dedicado a la presentación del curso (Fig. 1b) que contiene los objetivos y el programa de la asignatura, la conformación del equipo de trabajo, una sección de bibliografía general de la materia, la descripción de los recursos del aula y los métodos de



JORNADA DE EXPERIENCIAS INNOVADORAS EN EDUCACIÓN EN LA FCEIA

evaluación y aprobación. Previamente se solicitó a los equipos docentes la actualización de los programas.

- Una página con la presentación de los docentes-tutores, conformada por la fotografía y una breve descripción del *Curriculum Vitae* a modo de presentación.
- Tres foros: uno de bienvenida, uno destinado a los avisos o novedades y otro de consultas generales.
- Por último, los tutoriales destinados al alumnado: ¿Cómo ingresar y completar mi perfil? y ¿Cómo subir mis tareas?



Figura 1. a) Sección general del aula virtual modelo; b) Libro de presentación del curso

A continuación de la sección general se plantearon los contenidos y las actividades, cuando correspondía. Las opciones de organización estuvieron abiertas a las propuestas del cuerpo docente, se hicieron por temas, por tipo de material incluyendo secciones para materiales de apoyo a las clases presenciales y secciones para materiales de clases no presenciales, secciones con sitios de interés, bibliografía obligatoria y complementaria, y secciones destinadas al trabajo de los alumnos.

Por último, las aulas incluyeron una sección de finalización del curso que contenía un foro de despedida, un espacio para la publicación de las calificaciones y una encuesta. De las ocho asignaturas, solo en seis los alumnos contestaron la encuesta con diferentes niveles de participación.

A partir de este esquema evaluamos el grado de apropiación del aula virtual desde dos perspectivas. La primera orientada a la apropiación del docente respecto de la interfaz, considerando que fue optativo que editaran el aula presentando sus contenidos y proponiendo las actividades. La segunda evaluando la interacción docente-alumno en el marco del aula virtual, para lo cual se valoró el grado de utilización de las herramientas de comunicación y la interacción en contexto de retroalimentación con las entregas y publicaciones de estudiantes.



JORNADA DE EXPERIENCIAS INNOVADORAS EN EDUCACIÓN EN LA FCEIA

Casi la totalidad de los docentes dejó en manos del equipo de apoyo el diseño del aula, proporcionando los materiales y dando las indicaciones de cómo organizarlo en el espacio virtual. Llamó la atención que, en casi todos los casos, una vez lista el aula los docentes no revisaron los recursos publicados.

Respecto a la apropiación de las herramientas de comunicación y la interacción docente-alumno hubo diferentes situaciones, como se puede observar a continuación (Tabla 1):

Tabla 1. Utilización de recursos por los docentes

| Docente | Espacio Bienvenida | Espacio Despedida | Novedades | Foro de consulta | Foro de trabajo grupal | Tarea |
|------------|--------------------|-------------------|-----------|------------------|------------------------|-------|
| Docente 1 | | | | ✓ | ✓ | ✓ |
| Docente 2 | | | | | | |
| Docente 3 | | | | | | |
| Docente 4 | ✓ | | ✓ | | NC | ✓ |
| Docente 5 | ✓ | | ✓ | ✓ | NC | ✓ |
| Docente 6 | | | | | NC | |
| Docente 7 | | | | | NC | |
| Docente 8 | | | | | | |
| Docente 9 | | | | | | |
| Docente 10 | | | | | | |
| Docente 11 | | | | | | |
| Docente 12 | ✓ | | | | ✓ | |
| Docente 13 | ✓ | | | | ✓ | |
| Docente 14 | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | NC | NC |
| Docente 15 | | | | | | |
| Docente 16 | ✓ | | ✓ | | ✓ | |
| Docente 17 | ✓ | | | ✓ | ✓ | |
| Docente 18 | NC | | ✓ | | ✓ | |

Nota: NC= No corresponde, el recurso no fue planteado en el aula // ✓ se planteó y utilizó el recurso

Los colores en la Tabla 1 identifican el cuerpo docente (18) por asignatura (ocho); siendo la información anónima a nivel de asignatura y equipo docente. Lo primero que se destaca al visualizar la información es una asignatura³ que no produjo interacciones entre docentes y estudiantes en el aula virtual. En esta asignatura se plantearon actividades no presenciales para las semanas que correspondían a la modalidad *e-learning*. Una primera actividad de cuestionario, con evaluación automática; esta actividad no se presenta en la Tabla 1 porque no presupone interacción, que es lo que se está evaluando. Una segunda actividad de tarea, que se planteó como cierre de evaluación de la materia, en este caso el aula funcionó como un repositorio de entregas únicamente. Tal como lo indica la Tabla 1, no se registró participación docente alguna en lo que respecta a la comunicación. Los alumnos, sin embargo, estuvieron

³ Cabe aclarar que no se trata del caso del aula invertida.



JORNADA DE EXPERIENCIAS INNOVADORAS EN EDUCACIÓN EN LA FCEIA

acompañados por la figura del facilitador, pero ello no incluye la retroalimentación, indispensable en esta modalidad de enseñanza.

Además, se puede visualizar que en algunas asignaturas se destaca la división de roles, donde parte del equipo docente no participa del entorno virtual.

Cada uno de los espacios posee sus particularidades; seguidamente se expondrán las concernientes a los espacios de comunicación. En la bienvenida, algunos docentes no consideraron necesario dar la bienvenida en el aula virtual, debido a que todas las asignaturas comienzan con clases presenciales. Solo en un caso se planteó no colocar este foro en el aula, en los demás sencillamente no se utilizó. El espacio de despedida resultó un reflejo de una práctica habitual del cuerpo docente de la carrera, en la mayoría de los casos. Refiere a que el/la docente al finalizar las exposiciones de clases presenciales termina su relación con las y los estudiantes indicando un trabajo final con el cual se accedería a la aprobación de la materia. En las primeras cohortes de la carrera estos trabajos se recibían en papel en la oficina de posgrado, en los últimos años se empezaron a recibir directamente en las casillas de correo del equipo docente. Una vez evaluado, la mayoría de los docentes informaba al alumnado las calificaciones finales. Se denota ausencia de la concepción de que la evaluación requiere de una devolución/retroalimentación a los y las estudiantes y que además el proceso de enseñanza-aprendizaje culmina cuando el educador les informa su situación final (aprobado-no aprobado-regular-libre). El espacio de publicación de las novedades fue utilizado por cuatro de las ocho asignaturas. Los foros de consultas fueron contestados en los casos en que se presentó alguna intervención por parte del estudiantado. En un caso fue promovido por el/la docente a cargo, a fin de utilizar el medio para consultas previo a un examen.

Se analiza seguidamente qué sucedió con la interacción docente-estudiante en el marco de las actividades. Se utilizaron dos actividades, foro y tarea. En cinco asignaturas se plantearon actividades grupales y/o colaborativas en foros. En todos los casos hubo participación docente, guiando, retroalimentando, acompañando, la diferencia estuvo en el grado de participación. En dos casos fue menor a la deseada, en el sentido de que no se atendieron todas las intervenciones de los alumnos que requerían retroalimentación docente. En solo un caso la participación del docente fue activa, retroalimentando, agregando nueva información y atendiendo consultas. En el caso de las tareas, se solicitaron en siete aulas. En tres asignaturas no hubo retroalimentación ni calificación en el espacio de tareas, en otras tres se envió retroalimentación y se calificó y en el caso restante se envió retroalimentación, pero no se calificó. Este último caso se tomó como válido en el sentido de que se pueden plantear actividades que no requieran calificación, pero en todos los casos se considera necesaria y parte del proceso la devolución o retroalimentación.

Todo lo anteriormente expuesto deviene de la observación participante en las aulas virtuales. Se cuenta además con la evaluación de los alumnos y alumnas. Con respecto a esto, se



JORNADA DE EXPERIENCIAS INNOVADORAS EN EDUCACIÓN EN LA FCEIA

planteó una encuesta al finalizar las asignaturas con el objetivo de evaluar diversos aspectos de las mismas y en vistas a la mejora educativa permanente. Se retoman seguidamente las preguntas que refieren a la estructura y al contenido de las aulas virtuales, y también a la dinámica de los intercambios docente-alumno:

- A tu parecer, la planificación y presentación de cada una de las clases virtuales fue: muy buena, buena, regular, mala.
- La didáctica planteada en cada una de las clases virtuales te pareció: muy adecuada, adecuada, poco adecuada, inadecuada (como complemento se aceptaban comentarios).
- En cuanto a calidad y claridad, los contenidos que se presentaron en el aula virtual te parecieron: muy adecuados, adecuados, poco adecuados, inadecuados.
- El acompañamiento que te brindó el equipo docente, ¿fue adecuado en tiempo y forma? Sí, No ¿Por qué?
- Las explicaciones y devoluciones que recibiste en el aula virtual del equipo de tutores: ¿fueron claras? Sí, No ¿Por qué? Comentarios/sugerencias.

Las encuestas se contestaron en seis de las ocho asignaturas, con mayor grado de participación en las asignaturas del primer cuatrimestre. Se cuenta con 46 encuestas. Entre las respuestas acerca de la planificación y presentación de las clases virtuales, en 33 casos los alumnos consideraron la planificación entre buena y muy buena, en tanto que en 13 casos se consideró regular y mala. Al referirse a la didáctica, 37 respuestas apuntaron que fue adecuada o muy adecuada, mientras que en nueve casos la consideraron poco adecuada o inadecuada. Las respuestas no varían demasiado respecto de la calidad y claridad de los contenidos, 38 respuestas afirmaron que los materiales fueron adecuados o muy adecuados y ocho los consideraron inadecuados o poco adecuados. Para analizar estos datos es preciso considerar que los docentes estuvieron acompañados por el equipo para el armado de sus materiales y el planteo de las actividades.

Las dos siguientes preguntas refieren al acompañamiento docente y a la claridad de las devoluciones. En cuanto a si fue adecuado en tiempo y forma, el 84% consideró que sí, las respuestas negativas se concentraron en torno a una única materia, en tanto respecto a la claridad en las devoluciones el 80% consideró que las explicaciones fueron claras.

Algunos comentarios y/o sugerencias en relación a las clases virtuales que se pudieron relevar son:

Creo que es necesario rever los contenidos que se dan en las clases presenciales y los que quedan para las clases a distancia.

Creo que los docentes tendrían que relacionarse más con la plataforma virtual y mejorar los tiempos de respuesta a las consultas.



JORNADA DE EXPERIENCIAS INNOVADORAS EN EDUCACIÓN EN LA FCEIA

Es claro que estos datos no son representativos del universo de estudio de este trabajo, ya que se dispone de solo el 50% de las encuestas que debieron contestarse, dado que las mismas no revestían carácter de obligatorio.

Consideraciones Finales

Como sujetos de educación en la formación y desarrollo de competencias y para el uso de las TIC, es necesario desarrollar el hábito de la reflexión crítica pedagógica permanente sobre los procesos de enseñanza-aprendizaje, los contextos y las posibilidades de progresar; acompañando los avances tecnológicos que ocurren en un marco más global. Avances que traen consigo la necesidad de conocer otros espacios educativos y tener la capacidad de desenvolverse en un nuevo mundo digital. El conocimiento y manejo de las TIC incide en el desarrollo de procesos educativos más interactivos e innovadores en el nuevo rol docente.

Un rol que exige una reflexión sobre la práctica. Como profesionales, este tipo de experiencia sobre otro tipo de metodologías, puede mejorar significativamente en la medida que permite aprender de las propias prácticas de aprendizaje y de enseñanza, a la vez que se toma conciencia de que es una alternativa eficaz y posible para mejorar los procesos formativos de los estudiantes.

Este trabajo recoge solo los pasos iniciales de una experiencia que se implementó para el cambio a la modalidad de cursado semipresencial de la Carrera de Posgrado de “Especialización en Higiene y Seguridad en el Trabajo” (FCEIA-UNR). El proyecto de dicha carrera estaba en su etapa de inicio, y la propuesta de trabajo en forma conjunta entre un grupo con experticia en la modalidad y los docentes, la mayoría en sus primeros pasos en este paradigma, no se pudo continuar; por esta razón es que solo se disponen de los resultados parciales de su implementación. No obstante, se considera que esta primera experiencia indica la necesidad de seguir trabajando en la capacitación a fin de lograr las competencias y habilidades indispensables que todo tutor virtual debiera tener para estar al frente de una capacitación mediada por tecnologías. Está claro que para que ello suceda son de suma importancia las políticas institucionales, que hasta el momento han estado ausentes en la institución en lo que respecta a la Educación a Distancia.

Hoy se está transitando un momento particular, único, inesperado, la pandemia del coronavirus COVID-19, que ha desplazado a los docentes universitarios de su lugar tradicional, el aula presencial, a una virtualidad de emergencia que se resuelve en muchos casos con improvisaciones. Esta situación dejará muchas enseñanzas y seguramente pondrá en agenda la necesidad de avanzar en la creación de políticas institucionales orientadas a la formación de los docentes en habilidades y competencias para trabajar en ambientes virtuales.



JORNADA DE EXPERIENCIAS INNOVADORAS EN EDUCACIÓN EN LA FCEIA

Referencias bibliográficas

- Carretero, M.R. y Fuentes, M. (2010). La competencia de aprender a aprender. *Aula de Innovación Educativa*, (192), 7-10.
- Ferrara, S (2019). Formación de tutores/docentes virtuales a distancia en el nivel del postgrado universitario. *Tesis de Maestría*. Campeche, México: Universidad Internacional Iberoamericana.
- Forero, I. (2009). La Sociedad del conocimiento. *Revista Científica General José María Córdova*, 5(7), 40-44.
- Imbernón, F. (2001). La profesión docente ante los desafíos del presente y del futuro. En C. Marcelo (Ed.). *La función docente* (pp.27-45). Madrid, España: Síntesis.
- Martínez, C. (2017). *Las TIC en el aula. Aplicaciones didácticas y utilización de recursos*. Barcelona, España: Fundación Internacional Iberoamericana.
- Stephenson, J. y Sangrà, A. (2013). *Fundamentos del diseño técnico-pedagógico en e-learning*. Barcelona, España: Universitat Oberta de Catalunya.



JORNADA DE EXPERIENCIAS INNOVADORAS EN EDUCACIÓN EN LA FCEIA

EL USO DE MATERIAL DIDÁCTICO MANIPULATIVO EN GEOMETRÍA. UNA EXPERIENCIA CON INGRESANTES A INGENIERÍA

Viviana Paula D'Agostini

Escuela de Formación Básica. Departamento de Matemática

FCEIA-UNR

dago@fceia.unr.edu.ar

Resumen

En este trabajo se presenta un estudio exploratorio acerca de la implementación de material manipulativo concreto, en clases de Álgebra y Geometría Analítica, con estudiantes de Ingeniería. Con una metodología cualitativa, de enfoque interpretativo, se utilizó material diseñado y elaborado, por la autora, como recurso didáctico. La técnica para la recolección de datos fue la observación participante y los instrumentos: notas de campo, encuestas y entrevistas. Se evidenció el interés de los estudiantes por la manipulación de los materiales para representar diferentes situaciones problemáticas, y para socializar sus ideas e interrogantes. Todos los estudiantes encuestados consideran que el material implementado les facilitó la comprensión de los contenidos. Considerando que se trabajaron representaciones gráficas en el pizarrón y con software, cerca del 80% eligió el uso de material concreto como opción conveniente para las representaciones. Las docentes participantes manifestaron que la experiencia favoreció el aprendizaje y permitió trabajar sobre las dificultades que presentaban los alumnos, y las incentivó a la implementación de los materiales en el diseño de sus propias clases. Además, declararon que ninguna de sus profesoras de Matemática había utilizado material concreto en su formación media y superior. Bajo estas consideraciones, se pretende seguir trabajando en esta línea de investigación.

Palabras clave: Material manipulativo, Universidad, Geometría, Didáctica.

Abstract

This paper presents an exploratory study about the implementation of concrete manipulable material, in Algebra and Analytical Geometry classes, with engineering students. With a qualitative methodology, with an interpretative approach, material designed and developed by the author was used as a teaching resource. The methodology adopted is qualitative, with an interpretive approach, using the participant observation as a technique for data collection and as instruments: field notes, surveys and interviews.

The students' interest in the manipulation of materials to represent different problematic situations, to socialize their ideas and questions was evidenced. All students surveyed consider that the material implemented facilitated the understanding of the contents. Considering that graphic representations were worked on the blackboard and with software, about 80% chose the use of concrete material as a convenient option for representations. Participating teachers stated that the experience favored learning and allowed them to work on the difficulties presented by the students; and encouraged them to implement the materials in the design of their own classes. In addition, they declared that none of their Math teachers had used concrete material in their middle and higher education. Under these considerations, it is intended to continue working on this line of research.

Keywords: Manipulable material, University, Geometry, Didactic.



JORNADA DE EXPERIENCIAS INNOVADORAS EN EDUCACIÓN EN LA FCEIA

Por otro lado, muchas veces las dificultades en el aprendizaje de conceptos y propiedades en Matemática se encuentran ligadas a la visualización, noción sobre la que hay diferentes concepciones en la investigación en Educación Matemática. Zimmerman y Cunningham (1991; citado en Dolores, 2007, p.481) caracterizan el término Visualización Matemática como “los procesos de formación de imágenes (tanto mentalmente como con la ayuda de lápiz y papel o con la ayuda de tecnología) y el uso efectivo de tales imágenes para el descubrimiento matemático y la comprensión”. La visualización no es un fin en sí mismo sino un medio para conseguir la comprensión.

Si hablamos de geometría en el espacio, Gutiérrez (1992) generalmente hace mención a la “visualización” o “visualización espacial”, aunque otros investigadores que se han interesado por este campo le han dado diversos nombres: “percepción espacial”, “imaginación espacial”, “visión espacial”, entre otros. El elemento básico en las concepciones de percepción visual son las imágenes mentales, es decir, las representaciones mentales que hacen las personas de objetos físicos, conceptos, propiedades, relaciones, etc.

Por su parte, Calvillo y Cantoral (2007) definen la visualización como “la habilidad para representar, transformar, generar, comunicar, documentar y reflejar información visual” (p.424).

Socas *et al* (1989; citado en Rodríguez, 2012) señala que:

(...) La experiencia y la historia han mostrado la importancia de la visualización como una “herramienta” fundamental para la comprensión de muchos argumentos y fórmulas algebraicas (...) Conviene observar que en ningún momento las generalizaciones teórico-algebraicas aparecen automáticamente de la visualización, sino que esta complementa el entendimiento de tales generalizaciones (p.89).

El álgebra es un medio ligado a la aritmética y la geometría, que sirve a ambas para comunicar relaciones y propiedades de sus objetos, proporcionando un marco regulado por ciertas reglas de transformación, que facilitan la abstracción de los elementos, brindando herramientas para la resolución de problemas. El aprendizaje del álgebra requiere la comprensión sintáctica y semántica de estas reglas y de su lógica interna para asegurar el uso significativo de las mismas. Las representaciones a través de símbolos utilizados en ella son fundamentales para cualquier desarrollo abstracto o generalización que se necesite comunicar en Matemática.

En particular, la asignatura Álgebra y Geometría Analítica (AGA), correspondiente al ciclo básico de las carreras de Ingeniería, de la Facultad de Ciencias Exactas, Ingeniería y Agrimensura (FCEIA), ha sido organizada considerando las tendencias hacia una revitalización del papel de la geometría. La misma está constituida por las siguientes unidades: Vectores (en el plano y en el espacio), Geometría lineal del plano y del espacio (La recta en el plano. El plano. La recta en el espacio), Secciones Cónicas, y Complejos y Polinomios. La modalidad de enseñanza incluye tres instancias complementarias: clases teóricas a cargo de un profesor, con la guía de un apunte de cátedra; clases de práctica en el que los alumnos trabajan sobre



JORNADA DE EXPERIENCIAS INNOVADORAS EN EDUCACIÓN EN LA FCEIA

una guía de ejercicios y problemas a resolver con el apoyo de otros dos docentes, y clases de consulta. Mi desempeño como docente, desde hace varios años en esta asignatura, me ha permitido interactuar con numerosos colegas, de diferente formación académica, y con distintas formas de enseñar. A pesar de esta diversidad, pude observar una característica común a todos: en algún momento de sus clases, utilizaban material escolar accesible en el aula (biromes, fibrones, hojas, carpetas, etc.) para representar situaciones problemáticas, en otras ocasiones planteaban analogías con el salón de clase (paredes-planos, rincón-primer octante, etc.), y en otros casos, también utilizaban un software (Maple, Máxima, GeoGebra, aplicaciones en celulares y tablets).

Cabe destacar que, desde el punto de vista cognitivo, en la Geometría Analítica se estrechan la representación gráfica con la abstracción algebraica y los lenguajes gráfico y simbólico, lo que implica un importante avance en el nivel de abstracción de los estudiantes que suele dificultar el aprendizaje. En particular, el estudio de la geometría del espacio, que se realiza en AGA, requiere de representaciones gráficas de sus objetos de estudio. Y su desarrollo implica un proceso de formación integrada entre pensamiento analítico y visual. Con relación al razonamiento espacial, los estudiantes suelen presentar dificultades para transformar una percepción tridimensional en una representación bidimensional, así como también para extraer información explícita contenida en una figura en el espacio. Es más, en algunos casos son capaces de realizar una representación gráfica de una situación problemática, pero no pueden utilizarla como herramienta para la resolución de la misma. También aparecen conflictos para traducir las representaciones algebraicas en hechos geométricos. En este sentido, en mi tesis de Maestría en Didáctica de las Ciencias, he estudiado las dificultades de estudiantes de Ingeniería cuando se enfrentan a situaciones problemáticas de la geometría lineal del espacio (D'Agostini, 2017). Dicha investigación y mi experiencia docente me han movilizado a realizar la experiencia que se relata a continuación.

Objetivo

Indagar acerca de la implementación de material manipulativo concreto como recurso didáctico en geometría, con estudiantes de ingeniería. (Se considera material didáctico manipulativo concreto a los objetos físicos tangibles diseñados con finalidad didáctica, que pueden manipularse con las manos).

Metodología

El estudio, con un enfoque cualitativo y de carácter interpretativo, se realizó con estudiantes de AGA, en una comisión de primer año (durante un cuatrimestre), de las carreras de Ingeniería, en la FCEIA. En situación de aula, durante el desarrollo de las clases (salvo en el tema



JORNADA DE EXPERIENCIAS INNOVADORAS EN EDUCACIÓN EN LA FCEIA

Complejos y Polinomios), se utilizó material didáctico manipulativo diseñado y elaborado por quien suscribe, profesora a cargo de la comisión. La técnica utilizada para la recolección de datos acerca del impacto de dicho material, fue la observación participante y los instrumentos aplicados: diario de campo, registros escritos y grabaciones. Además, al finalizar el cuatrimestre, se realizaron encuestas a 35 alumnos (quienes asistieron a todas las clases), y entrevistas semiestructuradas a dos docentes a cargo de la práctica, y a una alumna residente del Profesorado en Matemática participante en la comisión.

A modo de ejemplo, se presentan en la Fig. 1 algunas fotografías de parte del material que se utilizó, en algunos casos para introducir conceptos, en otros para el desarrollo de la clase, y otros para representar situaciones problemáticas específicas.

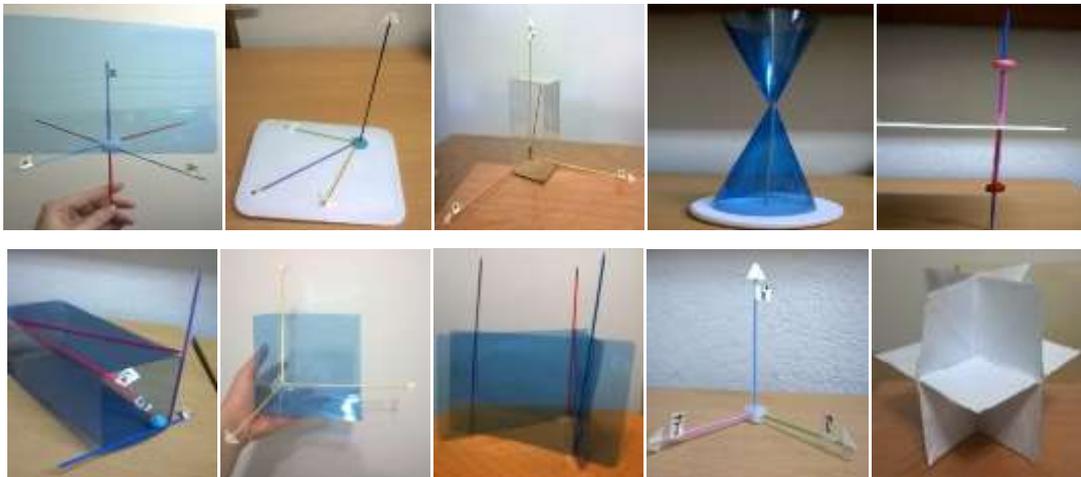


Figura 1. Algunos de los materiales manipulativos utilizados en AGA

Resultados

El uso de material didáctico permitió observar el interés de los estudiantes por la manipulación de los mismos para representar diferentes situaciones, despertando en ellos nuevos interrogantes. Además, puso en evidencia ciertas dificultades en algunos conceptos, no detectadas en el desarrollo del contenido en forma tradicional. Y fomentó en los alumnos el planteamiento de nuevas problemáticas, y la socialización de ideas en relación con posibles soluciones. En este sentido, el instrumento de representación permite acudir al aprendizaje colectivo, ya que admite una forma sencilla y compartida de visualización.

A través de las encuestas los estudiantes manifestaron que el material didáctico manipulativo concreto, utilizado en las clases, les facilitó la comprensión de los contenidos de AGA. En relación con los aspectos positivos de su aplicación, se transcriben algunas frases de los alumnos: *“me sirvió mucho, al momento de comprender, por ejemplo, la ubicación de rectas, planos, vectores”*, *“me pareció muy eficiente el uso de material didáctico, pudimos observar las rectas y planos con mayor facilidad”*, *“me ayudó para poder imaginarlo y comprenderlo, ya que*



JORNADA DE EXPERIENCIAS INNOVADORAS EN EDUCACIÓN EN LA FCEIA

hay ciertos temas que no entendía y no podía darme cuenta lo que realmente eran y luego resultaba fácil comprender”, “es una idea muy original para lograr que los alumnos entendamos mejor el tema a dar”, “me resultó beneficioso ya que podía ver con más claridad los temas”, “ayuda a ver gráficamente los conceptos que por medio del papel es más difícil”, “me ayudó a ver lo que no lograba notar en una hoja”, “es muy bueno ya que nos ayuda a imaginarnos los problemas”, “el material es muy preciso en los temas y permite comprender más las situaciones”.

Para las representaciones gráficas, además del material didáctico manipulativo y el uso del pizarrón, se implementó el software GeoGebra. Al respecto, cabe mencionar que como opciones colaborativas para representar las situaciones problemáticas ha surgido que: el 41% de los estudiantes elige la utilización de **material didáctico manipulativo**, alegando: *“los dibujos en el pizarrón pierden la perspectiva que con el material didáctico se ve claramente. Desde mi punto de vista es más fácil entender los dibujos del pizarrón una vez que lo muestra con el material didáctico”, “es que a través de ejemplos reales es más comprensible el estudio”, “porque es más fácil la comprensión de los temas dados”, “ya que nos permite ver cómo es el problema en 3D cosa que en el pizarrón no se puede observar bien”, “fue muy útil ya que así se podía entender mejor”; el 27% prefiere **el dibujo y el material**, expresando: “porque puede haber más de una forma de aprender temas difíciles”, “porque me es más fácil interpretarlo. Los softwares son herramientas muy útiles, pero si no entendés lo que hacés no sirve de nada”, “los dibujos en el pizarrón ayudan mucho también, pero el material didáctico me ayudó a comprender los temas de la materia en el espacio ya que es muy difícil imaginarlo y familiarizarse con ello”, “el material didáctico permite visualizar situaciones que en el pizarrón resultan más complejas”, “porque te da una idea de lo que estás haciendo más fácil. Los softwares pueden llegar a confundir”; el 22% **el dibujo**; el 6% opta por **el dibujo, el material y el software**, manifestando: “todas son de gran ayuda. Ciertas cosas no son fáciles de dibujar o representar manualmente, por lo tanto, es necesario y de gran ayuda”; el 2% **el material y el software**; y el restante 2% **el software**. Es decir, el 76 % de los estudiantes considera que el uso del material didáctico manipulativo concreto fue colaborativo para las representaciones.*

Respecto de los comentarios de los estudiantes pueden destacarse las palabras: “entender”, “comprender”, “visualizar”, “observar”, “imaginar”, como aspectos positivos del uso del material manipulativo. También se ponen en evidencia algunas dificultades de visualización en los dibujos sobre el pizarrón, la hoja y en software.

Las entrevistas semiestructuradas realizadas a las docentes de la comisión, han permitido relevar información pertinente. Una de las docentes, estudiante del Profesorado de Enseñanza Media y Superior en Matemática, expresó que el uso del material concreto en el curso la incentivó a incluirlo en la planificación e implementación de una clase de Geometría III. Y en cuanto a los alumnos comentó: *“me pareció que los chicos podían visualizar mejor las*



JORNADA DE EXPERIENCIAS INNOVADORAS EN EDUCACIÓN EN LA FCEIA

situaciones, sobre todo para introducir el tema, pienso que es provechoso; ellos intentaban pensar de acuerdo a los materiales que vos les traías, me daba cuenta cuando yo charlaba con ellos”. Consideró que, en temas de geometría en el plano, es conveniente usar la aplicación de un software, pero para geometría del espacio se puede visualizar mejor con el material concreto. Durante su práctica en el nivel superior, en la FCEIA, observó que los docentes de AGA utilizaban para el desarrollo de sus clases, mayoritariamente el pizarrón, algunos fomentaban el uso de GeoGebra en el celular, y para representar ciertas situaciones manipulaban hojas, biromes, fibrones, material disponible en el aula, no material manipulativo concreto. Destacó que en su formación docente se fomenta el uso del material didáctico manipulativo, pero solo para el nivel medio.

Otra de las docentes, licenciada en Física, se desempeña como auxiliar en AGA desde hace tres años. Relató que los docentes con los que trabajó en esta asignatura, algunos usaban GeoGebra, también biromes, hojas, etc. para representar las situaciones problemáticas. Destacó que ella “usa el aula”, remarcó “el zócalo” para representar un eje, “las paredes” para hablar de plano, y nunca utilizó material didáctico manipulativo. Acerca del uso del material expresó: “yo creo que les aporta, sobre todo al principio, les cuesta mucho imaginar, entonces el material está bueno, eso ayuda mucho para poder ir construyendo”. Acerca del uso del material en la Universidad, en primer año, opinó: “a mí no me genera un prejuicio, nosotros estamos trabajando con otro nivel al que solían venir los alumnos, te tenés que adaptar a lo que recibís y decir bueno claramente necesito recibir algún tipo de ayuda. Yo creo que usaría muchísimo para las gráficas un software, porque a mí me cuestan los dibujos. Cuando yo era estudiante no se conocía el GeoGebra y me parece súper fácil, me hago una representación de lo que tengo que hacer y después veo”.

La tercera entrevistada asistió a las clases en calidad de residente del Profesorado en Matemática, y expresó que considera que el uso del material didáctico concreto fue muy provechoso y satisfactorio para los alumnos. También manifestó que la utilización de los mismos favoreció el aprendizaje y la comprensión de los temas que requieren el desarrollo de habilidades como la visualización espacial. “La manipulación de estos materiales permitió ver las dificultades que presentaban los alumnos y trabajar en ellas. Les permitía a los estudiantes representar lo que estaban pensando y luego socializar sus ideas (...) Considero que la utilización de los materiales tuvo un impacto positivo debido a que los mismos alumnos pedían la representación con materiales concretos en algunas situaciones que no lograban visualizar”. También, enfatizó que el uso de material concreto en AGA la incentivó a implementarlo en la clase que tuvo que planificar y desarrollar como parte de su residencia en educación superior (Fig. 2). Además, señaló que, como futura profesora, se imagina usando material didáctico concreto tanto en la escuela media, como en el nivel superior.



JORNADA DE EXPERIENCIAS INNOVADORAS EN EDUCACIÓN EN LA FCEIA



Figura 2. Residente empleando material manipulativo en AGA

Por otro lado, solo el 11% de los estudiantes explicita que sus docentes de Matemática, en la escuela, han implementado material didáctico manipulativo. Las tres entrevistadas comentaron, como estudiantes universitarias, que sus docentes de Matemática nunca usaron material didáctico manipulativo en sus clases, “quizás software alguna vez”, expresa una docente. Acerca de sus trayectorias en la escuela secundaria relatan: “quizás utilizaron en alguna clase de geometría, pero no recuerdo nada puntual”, “ningún profesor usó material, ni software, solo uso de pizarrón y aferrarse al libro a raja tabla”, “quizás alguna vez, pero no recuerdo puntualmente algo”.

De las expresiones de los estudiantes y las docentes, en esta experiencia en particular, se evidencia la ausencia del uso de material didáctico manipulativo en las clases, en la escuela media, así como también en la Universidad, y en particular en AGA.

Conclusiones

Un estudiante comienza a construir la imagen mental de un concepto de una manera global, a partir de ejemplos concretos, sin realizar un análisis matemático de los elementos o propiedades implicados, sino utilizando destrezas básicamente visuales (Van Hiele y Vinner, 1999; citado en Abrate, Pochulu, Vargas, 2006). Por lo tanto, los ejemplos presentados al abordar un tema juegan un rol fundamental.

Como hemos mencionado, un problema generalizado de los estudiantes en la habilidad de razonamiento espacial es la falencia para la representación bidimensional. Los estudiantes presentan dificultades para transformar una percepción tridimensional en una representación bidimensional, así como también para extraer información explícita contenida en una figura en el espacio. En particular, la realización de una representación gráfica tridimensional, en papel o en pizarrón, suele producir una visión sesgada de la misma; ya que una representación tridimensional llevada a una representación bidimensional tendrá un recorte de la información explícita contenida en la figura. En este sentido, el material implementado para representar las situaciones fue colaborativo a la hora de realizar las representaciones bidimensionales. Por lo que, interactuar con el material didáctico manipulativo puede ser un instrumento a considerar



JORNADA DE EXPERIENCIAS INNOVADORAS EN EDUCACIÓN EN LA FCEIA

para el desarrollo de habilidades de razonamiento espacial a través de la visualización 3D de las representaciones.

Las conclusiones que surgen de las encuestas realizadas a los estudiantes refuerzan la importancia de utilizar distintos elementos para la realización de representaciones, como dibujos en pizarrón, graficadores y material manipulativo concreto, ya que los mismos realizan diferentes aportes en la construcción de un concepto, propiedad o situación problemática. En este sentido, y considerando la actuación de las docentes en AGA, se considera relevante la puesta en discusión acerca de la implementación en clase, del uso de material manipulativo concreto. Además, las docentes entrevistadas pudieron observar que la manipulación de los materiales dio cuenta de dificultades específicas, que presentaban los alumnos, y trabajar sobre ellas. Dichos resultados brindan información pertinente para el diseño de secuencias didácticas, que expliciten dificultades particulares, planteen nuevas preguntas, y constituyan una herramienta para la superación de errores y posibles obstáculos.

En general, las dificultades ligadas a la visualización espacial, han tratado de superarse a través de la implementación del software como recurso didáctico, ya que el uso reflexivo de las nuevas tecnologías permite el tratamiento de muchas cuestiones en Matemática. Pero sabemos que los errores y dificultades son elementos usuales que van a aparecer de forma sistemática en el proceso de construcción de conocimiento, y por lo tanto debemos incluir su diagnóstico, detección, corrección y superación mediante actividades que promuevan el ejercicio de la crítica sobre las propias producciones (Rico, 1995). Además, el documento del CONFEDI (2014) señala que facilitar el desarrollo de competencias durante el proceso de formación supone revisar las estrategias de enseñanza, de manera de garantizar que los estudiantes puedan realizar actividades que les permitan avanzar en su desarrollo. En particular, la experiencia descrita con estudiantes de Ingeniería, ha posibilitado desarrollar de forma innovadora las temáticas específicas de álgebra y geometría. En este sentido, queda abierta una puerta para un estudio más profundo, acerca de las implicancias del uso de material manipulativo concreto, como recurso didáctico para el estudio de la geometría, en el nivel superior.

Referencias bibliográficas

- Abrate, R.S., Pochulu, M.D. y Vargas J.M. (2006). *Errores y Dificultades en Matemática. Análisis de causas y sugerencias de trabajo*. Villa María, Argentina: Universidad Nacional de Villa María.
- Calvillo, N. y Cantoral, R. (2007). Intuición y visualización: demostración en la convergencia de sucesiones. *Acta Latinoamericana de Matemática Educativa*, 20, 421-426.
- CONFEDI (2014). *Competencias en Ingeniería*. Disponible en: https://confedi.org.ar/download/documentos_confedi/Cuadernillo-de-Competencias-del-CONFEDI.pdf.



JORNADA DE EXPERIENCIAS INNOVADORAS EN EDUCACIÓN EN LA FCEIA

- CONFEDI (2018). *Libro Rojo. Estándares de segunda generación para Ingeniería*. Disponible en: https://confedi.org.ar/download/documentos_confedi/LIBRO-ROJO-DE-CONFEDI-Estandares-de-Segunda-Generacion-para-Ingenieria-2018-VFPublicada.pdf.
- D'Agostini, V. (2017). Dificultades en estudiantes de Ingeniería cuando se enfrentan a situaciones problemáticas de la geometría lineal del espacio, en distintos registros de representación. *Tesis de Maestría*. Rosario, Argentina: Universidad Nacional de Rosario.
- Dolores, C. (2007). Usos de las gráficas y sus repercusiones en el aprendizaje de la matemática. *Acta Latinoamericana de Matemática Educativa*, 20, 479-484.
- Gutiérrez, A. (1992). Procesos y Habilidades en Visualización Espacial. *Memorias del Tercer Congreso Internacional sobre Investigación en Educación Matemática* (pp.44-59). Valencia, España: Universidad de Valencia.
- Gutiérrez Otálora, S. y Parada Landazábal, D. (2007). Caracterización de tratamientos y conversiones: el caso de la función afín en el marco de las aplicaciones. *Tesis de Maestría*. Bogotá, Colombia: Universidad Nacional de Colombia.
- Rico, L. (1995). Errores en el aprendizaje de la Matemática. En J. Kilpatrick, P. Gómez y L. Rico (Eds). *Educación Matemática* (pp.69-108). Ciudad de México, México: Grupo Editorial Iberoamérica.
- Rodríguez, H. (2012). Impacto del uso de Cabri II Plus en el aprendizaje del concepto de Transformación Lineal en R^2 . *Voces y Silencios: Revista Latinoamericana de Educación*, 3(1), 87-101.



JORNADA DE EXPERIENCIAS INNOVADORAS EN EDUCACIÓN EN LA FCEIA

RECURSOS TECNOLÓGICOS EN LA FORMACIÓN DE PROFESORES EN MATEMÁTICA: DEFINICIÓN FORMAL DE LÍMITE EN UN APLET COLABORATIVO DE GEOGEBRA

Sabrina Roscani, Lucía Schaefer y Cinthia Menna

Escuela de Ciencias Exactas y Naturales. Departamento de Matemática
FCEIA-UNR

sabrina@fceia.unr.edu.ar, lucias@fceia.unr.edu.ar, cmenna@fceia.unr.edu.ar

Resumen

En este trabajo se describe la construcción de un applet colaborativo en GeoGebra, junto con una propuesta de consignas relativas a la definición formal de límite que pretende trabajar con los intervalos simétricos de radios ε y δ involucrados en tal definición, de manera visual y dinámica. El applet se realiza en el transcurso del dictado del Taller de Recursos Tecnológicos en Educación Matemática, asignatura correspondiente al primer año del Profesorado en Matemática de la UNR. El desarrollo de la actividad de construcción del applet se realiza en cinco etapas que incluyen diferentes formas de trabajo (individual, en parejas, grupal), resultando ser la presentación final un trabajo en el que han intervenido todos los alumnos y docentes del taller.

Palabras clave: Recursos tecnológicos, Formación de profesores, GeoGebra, Definición formal de límite.

Abstract

In this paper, the construction of a collaborative applet in GeoGebra together with a list of exercises, whose goal is to work visually and dynamically with the ε and δ radius neighborhood of the formal definition of limit, is described. The applet was constructed during the course of Technological Resources in Mathematics Education, from the Mathematics Education Program of the Rosario National University (UNR). The development is carried out in five stages that include individual, in pairs and group work. The resulting applet in the final presentation is a work in which all the students and teachers of the workshop have participated.

Keywords: Technological Resources, Mathematics teacher training, GeoGebra, Formal definition of limit.

Introducción

Recursos Tecnológicos en Educación Matemática es una materia correspondiente al plan 2018 del Profesorado en Matemática (PM) de la Facultad de Ciencias Exactas, Ingeniería y Agrimensura (FCEIA) de la Universidad Nacional de Rosario (UNR). Tiene carácter cuatrimestral y está ubicada en la segunda mitad del primer año de la carrera. Por tal razón, el dictado correspondiente al año 2019, durante el cual se lleva a cabo esta experiencia, es el segundo que se realiza en la historia del PM en la FCEIA, ya que no formó parte de la currícula



JORNADA DE EXPERIENCIAS INNOVADORAS EN EDUCACIÓN EN LA FCEIA

en los planes anteriores. En efecto, basta comparar las finalidades de los planes de estudio 2002 y 2018 (Tabla 1) para deducir que uno de los nuevos objetivos asociados a la formación docente, es formar docentes competentes respecto del uso de las nuevas tecnologías. Desde la cátedra se considera que estas nuevas tecnologías no solo permiten organizar las clases de una manera más dinámica, sino que ayudan a acercar la brecha tecnológica proveniente de la diferencia generacional entre docentes y alumnos.

Tabla 1. Comparación de la finalidad de la carrera respecto de los planes 2002 y 2018

| Finalidad Plan de Estudios 2002 | Finalidad Plan de Estudios 2018 |
|--|---|
| La formación pedagógica, científica y técnica de docentes para desarrollar su práctica en el área de la Matemática, en los distintos niveles del sistema educativo | El desarrollo de recursos humanos con una sólida formación humanística, pedagógica, científica y tecnológica para el desempeño de la docencia en el área de la Matemática en los niveles de educación |

Entre los objetivos del taller, se encuentra el de poder formar a los estudiantes del PM en la utilización de recursos como ser el celular o la computadora de manera eficiente y superadora en el aula, teniendo en cuenta la heterogeneidad que suele presentarse en el grupo de alumnos en cuanto a experiencias con la tecnología. En particular, se promueve la utilización del programa GeoGebra como una herramienta fundamental para el desarrollo de temas correspondientes al área del Análisis Matemático y la Geometría Analítica y Sintética. Vale aclarar que, en el segundo cuatrimestre de primer año, los alumnos han cursado ya las materias Análisis Matemático I, Álgebra y Geometría I y están cursando Análisis Matemático II y Álgebra y Geometría II, en conjunto a todas las otras carreras de la Escuela de Ciencias Exactas y Naturales. Desde el taller se van abordando temas relativos a estas materias, de manera transversal o simultánea, contando con una fluida comunicación con los docentes de las materias mencionadas en cuanto a contenidos y dificultades.

La definición formal de límite de una función en un punto (Tabla 2), abordada en este trabajo, fue estudiada por los alumnos durante el primer cuatrimestre en Análisis Matemático I, pero dada su importancia en el área del Análisis Matemático, es un concepto que seguirá apareciendo a lo largo del dictado de las materias del área hasta el final de la carrera. Además, esta definición tiene cierto grado de abstracción y consideramos que el abordaje transversal es de gran ayuda para los estudiantes.

Tabla 2. Definición extraída de Análisis Matemático I-ECEN (2019)

Definición. Dada una función real f y un número real a , de manera que f está definida en un entorno reducido del punto a^4 , decimos que un valor l es el límite de la función f , cuando la variable independiente tiende al valor a , y notamos con el símbolo

$$\lim_{x \rightarrow a} f(x) = l,$$

si, para cualquier valor $\varepsilon > 0$, prefijado, existe un número positivo δ , tal que,

$$0 < |x - a| < \delta \Rightarrow |f(x) - l| < \varepsilon.$$

En términos de entornos, si

$$x \in E'(a, \delta) \Rightarrow f(x) \in E(l, \varepsilon).$$

⁴ Esta definición corresponde a la definición formal de límite finito de una función en un punto a .



JORNADA DE EXPERIENCIAS INNOVADORAS EN EDUCACIÓN EN LA FCEIA

Desarrollo

Paso 1: El comienzo de la actividad

En la primera clase del ciclo 2019 y con el objetivo de presentar a los alumnos el programa GeoGebra, se proyectó el video “Uso de GeoGebra para la enseñanza de la Matemática” (Observatorio de Prácticas Educativas Digitales, 2017) realizado por los profesores M. Dockendorff y H. Solar de la Pontificia Universidad Católica de Chile en el ámbito de la formación docente. Se pretendía que pudieran apreciar las amplias posibilidades de visualización y construcción que este programa nos brinda.

Al culminar la proyección del video, las docentes extrajeron frases del mismo como disparadoras, para realizar discusiones en la clase junto a los estudiantes sobre el uso de la tecnología y sobre sus experiencias previas como alumnos de secundaria. Una de las frases elegidas fue la siguiente:

La simulación puede otorgar sentido a una definición simbólica que muchas veces es ajena a nuestros alumnos (Observatorio de Prácticas Educativas Digitales, 2017).

Luego de leer esta frase, las docentes preguntaron a los estudiantes qué definición simbólica les resultaba ajena o difícil de interpretar. El 90% de ellos coincidió en que la definición formal de límite era la más difícil de comprender.

Esto motivó la apertura de un foro en Comunidades UNR, plataforma soporte del Taller, con la invitación a participar de forma voluntaria buscando diversos applets en el sitio de Comunidad GeoGebra o videos de YouTube que abordaran la temática, compartiendo los links junto a sus comentarios. La consigna fue la siguiente:

Proponemos buscar y compartir tutoriales de GeoGebra, o videos de YouTube en los cuales la dinámica nos ayude a comprender la definición abstracta y simbólica de límite.



Definición de Límite

Cabe destacar que, si bien la participación en el foro fue escasa, inspiró el desarrollo de la actividad que se presenta en esta experiencia, cuyo objetivo final es el de realizar un applet en GeoGebra junto con actividades propuestas para trabajar con la definición formal de límite en Análisis Matemático I.

En particular, una de las alumnas que participó, sugirió visitar el applet y las actividades creadas por un usuario desconocido en Comunidad GeoGebra (“Definición formal de Límite”, s.f.). Comentó que le parecía interesante la utilización de deslizadores para los parámetros epsilon y delta de la definición. Si bien proponemos al lector visitar el link www.geogebra.org/m/RRf336ZC y crear su propia opinión sobre el mismo, antes de continuar con la lectura, añadimos a continuación una pequeña descripción del mismo. El applet tiene por título “Definición formal de Límite” y presenta la gráfica de una función cuadrática en un sistema de ejes cartesianos, pero tiene un cuadro de entrada en el que se puede cambiar la ley de la



JORNADA DE EXPERIENCIAS INNOVADORAS EN EDUCACIÓN EN LA FCEIA

función (y con eso, claramente cambia el gráfico). Muestra además dos deslizadores para los parámetros ϵ y δ (que se mencionan en la Tabla 2), así como también un cuadro de entrada para el valor de a en el cual se quiere calcular dicho límite. Como se explicita en la Tabla 2, para cada ϵ , debe existir un valor de δ que en general depende del ϵ tomado. Este applet provee, además de los campos de entrada, un texto que varía junto a los parámetros ingresados. Por ejemplo, si se ingresan los valores de la Fig. 1, el applet muestra la gráfica de la Fig. 2. De forma simultánea, se puede observar el texto de la Fig. 3.

Definición formal de límite

$\lim_{x \rightarrow 1} 3x - x^2 = 2$

Límite para x : $f(x) = 3x - x^2$

$\delta = 0.691$ $\epsilon = 0.921$

Figura 1. Ejemplo de valores ingresados en el applet propuesto por la alumna

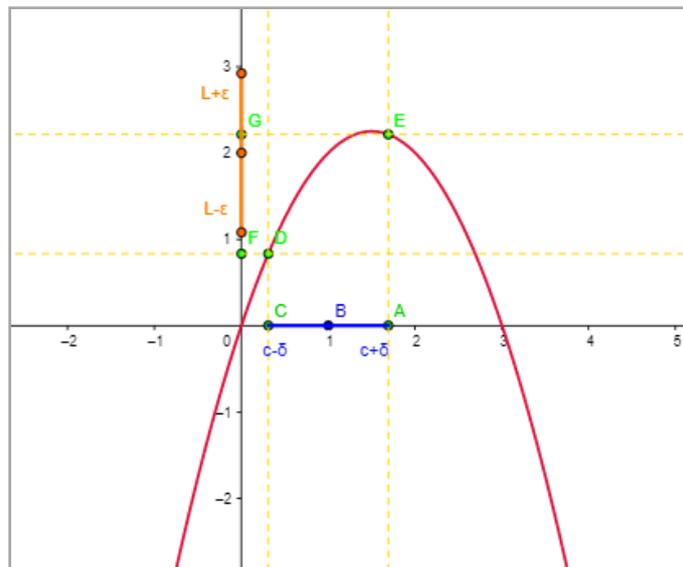


Figura 2. Ejemplo de gráfica obtenida con los valores ingresados en la Fig. 1

Una definición formal de límite actual (Larson, 2015) es:

$\lim_{x \rightarrow 1} 3x - x^2 = 2$ significa que :

Para todo $\epsilon > 0$ existe un $\delta = 0.691 > 0$ tal que
 si $|x - 1| < 0.691$ entonces $|f(x) - 2| = 1.16848 < 0.921$

Figura 3. Ejemplo de texto observado en el applet a partir de los valores de la Fig. 1



JORNADA DE EXPERIENCIAS INNOVADORAS EN EDUCACIÓN EN LA FCEIA

Las docentes del curso detectaron que el applet que se proponía visitar podría llevar al alumno a malinterpretar la definición de límite si no se lo utilizaba correctamente. En la Fig. 4 se detalla esto sobre una de las vistas del applet. Esta situación, además, proporcionaba un claro ejemplo para poner en práctica el hecho que se destaca a lo largo del Taller respecto de que la información que encontramos en Internet es cuestionable, y debemos formarnos para ser críticos de la misma, principalmente desde el lugar de futuros profesores.

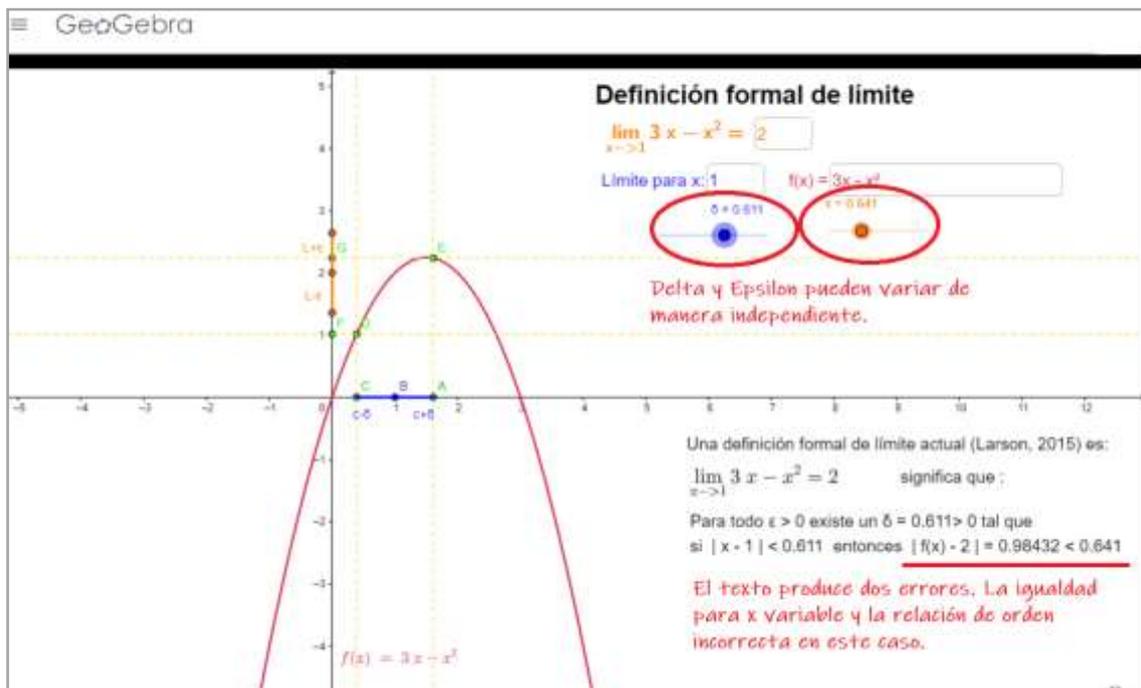


Figura 4. Algunos errores detectados en A_0

Se decidió entonces comenzar la clase siguiente proyectando el applet sugerido, de ahora en más referenciado como A_0 , y pidiendo a toda la clase que participara dando su opinión sobre el mismo, en cuanto a qué tanto se adaptaba o representaba la definición de límite y qué cambios realizarían.

Como resultado de este debate, se propuso a los alumnos investigar de forma individual la construcción de A_0 utilizando el Protocolo de construcción que nos brinda GeoGebra, y realizar a partir de esto un nuevo applet sin los errores detectados. Esta actividad requiere de habilidades como poder analizar una construcción en GeoGebra realizada por un tercero, entender la definición formal de límite para detectar errores y manejar el software para poder producir un applet propio.

Paso 2: Las mejoras del applet

En esta sección describiremos la construcción de las diferentes versiones de los applets a los que llamaremos A_1 , A_2 , A_3 y A_4 . La versión final A_4 fue subida a Comunidad GeoGebra bajo el nombre "Definición formal de Límite" y en su descripción figura la frase "Applet realizada por la



JORNADA DE EXPERIENCIAS INNOVADORAS EN EDUCACIÓN EN LA FCEIA

clase de Recursos Tecnológicos en Educación Matemática del Profesorado de Matemática de la FCEIA-UNR. Año 2019” (“Definición formal de Límite”, 2019).

La versión A_0 corresponde al applet original, propuesto por una alumna en el foro y extraído de Comunidad GeoGebra, tal como se describió anteriormente. La versión A_1 corresponde a las entregas individuales que realizaron los alumnos como primera tarea. La consigna de la tarea era la siguiente:

Realizar un applet GeoGebra con las correcciones necesarias para que la app discutida en clase (<https://www.geogebra.org/m/RRf336ZC>) se pueda utilizar para estudiar la definición exacta de límite de forma correcta.

Cada entrega fue revisada durante la clase de manera directa entre el alumno que la realizó y algún docente de la cátedra. Se pidió realizar una versión A_2 para la clase siguiente, con las correcciones pautadas en clase y agregando ahora una lista con tres ejercicios resueltos como propuesta de trabajo con el applet. Esta versión fue entregada vía Comunidades UNR y fue corregida por los docentes. Compartimos a continuación el enunciado correspondiente a esta etapa:

TAREA: Se deberán entregar los siguientes archivos:

- *.ggb del applet modificado y mejorado para la definición de límite.*
- *.pdf con las consignas realizadas para trabajar con el applet construido y sus respectivas resoluciones.*

Posteriormente se pidió a los estudiantes que suban el applet y las consignas en un Glosario creado en la plataforma, para compartir el trabajo realizado entre los compañeros y seguir aprendiendo.

A partir de la información compartida en el Glosario, se pidió a los estudiantes que eligieran los dos applets y consignas que más les gustaran, argumentando la elección y proponiendo mejoras. De este proceso, se seleccionaron los dos applets más votados a los que llamaremos AG_1 y AG_2 . En la Fig. 5 se muestra el protocolo de construcción donde se puede observar que en AG_1 se siguió un procedimiento más bien geométrico, utilizando rectas e intersecciones entre ellas y la curva, para poder definir el intervalo $(x_0 - \delta, x_0 + \delta)$ a partir del intervalo $(L - \varepsilon, L + \varepsilon)$. En cambio, la Fig. 6 muestra que en AG_2 , el delta fue definido a partir de una función inversa.



JORNADA DE EXPERIENCIAS INNOVADORAS EN EDUCACIÓN EN LA FCEIA

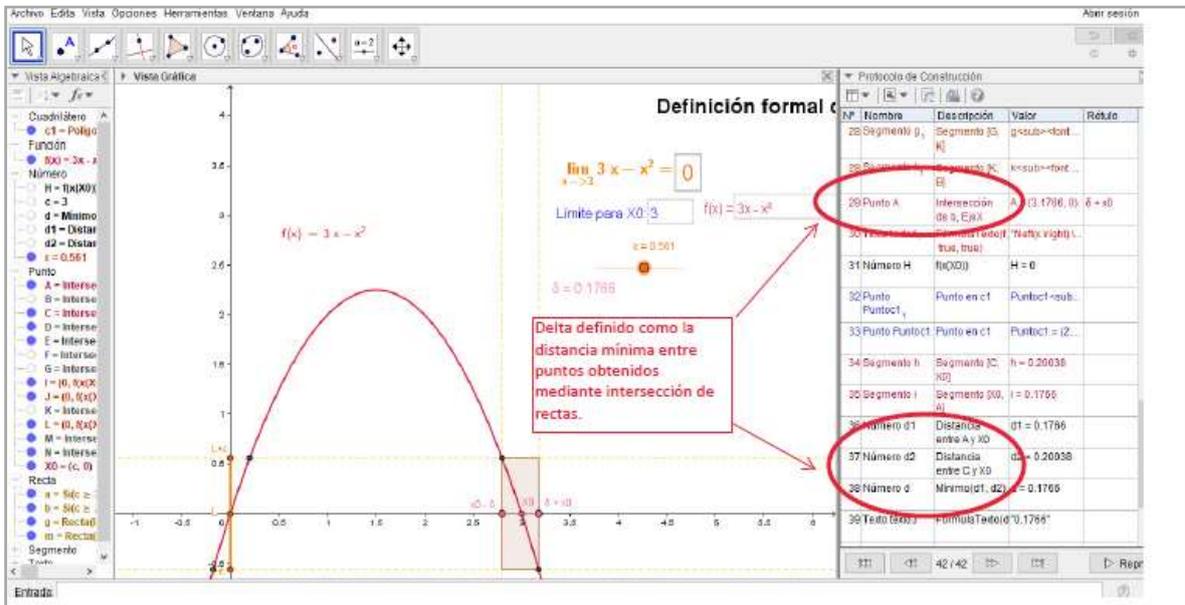


Figura 5. Protocolo de construcción de AG₁

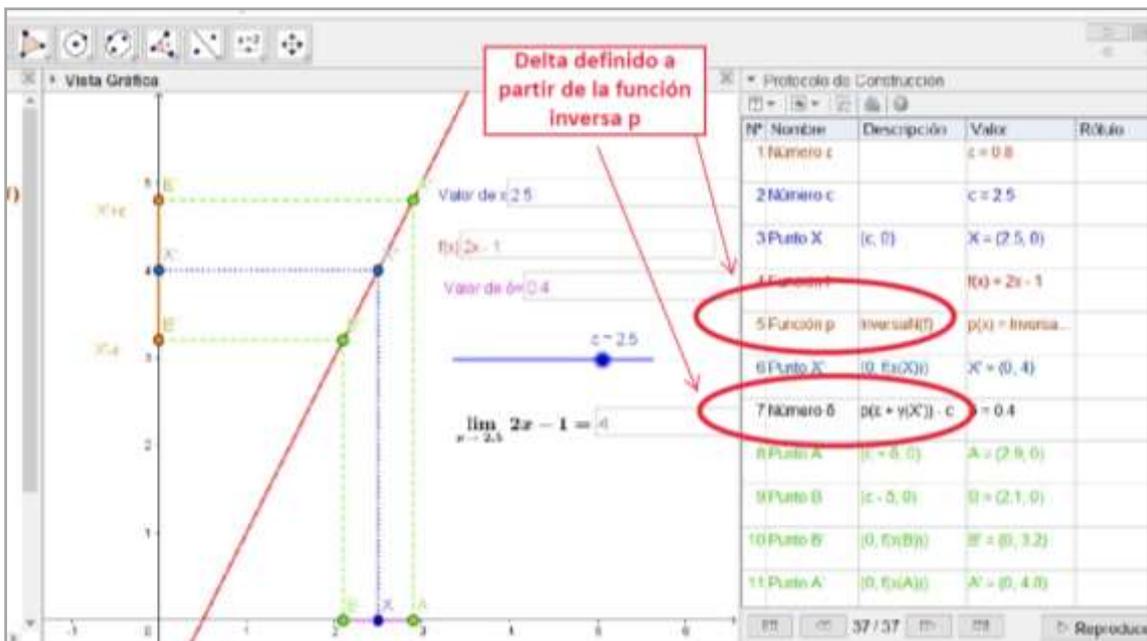


Figura 6. Protocolo de construcción de AG₂

A₃ es la versión mejorada del applet a partir del análisis de AG₁ y AG₂, y entregada de forma grupal en un nuevo glosario vía Comunidades UNR. Las mejoras en esta instancia fueron más bien estéticas, dado que el aspecto matemático ya estaba logrado.

Por último, A₄ es la versión que resultó luego de estudiar todos los applets grupales y elegir entre toda la clase uno de ellos sobre el cual realizar las últimas modificaciones. Se eligieron también las consignas, las cuales se detallan en el apartado que sigue. En la Tabla 3 se



JORNADA DE EXPERIENCIAS INNOVADORAS EN EDUCACIÓN EN LA FCEIA

resume la información del proceso, con relación a la forma de trabajo, las mejoras realizadas de una versión a la otra y las dificultades encontradas en cada instancia.

Tabla 3. Mejoras y dificultades de las versiones del applet

| Versiones del applet | Forma de trabajo | Mejoras realizadas de acuerdo a la versión anterior | Dificultades encontradas |
|---|------------------|--|---|
| A₀: applet original (de Comunidad GeoGebra) | - | - | No hay dependencia entre delta y épsilon, ambos se mueven libres. Errores en el texto de la definición formal. |
| A₁: Primera entrega en la Clase 2 | Individual | Visualización de imágenes y preimágenes requeridas en la definición. | Comprensión de la dependencia entre delta y épsilon. Dificultad para guardar un applet de GeoGebra como .ggb. Límite en un solo punto, sin posibilidad de cambiarlo. Sin textos que permitan interpretar el applet. Construcción dependiente de la función. |
| A₂: Segunda entrega en la Clase 3, junto a las consignas. Compartida en el glosario | Individual | Importancia del protocolo de construcción. Agregado de deslizadores, casillas de entrada, texto y objetos fijados para evitar problemas al realizar zoom, texto con números o palabras que se modifican de acuerdo a algún parámetro de la construcción. | Algunas dificultades para definir el delta, que lleva a fallas al cambiar la función. No se puede utilizar para funciones no inyectivas. |
| A₃: Tercera entrega en la Clase 6. Compartida en el glosario | Grupal | Cartel que indica que solo se pueden ingresar funciones inyectivas. Reescritura de las definiciones de delta con valores absolutos. Agregado de intervalos a visualizar. | Aspectos estéticos tales como: homogeneización de colores y decisiones sobre qué segmentos o puntos mostrar. |
| A₄: Última versión, modificada en la Clase 7 a partir de la versión A₃ del Grupo 4 | Clase | Inclusión de Texto visible en fórmula LaTeX. Distinción tanto colores como líneas de puntos o líneas continuas, según a qué correspondan. Tamaños de los nombres y etiquetas acordes. | Sigue sin poder utilizarse para funciones no inyectivas. |

A continuación, mostramos en la Tabla 4 el progreso de cinco *estudiantes testigos* (E1 a E5), durante el proceso de elaboración de los applets A₁, A₂ y A₃. Como se dijo anteriormente, cada estudiante tenía dos grandes desafíos relativos a la entrega A₁, uno relativo al entendimiento de la definición formal de límite y el segundo respecto a la utilización del software y de cómo plasmar sus ideas en él. Por ejemplo, E1 y E5 comienzan con dificultades para manejar tanto la definición como el software, mientras que E2 y E3 evidencian mejor entendimiento de la definición, pero E2 logra mejores resultados con la construcción. En E4 se evidencia un buen manejo del software y no así de la definición. Se destaca también que en general, la versión A₃ es una versión que, a pesar de que cuenta con varias intervenciones del docente y del alumno, además de ser una entrega grupal, sigue evidenciando dificultades sobre todo con el uso de elementos del software.



JORNADA DE EXPERIENCIAS INNOVADORAS EN EDUCACIÓN EN LA FCEIA

Tabla 4. Progreso de los applets de cinco estudiantes testigos

| | A ₁ | A ₂ | A ₃ |
|----|--|---|--|
| E1 | Épsilon y delta son deslizadores independientes y mal contruidos. Los intervalos no son simétricos. No hay casilla de entrada para el valor donde se quiere calcular el límite. Solo se puede calcular en $c=1$. No hay ningún texto alusivo. | Delta ya no es un deslizador. Agrega un deslizador para el punto donde se calcula el límite. Agrega texto copiado de A ₀ , sin corregir los errores del mismo que habían sido comentados la clase anterior. La construcción solo funciona para una función lineal. | Grupalmente mejora la estética de AG ₂ , agrega el aviso de que f debe ser inyectiva, pero no funcionan las casillas de entrada. Es confusa la visión sobre el eje y. |
| E2 | Mejora notablemente el applet original. Agrega un cuadrado que permite visualizar mejor las imágenes y preimágenes, además de dos puntos amarillos sobre el eje x que se pueden utilizar como guía para hallar valores adecuados de delta. Delta es un deslizador. Hay manejo de la estética (mismos colores para deltas y mismos para epsilones). | Quita el deslizador del delta y falla algo en la nueva construcción. | Mejora mucho la estética, pero sigue teniendo errores en la construcción. |
| E3 | Propone ubicar el delta a mano dentro del cuadrado. Sabe que hay una falla porque cuando la función no es inyectiva, no logra resolverlo. La construcción es errónea, cuando se cambia la función se pierde todo. Utiliza deslizadores, casillas de entrada y textos variables. | Sigue teniendo los mismos errores. Falla la construcción. La construcción en relación al delta es incorrecta, falla cuando se cambia la función, incluso cuando es inyectiva. | No entrega. |
| E4 | No hay deslizador para épsilon, solo para delta. Se utilizan casillas de entrada, texto variable, deslizadores, pero la construcción no es acorde a la definición. | Hay deslizador para épsilon y una casilla de entrada que devuelve el valor de delta definido como la preimagen de $f(L+\epsilon)$. El valor del límite también es una casilla de entrada. La estética sigue siendo muy buena y el orden en el protocolo de construcción está mejor. Se nota un gran avance en el entendimiento de la definición. | Calcula delta como el mínimo y concuerdan los colores de los deslizadores con las líneas e intervalos en la construcción. Agrega una casilla de entrada en la que aparece la expresión $\delta \leq$. Los textos y las casillas están fijos en la pantalla, pero hay casillas de entrada que deberían ser texto variable. |
| E5 | No logra insertar casillas de entrada. Hay un deslizador para un valor a que no aparece en la gráfica. Construye poniendo épsilon en función de delta y no al revés. | Hay un deslizador para épsilon No hay casillas de entrada, solo deslizadores y texto. Los deslizadores se fijan a la pantalla, el texto no. Parece no comprender la definición de entorno. | Mejora AG ₂ , delta es un mínimo. Quita el cuadrículado de fondo. Hay etiquetas de más. Agrega casillas de entrada y fija deslizadores y casillas. No homogeniza colores para deslizadores y visualizaciones sobre los ejes. |

Paso 3: La creación de las consignas

La creación de consignas para trabajar con el applet comenzó en la entrega A₂, luego de que contaran con una primera versión ya construida en GeoGebra. En esta primera entrega se pidió a los alumnos que redactaran la consigna de tres ejercicios y entregaran un archivo .pdf con las



JORNADA DE EXPERIENCIAS INNOVADORAS EN EDUCACIÓN EN LA FCEIA

PROFESORADO EN MATEMÁTICA-PLAN DE ESTUDIOS 2018: INTRODUCCIÓN DEL/DE LA TUTOR/A ACOMPAÑANTE EN EL TRAYECTO DE LAS PRÁCTICAS

Nora Mirna Smitt¹ y Natalia Sgreccia²

¹Escuela de Posgrado y Educación Continua. Departamento de Capacitación

²Escuela de Cs Exactas y Naturales. Dpto de Matemática. Secretaría de Desarrollo Institucional
FCEIA-UNR

m-smitt@fceia.unr.edu.ar, s-sgreccia@fceia.unr.edu.ar

Resumen

El nuevo Plan de Estudios del Profesorado en Matemática (PM) de la FCEIA-UNR instaura el Campo de Formación en Práctica Profesional Docente (PPD) como Proyecto Articulador. Esta propuesta incluye instancias de trabajo colaborativo entre estudiantes de la carrera. PPD III, en particular, propone un acompañamiento por parte de quienes estén cursando este espacio destinado a aquellos/as que se encuentren llevando adelante el trabajo de campo de PPD I en primer año de la carrera. Se introduce de este modo la función de tutor/a par. Esta figura surge bajo la denominación de Rol de Tutor/a Acompañante e invita a explicitar lineamientos en torno al ámbito y modo de intervención. Su implementación requiere de la coordinación entre los equipos docentes que se encuentren involucrados en el trayecto de las Prácticas. Por ello, resulta pertinente la definición de aspectos centrales en cuanto a los tipos de acompañamiento que en el mismo se encuentran delineados, así como el establecimiento de momentos de formación, relacionados con el lugar desde el cual estos grupos de estudiantes desarrollarán sus tareas en el trayecto de las PPD. Este desafío nos convoca a construir lugares destinados a abordar cuestiones en relación con sujetos, posicionamientos, trayectorias, contextos.

Palabras clave: Plan de Estudios, Trayecto Curricular, Práctica Profesional Docente, Tutor/a Acompañante.

Abstract

The new Mathematics Teacher Training Program (PM) of the FCEIA-UNR, establishes the Training Field in Teaching Professional Practice (PPD) as an Articulator Project. This proposal includes instances of collaborative work among students of the career. PPD III, in particular, proposes an accompaniment by those who are studying this space, intended for those who are carrying out the field work of PPD I at the first year of the career. In this way, the role of pair tutor is introduced. This figure emerges under the denomination of the Role of Accompanying Tutor and invites to explain guidelines about the scope and mode of intervention. Its implementation requires the coordination between the teaching teams that are involved in the course of the Practices. Thus, the definition of central aspects regarding the types of accompaniment that are delineated is pertinent, as well as the establishment of training moments, related to the place from which these groups of students will develop their task in the path of the PPD. This challenge calls us to build places to address issues in relation to subjects, positions, trajectories, contexts.

Keywords: Training Program, Curricular Path, Teaching Professional Practice, Accompanying Tutor.



JORNADA DE EXPERIENCIAS INNOVADORAS EN EDUCACIÓN EN LA FCEIA

Contextualización curricular

El Profesorado en Matemática (PM) es una carrera de grado radicada en la Facultad de Ciencias Exactas, Ingeniería y Agrimensura (FCEIA) de la Universidad Nacional de Rosario (UNR).

Entre los alcances del título de Profesor/a en Matemática de la FCEIA-UNR que se determinan en la Resolución 027/18 del Consejo Superior (Res. 027/18 CS) se encuentran (p.4):

- Enseñar Matemática en los niveles de educación secundaria y superior en contextos diversos.
- Planificar, supervisar y evaluar procesos de enseñanza y aprendizaje en el área Matemática para los niveles de educación secundario y superior en contextos diversos.
- Asesorar en lo referente a las metodologías y a los procesos de enseñanza de la Matemática.
- Diseñar, dirigir, integrar y evaluar diseños curriculares y proyectos de extensión, investigación e innovación educativas relacionadas con el área Matemática.
- Diseñar, producir y evaluar materiales destinados a la enseñanza de la disciplina.
- Elaborar e implementar acciones destinadas al logro de la alfabetización científica en el campo de la Matemática.
- Planificar, conducir, supervisar y evaluar proyectos, programas, cursos, talleres y otras actividades de capacitación, actualización y perfeccionamiento orientadas a la formación docente continua en Matemática.

La amplitud y profundidad de estos alcances resultan acordes al perfil de un/a graduado/a universitario/a con una sólida formación en Matemática, que a su vez integra saberes y procedimientos de otras áreas para el desarrollo de su trabajo. Se trata de un/a profesional que puede articular sus conocimientos teóricos y prácticos del campo educativo específico, para construir procesos de enseñanza y aprendizaje desde una perspectiva social, política y cultural. También está capacitado/a para intervenir en diversos espacios de carácter institucional, construir equipos de trabajo e integrar comunidades de práctica de carácter disciplinar, multidisciplinar e interdisciplinar.

Acerca de la carrera, cabe señalar que fue creada en el año 1988 y al momento ha tenido tres planes de estudio (1988, 2002 y 2018) que han ido gradualmente integrando el trayecto de la Práctica Profesional Docente a la propuesta curricular (Tabla 1). Es posible advertir que, a tres décadas de la creación de la carrera, lo relativo a la integración de los conocimientos matemáticos y didácticos en el contexto de tomas de decisiones en ámbitos situados de práctica profesional (asunto neurálgico de la PPD) ha prácticamente duplicado su carga horaria y, agudizando la mirada, tal aumento se efectiviza a través de la presencia de espacios específicos en todos los años de la carrera (sin discontinuidad).



JORNADA DE EXPERIENCIAS INNOVADORAS EN EDUCACIÓN EN LA FCEIA

Tabla 1. Carga horaria destinada al campo de la PPD en los planes de estudio

| Planes | 1988-2001 (Res. 115/88 CS) | 2002-2017 (Res. 217/02 CS) | 2018-... (Res. 027/18 CS) |
|--------------------|-------------------------------|-------------------------------|------------------------------|
| Años | | | |
| Primer año | 0 hs. | 60 hs. | 96 hs. |
| Segundo año | 0 hs. | 0 hs. | 96 hs. |
| Tercer año | 0 hs. | 60 hs. | 96 hs. |
| Cuarto año | 300 hs. | 300 hs. | 256 hs. |
| | 300 hs. | 420 hs. | 544 hs. |
| Total | (sobre 2970 hs.) 10% | (sobre 2880 hs.) 15% | (sobre 3072 hs.) 18% |

Específicamente, como se señala en la Res. 027/18 CS, el Campo de la PPD está orientado a la articulación teórico-práctica de los demás Campos de Formación (Disciplinar Específico, Pedagógico y General). Procura integrarlos con el objetivo de desarrollar prácticas educativas transformadoras en el área de la Matemática, a partir de la reflexión crítica de los procesos de enseñanza y aprendizaje involucrados, de los sujetos participantes y de su realidad situada. De allí que se constituya en el Proyecto Articulador a lo largo de la carrera.

El trabajo en terreno

La articulación curricular a través del Campo de la PPD se produce tanto a nivel del tratamiento de los contenidos involucrados como con respecto a las sucesivas instancias de trabajo en terreno en instituciones educativas asociadas de la ciudad de Rosario. Su vivencia, registro, escritura, socialización, interpretación y reinterpretación se constituyen en insumo potente para la construcción del tipo de conocimiento práctico-reflexivo que un/a profesor/a en Matemática requiere.

Un posible trayecto para el trabajo en terreno a través de los cuatro años, en el marco del Plan Res. 027/18 CS (pp.8-9), se muestra a continuación (remarcándose en negrita la parte de especial interés en esta ocasión):

- *Primer año.* Observación de clases de Matemática en el ciclo básico de la Educación Secundaria, en cualquiera de las ocho modalidades del sistema educativo (orientada, técnico profesional, artística, permanente de jóvenes y adultos, hospitalaria, especial, intercultural bilingüe, en contextos de encierro). Proyecto pedagógico institucional. Proyecto del área Matemática en la institución. Proyectos de cátedra.
- *Segundo año.* Observación de clases de Matemática en el ciclo orientado de la Educación Secundaria, en cualquiera de sus modalidades. Espacios de tutorías a modo de apoyo de las trayectorias escolares, con particular atención a sectores sociales en situación de vulnerabilidad.
- *Tercer año.* Observación de clases de Matemática en el nivel superior Terciario. Proyecto pedagógico institucional. Proyecto del área Matemática en la institución. Proyectos de cátedra. **Acompañamiento a estudiantes que estén realizando el trabajo en terreno de PPD I.**



JORNADA DE EXPERIENCIAS INNOVADORAS EN EDUCACIÓN EN LA FCEIA

- *Cuarto año.* Práctica docente como residente en el nivel Superior Universitario.
Práctica docente como residente en el nivel Secundario, en cualquiera de sus modalidades.

La carga horaria del trabajo en terreno, en correlación con la carga horaria total de las actividades curriculares, es de 17%, 33%, 33% y 50% respectivamente. A su vez, de acuerdo a lo reportado en la Tabla 1, las cargas horarias de estos espacios se mantienen durante los tres primeros años (96 hs.) y es mayor en el cuarto y último año (256 hs.), por lo que en cantidad de horas la distribución del trabajo en terreno a través de los años es: 16, 32, 32 y 128. Puede advertirse, de este modo, que la inmersión en los ámbitos posibles de ejercicio de la profesión se produce de manera gradual. Esto no solo en términos cuantitativos sino también en cuanto al tipo de actividades a realizar y al tipo de registro de escritura académica que se va solicitando a través de los años: pasando por planos descriptivos, relacionales, interpretativos, inferenciales y explicativos. Esta gradualidad permite ir interiorizando la complejidad de los procesos implicados mientras que, a su vez, va avanzando en la carrera (Davini, 2015).

Esta presentación se centra en una posible propuesta de trabajo para lo relativo al “Acompañamiento a estudiantes que estén realizando el trabajo de campo de Práctica Profesional Docente I”, que se prevé en tercer año de la carrera, a implementarse por primera vez en el segundo semestre del año 2020 y/o cuando las condiciones lo permitan.

Propuesta de trabajo: Una apuesta al abordaje interdisciplinario

En lo que sigue se detalla el trabajo específico de interés para esta instancia de acompañamiento entre estudiantes del PM. Particularmente se alude a dos actividades curriculares en las que las autoras se desempeñan como docentes en el tercer año de la carrera. Finalmente, en tercer término, se explica en qué sentido se prevé la articulación horizontal y vertical entre cátedras.

Del Trayecto de las Prácticas

Los contenidos mínimos a abordar por las PPD abarcan a su vez los contenidos matemáticos prescriptos para todos los ejes de la Educación Secundaria completa, en términos de fundamentaciones, secuenciaciones, orientaciones curriculares, aprendizajes prioritarios, posibilidades interdisciplinarias, libros de texto, recursos y estrategias didácticas. Transversalmente se realizan simulaciones de clases y evaluaciones, reflexionando sobre la incidencia de la biografía escolar en la vida de las personas y, en especial, de los futuros profesores en Matemática.

Particularmente en la Tabla 2 se resumen las acciones relativas al trabajo en terreno de PPD III. El mismo se realiza de manera individual y, como se anunciara, comprende 32 horas reloj presenciales, distribuidas equitativamente entre dos tipos de experiencia:



JORNADA DE EXPERIENCIAS INNOVADORAS EN EDUCACIÓN EN LA FCEIA

- *Experiencia 1:* acercamiento al nivel superior terciario a través de observaciones participantes y entrevistas a actores institucionales. Si bien no es el foco de esta presentación, se comenta para tener una perspectiva del trabajo en terreno completo de tercer año; siendo esta una innovación del Plan de Estudios vigente, dado que al momento no se hacían trabajos en terreno en este nivel educativo. Temporalmente se ubica aproximadamente desde mediados de agosto a mediados de septiembre.
- *Experiencia 2:* acompañamiento a estudiantes de primer año que se encuentran realizando su trabajo en terreno en escuelas secundarias en el marco de la actividad curricular PPD I. Cabe advertir que este tipo de experiencia también constituye una innovación del actual Plan de Estudios del PM. Transcurre a continuación de la experiencia 1, esto es, entre mediados de septiembre y mediados de octubre estimativamente.

Tabla 2. Delimitación del trabajo en terreno en PPD III

| | Qué | Cómo | Registro | Horas |
|--|--|--|--------------------------------------|-------|
| E x p e r i e n c i a 1 | Clases de Matemática, o eventualmente su Didáctica | Observación participante | Relato | 8 |
| | Proyectos institucionales: pedagógico de la escuela, del área Matemática, del curso donde se realiza la observación de clases | Entrevista a actores institucionales Acceso a información | Relato Documentos institucionales | 4 |
| | Matemática escolar en carreras técnico-profesionales | Entrevistas abiertas a estudiantes | Lo más exhaustivo y fiel posible | 4 |
| E x p e r i e n c i a 2 | Representaciones de los tutorados (estudiantes de PPD I) acerca de la Matemática Escolar que suponen van a reconocer en el campo | Grupo enfocado inicial con estudiantes | Narrativa | 2 |
| | Clases de Matemática del Ciclo Básico / Proyectos institucionales | Observación Entrevista | Narrativa | 6 |
| | Elaboración del Informe en PPD I | Consultas situadas | Narrativa | 4 |
| | Análisis reflexivo de la experiencia | Grupo enfocado final con estudiantes | Narrativa | 2 |
| | Socialización del trayecto en PPD I | Asistencia a una clase de PPD I | Narrativa | 2 |

Este material empírico que se recoge en el terreno y que se recrea a través de la escritura académica, se constituye en insumo para una posterior producción interpretativa-reflexiva por parte del/de la estudiante, tanto en PPD III como en otros espacios curriculares de tercer año de la carrera.

En lo relativo a PPD I, las consignas de trabajo están orientadas a un primer acercamiento como futuro/a docente a una Institución Educativa, mediante la observación y análisis de una práctica docente real situada.



JORNADA DE EXPERIENCIAS INNOVADORAS EN EDUCACIÓN EN LA FCEIA

La experiencia se lleva a cabo en asignaturas de Matemática del Ciclo Básico del nivel Secundario en escuelas de gestión estatal o privada de Rosario. Los/as estudiantes, en grupos de tres integrantes, registran manualmente información proveniente de observaciones de ocho horas cátedra de clases de Matemática así como de entrevistas a dos actores institucionales; pueden complementar con grabaciones de audio previa autorización de los/as involucrados/as. Los registros se vuelcan en un documento colaborativo compartido por los/as miembros del grupo y los/as docentes de la cátedra. Para ello un/a integrante del grupo crea, desde la aplicación Google Drive, un documento para su equipo de trabajo que comparte, con permisos de edición, con sus compañeros/as de equipo y los/as docentes de la cátedra. Acceden también los/as estudiantes y docentes de PPD III.

Este modo de trabajo permite tanto que los/as docentes acompañen y guíen la elaboración de los relatos mediante preguntas y sugerencias como también que seleccionen fragmentos de interés para compartir con todo el grupo-clase. De la posterior puesta en común surgen las categorías que orientarán el análisis.

Los/as estudiantes informan a la cátedra de PPD I sobre: Escuela (nombre completo, dirección, teléfono), curso, profesor a cargo, horario, período (fecha de inicio y fecha final de la observación).

El contenido del informe final está constituido por una presentación del espacio en que se realizó la experiencia, proyecto de cátedra o planificación anual del curso observado, relatos de las observaciones de clase atendiendo a los aspectos trabajados en PPD I, transcripciones de dos entrevistas a distintos actores institucionales, con análisis descriptivo, y planillas de asistencia a observaciones completas de todos los/as integrantes del grupo.

De Sujetos y de Aprendizajes

El programa sintético de la actividad curricular se resume en los siguientes términos (Res. 027/18 CS, p.15):

Paradigmas del conocimiento científico: disciplinas, sujetos y poder. Dimensión psicológica y social de sujetos, grupos e instituciones. Constitución de la subjetividad, aportes del psicoanálisis. Construcción de infancias, adolescencias, juventudes y adultez. Corrientes psicológicas y modos de concebir la producción de los aprendizajes. Dispositivos y prácticas educativas. Atención a la diversidad. Organización escolar y culturas institucionales. Procesos educativos formales y no formales.

La inclusión de la asignatura Sujetos y Aprendizajes (SyA) en el tercer año del Plan de Estudios del PM, atiende a las múltiples dimensiones que configuran la construcción de aprendizajes del/de la futuro/a profesor/a. El estudio de los enfoques que abordan esta problemática y de las categorías que los constituyen, resulta prioritario para la conformación de un marco referencial, que contribuya a advertir los lineamientos subyacentes en las prácticas que se desarrollan en el ámbito educativo.



JORNADA DE EXPERIENCIAS INNOVADORAS EN EDUCACIÓN EN LA FCEIA

Los espacios de reflexión sobre la propia práctica, que la sitúan desde una mirada interdisciplinaria, resultan altamente significativos dada la complejidad que la misma conlleva.

El trabajo interdisciplinario es fundamentalmente una experiencia a la cual algunos sujetos apuestan, partiendo de la incompletud de cada una de las disciplinas que atraviesan sus prácticas y de lo imprevisible de las consecuencias del intercambio que la misma genere (Smitt, 2009).

El acompañamiento a las trayectorias estudiantiles representa un tema central en los contenidos. La noción de trayectoria educativa apunta a concebir el proceso formativo como un sendero que se construye de modo permanente, que no puede anticiparse y cuyo recorrido estará atravesado por discontinuidades y accidentes. Las trayectorias educativas son a la vez subjetivas e institucionales. La trama institucional representa una condición de posibilidad de las trayectorias, conjugando la disposición de tiempos, espacios, recursos y propósitos de un modo que no es estático (Nicastro y Greco, 2012).

Así, por ejemplo, los proyectos de tutoría que se desarrollan en los niveles medio y superior del sistema educativo argentino, se constituyen como instancias de acompañamiento y presentan diferentes modalidades en cuanto a la población destinataria, las problemáticas que se abordan y el tipo de vínculo que se establece.

SyA, como actividad curricular en articulación con las cátedras PPD I y PPD III, propone una instancia de acompañamiento de estudiantes por estudiantes como recurso para una formación enmarcada en el aprendizaje colaborativo, que se caracteriza por promover la cooperación, la responsabilidad de cada participante en un abordaje grupal, la comunicación y el trabajo en equipo.

La concepción de aprendizaje colaborativo está atravesada por el pensamiento vigotskiano, siendo la noción de zona de desarrollo próximo la que fue introduciendo la importancia de la relación entre pares en la construcción de los aprendizajes (Vigotsky, 1978).

A partir de la instauración de esta tutoría de pares, se configura un dispositivo que da lugar a la experiencia de formar y formarse, ubicando a sus protagonistas en un rol activo en aspectos académicos, institucionales y vinculares.

Se considera relevante el aporte que un/a estudiante referente de tercer año puede brindar a sus pares de primero, cuando introduce interrogantes sobre territorios posibles en el trayecto de la PPD, a partir de una transmisión del modo en que vivenció las salidas al campo. De este modo, el/la tutor/a par se ubica en un lugar diferente al de un modelo a imitar.

En la misma línea, los/as estudiantes de tercer año se verán favorecidos/as por su participación en una propuesta de aprendizaje colaborativo que enriquece la mirada sobre el acompañamiento en cuanto a la función desde la cual lo realiza y a la posición desde la que se interviene.



JORNADA DE EXPERIENCIAS INNOVADORAS EN EDUCACIÓN EN LA FCEIA

A su vez, la metodología taller pone de manifiesto el sustento pedagógico existente en el diseño de este dispositivo. En lo sustancial, el taller es una modalidad pedagógica que refiere a un aprender haciendo. Diferenciándose de espacios educativos formales más tradicionales, el taller es reconocido como un instrumento válido para la socialización, la transferencia, la apropiación y el desarrollo de conocimientos, actitudes y competencias de una manera participativa y pertinente a las necesidades y cultura de los/as participantes. No son los contenidos los que estructuran el taller, sino sus objetivos, y se diseña en torno a un problema abierto a partir del cual los/as integrantes participan activamente en su resolución. Comprende tres momentos diferenciados: apertura o introducción mediante la formulación de una pregunta abierta; desarrollo o tratamiento del tema en profundidad a través de una instancia de debate y discusión en torno al problema; cierre en el que se comparan los estados iniciales y finales del conocimiento del tema abordado destacando la potencialidad de la producción grupal (Ander-Egg, 1999).

Por otro lado, el diseño y desarrollo de entrevistas individuales, encuentra su fundamento en el campo de la Psicología. Las entrevistas tendrán por objeto generar un clima de mayor confianza en el cual pueden expresarse deseos, temores, inquietudes, fantasías, resistencias respecto a diferentes temáticas. Las mismas podrán realizarse como actividad previa a los talleres y como instrumento de evaluación de la propuesta.

El taller y la entrevista como modos de intervención, comparten algunos rasgos en común en torno a cuestiones que atañen a la subjetividad de quienes participan: introducción de interrogantes, promoción de la escucha, así como generación de espacios que habiliten a tomar la palabra (Smitt y Nardoni, 2016).

De la articulación prevista

En este escenario de acompañamiento entre estudiantes al menos tres espacios curriculares del PM articulan entre sí (Tabla 3).

Tabla 3. Actividades curriculares del PM que trabajan colaborativamente en el trabajo en terreno

| | Año de la Carrera | Campo de Formación |
|----------------|--------------------------|---------------------------|
| PPD I | 1 | PPD |
| SyA | 3 | Pedagógico |
| PPD III | 3 | PPD |

A los fines de sostener la propuesta, se busca propiciar un trabajo en equipo del que participen docentes de los espacios curriculares PPD I, PPD III y SyA, que la articulen. Esta modalidad favorece la integración de campos de formación relativos a la enseñanza de la Matemática a través de un abordaje inter-cátedras.

Un equipo de trabajo es el producto de una construcción que se pone en movimiento a partir de cierta problemática común. No intenta lograr una homogeneidad, sino que asume y posibilita la emergencia de contraposiciones y desencuentros.



JORNADA DE EXPERIENCIAS INNOVADORAS EN EDUCACIÓN EN LA FCEIA

Este tipo de abordaje se caracteriza por algunas cuestiones centrales (Ander-Egg, 1999):

- Objetivos comunes claramente definidos y consensuados por los miembros que se disponen a entrar en juego.
- Número limitado de integrantes.
- Organización en torno a una estructura participativa, una clara delimitación y distribución de funciones y actividades.
- Producción grupal que no diluya las singularidades y diferencias.

Se propone un espacio que convoque a estudiantes y docentes para que lo habiten como sujetos de experiencia. Al mismo tiempo, quien transite esa experiencia lo hará de un modo único y singular, que bajo ninguna forma se puede universalizar (Larrosa, 2006).

La función de tutor/a par en esta experiencia estará a cargo de quienes se encuentren cursando las actividades curriculares de tercer año, PPD III y SyA, espacios curriculares que brindan recursos que contribuyen a pensar el acompañamiento a estudiantes desde diferentes posicionamientos.

La construcción del rol de tutor/a acompañante supone una clara definición en cuanto a las acciones que devengan del mismo. Ello requiere precisar el ámbito en que desarrollará su función, la modalidad de intervención, el período de tiempo y el momento del año en que realizará el acompañamiento.

El establecimiento de los acuerdos para llevar adelante el proyecto conlleva un trabajo entre docentes de PPD I, PPD III y SyA, que resulta pertinente realizar estimativamente en los meses de febrero, mayo y noviembre, de manera cíclica. El mismo tiene por objeto consensuar criterios referidos a los tres momentos en torno a los cuales se organiza la propuesta:

- *Diagnóstico*: se empleará la entrevista grupal, o grupo enfocado, como instrumento de recolección de información, que será administrada a una población conformada por docentes y estudiantes de PPD I. Podrían utilizarse otras opciones que se sumen o reemplacen a esta de acuerdo a lo que se considere pertinente.
- *Encuentros grupales*: se llevarán a cabo en el marco de la formación de los/as estudiantes involucrados/as mientras dure el trabajo en terreno, en el que se aplicarán las técnicas de observaciones participantes de clases de Matemática del ciclo básico de Secundaria y entrevistas a actores institucionales seleccionados de las escuelas.
- *Evaluación*: se construirán criterios conjuntos a partir de la experiencia transitada y las categorías conceptuales reconocidas, de modo de sustanciar un análisis reflexivo de lo vivido y socializarlo entre compañeros/as así como con docentes formadores/as de la carrera y coformadores/as de las instituciones asociadas.

La actividad curricular SyA, tal como se ha planteado, trabajará cuestiones teóricas y metodológicas que irán conformando el perfil del acompañamiento, ofreciendo herramientas para pensar en diferentes posicionamientos como estudiante referente en contexto. Desde



JORNADA DE EXPERIENCIAS INNOVADORAS EN EDUCACIÓN EN LA FCEIA

PPD III se organizará, sostendrá y sistematizará el trabajo compartido, como punto clave de inflexión en el trayecto que se ubica entre los primeros años de inmersión y el último de consolidación mediante la Residencia.

Las problemáticas a abordar de acuerdo a la perspectiva planteada incluyen la noción de trayectorias estudiantiles, trabajo en equipo, abordaje interdisciplinario, zona de desarrollo próximo, modalidades tutoriales, posicionamientos, intervenciones y efectos en la subjetividad, taller, entrevista. Cabe señalar que estas temáticas están contenidas en la planificación de las actividades curriculares de tercer año en cuestión y serán abordadas durante el primer cuatrimestre a lo largo de tres encuentros, que conformarán la capacitación específica para el desempeño del rol de estudiante acompañante.

Comentarios a modo de síntesis

Atendiendo a las incumbencias del título, se espera que los/as egresados/as puedan desenvolverse en diferentes prácticas institucionales. En efecto, por ejemplo, las tutorías en educación Secundaria y Superior representan un posible ámbito de inserción para los/as mismos/as.

Esta formación en contexto apunta a propiciar una lectura crítica que contribuya a ubicar probables lugares de intervención en diversos proyectos, promoviendo el reconocimiento de efectos en la subjetividad que las tutorías producen como dispositivo.

La introducción de las categorías abordadas, en articulación con el trabajo en terreno, favorece en este caso la construcción de aprendizajes a partir de una problemática situada en el primer año de una carrera docente universitaria, que se decide abordar a través de una propuesta colaborativa.

La tutoría por pares contribuye a que se creen vínculos de cercanía entre quienes inician un camino y quienes se encuentran ya en otro punto del recorrido, pudiendo favorecer en este sentido el despliegue de expectativas y temores que un/a estudiante puede sentir ante la proximidad de su salida al campo.

Esta experiencia que atravesará a sus protagonistas de un modo no universal, puede contribuir en la posibilidad de advertir en las prácticas educativas diversos tipos de vínculo producto del posicionamiento a partir del cual se ejerce una determinada función. Vivencia que, sin lugar a dudas, dejará la marca singular de un aprendizaje entre pares en cada trayectoria.

La posibilidad de transitar experiencias de enseñanza de la Matemática en instituciones educativas reales, procesarlas cuidadosa y respetuosamente, someterlas a análisis desde diferentes perspectivas y desentrañarlas a partir de categorías conceptuales constituye uno de los principales aportes del trayecto de la PPD, transversal a toda la carrera en tanto proyecto articulador (Ciccioli *et al*, 2019). En el recorte expuesto, esta articulación se dará precisamente



JORNADA DE EXPERIENCIAS INNOVADORAS EN EDUCACIÓN EN LA FCEIA

entre cátedras, tanto horizontal entre distintos campos (las dos actividades curriculares de tercer año) como vertical entre el mismo campo (PPD I de primer año y PPD III de tercer año).

De este modo, el/la profesor/a en Matemática egresado/a de la UNR que se perfila estará en mejores condiciones de desempeño para comprender cabalmente los fenómenos de enseñanza-aprendizaje-evaluación de la Matemática en contextos diversos; además de eventualmente trabajar como tutor/a acompañando a otros/as a concretar sus propias trayectorias escolares.

Luego de las sucesivas implementaciones, en particular la primera proyectada en 2020, se tendrá apertura para descifrar los emergentes que puedan convocar a mejorar el acompañamiento de estudiantes de tercer año a estudiantes de primero en sus trabajos en terreno de PPD.

Referencias bibliográficas

- Ander-Egg, E. (1999). *El taller. Una alternativa de renovación pedagógica*. Buenos Aires, Argentina: Magisterio del Río de la Plata.
- Ciccioli, V., Dominguez, E. y Sgreccia, N. (2019). El trabajo en terreno desde los programas del trayecto de Práctica Profesional Docente. En N. Sgreccia (Comp.). *Memorias de las Primeras Jornadas de Práctica Profesional Docente en Profesorados Universitarios en Matemática* (pp.349-361). Rosario, Argentina: Asociación de Profesores de la Facultad de Ciencias Exactas e Ingeniería de la Universidad Nacional de Rosario.
- Davini, M.C. (2015). *La formación en la práctica docente*. Buenos Aires, Argentina: Paidós.
- Larrosa, J. (2006). Sobre la experiencia. *Revista Educación y Pedagogía*, 18, 43-51.
- Nicastro, S. y Greco, M.B. (2012). *Entre trayectorias. Escenas y pensamientos en espacios de formación*. Rosario, Argentina: Homo Sapiens.
- Smitt, N. (2009). Clínica de los orígenes: la posición del analista en los momentos fundacionales de la subjetividad. *Tesis de Maestría*. Rosario, Argentina: Universidad Nacional de Rosario.
- Smitt, N. y Nardoni, F. (2016). *Tutoría por pares. Dinámicas y estrategias para carreras de ciencias exactas e ingeniería*. Rosario, Argentina: Asociación de Profesores de la Facultad de Ciencias Exactas e Ingeniería de la Universidad Nacional de Rosario.
- Vigotsky, L. (1978). *El desarrollo de los procesos psicológicos superiores*. Barcelona, España: Grigalbo.



JORNADA DE EXPERIENCIAS INNOVADORAS EN EDUCACIÓN EN LA FCEIA

BASE CONCEPTUAL DEL CARÁCTER RELATIVO DEL MOVIMIENTO EN LA INGENIERÍA SIGLO XXI

Ricardo Addad, Alejandra Rosolio y Rosana Cassan

Escuela de Formación Básica. Departamento de Física y Química

FCEIA-UNR

addad@fceia.unr.edu.ar, rosolio@fceia.unr.edu.ar, cassan@fceia.unr.edu.ar

Resumen

La Ingeniería ha expandido su campo de aplicación a lo largo de los años junto con nuestro conocimiento y comprensión de las ciencias y sus aplicaciones. Hoy los ingenieros utilizan principios e innovaciones de vanguardia para diseñar, construir, mejorar, operar y mantener dispositivos, estructuras, sistemas y procesos de complejidad creciente. La comprensión de los conceptos científicos se construye a partir de la creación y comprobación de teorías que evolucionan, concretamente en la teoría de la relatividad, el lenguaje matemático ha permitido simbolizar y simplificar dicha teoría. Es menester brindar explicaciones adecuadas en diferentes escenarios, entre ellos la formación de ingenieros; para ello se propone este trabajo cuya finalidad es sentar una base conceptual primaria de aquellos conceptos físicos involucrados, mediante un conjunto de situaciones físicas que progresivamente deberán extenderse, constituyéndose de importancia en el ciclo superior, así como en el desempeño profesional. El análisis de la relatividad del movimiento requiere una estructura conceptual compleja que involucra individualizar al observador, ubicar el cuerpo en un espacio dimensional, reconocer criterios de invariancias, simetrías y fundamentalmente limitaciones de la teoría utilizada. Su aprendizaje y extensión encuentra uso profesional útil en diferentes áreas de especialización y desarrollo profesional en la Ingeniería del siglo XXI.

Palabras clave: Sistema de referencia, Relatividad clásica, Simetría, Formación de ingenieros.

Abstract

Engineering has expanded its field of application over the years along with our knowledge and understanding of science and its applications. Today's engineers use cutting-edge principles and innovations to design, build, improve, operate, and maintain devices, structures, systems, and processes of increasing complexity. The understanding of scientific concepts is built from the creation and testing of evolving theories, specifically in the theory of relativity, the mathematical language has allowed to symbolize and to simplify this theory. Adequate explanations are needed in different scenarios, including the training of engineers; this work is proposed to provide a primary conceptual base of those physical concepts involved, through a set of physical situations that will progressively need to be extended, and be of importance in the higher level, as well as in professional performance. The analysis of the relativity of movement requires a complex conceptual structure that involves individualizing the observer, locating the body in a dimensional space, recognizing criteria of invariance, symmetry, and fundamentally limitations of the theory used. His learning and extension find useful professional use in different areas of specialization and professional development in 21st century Engineering.

Keywords: Reference system, Classical relativity, Symmetry, Engineering training.



JORNADA DE EXPERIENCIAS INNOVADORAS EN EDUCACIÓN EN LA FCEIA

Ingeniería del siglo XXI y cambios en la formación de grado

La Ingeniería en el siglo XX estuvo marcada por importantes rupturas respecto a las técnicas en Ingeniería tradicionales, generando beneficios económicos, en salud y seguridad para la sociedad. En este sentido, gran parte de esos avances significativos son aún relevantes y la educación actual en Ingeniería es la base de los mismos.

En el siglo XXI se están produciendo cambios significativos relacionados con los nuevos descubrimientos científicos, la informatización, la globalización, el desarrollo de la astronáutica, la robótica y la inteligencia artificial, en la medicina y en la economía. Estamos experimentando una explosión de nuevos conocimientos, tornándose esencial entonces para la Ingeniería el desarrollo de innovaciones que beneficien a la sociedad casi al mismo tiempo en el que se producen los descubrimientos que permiten esas innovaciones.

Acompañando estos cambios, la Ingeniería ha expandido su campo de aplicación junto con nuestro conocimiento y comprensión de las ciencias y sus aplicaciones. Hoy en día, los ingenieros utilizan principios científicos bien establecidos e innovaciones de vanguardia para diseñar, construir, mejorar, operar y mantener dispositivos, estructuras, sistemas y procesos de complejidad creciente.

Las innovaciones en Ingeniería transforman nuestra sociedad; su grado de complejidad y dinámica de cambio demandan de los sistemas educativos una cuidada reflexión y adecuación constante ante este impacto. La enseñanza que busca únicamente transmitir información no es adecuada para las necesidades del siglo XXI. Ahora más que nunca los ámbitos de educación deben introducir cambios en sus métodos de trabajo áulico que instruyan en cómo obtener la información y conocimientos relevantes que permiten abordar la situación a resolver y cómo aprender en colaboración con otros, desarrollando nuevas habilidades propias del mundo actual. Estos cambios, ¿se evidencian en la formación de grado en el nuevo siglo? Actualmente, podemos escuchar críticas en torno a esta formación no ha cambiado significativamente en comparación con el siglo pasado.

La educación se ha descentralizado, diversificado, internacionalizado debido a su relación con la sociedad y con la introducción de tecnologías digitales en acuerdo con la expansión de la pedagogía, el enfoque ambiental de la enseñanza, la generación digital y la innovación en la enseñanza.

En la relación docente-estudiante existe una combinación activa de métodos tradicionales e innovadores, combinando un enfoque de actividad con un enfoque de entorno de información, cognición con constructivismo, conectando más y más al docente con el estudiante.

Dado el panorama actual de la Ingeniería en rápida evolución, tenemos una mayor obligación de transformar la experiencia educativa de grado, del curriculum tradicional en disciplinas explícitas a una experiencia fundamental más amplia que lleven al éxito profesional.



JORNADA DE EXPERIENCIAS INNOVADORAS EN EDUCACIÓN EN LA FCEIA

La Ingeniería, por su propia naturaleza, requiere que sus profesionales continúen aprendiendo y resignificando sus conocimientos más allá de la etapa de educación formal. Esto nunca ha sido tan palpable como hasta ahora, cuando podemos observar un ritmo creciente acelerado de innovación en Ingeniería que persiste en el tiempo.

Es indispensable entonces ser parte de un sistema educativo de grado que posibilite a nuestros graduados ser creadores científicos calificados, capaces de entender cómo funciona la tecnología a fin de ser efectivos innovadores y desarrollar habilidades tales como la capacidad de comunicar sus ideas y conceptos técnicos, estimulando de este modo a una amplia gama de personas, incluidas aquellas sin antecedentes tecnológicos y de culturas diferentes. Combinando estas habilidades con la capacidad de sentirse estudiantes o aprendices de por vida, nuestros graduados tienen el potencial de tener un impacto real que puede mejorar nuestra calidad de vida para las generaciones venideras.

La enseñanza de Física en la formación del ingeniero

Los aspectos fundamentales de la vida moderna deben su existencia a los logros de la razón científica. En otras palabras, la ciencia es un elemento integral del mundo moderno y, a la vez, el compendio de la naturaleza racional de una cultura técnica que constituye la esencia del mundo moderno. Sin la ciencia, el mundo moderno perdería su propia naturaleza y la sociedad moderna su futuro. Desde el comienzo, la Física es el núcleo del desarrollo científico europeo, es el paradigma original de la ciencia, la base de la tecnología y una parte constitutiva de una cultura racional, siendo una disciplina metodológica modelo cuyos sus puntos fuertes se utilizan de manera fructífera en la colaboración interdisciplinaria y transdisciplinaria.

Por lo tanto, el papel de la Física en la educación en Ingeniería no es estático. Debe responder y evolucionar con los cambios trascendentales que ocurren continuamente tanto en Ingeniería como en Física. La antigua dependencia predominante de la Ingeniería está dando paso a una tecnología moderna basada directamente en las ciencias físicas. Desde el comienzo del siglo XX, hemos visto tanto progreso en Física como se había obtenido en toda la historia previa de la humanidad. Sin embargo, el aumento obvio y enorme en el tema de la física moderna no es el factor más significativo relacionado con el objetivo de la instrucción en Física en la educación de los ingenieros. Por ello consideramos que el objetivo principal debe ser impartir al estudiante un punto de vista, una actitud mental y la capacidad de lidiar con los principios y métodos de análisis de la Física contemporánea, porque sin entrenamiento y experiencia en estos modos de pensamiento, ni el físico ni el ingeniero demostrarán ser competentes para lidiar con los problemas emergentes de la ciencia y la tecnología.

Podríamos preguntarnos si las novedades importantes finalmente dejaron de surgir y todo se redujo a simples desarrollos. Esto no ocurrió así, el núcleo duro de la ciencia puede abrir nuevas puertas al conocimiento de la naturaleza y, por lo tanto, es de suma importancia al



JORNADA DE EXPERIENCIAS INNOVADORAS EN EDUCACIÓN EN LA FCEIA

recordarnos que los inventos modernos (nuevos materiales, tecnologías de la información, avances tecnológicos médicos) se basan en principios fundamentales bien establecidos de la Física, tales como los de la mecánica cuántica, la termodinámica estadística y la ciencia de los materiales, así como la teoría especial de relatividad. El salto de estos conocimientos es la aplicación de ellos por ejemplo al funcionamiento de los dispositivos electrónicos, un salto esencial para cualquier persona interesada en desarrollar nuevas tecnologías. Desde semiconductores hasta resonancia magnética nuclear, desde materiales superconductores hasta sistemas de posicionamiento global, muestran aplicaciones de gran alcance para demostrar cada concepto científico en discusión.

La comprensión de los conceptos científicos se construye a partir de la creación y comprobación de teorías que evolucionan históricamente, considerando que solo son aproximaciones tentativas y parciales sobre determinados aspectos de la realidad. Concretamente en la teoría de la relatividad, el lenguaje matemático ha permitido simbolizar y simplificar la teoría, y es menester brindar explicaciones adecuadas en diferentes escenarios, entre ellos la formación de ingenieros.

Considerando esto y los cambios observados hasta el presente, en el futuro la Física retendrá su rol de disciplina metodológica modelo. Sus métodos de investigación y los estándares de evaluación, es decir, los criterios metodológicos de la Física en sentido estricto, son una guía esencial para la investigación científica y seguirán siéndolo. En cuanto al contenido de la investigación, los límites entre las asignaturas y las disciplinas serán cada vez más abiertos y los métodos de una disciplina serán recogidos cada vez más por otras disciplinas, pero la Física, seguirá brindando la base teórica y metodológica de las Ciencias naturales y de la Ingeniería.

Ante tantos cambios, el estudiante de Ingeniería necesita de una introducción accesible y unificada a este complejo y entrelazado conjunto de conceptos científicos que subyacen en los currículos orientados actuales. Esta debe convertirse en un recurso extremadamente útil para ingenieros y científicos aplicados que desean aprovechar las oportunidades de la investigación en los diversos campos.

La importancia de una adecuada conceptualización en el carácter relativo del movimiento

La actividad profesional de los ingenieros se centra en la resolución de problemas; es por ello que una de las premisas fundamentales en su formación es el desarrollo de capacidades que le permitan identificar situaciones problemáticas y proceder a la toma de decisiones que orienten la búsqueda de soluciones técnica y económicamente adecuadas. Si bien la resolución de problemas constituye una actividad fundamental en la mayoría de los cursos de Física en las



JORNADA DE EXPERIENCIAS INNOVADORAS EN EDUCACIÓN EN LA FCEIA

se ha realizado para llegar a algunas nociones fundamentales desarrolladas a través del devenir de la historia, teniendo que superar significativos obstáculos para que tales nociones sean accesibles e incluso parezcan naturales. En este sentido, la comunicación utilizada para describir el universo debe ser objeto de una adaptación constante a los cambios que enfrenta a fin de lograr una mejor comprensión de la realidad.

En el ámbito educativo se hace necesario reflexionar acerca de la idea arraigada de que todo conocimiento científico es una verdad a la que se llegó simplemente por la acumulación de experiencias exitosas; en este sentido se convierte en una condición imprescindible el planteo de preguntas cuestionadoras a una serie de especulaciones propuestas a lo largo de la historia, que ponen en duda esta idea.

En el ámbito de las ciencias, concretamente en la relatividad del movimiento, es menester brindar explicaciones adecuadas en diferentes escenarios, entre ellos la escuela: ¿cómo enseñar las diferentes temáticas, particularmente aquellas relacionadas con el carácter relativo del movimiento?

En general, en la mayoría de las Universidades, escuelas e institutos, los cursos introductorios de Física promueven ideas de múltiples representaciones de la realidad física en marcos o sistemas de referencia (SR) diferentes. Estas representaciones están relacionadas con principios de invariancia, los cuales son muy importantes al dar a menudo una idea primaria sobre el funcionamiento del mundo natural, al hacer visible que una relación particular no es un mero accidente de alguna posición preferencial de un observador, sino es un efecto de alguna simetría presente en la naturaleza.

El SR se concibe como uno de los conceptos básicos a enseñar en estos cursos que describen el comportamiento de sistemas físicos considerando la perspectiva de diferentes observadores. Dada la arbitrariedad de su elección, es necesaria una destreza adicional ya que un sistema apropiado ayuda a la comprensión del fenómeno físico y facilita la solución del problema. En general en los cursos de Física, el estudio de la mecánica comienza con cinemática, donde se establece la naturaleza relativa del movimiento y la adición de velocidades (transformación) en su forma Galileana. En esta etapa se presenta el principio de relatividad (PR), el cual requiere establecer la equivalencia de todos los observadores en la aplicación de leyes físicas para describir fenómenos naturales.

Dado que los conceptos de reposo y de movimiento son relativos al observador, diferentes observadores pueden apreciar diferencias en el estado de movimiento de un mismo cuerpo. Por ello, es condición necesaria indicar dónde se ubica el observador que describe el movimiento del cuerpo; esto es especificar el SR. De aquí que el concepto de SR es básico en cursos en que se estudia el comportamiento de sistemas físicos desde la perspectiva de diferentes observadores (Addad, 2012, 2015), como por ejemplo en los cursos introductorios de Física en carreras de Ingeniería.



JORNADA DE EXPERIENCIAS INNOVADORAS EN EDUCACIÓN EN LA FCEIA

En la mecánica clásica o Newtoniana, se asume que el espacio, y por lo tanto su métrica, presenta independencia de los objetos en él inmersos, constancia al transcurrir el tiempo, homogeneidad e isotropía. El tiempo presenta a su vez homogeneidad, anisotropía y simultaneidad absoluta en cuanto a sucesos simultáneos; además se considera como parámetro al ser independiente del estado de movimiento del observador. Las leyes de la mecánica de Newton se restringen a los llamados Sistemas de Referencia Inerciales (SRI), en los cuales una partícula libre de interacciones tiene aceleración nula. Detectado uno de ellos, serán SRI equivalentes todos los que se encuentren en reposo o en movimiento rectilíneo y uniforme con respecto a él. Desde todos ellos se cumplen las tres leyes de la Mecánica Clásica, constituyéndose así el llamado PR Clásico (PRC) o de Galileo (Addad, 2012, 2015; Martínez, 2005). En todos los SRI las leyes de la mecánica Newtoniana mantienen la misma estructura del lenguaje matemático formal para su descripción. Esto implica que dos observadores solidarios a SRI diferentes no podrían determinar cuál de ellos se encuentra en reposo y cuál en movimiento; solo su velocidad relativa tiene un significado objetivo, no existiendo forma alguna de privilegiar un SRI sobre otro.

Las leyes de la Física deben ser invariantes bajo traslaciones en el tiempo, siendo válidas en todos los instantes de tiempo: si un científico obtiene cierto resultado en $t = t_1$, otro debería ser capaz de obtener el mismo resultado en $t = t_1 + \Delta t$. Esta simetría se denomina homogeneidad del tiempo. Análogamente, las leyes de la Física deben ser invariantes bajo traslaciones en el espacio. Desde la Física corresponde al hecho de que no importa el lugar donde se realizan los experimentos y desde la Matemática significa que no existe un punto especial en el espacio y que es posible elegir el origen del SR en cualquier punto. Esta simetría se llama homogeneidad del espacio. Si dos observadores observan el mismo suceso, cada uno desde su propio SR, tienen que poder relacionar sus resultados. Esta relación entre los resultados de diferentes observadores es también una transformación (cambio de coordenadas), de igual importancia que las rotaciones y las traslaciones en el tiempo y el espacio.

En la mecánica clásica, las leyes físicas que estos observadores inerciales formulan tienen que ser invariantes bajo las observaciones de Galileo (respecto a las relaciones entre sus resultados), y cumplir con las restricciones que imponen en su forma las simetrías correspondientes al espacio y tiempo. Estas forman un grupo, llamado el grupo de Galilei: grupo de simetrías de la mecánica Newtoniana.

Diferentes autores han identificado, a través de sus trabajos de investigación, algunas dificultades de comprensión que surgen en los estudiantes respecto a los temas de interés de este trabajo. Saltiel y Malgrange (1980) y Aguirre (1988), hacen referencia a dificultades de comprensión en el carácter relativo de la velocidad, considerándola como propiedad física inherente al objeto móvil, independiente de observadores; como consecuencia de esto, los estudiantes no definen la velocidad de un cuerpo con respecto a un SR (Scherr *et al*, 2002;



JORNADA DE EXPERIENCIAS INNOVADORAS EN EDUCACIÓN EN LA FCEIA

Addad, 2012). Por otra parte, Panse *et al* (1994) observan dificultades atribuibles a la consideración del SR como un escenario sin ningún propósito explicativo. Además, han sido detectadas problemáticas conceptuales tales como definir la inercia como una propiedad relativa a un SR (Ramadas *et al*, 1996a) y que no tiene ninguna función interpretativa específica para ellos (Pietrocola y Zylbersztajn, 1999). La creencia de la existencia de observadores privilegiados, con acceso inmediato a la obtención de valores apropiados de los parámetros espaciales y temporales que caracterizan el movimiento (Villani y Pacca, 1987) viola el PR al no considerar la equivalencia de observadores. Otras como: (i) los SR tienen límites definidos por la extensión espacial de los objetos asociados; (ii) los fenómenos pertenecen a marcos o SR; (iii) el carácter inercial o no inercial de un SR es una propiedad relativa de dos SR; (iv) sorprendentemente, nociones obvias de invariancia en longitud y tiempo presentaron problemas de comprensión. En general, la transformación Galileana de velocidades no presenta dificultades de comprensión. Aun así, en muchas situaciones los alumnos abandonan la invariancia temporal para salvar la invariancia en la longitud, aun cuando los acontecimientos afectados no son simultáneos (Panse *et al*, 1994; Ramadas *et al*, 1996a; 1996b; Addad, 2012).

Además de analizar las dificultades de comprensión detectadas en los estudiantes, se han propuesto estrategias utilizadas en situaciones de enseñanza–aprendizaje (Addad *et al*, 2011; 2013; Addad, 2015) las cuales se encuentran en constante revisión.

Sobre los SR, observadores y el PRC

Dificultad en el reconocimiento de la invariancia del intervalo temporal y distancia entre acontecimientos simultáneos

Las transformaciones Galileanas están basadas en las nociones intuitivas de espacio y tiempo. El intervalo de tiempo entre dos acontecimientos cualesquiera es absoluto, independiente del marco de referencia, pero no ocurre lo mismo con la magnitud y la dirección del desplazamiento que varían según el marco de referencia adoptado. La excepción corresponde a la medida de la longitud de un objeto; por ello, la longitud (distancia entre acontecimientos simultáneos) es un invariante en la relatividad Newtoniana.

Sorprendentemente, estas nociones obvias de invariancia en longitud y tiempo presentan problemas de comprensión. Estudios acerca de la cognición de los estudiantes (Panse *et al*, 1994; Ramadas *et al*, 1996a) muestran que la transformación Galileana de velocidades no presenta dificultades. No obstante, en muchas situaciones los estudiantes abandonan la invariancia temporal para salvar la invariancia en la longitud, aun cuando los acontecimientos afectados no son simultáneos. Respecto a este tema puntual, se ha observado su traslación a las transformaciones entre distintos SR.



JORNADA DE EXPERIENCIAS INNOVADORAS EN EDUCACIÓN EN LA FCEIA

Consideración del SR como un escenario sin ningún propósito explicativo (Ramadas et al, 1996a)

Algunos estudiantes no aprecian el uso conceptual del SR para describir el movimiento, aunque tienen una idea rudimentaria de la relatividad en su descripción. Consideran que la descripción del movimiento en un SR dado no es única y está dada por quién lo observa, sin advertir que el observador siempre debe encontrarse en reposo con respecto al SR adoptado. Transfieren la relatividad entre SR a los observadores, sin importar el estado de movimiento de ellos, solo para el estudio de cómo se mueve el objeto. En esta concepción, el SR solo es un marco donde ocurren los fenómenos, sin propósito explicativo.

El análisis de estas dificultades de comprensión condujo a la diagramación de las siguientes cuestiones para su trabajo áulico, diseñadas para que los estudiantes construyan su modelo situacional integrando el texto con el esquema, reconociendo los elementos relevantes del sistema y el estado de movimiento o reposo con respecto a distintos SR:

Cuestión 1: Pedro corre a una velocidad constante v , recorriendo una distancia d , primero en el piso (Fig. 1.A) y luego en una plataforma móvil montada sobre un camión que se traslada con velocidad de módulo constante V (Fig. 1.B).

¿El tiempo empleado en la primera situación es mayor, menor o igual que el empleado en la segunda? Justifica tu respuesta.

¿Cuál sería tu respuesta si Pedro corre en el sentido que se muestra en la Fig. 1.C?

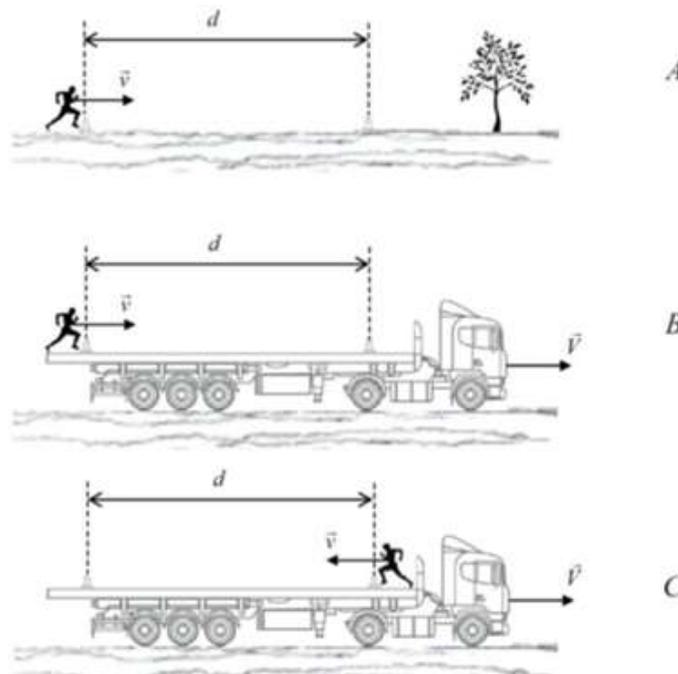


Figura 1. Cuestión 1



JORNADA DE EXPERIENCIAS INNOVADORAS EN EDUCACIÓN EN LA FCEIA

algunos han conceptualizado estos aspectos de forma adecuada. Es menester entonces trabajar sobre sus ideas, las que deben ser con cuidado modificadas al repertorio correcto de nociones perceptivas de la relatividad Newtoniana como paso previo a una transición, quizás más difícil, como la requerida en camino hacia la teoría de la relatividad de Einstein.

Referencias bibliográficas

- Addad, R., Llonch, E., D'Amico, H. y Rosolio, A. (2011). Relatividad Clásica: dificultades en el estudio del movimiento. *Memorias XVII Reunión Nacional de Educación en la Física*. Villa Giardino, septiembre.
- Addad, R. (2012). Relatividad Clásica: dificultades de comprensión en el estudio del movimiento. *Memorias XI Simposio de Investigación en Educación en Física*. Esquel, octubre.
- Addad, R., Llonch, E., Rosolio, A. y Sánchez, P. (2013). Relatividad Clásica: dificultades en el estudio del movimiento II. *Memorias XVIII Reunión Nacional de Educación en Física*. San Fernando del Valle de Catamarca, octubre.
- Addad, R. (2015). Relatividad Clásica: conceptos básicos. *Revista de Enseñanza de la Física*, 27(Extra), 653-659.
- Aguirre, J. M. (1988). Student preconceptions about vector kinematics. *The Physics Teacher*, 26(4), 212-216.
- Panase, S., Ramadas, J. y Kumar, A. (1994). Alternative conceptions in Galilean relativity: frames of reference. *International Journal of Science Education*, 16(1), 63-82.
- Pietrocola, M., y Zylbersztajn, A. (1999). The use of the Principle of Relativity in the interpretation of phenomena by undergraduate physics students. *International Journal of Science Education*, 21(3), 261-276.
- Ramadas, J., Barve, S. y Kumar, A. (1996a). Alternative conceptions in Galilean relativity: inertial and non-inertial observers. *International Journal of Science Education*. 18(5), 615-629.
- Ramadas, J., Barve, S. y Kumar, A. (1996b). Alternative conceptions in Galilean relativity: distance, time, energy and laws. *International Journal of Science Education*. 19(4), 463-477.
- Saltiel, E. y Malgrange, J. L. (1980). "Spontaneous" ways of reasoning in elementary kinematics. *American Journal of Physics*, 1, 73-80.
- Scherr, R., Shaffer, P. y Vokos, S. (2002). The challenge of changing deeply held student beliefs about the relativity of simultaneity. *American Journal of Physics*, 70(12), 1238-1248.
- Villani, A. y Pacca, L. (1987). Student's spontaneous ideas about the speed of light. *International Journal of Science Education*, 9(1), 55-66.



JORNADA DE EXPERIENCIAS INNOVADORAS EN EDUCACIÓN EN LA FCEIA

PROPUESTAS INTEGRADORAS E INNOVADORAS EN INGENIERIA INDUSTRIAL

Marta L. Cerrano, Daniela N. Gómez y Eliseo D. Guzmán

Escuela de Ingeniería Industrial. Departamento de Optimización y Control

FCEIA-UNR

mcerrano@fceia.unr.edu.ar, danielag@fceia.unr.edu.ar, eguzman@fceia.unr.edu.ar

Resumen

El objetivo principal del trabajo es diseñar, analizar y valorar los juegos serios como herramientas didácticas que favorezcan el proceso de enseñanza-aprendizaje y la integración de los contenidos disciplinares de diversas materias de Ingeniería Industrial en un mismo dispositivo. Esto último no solo favorece la adquisición de las competencias, sino también el trabajo colaborativo y en equipo de los futuros ingenieros para abordar exitosamente nuevos desafíos laborales, personales y sociales.

Se propone a través de un dispositivo lúdico, articular distintas asignaturas, utilizando el mismo juego en distintas instancias de la carrera, ejercitando distintos saberes, siendo utilizado por distintos docentes.

Estas prácticas permiten planificar y elaborar estrategias didácticas entre varios docentes, posibilitando la integración y comunicación de los mismos.

En la carrera de Ingeniería Industrial coexisten profesionales educadores de distintas disciplinas, requiriendo un esfuerzo para coordinar e integrar las visiones que los mismos aportan a la carrera. La propuesta intenta abordar esta particularidad, tratando de mejorar la calidad del proceso de enseñanza-aprendizaje.

Palabras clave: Juegos Serios, Integración, Innovación.

Abstract

The main objective of the work is to design, analyze and evaluate serious games as didactic tools that favor the teaching-learning process and the integration of the disciplinary contents of various Industrial Engineering subjects in the same device. The latter not only favors the acquisition of skills, but also the collaborative and team work of future engineers to successfully address new labor, personal and social challenges.

It is proposed through a recreational device, to articulate different subjects, using the same game in different instances of the career, exercising different knowledge, being used by different teachers.

These practices allow planning and developing teaching strategies among several teachers, enabling their integration and communication.

In the Industrial Engineering career, professional educators from different disciplines coexist, requiring an effort to coordinate and integrate the visions that they contribute to the career. The proposal tries to address this particularity, trying to improve the quality of the teaching-learning process.

Keywords: Serious Games, Integration, Innovation.



JORNADA DE EXPERIENCIAS INNOVADORAS EN EDUCACIÓN EN LA FCEIA

Introducción

La Educación Superior se ve impactada por diversos factores: por un lado, la globalización del trabajo, que exige profesionales altamente preparados y flexibles ante todo tipo de cambios. Por el otro, la Universidad está siendo constantemente sometida a modificaciones debido a las evoluciones tecnológicas e internacionalización de todos sus ámbitos de actividad (ANECA).

Esta experiencia se enmarca dentro del proyecto “Diseño y desarrollo de estrategias didácticas utilizando juegos serios en Ingeniería Industrial, parte II”, código ING628, radicado en la Escuela de Ingeniería Industrial, Facultad de Ciencias Exactas, Ingeniería y Agrimensura de la Universidad Racional de Rosario; que actualmente está en desarrollo.

Los docentes que pertenecen al grupo del proyecto de investigación, detectaron la necesidad de articular y repensar la forma de trabajo de las distintas cátedras, tanto vertical como horizontalmente, de modo de minimizar la fragmentación de los aprendizajes donde el alumno apropie los saberes como un todo.

El objetivo de este trabajo es proponer a través de un juego serio, la articulación de distintas asignaturas en diferentes instancias de la carrera, de modo de mejorar la calidad del proceso de enseñanza-aprendizaje. Siguiendo el ciclo PDCA (Plan = Planificar, Do = Hacer, Check = Verificar, Act = Actuar) o Círculo de Deming, para sistematizar el proceso de mejora continua en la Educación Superior.

Desarrollo

Tanto la Comisión Nacional de Evaluación y Acreditación Universitaria (CONEAU, 2001) como el Consejo Federal de Decanos de Ingeniería de la República Argentina (CONFEDI, 2005) manifiestan que resulta necesaria una revisión general de la enseñanza de la Ingeniería para adecuar la misma a los avances científicos y tecnológicos y a los cambios en los esquemas económicos, productivos y sociales, ocurridos en los últimos años en nuestro país y en el mundo. En la actualidad, se está incorporando el uso y desarrollo de las competencias como horizonte formativo en el diseño de los planes de estudio de Ingeniería. Las competencias, según Mastache (2007),

(...) permiten que las personas resuelvan problemas y realicen actividades propias en su contexto profesional para cumplir con los objetivos o niveles preestablecidos, teniendo en cuenta la complejidad de la situación y los valores y criterios profesionales adecuados, mediante la articulación de todos los saberes requeridos (p.40).

Una propuesta lúdica se adapta integralmente al modelo por competencias. La aplicación de *serious games* combina enseñanza, juego y herramientas de aprendizaje, en un escenario de trabajo que fomenta la reflexión en la acción, con la participación activa del estudiante y el intercambio permanente del equipo docente y/o tutores. Un principio esencial de la educación



JORNADA DE EXPERIENCIAS INNOVADORAS EN EDUCACIÓN EN LA FCEIA

es que se aprende lo que se practica, siempre acompañado de retroalimentación y reflexión (ANECA).

Los juegos serios o *serious games* son objetos y/o herramientas de aprendizaje que poseen en sí mismos, y en su uso, objetivos pedagógicos y didácticos que posibilitan a los participantes o jugadores a obtener un conjunto de conocimientos y competencias predominantemente prácticos (Sánchez Gómez, 2007).

De esta forma, los estudiantes dejan de ser espectadores, adquieren un mayor compromiso en las actividades, ponen más énfasis en el desarrollo de habilidades, incrementan su nivel de motivación, desarrollan habilidades de orden superior y están preparados para transferir lo que han aprendido a problemas y escenarios nuevos (Sierra Gómez, 2013).

En un trabajo anterior (Cerrano *et al*, 2017) se presentó la idea y prueba piloto de dispositivo lúdico, como propuesta innovadora para incorporar al diseño curricular de una materia de Ingeniería Industrial. En otro trabajo (Cerrano *et al*, 2018) se describió el esquema metodológico basado en competencias para su implementación, que puede verse en la Fig. 1.



Figura 1. Fases de la metodología basada en competencias

Descripción del juego serio

El juego “TRACTORES” consiste en transmitir y enseñar un conjunto de contenidos y metodologías, logrando una mayor comprensión de los temas propuestos mediante la producción de una línea de tractores pequeños de madera, que simularía la elaboración de los mismos.

El objetivo de este juego aplicado en cada asignatura, busca que los participantes logren comprender los beneficios de las metodologías o técnicas a aprender, con el fin de aplicarlas y



JORNADA DE EXPERIENCIAS INNOVADORAS EN EDUCACIÓN EN LA FCEIA

desarrollarlas en su futuro trabajo. También busca transmitir la mejora de los procesos de manera de optimizar el uso de los recursos y lograr mayores beneficios.

Materiales y recursos necesarios:

- Chasis, ruedas grandes y ruedas pequeñas: estos productos serán formas de madera que ya estarán cortadas previamente
- Ejes: varillas de madera
- Stickers para ventanas y logos
- Sierra
- Tijeras
- Pistola de silicona
- Regla y lapicera para medir y marcar los ejes
- Lapicera y planilla para la persona que toma pedidos
- Dado
- Cronómetros

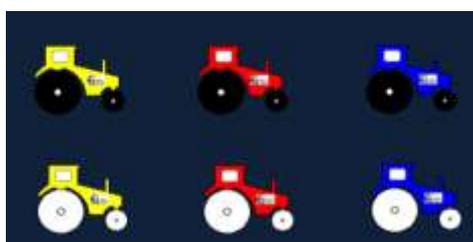
Los puestos a cubrir serán seis, que se enumeran a continuación:

- Corte de varilla
- Corte de sticker
- Armado rueda-eje
- Pegado de sticker
- Ensamble
- Demanda

También se necesitarán ayudantes (uno o dos por línea de producción) para orientar a los participantes durante la corrida del juego.

El juego consiste en una línea de producción de tractores, donde se producen seis tipos de tractores (Fig. 2):

- 1) Amarillo con ruedas negras
- 2) Amarillo con ruedas blancas
- 3) Rojo con ruedas negras
- 4) Rojo con ruedas blancas
- 5) Azul con ruedas negras
- 6) Azul con ruedas blancas





JORNADA DE EXPERIENCIAS INNOVADORAS EN EDUCACIÓN EN LA FCEIA

Figura 2. Tipos de tractores

Se detalla en la Fig. 3 el diagrama de flujo de las operaciones para lograr la fabricación del producto.

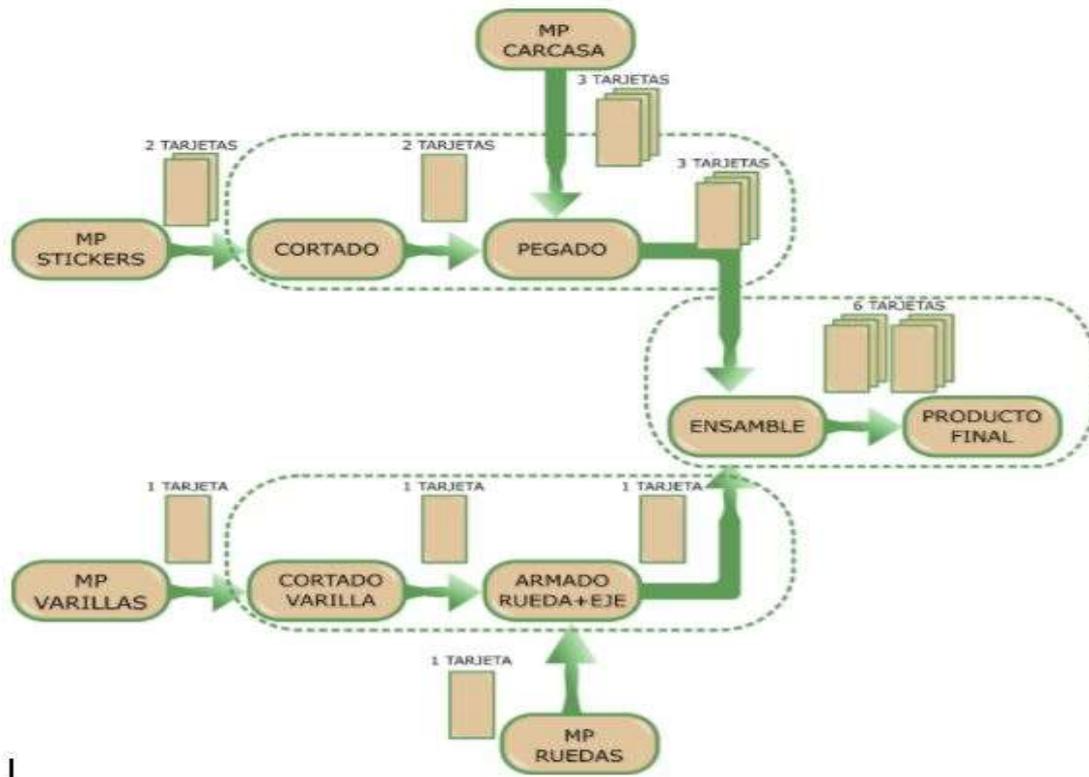


Figura 3. Diagrama de Flujo de las Operaciones

Propuesta

La propuesta de integración presentada plantea vincular varias materias de la carrera de Ingeniería Industrial.

En primer año, y en forma intuitiva, los alumnos podrán usar el dispositivo, en las asignaturas *Introducción a la Ingeniería Industrial* e *Industrias*. Allí podrán diseñar la Estructura del Producto, como así también el Plan de Producción.

En otra de las asignaturas (*Procesos de Producción*) de un nivel más avanzado, se retomaría el juego, para definir el Diagrama de Flujo de las Operaciones y analizar la Nivelación de la Producción.

También se lo usará en *Gestión de la Calidad* para observar los diversos desperdicios y señalar cada uno de ellos. Además se podrá ejercitar la metodología 5S.



JORNADA DE EXPERIENCIAS INNOVADORAS EN EDUCACIÓN EN LA FCEIA

En las materias *Estudios del Trabajo, Sistemas de Producción y Planificación y Control de la Producción*, se verán sistemas de Producción Pull – Push, Kanban, Manufactura Lean, entre otros contenidos.

Para poder concretar la propuesta de integración de asignaturas antes mencionadas, se establecen reuniones periódicas con los docentes de las diferentes cátedras, para que se unifiquen términos, formatos de uso del juego, horas destinadas en cada asignatura al mismo; de modo que el alumno visualice un único dispositivo usado a lo largo de la carrera y en las distintas materias.

Para tal fin, se usa una planilla diseñada en un trabajo presentado por alguno de los integrantes del equipo (Cerrano *et al*, 2019) la cual se detalla a continuación en la Fig. 4:

| GUIA PARA EL DISEÑO DE JUEGOS SERIOS | |
|---|--|
| Título: | |
| A quién voy enseñar : | |
| ¿Qué quiero enseñar? | |
| Indicar Tema y habilidades | |
| Objetivos: | |
| ¿Cómo quiero enseñar? (Indicar una o varias) Adquisición/Imitación/ Descubrimiento/Participación/ Experimentación | |
| Descripción del juego: | |
| ¿Cómo lo voy a evaluar? | |
| Requisitos previos de los alumnos: | |
| ¿Qué se necesita para implementarlo? Recursos/Entorno | |

Figura 4. Planilla guía

En cada materia donde se trabaje con el juego “Tractores” se deberán identificar las competencias a lograr por los alumnos durante el desarrollo de la lúdica. Se formularán analizando tres contenidos: conceptuales (competencia del dominio lógico disciplinar), procedimentales (destrezas, habilidades, estrategias, desempeños) y actitudinales (competencias: valores, normas y actitudes; vinculadas a las dimensiones éticas y sociales).



JORNADA DE EXPERIENCIAS INNOVADORAS EN EDUCACIÓN EN LA FCEIA

A modo de ejemplo, si se quisiera trabajar el contenido y concepto de Kanban en el juego planteado, las competencias mencionadas quedarían definidas de la siguiente forma:

- *Contenidos conceptuales*: entender el significado de Kanban como concepto, comprender una cadena productiva, visualizar el proceso de ensamblado de manera simulada, entender el concepto de clientes internos, comprender la interrelación de factores en un proceso, visualizar el flujo de materiales en un proceso, comprender el concepto de *just in time*.
- *Contenidos procedimentales*: destrezas, habilidades, estrategias, desempeños. Los estudiantes deberán poder interpretar la lectura de los procedimientos, comprensión de tarjetas utilizadas en el juego, ensamblado, entregar-recibir materia prima, ensamblar piezas, secuencia de operaciones.
- *Contenidos actitudinales*: los alumnos deben poder trabajar en equipo, comunicarse de manera efectiva, negociar, cambiar roles cuando sea necesario, escuchar al otro, tomar decisiones de acuerdo al curso de la operación lúdica.

Conclusiones

La propuesta presentada es un aporte a la problemática descrita anteriormente. Siendo creciente la necesidad de vincular los contenidos desarrollados en diversas cátedras con situaciones propias de fenómenos reales que evidencien pragmatismo de lo aprendido en el ámbito que se desempeña el alumno. En los últimos años el uso de actividades lúdicas como herramientas o recursos para favorecer estas incorporaciones son campo fértil, potencial favorecedor de la articulación entre el saber con el hacer a través de una estrategia didáctica metodológica que permita la reflexión en la acción, logrando la participación activa de los estudiantes.

Por otra parte, en la actualidad, los diseños curriculares se encuentran mayormente fragmentados. Esta actividad intenta dar lugar a diseños curriculares más integrados.

Si queremos que los alumnos trabajen en forma colaborativa debemos los docentes trabajar en forma colaborativa.

Referencias bibliográficas

- ANECA: Agencia Nacional de Evaluación de la Calidad y Acreditación de España (2012). *Guía de apoyo para la redacción, puesta en práctica y evaluación de los resultados del aprendizaje*. Disponible en: <http://www.aneca.es/Documentos-y-publicaciones/Otras-guias-y-documentos-de-evaluacion/Guia-de-apoyo-para-la-redaccion-puesta-en-practica-y-evaluacion-de-los-RESULTADOS-DEL-APRENDIZAJE>.
- Cerrano, M., Gallegos, M.L. y Feraboli, L. (2017). Diseño y desarrollo de un dispositivo lúdico de aprendizaje. *10mo Congreso de Ingeniería Industrial*. Buenos Aires, noviembre.
- Cerrano, M., Gallegos, M.L. y Gómez, D. (2018). Aprendizaje activo con gamificación. *4to Congreso Argentino de Ingeniería - 10mo Congreso Argentino de la Enseñanza de la Ingeniería*. Córdoba, septiembre.



JORNADA DE EXPERIENCIAS INNOVADORAS EN EDUCACIÓN EN LA FCEIA

- Cerrano, M., Gallegos, M.L., Cinalli, M. y Feraboli, L. (2019). Guía de apoyo para la redacción, puesta en práctica y evaluación de juegos serios. *11mo Congreso de Ingeniería Industrial*. Río Gallegos, noviembre.
- CONEAU (2001). *Aportes para la reformulación de la propuesta del CONFEDI*. Buenos Aires, Argentina: Autor.
- CONFEDI (2005). *Proyecto estratégico para la reforma curricular de las Ingenierías*. Villa Carlos Paz, Argentina: Autor.
- Mastache, A. (2007). *Formar personas competentes*. Buenos Aires, Argentina: Noveduc.
- Sánchez Gómez, M. (2007). Buenas Prácticas en la Creación de Serious Games (Objetos de Aprendizaje Reutilizables). *IV Simposio Pluridisciplinar sobre Diseño, Evaluación y Desarrollo de Contenidos Educativos Reutilizables*. Bilbao, septiembre.
- Sierra Gómez, H. (2013). *El aprendizaje activo como mejora de las actitudes de los estudiantes hacia el aprendizaje*. Pamplona, España: Universidad Pública de Navarra.



JORNADA DE EXPERIENCIAS INNOVADORAS EN EDUCACIÓN EN LA FCEIA

APLICACIÓN DE INDICADORES PARA EL DISEÑO DE CASOS PARA EL PRIMER CURSO DE ESTADÍSTICA PARA INGENIERÍA

Noemí María Ferreri y Graciela Haydée Carnevali

Escuela de Ingeniería Industrial. Departamento de Optimización y Control

FCEIA-UNR

nferreri@fceia.unr.edu.ar, carneval@fceia.unr.edu.ar

Resumen

La resolución de problemas de naturaleza estadística es una de las competencias a desarrollar en la formación de un ingeniero. Esta tarea constituye un proceso que se inicia con la formulación del problema y finaliza con la obtención de conclusiones en contexto, pasando por la planificación del estudio y la recolección y el análisis de datos pertinentes.

Se requiere entonces que en los cursos de Estadística los alumnos puedan resolver problemas de complejidad creciente y que cuenten con un espacio de reflexión y discusión. Entre estos, los casos son los de mayor dificultad.

Para que el trabajo con los problemas en general y con los casos en particular, favorezca el desarrollo de la competencia mencionada, estos deben estar adecuadamente diseñados.

En la cátedra de Estadística de la Facultad de Ciencias Exactas, Ingeniería y Agrimensura, se elaboraron indicadores, asociados a las diferentes etapas del proceso de resolución de problemas y a los conceptos estadísticos correspondientes, con el objetivo de guiar a los docentes en el diseño de problemas y casos. Estos, además, facilitan la evaluación de los alumnos y la detección de las dificultades más frecuentes, lo cual orienta la elaboración de nuevas actividades para el desarrollo de esta competencia.

Palabras clave: Resolución de casos, Estadística, Ciclo PPDAC, Indicadores.

Abstract

Solving problems of a statistical nature is one of the skills to be developed in the training of an engineer. This task constitutes a process that begins with the formulation of the problem and it ends when conclusions in context are obtained, by planning of the study and the collection and analysis of pertinent data.

Therefore, it is required that in the Statistics courses students can solve problems of increasing complexity and that they have a space for reflection and discussion. Among these, the cases are the most difficult.

In order for the work with the problems in general and with the cases in particular, to favor the development of the mentioned competence, they must be adequately designed.

In the course of Statistics of the Faculty of Exact Sciences, Engineering and Surveying, indicators were developed, associated with the different stages of the problem solving process and the corresponding statistical concepts, with the aim of guiding teachers in the design of problems and cases. These indicators, in addition, facilitate the evaluation of the students and the detection of the most frequent difficulties, which guides the development of new activities for the development of this competence.

Keywords: Case resolution, Statistics, PPDAC Cycle, Indicators.



JORNADA DE EXPERIENCIAS INNOVADORAS EN EDUCACIÓN EN LA FCEIA

Introducción

El proceso de resolución de problemas de naturaleza estadística, es decir, de aquellos que se dan en presencia de variabilidad y de la incertidumbre que ella genera, consta de varias etapas, todas ellas importantes para arribar a conclusiones satisfactorias, más allá de la cantidad y complejidad de procedimientos estadísticos que conlleven. En este trabajo se considera el Ciclo investigativo PPDAC (Wild y Pfannkuch, 1999) que propone las siguientes etapas: Planteo del Problema (P), Planificación del Estudio Estadístico (P), Recolección de los Datos (D), Análisis de los Datos (A) y Obtención de Conclusiones (C).

El primer paso en el proceso de resolución es el planteo del problema a resolver (P), el cual debe delimitarse con precisión; también es importante la generación de caminos de acción que conduzcan a una solución. Si en el proceso de resolución es necesaria una investigación empírica, deben planificarse (P) y llevarse a cabo adecuadamente la recopilación (D) y el análisis de los datos pertinentes (A), para luego obtener conclusiones en contexto (C), contemplando los posibles riesgos. La comunicación con las áreas de incumbencia cobra importancia tanto para poder interpretar el problema como para comunicar los resultados. Durante todo el proceso, se debe tener una actitud crítica y una mentalidad abierta.

Pensando en la formación de los futuros ingenieros, es importante que en el curso de Estadística tengan la ocasión de resolver con frecuencia problemas de naturaleza estadística de diferente grado de dificultad interactuando en todo momento entre lo estadístico y el contexto (Behar Gutierrez y Grima Cintas, 2015). El ciclo PPDAC constituye, entonces, el eje del curso y en él se articulan los conceptos y procedimientos estadísticos que se desarrollan.

Los problemas que se propongan a los alumnos no deberían plantear situaciones muy simplificadas, de manera que para resolverlos solo baste aplicar unas fórmulas, hacer unas cuentas y obtener conclusiones que no puedan relacionar con algún contexto de aplicación. Por el contrario, es de utilidad que tengan la mayor cantidad de “ingredientes” posibles de manera que en su resolución los alumnos vayan transitando las distintas etapas del proceso. También es importante que puedan delimitar el problema que resolverán a partir de una situación problemática más amplia y que este problema pertenezca a algún área de aplicación del futuro ejercicio profesional para que tengan la posibilidad de interpretarlo en un contexto de su interés y comunicarlo en un lenguaje comprensible para los ingenieros.

En el momento de evaluar el desempeño de los alumnos en la resolución de problemas, se pretende revelar la estructura conceptual y procedimental que ellos ponen en juego en esa tarea. Es importante que el docente pueda detectar más o menos rápidamente la o las etapas del proceso de resolución y los conceptos estadísticos en los cuales se presentan dificultades, para reorientar su labor y reelaborar las próximas actividades a proponer.



JORNADA DE EXPERIENCIAS INNOVADORAS EN EDUCACIÓN EN LA FCEIA

Tanto para el diseño de problemas como para la evaluación de los alumnos, es de utilidad contar con indicadores de todo el proceso de resolución. En el este trabajo se presentan dichos indicadores y se enfatiza su aplicación en el diseño de casos. El término “casos” hace referencia a problemas en los cuales los alumnos deben integrar el ciclo PPDAC de manera prácticamente autónoma, ya que los alumnos solo cuentan con una descripción de la situación problemática y un conjunto de datos, y deben resolverlos utilizando su propio criterio (Carnevali *et al*, 2017).

El trabajo se organiza en cuatro secciones de las cuales la presente Introducción es la primera. En la segunda sección se propone un conjunto de indicadores asociados al proceso de resolución de problemas de naturaleza estadística. En la tercera sección se describe, a modo de ejemplo, la aplicación de algunos de los indicadores propuestos para la elaboración de un caso y en la cuarta se presentan algunas recomendaciones y sugerencias.

Indicadores del proceso de resolución de problemas

En el trabajo, los indicadores asociados al proceso de resolución de problemas se organizan en tres grupos:

- los asociados a las distintas etapas del proceso de resolución de problemas (Ciclo PPDAC),
- los asociados a los conceptos y procedimientos estadísticos involucrados,
- los asociados a las otras dimensiones que se ponen en juego al resolver los problemas, también propuestas por Wild y Pfannkuch en su trabajo del año 1999.

En cada grupo, a su vez, los indicadores se clasifican según se refieran al proceso de elaboración de los problemas (Tipo A) o a la evaluación de los alumnos (Tipo B). Ambos tipos de indicadores están relacionados entre sí: en la construcción de cada problema se aplica generalmente un subconjunto de los indicadores tipo A, el cual, naturalmente, determina el subconjunto de indicadores tipo B que se utilizará para la evaluación (Carnevali *et al*, 2014).

A continuación se presentan los indicadores de tipo A y B en cada grupo. Todos ellos están redactados como proposiciones.

a) Indicadores asociados a las etapas del Ciclo PPDAC

Los indicadores propuestos en esta sección se asocian a las distintas etapas que se llevan a cabo para resolver problemas de naturaleza estadística, es decir, a las etapas del ciclo PPDAC. Además de seguir estas etapas, es muy importante escribir y comunicar en lenguaje apropiado todo lo actuado e informar también sobre los alcances y limitaciones de la solución encontrada. Por ello se agrega la etapa de elaboración de un informe escrito u oral (I) y se proponen algunos indicadores para la misma.

Los indicadores tipo A son proposiciones que se refieren al problema en sí y describen las tareas que debe realizar el alumno para su resolución. Si en el enunciado del problema están definidos algunos elementos o se menciona que se han realizado algunas tareas, el alumno



JORNADA DE EXPERIENCIAS INNOVADORAS EN EDUCACIÓN EN LA FCEIA

solo tendrá que reconocerlo y aplicar esa información cuando corresponda. Cuando no se brinde ninguna información tendrá que llevar adelante las tareas que crea convenientes según su propio criterio.

Se puede decir entonces que los indicadores tipo A pueden referirse a “reconocer” o a “hacer” y que los últimos implican mayor grado de dificultad. Para cada una de las proposiciones de tipo A se indica si está presente en el problema o no.

Los indicadores tipo B son proposiciones que se refieren a las tareas que realizan los alumnos en la resolución del problema. Para cada una de ellas se indica si el alumno la realizó con o sin errores o si no la realizó (Carnevali *et al*, 2014).

En la resolución de un caso, lo ideal es que sea el alumno el que lleve a cabo la mayoría de las tareas, según su propio criterio. Por ese motivo, en la elaboración de los casos, para la mayoría de las tareas se deberían proponer indicadores del “hacer” y no del “reconocer”. Esto implica que en la descripción de la situación problemática no se deben detallar todas las tareas que se llevaron a cabo. Sin embargo, al brindar los datos a los alumnos, algunas tareas como la definición de la variable (P3), la elección del tipo de estudio (PP1) y la determinación del tamaño de la muestra (PP2) entre otras, ya están definidas y el alumno solo debe reconocerlas en el enunciado.

En la Tabla 1 se presentan los indicadores tipo A y tipo B para el Ciclo PPDAC y el Informe.

Tabla 1. Indicadores propuestos de tipo A y tipo B para la etapas del Ciclo PPDAC y el Informe

| Etapa | Nombre del indicador | Indicadores para guiar la construcción de problemas (A) | Indicadores para evaluar el desempeño de los alumnos (B) |
|---------------------------------------|----------------------|---|--|
| | | El problema propuesto... | El alumno... |
| Planteo del Problema | P-1 | Presenta un problema a partir del cual el alumno debe reconocer o plantear el objetivo general. | Reconoce o plantea el objetivo general. |
| | P-2 | Presenta la población o deja que el alumno la defina. | Reconoce o define la población bajo estudio. |
| | P-3 | Presenta las variables de interés o deja que el alumno las defina. | Reconoce o define las variables. |
| | P-4 | Presenta los parámetros o deja que el alumno los defina. | Reconoce o define los parámetros de interés. |
| | P-5(*) | Presenta los cursos de acción o deja que el alumno los defina. | Reconoce o define los cursos de acción posibles. |
| | P-6(*) | Presenta un criterio de decisión en función de algún parámetro o deja que el alumno los defina. | Reconoce o define un criterio de decisión en función de algún parámetro. |
| | P-7 | En función del enunciado, el alumno debe traducir estadísticamente el problema y los objetivos. | Traduce estadísticamente el problema y los objetivos. |
| Planificación del Estudio Estadístico | PP-1 | Presenta el tipo de estudio o deja que el alumno lo defina. | Reconoce o define el tipo de estudio. |
| | PP-2 | En el caso de muestras o experimentos, presenta un tamaño de muestra o deja que el alumno lo defina. | En el caso de muestras o experimentos, reconoce o define tamaño de muestra. |
| | PP-3 | En el caso de muestras presenta una precisión y/o nivel de confianza pretendidos o deja que el alumno los | En el caso de muestras reconoce o define la precisión y/o el nivel de confianza pretendidos. |



JORNADA DE EXPERIENCIAS INNOVADORAS EN EDUCACIÓN EN LA FCEIA

| | | | |
|--------------------------|-----------|--|---|
| | | defina. | |
| | PP-4 (**) | En el caso de estudios por muestreo o experimentos, define el tipo de muestra o de diseño o deja que el alumno lo defina. | En el caso de estudios por muestreo o experimentos, reconoce el tipo de muestra o de diseño o deja que el alumno lo defina. |
| | PP-5 | Da información sobre cómo se van a medir las variables o deja que el alumno lo decida. | Reconoce cómo se van a medir las variables o define cómo hacerlo. |
| | PP-6 | Da información sobre cómo se va a garantizar la trazabilidad de los datos o deja que el alumno lo defina. | Reconoce cómo se va a garantizar la trazabilidad de los datos o define cómo hacerlo. |
| | PP-7 | Da información sobre el plan de análisis de los datos o deja que el alumno lo defina. | Reconoce o define el plan de análisis de los datos. |
| Recolección de los Datos | D-1 | Brinda los datos e información sobre cómo se llevó a cabo el trabajo de campo o deja que el alumno lo realice. | Indica cómo se llevó a cabo el trabajo de campo, o bien lo hace e indica cómo. |
| | D-2 | Presenta los datos depurados e información sobre cómo se hizo la depuración, o bien deja que el alumno realice esa tarea. | Indica cómo se llevó a cabo la depuración de los datos o bien lo hace e indica cómo. |
| Análisis de los Datos | A-1 | Brinda gráficos de los datos o deja que el alumno los realice. | Utiliza e interpreta los gráficos provistos o los construye e interpreta. |
| | A-2 | Brinda información sobre diversas medidas de resumen o deja que el alumno las obtenga. | Utiliza e interpreta las medidas de resumen provistas o las obtiene e interpreta. |
| | A-3 | Brinda salidas de software o deja que el alumno las obtenga. | Utiliza salidas de software o las obtiene y utiliza. |
| | A-4 | Brinda información sobre el cumplimiento de los requerimientos de las técnicas de inferencia o deja que el alumno lo verifique. | Identifica la información sobre el cumplimiento de los requerimientos de las técnicas de inferencia o lo realiza. |
| | A-5 | Aplica herramientas inferenciales o deja que el alumno las aplique. | Utiliza las herramientas inferenciales brindadas o las aplica. |
| Conclusiones | C-1 | Brinda interpretaciones de los resultados o deja que el alumno lo haga. | Reconoce o interpreta adecuadamente los resultados. |
| | C-2 | Presenta conclusiones en relación al contexto o brinda información de contexto para que el alumno la utilice al elaborar sus conclusiones. | Reconoce las conclusiones en contexto o utiliza la información de contexto para elaborar sus conclusiones. |
| | C-3 | Presenta conclusiones con relación a los objetivos en lenguaje no estadístico o deja que el alumno lo haga. | Reconoce las conclusiones en función de los objetivos o las obtiene y comunica en lenguaje no estadístico. |
| Informe | I-1 | Presenta un informe para que el alumno lo interprete o deja que el alumno lo realice. | Reconoce o realiza el informe de lo actuado y lo interpreta. |
| | I-2 | | Critica el informe y lo juzga en correspondencia con el objetivo. |

Observaciones:

(*) Estos indicadores corresponden al caso de que se trate de problemas de decisión.

(**) En el curso solo se consideran muestras aleatorias simples, por lo tanto, no se considera la elección del tipo de muestra entre los indicadores. En cuanto a los diseños experimentales, en el primer curso no se definen distintos tipos de diseño, de modo que el alumno sólo puede identificar que se trata de un estudio experimental.

b) Indicadores asociados a los conceptos y procedimientos estadísticos



JORNADA DE EXPERIENCIAS INNOVADORAS EN EDUCACIÓN EN LA FCEIA

Con el ciclo PPDAC como eje director del curso, se van presentando los conceptos y procedimientos estadísticos (Fig. 1).

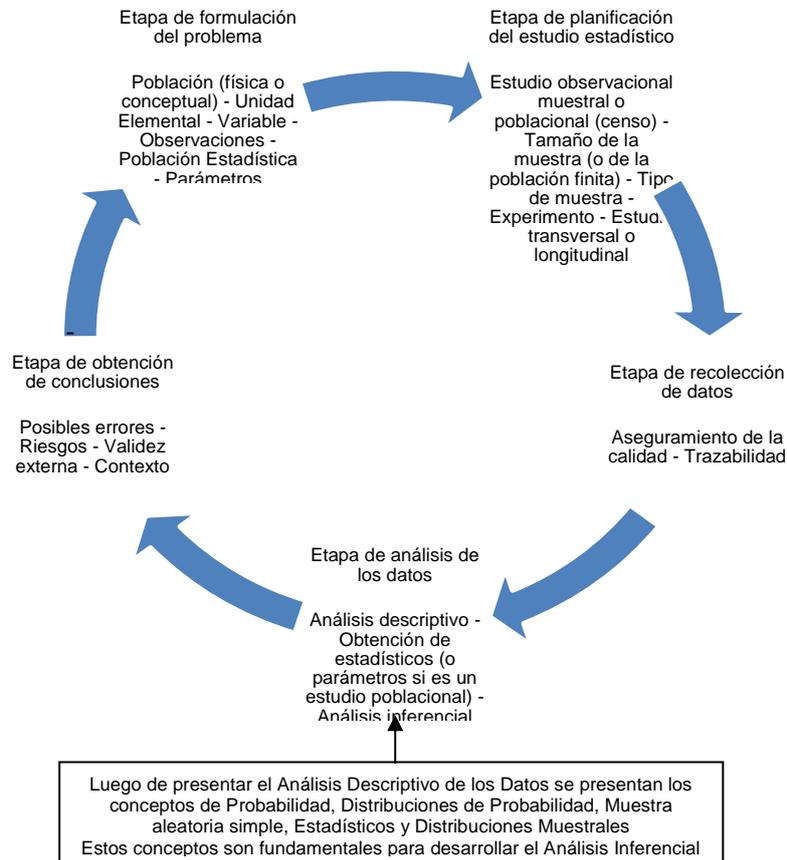


Figura 1. Contenidos del primer curso de Estadística asociados al ciclo PPDAC

Los conceptos y procedimientos se van profundizando a medida que el curso avanza. Por ejemplo, para un conjunto de n elementos, se presenta el concepto de promedio o media aritmética como una de las medidas de resumen, se trabaja su definición, su cálculo y su interpretación así como sus propiedades. Luego, este concepto se asocia a la población en estudio (esperanza matemática o promedio poblacional) considerando algunos modelos de variables aleatorias continuas y discretas. Se retoma en Inferencia estadística cuando se presenta a la media aritmética como función de la muestra y mejor estimador del parámetro media poblacional y se construyen intervalos de confianza para estimar a este parámetro. Finalmente se trabaja su utilización adecuada como parámetro de interés en el planteo de algún problema.

Dependiendo del momento en que se proponga el problema, para cada uno de los conceptos y procedimientos estadísticos involucrados en el mismo, los indicadores constituyen



JORNADA DE EXPERIENCIAS INNOVADORAS EN EDUCACIÓN EN LA FCEIA

proposiciones referidas a su definición, propiedades, simbología, aplicación e interpretación, según corresponda.

Para los indicadores tipo A, las proposiciones se refieren a lo que se pretende con ese concepto en el problema propuesto; mientras que para los indicadores tipo B, las proposiciones se refieren a lo actuado por los alumnos en ocasión de resolver dicho problema. Al igual que en la Sección a), para cada indicador tipo A se indica si está presente en el problema o no mientras que para cada indicador tipo B se indica si el alumno aplicó cada concepto o procedimiento con o sin errores o si no lo pudo aplicar.

A modo de ejemplo, en la Tabla 2 se presentan los indicadores tipo A y tipo B para el concepto "promedio". Como se puede observar, en la tabla también se incluye el procedimiento de construcción de un intervalo de confianza y la interpretación del mismo.

Tabla 2. Indicadores propuestos de tipo A y tipo B para el concepto "promedio"

| Concepto | Indicadores para guiar la construcción de problemas (A). | Indicadores para evaluar el desempeño de los alumnos (B) |
|-----------------------------|---|---|
| | El problema propuesto... | El alumno... |
| Promedio o media aritmética | Involucra al parámetro promedio. | Debe identificar al parámetro promedio como uno de los parámetros de interés. |
| | Requiere que se calcule la media poblacional, si se llevó a cabo un estudio poblacional. | Debe calcular la media poblacional si se llevó a cabo un estudio poblacional. |
| | Requiere que se defina a la media muestral como el mejor estimador de la media poblacional. | Debe definir a la media muestral como el mejor estimador de la media poblacional. |
| | Requiere que se obtenga la media muestral, si se llevó adelante un estudio por muestreo. | Debe calcular la media muestral, si se llevó adelante un estudio por muestreo. |
| | Requiere que se construya el intervalo de confianza para el parámetro media poblacional. | Debe obtener el intervalo de confianza para el parámetro media poblacional. |
| | Requiere que se interprete el intervalo de confianza para el parámetro media poblacional y se elabore una conclusión. | Debe obtener el intervalo de confianza para el parámetro media poblacional y elaborar las conclusiones. |

En la resolución de la mayoría de los casos se requiere de la aplicación de herramientas inferenciales, último tema del curso y por lo tanto todos los conceptos y procedimientos que se desarrollan en el curso ya se han presentado con la mayor profundidad pretendida para el mismo. Esto debe ser tenido en cuenta a la hora de proponer los indicadores tipo A.

c) Indicadores asociados a otras dimensiones puestas en juego en el proceso de resolución de problemas

En el proceso de resolución de problemas, además de seguir adelante con las etapas del ciclo PPDAC y de aplicar correctamente los conceptos y procedimientos estadísticos involucrados, se ponen en juego otras dimensiones relativas a diferentes tipos de pensamiento fundamentales, a las preguntas que deben formularse en el proceso (o ciclo interrogativo) y a actitudes y aptitudes (Wild y Pkannkuch, 1999). Se proponen, entonces, algunos indicadores relacionados a estas dimensiones con la idea de considerarlos cuando sea posible.



JORNADA DE EXPERIENCIAS INNOVADORAS EN EDUCACIÓN EN LA FCEIA

| | | | |
|--|-----|--|---|
| | PF3 | Presenta una situación en la cual se debe tener en cuenta a la variabilidad (*). | Debe tener en cuenta a la variabilidad en todo el proceso de resolución de problemas. |
| | PF4 | Presenta una situación en la cual se deben aplicar modelos | Debe aplicar modelos para comprender mejor la situación planteada, y/o para el análisis de los datos. |
| | PF5 | Presenta una situación en la cual hay información de contexto. | Debe relacionar los resultados estadísticos que obtiene con el contexto. |
| Preguntas que deben formularse o ciclo interrogativo | CI1 | Presenta una situación en la cual hay tareas que no están bien realizadas (**). | Debe poder criticar lo actuado (por él mismo o por otro) e identificar las tareas que no fueron bien realizadas. |
| | CI2 | (***) | Debe juzgar en cada tarea que tiene que realizar, cuáles son los conceptos y procedimientos estadísticos adecuados. |
| Aptitudes y actitudes | AA1 | (***) | Debe actuar de manera lógica en todo el proceso de resolución. |
| | AA2 | (***) | Debe mantener la coherencia a lo largo de todo el proceso de resolución. |

Observaciones:

(*) En todo problema de naturaleza estadística la variabilidad está presente, de modo que el indicador tipo A para PF3 va a tomar el valor "presente" en todos los casos.

(**) El proponer una situación con errores en alguna/s tarea/s del proceso de resolución favorece que surja el juicio crítico (y que el docente lo evalúe); pero puede ser que no se presente una situación con errores y simplemente el alumno sea crítico de todo lo actuado, ya sea por él mismo o por otro.

(***) Cualquier problema que se proponga da lugar a que el alumno deba juzgar, actuar de manera lógica y mantener la coherencia, de modo que los indicadores tipo A para CI2, AA1 y AA2 van a tomar el valor "presente" en todos los casos.

Utilización de los indicadores para el diseño de los casos

En el momento de diseñar un problema para los alumnos de un curso de Estadística dirigido a futuros ingenieros, es importante contar con una situación problemática inicial, que sea de algún área de su interés. Esta situación puede ser incluso un problema extraído de algún libro de texto o adaptado de una situación real. El segundo paso consiste en analizar, a la luz de los indicadores, qué etapas del ciclo PPDAC están descritas en dicha situación, qué conceptos y procedimientos estadísticos están involucrados y qué otras dimensiones podrían evaluarse a partir de ella. Una vez realizado este análisis, el docente puede enriquecer la situación original, incorporando tareas, otras dimensiones y conceptos referidos a algunos de los indicadores que no estén contemplados en ella. Por ejemplo, si los docentes de un curso están interesados en evaluar si sus alumnos pueden interpretar las conclusiones en contexto (C2, Tabla 1; PF5, Tabla 3) y se encuentran con una situación problemática muy sencilla que carece de información de contexto, pueden modificar la situación original, adicionando alguna información que permita a los alumnos realizar dicha tarea y poner en juego uno de los tipos fundamentales de pensamiento (Sección c)).

Si, en cambio, están interesados en evaluar el juicio crítico de sus alumnos (CI1, Tabla 3), pueden agregar alguna conclusión errónea formulada por algún analista imaginario y preguntar a los alumnos su opinión sobre la misma.



JORNADA DE EXPERIENCIAS INNOVADORAS EN EDUCACIÓN EN LA FCEIA

Los indicadores, entonces, constituyen una guía que orienta a los docentes en la elaboración de los problemas y también en la evaluación de sus alumnos. A continuación se presenta un caso propuesto a los alumnos del curso de Probabilidad y Estadística para Ingeniería Mecánica, en 2019. El enunciado del mismo es el siguiente:

Una fábrica de tejidos produce un determinado tipo de trama que se utiliza para revestir estructuras. Una de las características de las tramas es su elasticidad, que se comporta como una variable aleatoria con distribución normal. Una empresa piensa hacer una importante compra de estas tramas y fija como requerimiento que la elasticidad de las mismas sea de A unidades, con una tolerancia de $\pm D$ unidades. En la fábrica están interesados en convertirse en proveedores de la empresa constructora y solicitan a los ingenieros a cargo del proceso un estudio para saber si es posible satisfacer los requerimientos en relación con la elasticidad de las tramas.

a) *Plantee claramente el problema e indique todos los elementos que lo componen.*

b) *Si Ud fuera el Ingeniero a cargo,*

¿Qué valor propondría para el promedio de dicha variable?, ¿y para la varianza? ¿Necesita alguna información adicional para responder? Explícite claramente.

c) *Enuncie los pasos que seguiría para saber si el proceso actual cumple con lo pretendido en relación a la elasticidad de las tramas.*

d) *Considere los dos posibles escenarios:*

1- El proceso actual cumple con los requerimientos de la empresa constructora en relación con la elasticidad de las tramas

2- El proceso no cumple

Mencione brevemente qué acciones llevaría a cabo en cada caso.

El problema planteado podría ser uno de los primeros casos a proponer a los alumnos, dado que no se brindan los datos y se deja que el alumno decida qué tareas realizar. Solo se presentan algunas consignas para facilitar la tarea. En la Tabla 4 se presentan los indicadores tipo A asociados a las consignas propuestas.

Tabla 4. Indicadores tipo A asociados a las tareas solicitadas en el caso propuesto. Curso de Probabilidad y Estadística para alumnos de Ingeniería Mecánica, 2019

| Ítem | Indicadores de las etapas del ciclo PPDAC | Indicadores de conceptos y procedimientos estadísticos (*) | Indicadores de otras dimensiones |
|------|---|--|----------------------------------|
| | En el caso... | En el caso... | En el caso.... |



JORNADA DE EXPERIENCIAS INNOVADORAS EN EDUCACIÓN EN LA FCEIA

| | | | |
|---------|--|--|--|
| a (**) | <p>Se propone un problema de decisión y el objetivo del mismo para que el alumno lo reconozca (P1). Se indica cuál es la población, para que el alumno lo reconozca (P2). Se indica cuál es la variable, para que el alumno lo reconozca (P3). Se indica cuáles son los parámetros de interés, para que el alumno los reconozca (P4).</p> | <p>En el caso se pretende la aplicación correcta de los siguientes conceptos: Población. Variable. Parámetros. Modelo de probabilidad, determinación de</p> | <p>Se propone una situación en la cual se considera la variabilidad (PF3). Se propone una situación que permite conectar lo estadístico con el contexto (PF5).</p> |
| b (**) | <p>En el problema se propone un modelo para la variable de interés y las especificaciones pretendidas por los posibles compradores; pero se deja a criterio del alumno que defina un cierto valor para la probabilidad de tramas que cumplen con las especificaciones y que luego obtenga los valores ideales de los parámetros de interés (elasticidad promedio y el desvío estándar), es decir, en el problema se deja que el alumno defina los cursos de acción (P5) y el criterio de decisión (P6). Se deja también que el alumno traduzca estadísticamente problema y objetivos (P7).</p> | <p>valores de la variable a partir de probabilidades. Muestra aleatoria. Herramientas de análisis descriptivo de datos. Necesidad de aplicar herramientas inferenciales. Decisión con riesgos asociados.</p> | <p>Se propone una situación para la cual se puede aplicar la transnumeración (PF2). Se propone una situación en la cual se considera la variabilidad (PF3). Se propone una situación que requiere el trabajo con modelos estadísticos (distribución normal) (PF4). Se propone una situación que permite conectar lo estadístico con el contexto (PF5). CI2: Juzga todo lo que debe realizar.</p> |
| c (***) | <p>Se plantea una situación problemática y se deja que el alumno mencione todos los pasos que seguiría para resolverla. En este caso, corresponden todos los indicadores de las etapas del ciclo PPDAC + Informe, con excepción de la primera; en "hacer".</p> | | <p>Se plantea una situación para la cual se necesita contar con datos (PF1). Se propone una situación para la cual se puede aplicar la transnumeración (PF2). Se propone una situación en la cual se considera la variabilidad (PF3). Se propone una situación para que el alumno actúe críticamente y juzgue cada paso que va a dar (C11, C12). Se propone una situación para que sea resuelta de manera lógica y coherente (AA1, AA2).</p> |
| d (***) | <p>En el problema se presenta una disyuntiva, frente a dos posibles resultados. En ambos casos, se deja a criterio del alumno el plantear dos nuevos problemas y mencionar cómo los resolverían. En este caso, corresponden todos los indicadores de las etapas del ciclo PPDAC + Informe; en "hacer".</p> | | |

Observaciones:

(*) Los indicadores asociados a conceptos y procedimientos estadísticos no se presentan para cada ítem, sino en general.

(**) Los ítems a y b se refieren a la etapa de Planteo del Problema. En los ítems restantes se continúa con las etapas del ciclo PPDAC.

(***) Para los ítems c y d, solo se deben mencionar las tareas a realizar por cuanto no se cuenta con datos.

En el caso propuesto los alumnos tienen que plantear adecuadamente el problema y pensar en todas las etapas del ciclo PPDAC que seguirían para resolverlo. Se plantean incluso dos problemas adicionales asociados a las posibles conclusiones a obtener del primer problema, y para cada uno de ellos deben obrar de la misma manera que para el primero. Los conceptos y procedimientos estadísticos que se destacan son relativos al planteo del problema (población,



JORNADA DE EXPERIENCIAS INNOVADORAS EN EDUCACIÓN EN LA FCEIA

variable, parámetros, etc.) pero también el uso apropiado de la distribución normal y la necesidad de aplicar herramientas de inferencia.

A partir del caso propuesto podrían surgir otros, considerando la presencia de nuevos indicadores. En principio, si se brindan los datos, las tareas que los alumnos solo debían mencionar, ahora podrían llevarlas a cabo. Si, además, los datos no permiten suponer que el modelo de probabilidad para la variable es el modelo normal, el alumno debería formular nuevamente el planteo bajo otro posible modelo o proponer otro parámetro de interés como la proporción poblacional de tramas apropiadas. Incluso, debería poder juzgar si las herramientas de inferencia a aplicar serían válidas o no. Naturalmente, este caso modificado si bien se puede ofrecer a los alumnos una vez presentado los modelos probabilísticos, solo podrá ser resuelto en forma integral por ellos hacia el final del cursado.

Recomendaciones y sugerencias

Puestos a resolver problemas en un marco de variabilidad e incertidumbre, además de seguir un conjunto de etapas, los alumnos deben poner en juego actitudes y habilidades personales y aplicar conceptos y procedimientos estadísticos de distinta complejidad. Los docentes deben procurar entonces que los problemas que proponen a sus alumnos no den lugar solo a simples cálculos o a la aplicación de alguna técnica estadística.

En ocasión de diseñar estos problemas, los indicadores resultan de utilidad para los docentes y facilitan la evaluación de los alumnos. Para el diseño, la idea es partir de alguna situación simple, incluso de un problema tomado de algún libro de texto y transformarlo, considerando otras tareas, conceptos y procedimientos no contemplados originalmente. Si además el problema a diseñar se va a utilizar como un caso, es importante que la mayoría de los indicadores que se incluyan tengan que ver con el “hacer” y que los conceptos y procedimientos estadísticos involucrados se consideren con la máxima profundidad posible.

Para que el trabajo sea fructífero, es importante que los indicadores se empleen en la elaboración de materiales de trabajo, trabajos prácticos y evaluaciones y también en las clases, de modo de incorporar de manera permanente los principios básicos del proceso de resolución de problemas. En el futuro, es poco probable que los alumnos recuerden fórmulas o procedimientos estadísticos; pero sería deseable que incorporen a su propia lógica estos principios, que serán de utilidad en su futuro trabajo como ingenieros.

Referencias bibliográficas

- Behar Gutiérrez, R. y Grima Cintas, P. (2004). La Estadística en la Educación Superior. ¿Formamos pensamiento estadístico? *Ingeniería y Competitividad*, 5(2), 84-90.
- Carnevali, G., Ferreri, N. y Medina, M. (2014). Resolución de problemas de decisión estadística: diseño y aplicación de indicadores para su desarrollo y evaluación. *XVIII EMCI Nacional y X Internacional*. Mar del Plata, mayo.



JORNADA DE EXPERIENCIAS INNOVADORAS EN EDUCACIÓN EN LA FCEIA

- Carnevali, G., Ferreri, N. y de las Heras, L. (2017). Uso de Indicadores para el Trabajo con Casos en el Primer Curso de Estadística para Ingeniería Industrial. *XX EMCI Nacional y XII Internacional*. Santiago del Estero, mayo.
- Wild, C. y Pfannkuch, M. (1999). Statistical Thinking in Empirical Enquiry. *International Statistical Review*, 67(3), 223-265.



ESTRATEGIAS DIDÁCTICAS BASADAS EN SIMULACIONES PARA EL ESTUDIO DE LA FÍSICA DE LOS DISPOSITIVOS ELECTRÓNICOS

Miguel Plano, Federico Lerro y Susana Marchisio

Escuela de Formación Básica. Departamento de Física y Química

FCEIA-UNR

mplano@fceia.unr.edu.ar, flerro@fceia.unr.edu.ar, smarch@fceia.unr.edu.ar

Resumen

En el presente trabajo se describe una serie de recursos didácticos basados en tecnologías informáticas diseñados para el apoyo a los procesos de enseñanza y de aprendizaje de la Física de los dispositivos electrónicos en el contexto de la formación de ingenieros. Las dificultades de aprendizaje observadas al cabo de más de dos décadas de enseñanza curricular de esta temática y los antecedentes reunidos por el grupo de autores relativos al desarrollo, implementación y evaluación con resultados positivos de un conjunto de soluciones didácticas con empleo de simulaciones avalan la propuesta. La misma se sostiene en la necesidad de adecuaciones de desarrollos existentes motivados por la permanente evolución tecnológica y curricular. Los recursos desarrollados que se presentan son simulaciones diseñadas con una marcada característica de interactividad y de visualización gráfica; las mismas se presentan integradas a una estrategia didáctica compuesta de la guía de estudio correspondiente y de diversas propuestas metodológicas para su incorporación curricular. Se exponen, además, los primeros pasos que se han dado en su implementación y los próximos objetivos generales en torno a la evaluación del recurso y posibles ampliaciones.

Palabras clave: Simulaciones, Dispositivos electrónicos, Física, Semiconductores, Bandas de Energía.

Abstract

This paper describes a series of didactic resources based on computer technologies designed to support the teaching and learning processes of the physics of electronic devices in the context of engineering education. The learning difficulties observed after more than two decades of curricular teaching on this subject and the background gathered by the group of authors regarding the development, implementation and evaluation with positive results of a set of didactic solutions using simulations endorse the proposal. It is supported by the need for adaptations of existing developments motivated by the constant technological and curricular evolution. These developed resources are simulations designed with a marked feature of interactivity and graphical visualization; that are integrated into a teaching strategy composed of the corresponding study guide and various methodological proposals for its curricular incorporation. In addition, the first steps taken in its implementation and the next general objectives around the evaluation of the resource and possible expansions are presented.

Keywords: Simulations, Electronics devices, Physics; Semiconductors, Energy.

Introducción



JORNADA DE EXPERIENCIAS INNOVADORAS EN EDUCACIÓN EN LA FCEIA

Con la aparición de las computadoras, en la sociedad del conocimiento, aparecieron nuevas formas de aprendizaje de las ciencias básicas, posibilitando a los estudiantes acceder a ellas más fácilmente. En el caso de disciplinas con base experimental, tales como Física e Ingeniería, las tecnologías de la información (TIC) aparecen como recursos didácticos a través de entornos tales como simuladores y laboratorios remotos que brindan la posibilidad de trabajar en un ambiente de enseñanza e investigación de tipo “protegido”. Mediante acceso a Internet, en el primer caso a través de prácticas simuladas, mientras que, en el segundo, mediante la experimentación real, es posible poner a disposición de los estudiantes la visualización y análisis de fenómenos, a solicitud, con amplitud de tiempos y según necesidades de aprendizaje. Esta potencialidad asociada a estas herramientas basadas en tecnologías digitales permite concebirlas como recursos cognitivos valiosos que, integradas en estrategias didácticas adecuadas, posibilitan el desarrollo de un pensamiento científico por parte del estudiante, en el camino hacia la apropiación de saberes (Cabero, 2007).

En particular, las simulaciones son programas que, modelo matemático mediante, buscan reproducir en forma ideal un fenómeno real y los diferentes estados que el mismo puede tomar, a partir del establecimiento de un conjunto de parámetros vinculados. El resultado de la simulación puede ser presentado a través de los valores de las variables de salida o mostradas gráficamente por medio de imágenes con mayor o menor grado de dinamismo. Basadas en software, permiten así el estudio, análisis y evaluación de situaciones y fenómenos no reproducibles en el laboratorio; su ejecución, además, posibilita responder a la pregunta: ¿Qué pasa si...? (Cataldi *et al*, 2013).

En acuerdo con diversos autores, y a partir del análisis de experiencias previas (Marchisio *et al*, 2005; Marchisio *et al*, 2009) estas herramientas se constituyen en una fuente de estímulos sensoriales y cognitivos que permiten que los estudiantes pongan en juego sus ideas frente a las interacciones que plantea el desarrollo de la actividad realizada en el simulador (Cataldi *et al*, 2013), y en el caso que se usen en el tiempo del aula presencial, mejoran la actitud pasiva del alumnado que habitualmente se observa en las clases magistrales (Contreras *et al*, 2010).

Las simulaciones, por otra parte, se han convertido en una herramienta indispensable para los ingenieros, diseñadores, analistas, administradores y directivos para la resolución de problemas; lo que hace más interesante aún que el estudiante de ingeniería se familiarice con su empleo en el contexto de su formación como un recurso valioso tanto para el diseño, la formulación de hipótesis en la búsqueda de conocimientos, así como su contrastación.

En el presente trabajo se describen una serie de simulaciones recientemente re-diseñadas por el equipo de autores, para el apoyo a los procesos de enseñanza y de aprendizaje de la Física de los dispositivos electrónicos en el contexto de la formación de ingenieros en la Facultad de Ciencias Exactas, Ingeniería y Agrimensura de la Universidad Nacional de Rosario. En el siguiente apartado se describen el contexto de uso y las razones didácticas, tecnológicas y con



JORNADA DE EXPERIENCIAS INNOVADORAS EN EDUCACIÓN EN LA FCEIA

base en la literatura específica que las justifican. Posteriormente, se describen las nuevas realizaciones y formas de uso en el contexto didáctico específico, así como los primeros pasos que se han dado para su evaluación.

Razones didácticas, tecnológicas y cognitivas

El estudio de la Física de los dispositivos electrónicos puede ser abordado según varios enfoques dependiendo del alumnado destinatario del curso. La asignatura Física de los dispositivos Electrónicos, en la cual los autores del presente trabajo se desempeñan, está ubicada en el tercer año de la carrera de Ingeniería Electrónica y es responsable de introducir una amplia secuenciación de conceptos que van desde los orígenes de la Física Contemporánea, pasando por la Física del estado sólido, con especial atención al estudio de los semiconductores y su empleo en la forma de dispositivos electrónicos elementales, el estudio de su comportamiento eléctrico en aplicaciones circuitales sencillas y de sus consecuentes modelos. El abordaje de esta gran amplitud temática a lo largo de un solo cuatrimestre, la tendencia a la reducción de la duración de las carreras y el escaso tiempo que los estudiantes pueden dedicar al estudio fuera de los horarios de clase con cronogramas ajustados, hacen necesario el diseño de estrategias didácticas en acuerdo con un enfoque que priorice la construcción de un andamiaje conceptual explicativo de fenómenos y dispositivos por sobre el desarrollo de formalismos matemáticos específicos.

Los contenidos abordados tienen asimismo un fuerte componente cognitivo asociado a lo no observable y al trabajo con modelos de diversa naturaleza: físicos, eléctricos y circuitales. Al respecto, se han documentado los obstáculos cognitivos que subyacen en la representación de lo no observable implícito en el estudio de fenómenos de naturaleza electrónica. En relación con ello, distintos autores (Bunce y Gabel, 2002; Pozo, 1991) concluyen acerca de la conveniencia de emplear imágenes u otro tipo de representaciones analógicas como estrategias para facilitar el aprendizaje.

Otros estudios (Gómez Antón, 2002; Jacas Rodríguez, 2002), enfatizan que, no menos importante, es la necesidad de motivar a los estudiantes de Ingeniería al momento de tratarse del abordaje de contenidos de fundamentación científica en ciencias y tecnologías de los materiales. En particular, se destaca que, por lo general, el estudiante de Ingeniería se muestra mucho más interesado en la práctica con dispositivos que en abordar el estudio de los fundamentos científicos (Marchisio *et al*, 2009) que los sustentan. Otros autores remarcan que el interés de los estudiantes se puede incrementar a través de la metodología de “*aprender haciendo*” (Dewey, 1989) que también está presente en el significado popular del aprendizaje (Cataldi *et al*, 2013), donde la teoría viene acompañada de la práctica y, en este caso particular, dicha práctica se realiza en un contexto de interactividad como la que supone el uso de recursos visuales adecuadamente diseñados.



JORNADA DE EXPERIENCIAS INNOVADORAS EN EDUCACIÓN EN LA FCEIA

El equipo docente que viene llevando adelante el dictado de la asignatura se ha regido con estos criterios por más de dos décadas, por lo cual ha diseñado e implementado estrategias didácticas complementadas con la elaboración de diferentes materiales didácticos en pos de satisfacer estas necesidades y buscando, además, adaptarse a los cambios culturales y tecnológicos de la sociedad. En acuerdo con ello, la didáctica es apoyada por diversos recursos, destacando aquellos que hacen uso de imágenes representativas de los fenómenos en estudio y habilitan el control del usuario sobre las variables involucradas (Marchisio *et al*, 2009).

Los primeros trabajos se desarrollaron en el ámbito del laboratorio con sistemas de adquisición de datos específicos. Con objetivos de experimentación se emplean también el llamado Laboratorio Remoto de Dispositivos Electrónicos (Lerro *et al*, 2012; Lerro y Protano, 2007) desarrollado por el equipo docente para el ensayo a distancia de dispositivos y el Laboratorio VISIR para el estudio de aplicaciones de los dispositivos en circuitos electrónicos sencillos (Lerro *et al*, 2018; Marchisio *et al*, 2019).

En lo que refiere a simulaciones la experiencia del equipo de cátedra inicia con el desarrollo del sistema multimedia “Del Átomo al Sólido” (Von Pamel *et al*, 2004) para el estudio de la Física cuántica que integra texto, imágenes, videos y simulaciones. Posteriormente se comenzó a implementar, en los temas vinculados al estudio de los materiales y estructuras propias de los dispositivos electrónicos, simulaciones de desarrollo propio y de otros autores de libre acceso a través de Internet, de reconocidas instituciones internacionales, para el tratamiento teórico. Algunas de las simulaciones pertenecientes al área de la mecánica cuántica fueron realizadas por los propios docentes y aún continúan en uso, tal el caso de las denominadas Efecto Fotoeléctrico, Átomo de Bohr (Von Pamel *et al*, 2006), Ecuación de Schrödinger (Marchisio *et al*, 2005), y Estadística de Fermi-Dirac (Marchisio *et al*, 2008). Otras, son las ofrecidas por la Universidad de Buffalo (UB) en el sitio <http://jas.eng.buffalo.edu/>. Estas han sido valoradas positivamente tanto por el equipo docente como por los estudiantes, justificando su empleo por varios años. Sin embargo, hoy quedaron tecnológicamente obsoletas siendo muy dificultosa su ejecución. Por otra parte, al no haber sido diseñadas específicamente, en coherencia con la asignatura, algunos conceptos o procesos relevantes al análisis en el marco del enfoque conceptual desarrollado en la cátedra, no están naturalmente contemplados en ellas. A modo de ejemplo, podemos citar como objetivo no cumplido en esta colección de programas, el vincular los resultados teóricos de los procesos físicos mostrados, con su comportamiento eléctrico.

Las razones expuestas motivaron al equipo de la cátedra el desarrollo de nuevas herramientas que, en primera instancia, reemplacen a estas últimas, pero que, además, se adapten mejor al enfoque y contenidos de la asignatura como también a los nuevos dispositivos tecnológicos de pantalla para la observación y control de las mismas. Estos nuevos recursos debían poder



JORNADA DE EXPERIENCIAS INNOVADORAS EN EDUCACIÓN EN LA FCEIA

ejecutarse no solo en ordenadores de escritorio y personal sino también en aparatos móviles de uso frecuente. Así, en breve síntesis, las nuevas simulaciones deberían ser capaces de:

- Representar gráficamente resultados de análisis físico-matemáticos.
- Motivar el estudio, promoviendo la actividad cognitiva.
- Favorecer la interactividad.
- Reproducirse en cualquier dispositivo de escritorio o móvil, con programas estándares (navegadores de Internet preferentemente).

Las nuevas simulaciones

Algunas decisiones previas a su realización

Las herramientas desarrolladas en la Universidad de Buffalo (UB) componen una colección que incluye tanto el software de simulación como materiales de ejercicios y preguntas asociadas, dando al estudiante la posibilidad de realizar diversas interacciones a fin de analizar los principales procesos físicos en una amplia variedad de temas, en algunos casos, coincidentes con los que se abordan en la asignatura. Su desarrollo como applets de JAVA habilita su empleo con conexión a Internet en páginas web de libre acceso. Si bien los temas involucrados y su secuenciación son casi los mismos que los requeridos para la asignatura, debía realizarse una adaptación en la forma de uso de las simulaciones y en el contenido de los ejercicios, para lograr una implementación exitosa en el desarrollo curricular de la materia. Con el advenimiento de nuevos criterios de seguridad adoptados por los fabricantes de navegadores web, la ejecución de estos applets fue paulatinamente rechazada por estos. Por lo que, si bien las nuevas simulaciones se basaron en la colección de herramientas diseñadas en la Universidad de Buffalo (UB), buscaron superar las dificultades didácticas y tecnológicas señaladas.

Abarcar toda la temática de la asignatura con simulaciones implica un trabajo a mediano plazo por lo que se decidió comenzar a programar aquellas que contenían los conceptos neurálgicos que residen en todas las unidades temáticas. El presente trabajo tiene que ver con las tres primeras simulaciones que se realizaron y que, además se vienen utilizando en modo experimental, en diferentes situaciones del proceso de enseñanza-aprendizaje.

Los procesos de interacción entre el estudiante y algún tipo de experiencia didáctica deben de ir acompañados de preguntas que ayuden a la reflexión: ¿qué se hace? y ¿por qué se lo hace?, ¿qué dificultades se pueden anticipar?, ¿qué está pasando?, ¿cómo está pasando?, entre otras. Con el uso de las simulaciones se logra que los roles de los estudiantes sean cada vez más autónomos, y que los docentes sean facilitadores orientados a la comprensión proporcionando suficientes oportunidades de experimentación (Hodson, 1998). Este pensamiento compartido generó la necesidad de crear para cada simulación su consecuente guía experimental.



JORNADA DE EXPERIENCIAS INNOVADORAS EN EDUCACIÓN EN LA FCEIA

Los contenidos abordados

Las simulaciones hasta el momento realizadas son: “Concentración de Portadores”, “Juntura Semiconductora”, “Transistor Bijuntura en Zona Activa”. Las mismas están integradas, junto a otros recursos, en un aula virtual Moodle, pero temporalmente pueden ser accedidas desde la dirección: <https://www.fceia.unr.edu.ar/fisica4>. Las dos primeras basan su estudio a partir del diagrama de bandas de energías permitidas de los materiales o estructuras de uso frecuente, el estado de los portadores y la variación de ambos provocada por la modificación de las características constructivas de las mismas, como así también de las condiciones externas del medio: temperatura y/o polarización. La tercera, en cambio, muestra el estado de concentración de portadores en la típica estructura NPN trabajando en la zona que actúa como amplificador y su variación con los parámetros constructivos y eléctricos.

A manera de ejemplo se describirá en detalle la simulación que tiene un recorrido mayor en lo que se refiere a la integración curricular y la resolución de las actividades realizada por los alumnos: “Concentración de Portadores”.

La simulación “concentración de portadores”

Fundamentos que orientan el diseño

Esta simulación permite estudiar las implicancias de la estructura de bandas de energía en la generación de portadores de los materiales semiconductores en estado de equilibrio térmico.

Estudiar el comportamiento eléctrico de los materiales significa evaluar el grado de corriente eléctrica que puede fluir por el mismo. Uno de los aspectos cruciales que determinan este flujo de corriente es la cantidad de carga que puede moverse a través del mismo. En los materiales semiconductores la producción de estos queda directamente relacionada con la estructura de bandas y la función de distribución de energía de las partículas (electrones y huecos) estudiados mediante la formulación estadística de Fermi-Dirac que da cuenta de la probabilidad de ocupación de los estados por parte de electrones. Las bandas de energía tienen una distribución de niveles propios modelizada matemáticamente por las funciones densidad de estados $-g_c(E)$ para la banda de conducción y $g_v(E)$ para la banda de valencia- obtenidas a partir de la ecuación de Schrödinger; en tanto que la estadística de Fermi queda representada por la función $f(E)$.

El recurso didáctico diseñado muestra gráficamente el resultado de estas funciones acorde a los parámetros característicos del material y la temperatura, los cuales son controlados por los estudiantes. Establecidas y mostradas estas funciones, el producto de ambas, devolverá al usuario las gráficas función densidad y función cantidad total de portadores -electrones y huecos- en cada banda de energía.

Diseño tecnológico e Interacción simulación - usuario



JORNADA DE EXPERIENCIAS INNOVADORAS EN EDUCACIÓN EN LA FCEIA

El software de la simulación -portadores.html- se encuentra en el aula virtual y al estar programado en HTML5 corre en navegadores para PC (Chrome, Mozilla, Edge), como así también en dispositivos móviles con Android, iOS o Windows.

Tal como se muestra en la Fig. 1 la interface de usuario de la misma se encuentra dividida en dos sectores, uno de control -a la derecha- y otro de visualización y medición -a la izquierda-.

El sector de control posee una serie de casillas -selectores- que permiten la visualización gráfica o textual de diferentes variables que están listadas jerárquicamente con el fin de que el estudiante incorpore los conocimientos y logren la comprensión en forma ordenada. Además, se agregan controles de forma que se pueda variar las características del material bajo simulación y su temperatura.

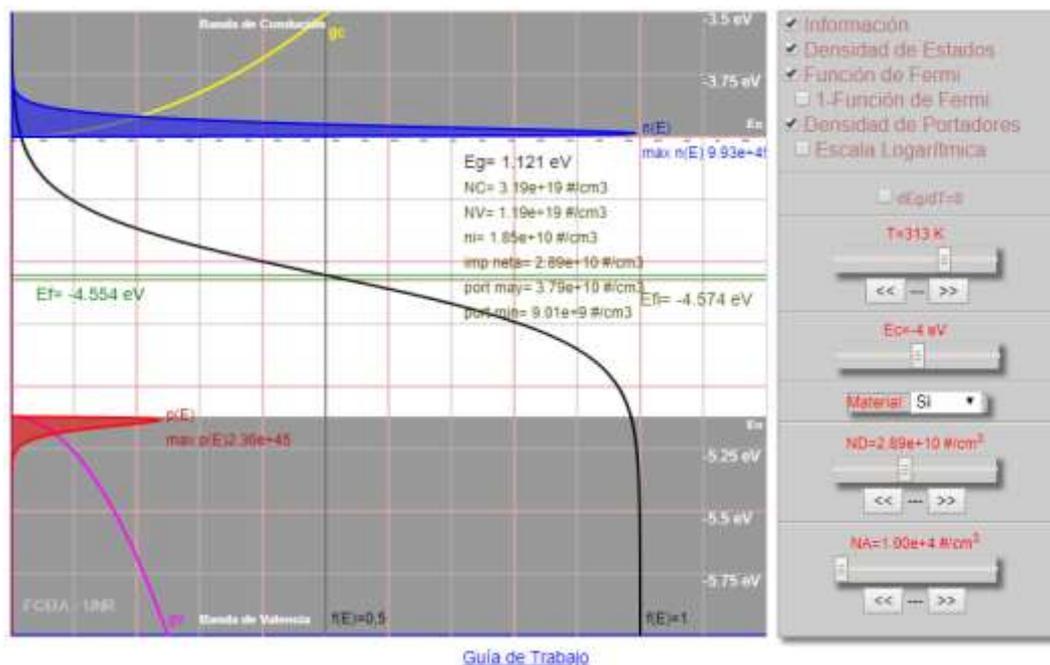


Figura 1. Interface de usuario de la simulación "Concentración de Portadores"

En cuanto a la zona de visualización muestra una gráfica donde se observan diferentes funciones cuya variable independiente común es la Energía, que por comodidad se representa sobre el eje vertical, en tanto que las variables dependientes se representan en el eje horizontal sin indicación en general de los valores, para mayor claridad. Se ha incluido un señalador de posición del mouse para realizar mediciones sobre el eje de la energía.

Los parámetros de control son:

- Temperatura de la muestra.
- Posición de E_c , que depende de la afinidad (χ) del material.
- Material intrínseco.
- Concentración de impurezas donantes (N_D).



JORNADA DE EXPERIENCIAS INNOVADORAS EN EDUCACIÓN EN LA FCEIA

- Concentración de impurezas aceptantes (N_A).
- Supresión del efecto de variación del E_g con la temperatura.

Mientras que, las variables a observar son:

- Estructura de bandas.
- Nivel de Fermi y nivel de impurezas.
- Densidad de estados en las bandas permitidas $g_c(E)$ y $g_v(E)$ -selector A-.
- Función de distribución de probabilidad de ocupación $f(E)$ -selector B-.
- Densidad de portadores en las bandas $n(E)$ y $p(E)$ -selector C-.
- Información cuantitativa de N_V , N_C , n_i^2 , impurificación neta, cantidad de portadores -selector D-.

Se observa en la parte inferior de la ventana un link que lleva al estudiante a una guía de trabajo que tiene entre otros propósitos fundamentar por qué y para qué se plantea la actividad, consignas de prácticas sobre la misma -acorde a lo expresado por Hodson (1998)- y limitaciones y advertencias del programa.

Las actividades

Las actividades concretas propuestas a los estudiantes actualmente son un conjunto de alrededor de 20 preguntas, ejercicios y elaboración de conclusiones del tipo de:

- Buscar en la bibliografía la definición de afinidad (χ) y los valores que adopta para cada material. Configurar el valor de E_c en la simulación al valor más cercano que la misma permita.
- Determinar el E_g de cada material a $T=300$ K, 1 K, 450 K. Realizar una gráfica.
- Configurar un material intrínseco de Si a 300 K; registrar la posición del nivel de Fermi respecto del centro de la banda prohibida comparando en forma cualitativa con los valores teóricos esperados.
- En un material de Si, simular el agregado de una impureza donante; variar gradualmente la misma. Registrar y comentar la/s modificación/es que se producen en la banda prohibida.
- Determinar la función trabajo del silicio intrínseco y el correspondiente a $N_A=1.10^{16}$ #/cm³, ambos a temperatura ambiente y a 400K.

En la actualidad esta guía tiene una estructura de correlatividades entre las consignas, pero aun así pueden diferenciarse agrupamientos donde cada uno de ellos se corresponde con un objetivo particular o concepto. De esta manera la práctica, destinada a un estudiante en particular, puede direccionarse en función de sus necesidades, errores o falencias detectadas por el docente.

Dichas actividades didácticas buscan, entre otras, que el estudiante llegue a:

- Asumir que cada material tiene una banda prohibida (E_g) particular.
- Detectar cómo influye la temperatura en el E_g del material.



JORNADA DE EXPERIENCIAS INNOVADORAS EN EDUCACIÓN EN LA FCEIA

- Identificar cómo se distribuyen los niveles energéticos en las bandas permitidas.
- Reconocer el efecto que provoca el agregado de impurezas en un material semiconductor.
- Evaluar la interacción entre los distintos tipos de impurezas.
- Determinar la afectación del nivel de Fermi con la temperatura y la impurificación en un material.
- Reconocer el estado de ocupación de las bandas en función de la impurificación y la temperatura.
- Reconocer la función trabajo dentro de la estructura de bandas.

Propuestas para la incorporación en el espacio áulico

Cuando las simulaciones se usan antes de la instrucción formal, estas desarrollan la intuición y ayudan al desarrollo natural del proceso de aprendizaje; y cuando se utilizan después de la instrucción formal, se les da la oportunidad de aplicar lo aprendido o bien de comprenderlo mejor. Con referencia a la simulación descrita, se destaca su empleo como recurso integrado en un contexto de construcción teórica a través de la indagación y la modelización.

Ya en términos generales, e independientemente del momento en el que se usen, es importante que se analice su propósito y cómo se va a orientar el proceso de interacción con los estudiantes (Gokhale, 1991).

Las propuestas de inserción del recurso pueden ser varias en función de la disponibilidad de las herramientas informáticas que posea la institución, de la carga horaria para la temática y de la metodología de evaluación general del curso.

En cuanto al primer aspecto, dada la compatibilidad que tiene el software con la mayoría de los navegadores web, si bien es ideal su ejecución en ordenador de mesa por su resolución, en caso de no poseer dicho recurso, puede ser ejecutado en cualquier dispositivo móvil de gama media, lo que facilitaría su uso en un aula común.

Si la carga horaria frente a alumnos asignada es baja, puede promoverse el uso de la herramienta como tarea del hogar, previa introducción de la temática en forma presencial.

También se sugiere su aplicación a estudiantes que presentan dificultades en la comprensión de texto o que hayan fracasado en el estudio con empleo de recursos didácticos tradicionales. En este sentido puede ser una herramienta eficaz para complementar una evaluación escrita.

Destinatarios

El recurso está diseñado para ser aplicado en cursos universitarios de carreras vinculadas a la Ingeniería electrónica y/o eléctrica o carreras terciarias que incluyan, en su curriculum, la Física del estado sólido.



JORNADA DE EXPERIENCIAS INNOVADORAS EN EDUCACIÓN EN LA FCEIA

Conclusiones

En un contexto de formación profesional y científico de ingenieros se presentaron las posibilidades que surgen, a partir del aprovechamiento de la informática con fines educativos, de generar y utilizar nuevos recursos virtuales, particularmente en el desarrollo y capacidades ofrecidas por las simulaciones integradas en estrategias didácticas.

Se expusieron, además, las necesidades de adecuar las metodologías y materiales ante cambios de paradigma en las carreras, como culturales de los estudiantes. A partir de estas premisas se presentó como propuesta el diseño y construcción de un conjunto de herramientas de carácter integral, en tanto que las mismas poseen no solo su componente principal, esto es el programa informático, sino también y como muchos autores afirman de vital importancia, la estrategia didáctica. Esta última se concreta a través de lo que se propone en la guía de trabajo y los posibles modos de inserción, de tal forma que habilite a la reflexión exhaustiva por parte de los estudiantes y a la mayor eficiencia del recurso.

Las herramientas desarrolladas con fines didácticos fueron implementadas a partir del segundo cuatrimestre del año 2018 y se comenzó a evaluar su diseño e implementación en forma exploratoria a través del pedido de opinión sobre la misma al reducido número de estudiantes que la emplearon. Asimismo, se observó la actividad desplegada por los estudiantes, siendo valorados positivamente por el equipo docente los logros cognitivos.

Futuros desarrollos

Sin lugar a dudas los objetivos próximos que se plantean son el análisis de la incorporación del recurso en el dictado y la búsqueda de los métodos más adecuados de evaluación del mismo. En la medida que se van recogiendo los datos de las evaluaciones, los docentes prevén detectar las falencias y dificultades cognitivas y de integración de las herramientas ya realizadas. Paralelamente se buscará identificar qué conceptos, dentro del currículum de la asignatura u otros vinculados al contenido previo, son plausibles de rever y que disparen el desarrollo de recursos similares.

Referencias bibliográficas

- Bunce, D y Gabel, D. (2002). Differential effects on the achievement of males and females of teaching the particulate nature of chemistry, *Journal of Research in Science Teaching*, 39(10), 911-927.
- Cabero, J. (2007). Las TICs en la enseñanza de la química: aportaciones desde la Tecnología Educativa. En A. Bodalo Santoyo, E. Gómez Gómez, J. Zaragoza Planes y R. Álvarez Blázquez (Eds.). *Química: vida y progreso* (pp.1-34). Murcia, España: Asociación de Químicos de Murcia.
- Cataldi, Z., Lage, F.J. y Dominighini, C. (2013). Fundamentos para el uso de simulaciones en la enseñanza. *Revista de Informática Educativa y Medios Audiovisuales*, 10(17), 8-16.



JORNADA DE EXPERIENCIAS INNOVADORAS EN EDUCACIÓN EN LA FCEIA

- Contreras Gelves, G., García Torres, R. y Ramirez Montoya, M. (2010). Uso de simuladores como recurso digital para la transferencia de conocimiento. *Apertura. Revista de innovación educativa*, 2(1), 1-47.
- Dewey, J. (1989). *Cómo pensamos*. Barcelona, España: Paidós.
- Gokhale, A. (1991). Effectiveness of computer simulation versus lab and sequencing of instruction, in teaching logic circuits. *Journal of Industrial Teacher Education*, 29(1), 1-12.
- Gómez Antón, A. (2002), "Pero, ¿y las bandas existen en los materiales? motivando el aprendizaje de la Física del Estado Sólido. *Memorias del III Taller iberoamericano sobre educación en ciencias de los materiales*. Madrid, julio.
- Hodson, D. (1998). Is this really what scientists do? Seeking a more authentic science in and beyond the school laboratory. En J. Wellington (Ed.). *Practical work in school science. Which way now?* (pp.93-108). Londres, Inglaterra / Nueva York, Estados Unidos: Routledge.
- Jacas Rodríguez, A., Liria Calderón, A., Torres Aguiar, A. y Rosales Bosch, J. (2002). La educación en ciencias e ingeniería de los materiales a través de problemas experimentales: una experiencia pedagógica en la Universidad Enrique José Varona. *Memorias del III Taller iberoamericano sobre educación en ciencias de los materiales*. Madrid, julio.
- Lerro, F. y Protano, M. (2007). Web-based Remote Semiconductors Devices Testing Laboratory. *International Journal of Online Engineering*, 3(3), 35-38.
- Lerro, F., Marchisio, S., Perretta, E., Plano, M. y Protano, M. (2012). Using the Remote Lab of Electronics Physics to Support Teaching and Learning. En J. García Zubía y G. Alves (Comps.). *Using Remote Labs in Education* (pp.211-230) Bilbao, España: Universidad de Deusto.
- Lerro, F., Marchisio, S., Concari, S., Plano, M., Saez de Arregui, G., García Zubía, J., Hernández Jayo, U. y Alves, G. (2019). Improving the use of remote laboratories. The case of VISIR at Universidad Nacional de Rosario. *5th Experiment International Conference*. Madeira Island, junio.
- Marchisio, S., Von Pamel, O., Ronco, J. y Plano, M. (2005). Combinación de estrategias didácticas e integración de TIC's en la enseñanza de fundamentos de física cuántica para ingenieros. *V Congreso Internacional Virtual de Educación*. Palma, febrero.
- Marchisio, S., Plano, M., Von Pamel, O. y Ronco, J. (2008). Estrategias didácticas con empleo de simulaciones para la enseñanza de la estadística de Fermi-Dirac a estudiantes de Ingeniería. *Proceedings of International Conference on Engineering and Technology Education*. Perúibe, marzo.
- Marchisio, S., Von Pamel, O., Ronco, J. y Plano, M. (2009). Estrategias didácticas con simulaciones interactivas sobre temas de Física de materiales para la formación de ingenieros. *Memorias del Congreso Nacional Información y comunicación para la sociedad del conocimiento*. Córdoba, junio.
- Marchisio, S., Lerro, F., Merendino, C., Plano, M., Garcia-Zubia, J., Crepaldo, D., Concari, S., Rumin, L., Coscia, H., Del Colle, F., León, D., Ghorghor, J., Hernández-Jayo, U y Alves, G. (2018). Incorporación de VISIR en Ingeniería Electrónica. Una experiencia institucional en Argentina. *Actas del XIII Congreso de Tecnología, Aprendizaje y Enseñanza de la Electrónica*. Tenerife, junio.
- Von Pamel, O., Marchisio, S., Plano, M. y Ronco, J. (2004). Un sistema hipermedia educativo sobre Física de semiconductores para Ingeniería. *Memorias del 1er Congreso interinstitucional de Tecnología Educativa y 2do Congreso institucional de tecnología educativa*. Buenos Aires, octubre.
- Von Pamel, O., Marchisio, S., Plano, M. y Ronco, J. (2006). Del átomo a la materia en el laboratorio virtual. *Memorias de la IX Conferencia Interamericana de la Educación en la Física*. San José de Costa Rica, julio.
- Pozo, J., Gómez Crespo, M., Limón, M. y Sanz, A. (1991). *Procesos cognitivos en la comprensión de la ciencia*. Madrid, España: Ministerio de Educación y Ciencia.



JORNADA DE EXPERIENCIAS INNOVADORAS EN EDUCACIÓN EN LA FCEIA

EL TRABAJO CON CASOS EN EL PRIMER CURSO DE ESTADÍSTICA PARA FUTUROS INGENIEROS

Noemí María Ferreri, Leonardo Damián Barrea y Mara Lis Catalano

Escuela de Formación Básica. Departamento de Matemática

FCEIA-UNR

nferreri@fceia.unr.edu.ar, leonardobarrea@yahoo.com.ar, catalano@fceia.unr.edu.ar

Resumen

La resolución de problemas de naturaleza estadística es una de las competencias importantes a desarrollar en la formación de un ingeniero. Esta tarea constituye un proceso que se inicia con una adecuada formulación del problema y finaliza con la obtención de conclusiones en contexto, pasando por la planificación del estudio y la recolección y el análisis de datos pertinentes.

Para favorecer el desarrollo de esta competencia, en los cursos de Estadística de la Facultad de Ciencias Exactas, Ingeniería y Agrimensura, se propone entre otras actividades, el trabajo con casos, definidos como problemas de algún área afín a la Ingeniería, que deben ser resueltos por los alumnos según su propio criterio.

La resolución de los casos se va llevando a cabo a lo largo del curso, en clases especialmente destinadas. Algunos grupos presentan oralmente lo que han realizado y los docentes escuchan las exposiciones e interactúan con todos, haciendo preguntas para la reflexión.

Este trabajo pone a los alumnos frente a la necesidad de ir transitando las diferentes etapas del proceso de resolución, de manera crítica y reflexiva, siempre apoyados en los conceptos estadísticos correspondientes. Tanto estudiantes como docentes lo consideran positivo y enriquecedor.

Palabras clave: Resolución de casos, Estadística, Ciclo PPDAC.

Abstract

The resolution of problems of a statistical nature is one of the important skills to be developed in the training of an engineer. This task constitutes a process that begins with an adequate formulation of the problem and ends with the obtaining of conclusions in context, through the planning of the study and the collection and analysis of pertinent data.

To favor the development of this competence, in the Statistics courses of the Faculty of Exact Sciences, Engineering and Surveying, it is proposed among other activities, the work with cases, defined as problems of some area related to Engineering, which must be solved by students according to their own criteria.

The resolution of cases is carried out throughout the course, in specially designed classes. Some groups orally present what they have done and teachers listen to the presentations and interact with everyone, asking questions for reflection.

This work puts students facing the need to go through the different stages of the resolution process, in a critical and reflexive way, always supported by the corresponding statistical concepts. Both students and teachers consider it positive and enriching.

Keywords: Case resolution, Statistics, PPDAC cycle.



JORNADA DE EXPERIENCIAS INNOVADORAS EN EDUCACIÓN EN LA FCEIA

Introducción

Los profesionales de la Ingeniería son responsables del diseño y del desarrollo de la mayoría de los productos que se utilizan en la actualidad, desde simples tornillos hasta vehículos y maquinarias de gran porte. También se ocupan del diseño y la gestión de sus procesos productivos. Están involucrados en la generación y en la distribución de la energía, así como en el uso eficiente de la misma; tienen injerencia en el desarrollo de nuevos materiales y equipos. Hay trabajo de ingenieros en el diseño, la construcción y el mantenimiento de obras de infraestructura (camino, puentes, rutas, etc.), viviendas familiares y edificios para usos variados. Se ocupan también de procesos de medición y diagnóstico que se utilizan con diferentes fines. Los profesionales de la Ingeniería son además responsables del avance en las comunicaciones y en la informática.

En cualquiera de los procesos en los que ellos intervienen se presentan fuentes de variabilidad que afectan el comportamiento de características de interés, ya sean del proceso en sí o de alguna de sus salidas. Esta variabilidad provoca incertidumbre, por lo que no se pueden predecir con exactitud los valores de estas características en una unidad en particular. Para los problemas que surgen en este marco, que en adelante se denominan problemas de naturaleza estadística, la Estadística aporta no solo conceptos y procedimientos para su resolución sino también, y más importante, una forma de pensar denominada pensamiento estadístico, que implica la comprensión de por qué y cómo se llevan a cabo las investigaciones estadísticas y de las principales ideas que subyacen en ellas, entre las que pueden mencionarse la omnipresencia de la variabilidad, el uso de los métodos estadísticos apropiados para el análisis de los datos, la naturaleza del muestreo, el diseño de experimentos, la comprensión y el uso de modelos, etc. (Ben-Zvi y Garfield, 2004).

La resolución de este tipo de problemas constituye en sí misma un proceso con diferentes etapas que algunos autores resumen en un ciclo, como por ejemplo el "ciclo investigativo PPDAC" (Wild y Pfannkuch, 1999). Las etapas de este ciclo son: Planteo del Problema (P), Planificación del Estudio Estadístico (P), Recolección de los Datos (D), Análisis de los Datos (A) y Obtención de Conclusiones (C).

Por lo afirmado en párrafos anteriores, resolver problemas de naturaleza estadística es una de las competencias que se deben desarrollar en la formación de los futuros profesionales de la Ingeniería. Para ello, es importante que en los cursos de Estadística los alumnos puedan resolver con frecuencia problemas con diferente grado de dificultad, en los cuales tengan la posibilidad de integrar la mayor cantidad de etapas del ciclo y que cuenten con un espacio para la reflexión y la discusión. En algunos de estos problemas, los estudiantes solo cuentan con la situación problemática o parte de ella y los datos correspondientes para dar respuesta al objetivo que se desprende de la misma, llevando adelante todas las etapas del ciclo



JORNADA DE EXPERIENCIAS INNOVADORAS EN EDUCACIÓN EN LA FCEIA

investigativo usando su propio criterio. A estas situaciones problemáticas delimitadas donde al alumno se le brinda la información mencionada, en la cátedra de Estadística se las denomina casos.

El trabajo con los casos favorece además la integración de todos los contenidos de la materia, así como la interacción entre pares y pone a los alumnos frente a la necesidad de diseñar y elaborar un informe escrito u oral para comunicar los pasos seguidos y las conclusiones obtenidas, todas competencias también deseables de desarrollar en los futuros profesionales.

En este trabajo se presentan las características de los casos que se proponen en los cursos de Probabilidad y Estadística para diferentes carreras de Ingeniería de la Facultad de Ciencias Exactas, Ingeniería y Agrimensura de la Universidad Nacional de Rosario y se describe la forma de trabajo con ellos en dichos cursos. Finalmente se comentan las ventajas del trabajo con casos y se formulan algunas recomendaciones.

¿A qué se considera “caso” en los cursos de Estadística?

Los problemas con los que los alumnos trabajan en los cursos de Estadística pueden clasificarse en tres niveles de acuerdo al objetivo que se persigue con su resolución y a la posibilidad de integración de las diferentes etapas del ciclo PPDAC (guiada o autónoma).

En los problemas de Nivel 1 se busca que los alumnos se familiaricen con algún modelo a aplicar, con algún concepto determinado o con la utilización de alguna herramienta de análisis. Es posible que en su resolución los alumnos deban transitar alguna/s de las etapas del ciclo PPDAC; pero el énfasis está puesto en lo que se pretende lograr. Por ejemplo, si se pretende que los alumnos se familiaricen con la distribución normal, en algunos de los problemas propuestos los alumnos deberán obtener probabilidades bajo este modelo. La etapa de planteo (P) se tiene en cuenta al definir una determinada población y una variable de interés y en el problema pueden aparecer preguntas de tal manera que con las probabilidades obtenidas los alumnos puedan elaborar conclusiones (C).

En los problemas de Nivel 2 se busca que los alumnos aprendan a integrar el ciclo PPDAC en ocasión de resolverlos. Los alumnos cuentan con una descripción de la situación problemática, un conjunto de datos y consignas propuestas por los docentes. Al responder a dichas consignas, van integrando el ciclo y resolviendo el problema.

En los problemas de Nivel 3 se busca que los alumnos integren el ciclo PPDAC de manera autónoma. Los alumnos solo cuentan con una descripción de la situación problemática y un conjunto de datos y deben resolverlo utilizando su propio criterio.

Podría definirse un cuarto nivel de problemas que incluya a los proyectos, en los cuales los alumnos deben seguir de manera autónoma todas las etapas del ciclo PPDAC, incluyendo la definición de objetivos, poblaciones, variables y parámetros de interés, así como la recolección de los datos (Batanero *et al*, 2011). Estos problemas resultan enriquecedores para alumnos y



JORNADA DE EXPERIENCIAS INNOVADORAS EN EDUCACIÓN EN LA FCEIA

docentes; pero no son factibles de implementar en cursos numerosos, por lo cual no se los considera en este trabajo (Carnevali *et al*, 2012).

Cabe aclarar que la aplicación correcta de conceptos y procedimientos estadísticos es fundamental en todo el proceso de resolución de problemas de cualquier nivel.

En resumen, en los problemas de Nivel 1, interesan principalmente los conceptos y procedimientos estadísticos, aunque la integración del ciclo PPDAC, si bien es secundaria, siempre está presente. En los problemas de los restantes niveles, en cambio, el objetivo principal es la integración del ciclo PPDAC y por lo tanto en ellos aparecerán más etapas y/o más elementos de cada una de ellas. La diferencia es que en los problemas de Nivel 2 los alumnos van integrando las etapas del ciclo guiados por las consignas propuestas por los docentes; mientras que en los de Nivel 3, deben decidir autónomamente todas las acciones que van a realizar (Ferrerri *et al*, 2017).

A los problemas de Nivel 3 se los considera “casos”.

¿Qué características presentan los casos?

Los casos que se utilizan en los cursos de Estadística describen a través de una narración una situación “real” del campo de la Ingeniería. El término real se escribe entre comillas ya que los docentes la simplifican, para que en su resolución los alumnos puedan aplicar las herramientas estadísticas presentadas en el curso. Esto supone un recorte de la situación problemática.

Además de la descripción del problema a resolver, los casos incluyen los datos para que los alumnos los analicen y elaboren las conclusiones correspondientes. Esto implica un segundo recorte, dado que con los datos ya tomados, muchas de las tareas del proceso de resolución de problemas de naturaleza estadística (definición de variables y parámetros de interés, determinación del tamaño de la muestra, determinación de la forma en que se van a recolectar los datos, etc.) ya están definidas y realizadas.

Al final de cada caso se incluye una pregunta crítica que obliga a los alumnos a examinar las ideas importantes del caso (Wassermann, 1994). El objetivo de esta pregunta es promover la comprensión de los conceptos estadísticos involucrados en su resolución. Generalmente la pregunta crítica es precedida por una disyuntiva: un analista imaginario da sus conclusiones sobre la situación planteada y los alumnos deben decidir si esas conclusiones son acertadas o no y dar las justificaciones correspondientes. Como además las conclusiones del analista imaginario siempre son erróneas, los alumnos deben elaborar las correctas e informar sobre las acciones a seguir.

Las restantes características de los casos se refieren a la forma en que se trabaja con ellos en los cursos. La más importante es que se proponen para que su resolución sea grupal. Esto favorece la discusión entre pares en un ámbito reducido y prepara a los alumnos para la discusión más exigente que se da luego cuando los casos se discuten con todos los alumnos



JORNADA DE EXPERIENCIAS INNOVADORAS EN EDUCACIÓN EN LA FCEIA

del curso y en presencia de los docentes (Wassermann, 1994). Otra característica importante del trabajo con casos se refiere al rol de los docentes, que tienen la ocasión de dialogar con los distintos grupos cuando estos discuten los casos en el horario de clase y formular preguntas que ayuden a los alumnos a comprender mejor la situación planteada o a rever sus resoluciones. Los docentes también cumplen un rol importante en la discusión general de los casos, ya que con sus preguntas y observaciones ayudan a la comprensión de los conceptos involucrados en ellos.

En la Tabla 1 se describen, a modo de ejemplo, los casos resueltos en el primer curso de Estadística para futuros ingenieros industriales durante el año 2019. Para cada uno se hace un breve resumen de la situación planteada, se indican los principales conceptos estadísticos asociados y se menciona la pregunta crítica propuesta a los alumnos.

Tabla 2. Casos propuestos para el trabajo en el curso de Probabilidad y Estadística. Ingeniería Industrial, UNR, 2019

| Caso N° | Breve resumen | Pregunta crítica | Conceptos principales |
|---------|---|--|---|
| 1 | <p>Una empresa fabrica planchas de un material sintético para ser utilizadas en recubrimientos especiales. Las planchas se comercializan en lotes de 300 unidades.</p> <p>Para cada lote se cuenta con un registro de diferentes características de las planchas que lo componen (espesor, ancho, largo, presencia de poros, n° de imperfecciones, etc.) obtenidas a la salida de producción, con un sistema de medición automático.</p> <p>Al inicio de la semana, un cliente solicita un lote de planchas para un trabajo especial y requiere que las mismas tengan espesor mayor a 3 mm.</p> <p>En el depósito de la empresa disponen de dos lotes, ya preparados y listos para enviar al cliente. Los alumnos reciben la información de ambos lotes y deben decidir cuál enviar, a partir de alguna medida de interés si es que el promedio no corresponde.</p> | <p>El encargado sugiere enviar el lote 30122/15, que según sus registros presenta mayor espesor promedio que el restante.</p> <p>¿Está Ud. de acuerdo con la decisión del encargado? ¿Qué haría Ud.?</p> <p>Los alumnos no deben mirar al espesor promedio como medida de interés. Pueden definir, en cambio, al espesor mínimo y pedir que este sea mayor que 3 mm o bien considerar a la proporción de planchas con espesor mayor a 3 mm y pedir que sea un valor cercano a 1.</p> | <p>Selección de la medida de interés para decidir entre uno y otro lote a enviar a un cliente: el promedio no siempre es la medida adecuada.</p> <p>Realización de un estudio poblacional.</p> <p>Elaboración de conclusiones definitivas a partir del análisis descriptivo de los datos.</p> |
| 2 | <p>En una empresa se realiza un proceso de corte. Se pretende evaluar si dicho proceso cumple con las especificaciones en relación a la profundidad, que debe ser menor que cierto valor. Los alumnos reciben una muestra aleatoria de 150 cortes, a partir de la cual pueden analizar si el proceso cumple con lo pretendido.</p> | <p>Un analista observa el intervalo de confianza para la profundidad promedio de los cortes y concluye que los cortes se realizan adecuadamente. ¿Está Ud. de acuerdo con el analista? ¿Qué piensa Ud. del proceso de corte?</p> <p>Los alumnos no deben confundir las especificaciones para un</p> | <p>Estimación de la desviación estándar y de la proporción de éxitos.</p> <p>El intervalo de confianza para la media poblacional no brinda información sobre los valores de la variable.</p> |



JORNADA DE EXPERIENCIAS INNOVADORAS EN EDUCACIÓN EN LA FCEIA

| | | | |
|---|--|--|--|
| | | <p>valor de la variable con los valores que pueda tomar el promedio de la población. Si se considera a este parámetro, deben tener en cuenta también a la desviación estándar. Pueden definir a la proporción de cortes defectuosos como parámetro de interés y buscar que sea un valor cercano a 0.</p> | |
| 3 | <p>En una empresa que produce elásticos para camiones se observa que la desviación estándar es demasiado grande en relación a las especificaciones que deben cumplirse. Los alumnos reciben dos muestras de 60 piezas, obtenidas luego de modificar el proceso, de las cuales una no resulta aleatoria a causa del método de medición. Usando la información de la muestra apropiada, deben analizar si las modificaciones redujeron la desviación estándar y mantuvieron al promedio en su nivel.</p> | <p>En este caso se brindan dos muestras diferentes, una tomada con errores en el proceso de medición que son obvias luego de analizar los datos. La pregunta implícita se refiere a qué conjunto de datos analizar y qué concluir. Los alumnos deben observar que una de las muestras no cumple con las propiedades que debe tener una muestra aleatoria simple, y deben entonces descartarla. Con la muestra apropiada, los alumnos deben estimar la media y la desviación estándar a través de intervalos de confianza y también analizar directamente el intervalo de tolerancia que da información sobre los valores de la variable.</p> | <p>Caracterización de una muestra aleatoria simple. Estimación de la media y de la desviación estándar. Aplicación de intervalos de tolerancia.</p> |
| 4 | <p>En una maderera los clientes se quejan por un descenso en la calidad de las placas, evaluada a través del número de imperfecciones que estas presentan. Los alumnos reciben dos muestras aleatorias de 400 placas, de las cuales una está sesgada. Los alumnos deben informar a la maderera sobre la situación actual de las placas que se comercializan, usando la información de la muestra apropiada. Los parámetros de interés son la proporción actual de placas defectuosas o bien el número promedio o la mediana de imperfecciones por placa.</p> | <p>Un supervisor sugiere tomar una muestra de las placas que están arriba en el lote y otro dice que así no debe ser. ¿Cuál es la muestra que se debe analizar? Los alumnos deben darse cuenta que la muestra apropiada es la muestra simple al azar de todo el lote, es decir la que propone el otro supervisor. Si toman la muestra por conveniencia solo de las placas de un sector van a ver cómo los datos dan una falsa idea de la situación del lote.</p> | <p>Diferenciación entre muestra simple al azar y muestra por conveniencia, que en este caso resulta sesgada. Estimación de la proporción de éxitos.</p> |
| 5 | <p>En una metalúrgica se cuenta con dos métodos diferentes para medir el diámetro de las piezas cilíndricas. A partir de información de una muestra de mediciones de cada uno, se debe elegir el método más apropiado.</p> | <p>Hay dos métodos para medir una misma magnitud. ¿Daré lo mismo usar cualquiera de los métodos? Los alumnos deben definir en primer lugar cómo evaluar a cada método de medición y finalmente elegir al más</p> | <p>Estimación de la exactitud y la precisión de cada uno de los métodos, a través de la estimación por intervalos de confianza de la media y la desviación estándar.</p> |



apropiado. Ninguno de ellos es totalmente bueno.

Utilización del intervalo de tolerancia y del intervalo de confianza para la proporción para analizar la precisión de los métodos de medición.
Análisis de la transformación lineal de una variable aleatoria

¿Cómo se trabaja con los casos en los cursos de Estadística?

La cátedra de Estadística confecciona anualmente entre cinco y seis casos en los cuales se proponen situaciones de interés para los futuros ingenieros de diferentes especialidades. La resolución de estos casos requiere de la aplicación de todas las herramientas y estrategias aprendidas durante el curso.

Al inicio del cursado se envía a los alumnos un archivo con la descripción de los casos y los datos correspondientes. Los alumnos se organizan en grupos para trabajar con ellos.

A medida que en el cursado se van desarrollando los diferentes conceptos y procedimientos estadísticos, se destina una parte de las clases para ir avanzando con la resolución de los casos, la cual se apoya en el ciclo PPDAC (Planteo del Problema (P), Planificación del Estudio Estadístico (P), Recolección de los Datos (D), Análisis de los Datos (A) y Obtención de Conclusiones (C)).

Al inicio del curso se desarrollan cuestiones relativas a las dos primeras etapas. De la primera etapa se destaca la importancia de saber escribir en forma clara el o los objetivos, de definir la población de interés, las variables a medir u observar y los parámetros. De la segunda, se discuten cuestiones que requieren que se decida si se va a estudiar a toda la población (en caso de ser finita) o si se va a tomar una muestra, y en ese caso, de qué tipo y tamaño. También debe considerarse si el estudio va a ser transversal o longitudinal, observacional o experimental, etc. y definir cuestiones relativas a cómo se van a medir las variables de interés. Presentados estos temas, se consideran los casos propuestos y se trabaja en la etapa de Planteo del Problema.

En el curso se continúa con las herramientas de análisis descriptivo de datos y luego los alumnos van analizando los datos correspondientes a cada uno de los casos. Es decir que, para cada caso, de la primera etapa del ciclo PPDAC se pasa a la cuarta, aunque se hagan algunas consideraciones de las etapas restantes. Esto ocurre porque junto con los casos se brindan los datos, lo que implica que la tercera etapa (Recolección de los Datos) ya ha sido realizada y con ella muchas cuestiones de las etapas de Planteo y de Planificación quedan definidas (elección de las variables, tamaño de la muestra, etc.).



JORNADA DE EXPERIENCIAS INNOVADORAS EN EDUCACIÓN EN LA FCEIA

Cuando se propone algún caso para el cual se llevó a cabo un estudio poblacional, como por ejemplo el primer caso propuesto en el curso de Probabilidad y Estadística para Ingeniería Industrial en 2019 (Tabla 1), finalizado el análisis de los datos ya se pueden obtener las conclusiones definitivas y elaborar un informe. En cambio, si para resolver alguno de los casos se tomó una muestra, a partir del análisis descriptivo se obtienen conclusiones preliminares. Se comenta entonces de la necesidad de completarlas con herramientas inferenciales y se interrumpe el trabajo con los casos hasta que esas herramientas se hayan presentado. Mientras tanto, en el curso se presentan los conceptos de probabilidad y distribuciones de probabilidad y modelos para variables aleatorias discretas y continuas.

En el momento de presentar los conceptos de muestra aleatoria simple, estadísticos y distribuciones muestrales, se retoma la discusión de los casos para los cuales se había tomado una muestra y se destaca nuevamente la necesidad de la Inferencia, a partir de intervalos de confianza e intervalos de tolerancia, que son las herramientas inferenciales que se desarrollan en el curso. Luego se presentan los conceptos correspondientes y los alumnos finalizan las etapas de análisis y conclusiones para elaborar un informe final de cada caso.

Los grupos deben presentar un informe escrito y preparar una presentación, con ayuda de alguna herramienta computacional visual.

En la última semana del curso se fija una clase para la exposición grupal y la discusión de todos los casos propuestos al inicio. Ese día, para cada caso se selecciona al azar a uno de los grupos para que haga la presentación del mismo frente a sus compañeros. También se seleccionan a otros dos grupos para que complementen dicha presentación, realicen observaciones, etc. A los alumnos del grupo elegido, ya en el frente y listos para iniciar su exposición oral, en primer lugar se les pide que lean con detenimiento el texto del caso y planteen objetivos, variables, población, parámetros de interés (Etapa P) para luego seguir con el resto de las etapas. Se les pide también que justifiquen el porqué de todos los análisis realizados y las conclusiones obtenidas.

Una vez cumplida la presentación por parte del grupo seleccionado, se realiza una puesta en común en la cual los restantes grupos hacen sus observaciones y los docentes intentan generar un análisis crítico respecto a la forma de encarar la solución al problema planteado. Se proponen para ello preguntas como ¿se podrían haber medido otras variables?, ¿algún otro parámetro sería de interés?, ¿cómo se habrán medido las variables elegidas?, etc. En dichas preguntas se utilizan algunos indicadores para el desarrollo del pensamiento estadístico (Carnevali *et al*, 2014). Todos los grupos ese día entregan el informe escrito de todos los casos propuestos.

Finalizado el curso, los alumnos deben rendir un examen final integrador para aprobar la asignatura. En dicho examen se proponen situaciones similares a las planteadas en los casos y



JORNADA DE EXPERIENCIAS INNOVADORAS EN EDUCACIÓN EN LA FCEIA

también se incluyen preguntas conceptuales sobre alguno de los casos. Es decir que el trabajo con los casos está presente a lo largo de todo el curso y también en la evaluación final.

A modo de síntesis

El trabajo con los casos resulta provechoso para estudiantes y docentes. Los alumnos trabajan en equipo y cuentan con un espacio para intercambiar ideas y conceptos sobre la asignatura y sobre la resolución de problemas. Los casos ponen a los alumnos frente al proceso de resolución de un problema y también frente a la necesidad de comunicar sobre ese proceso en forma escrita u oral, utilizando lenguaje no técnico. En el proceso de resolución, debe aplicar todos los conceptos estadísticos desarrollados en el curso e integrarlos en el contexto del problema planteado. El trabajo con casos favorece el desarrollo del pensamiento estadístico.

Los docentes tienen la posibilidad de observar el trabajo de los alumnos y de ayudarlos formulando preguntas críticas. A su vez, a partir de las dificultades observadas en la resolución de los casos, pueden rediseñar futuras actividades que tengan como objetivo superarlas.

Referencias bibliográficas

- Batanero, C., Díaz, C., Contreras, J.M. y Arteaga, P. (2011). Enseñanza de la Estadística a través de Proyectos. En C. Batanero y C. Díaz (Eds.). *Estadística con Proyectos* (pp.9-46). Granada, España: Universidad de Granada.
- Ben-Zvi, D. y Garfield, J. (2004). Statistical literacy, reasoning and thinking: goals, definitions and challenges. En D. Ben-Zvi y J. Garfield (Eds.). *The Challenge of Developing Statistical Literacy, Reasoning and Thinking* (pp.3-15). Dordrecht, Países Bajos: Kluwer Academic Publishers.
- Ben-Zvi, D. y Garfield, J. (Eds.). (2004). *The Challenge of Developing Statistical Literacy, Reasoning and Thinking*. Dordrecht, Países Bajos: Kluwer Academic Publishers.
- Carnevali, G., Ferreri, N. y Medina, M. (2012). Utilización de proyectos de resolución de problemas en Ingeniería Industrial. *XVII EMCI Nacional y IX Internacional*. Buenos Aires, octubre.
- Carnevali, G., Ferreri, N. y Medina, M. (2014). Resolución de problemas de decisión estadística: diseño y aplicación de indicadores para su desarrollo y evaluación. *XVIII EMCI Nacional y X Internacional*. Mar del Plata, mayo.
- Ferreri, N., Martínez, F., Romero, J. y Scaglia, A. (2017). Utilización de casos en el curso de Probabilidad y Estadística: una experiencia con alumnos de Ingeniería Industrial. *XX EMCI Nacional y XII Internacional*. Santiago del Estero, mayo.
- Wassermann, S., (1994). *El estudio de casos como método de enseñanza*, Buenos Aires, Argentina: Amorrortu.
- Wild, C. y Pfannkuch, M. (1999). Statistical Thinking in Empirical Enquiry. *International Statistical Review*, 67(3), 223-265.



JORNADA DE EXPERIENCIAS INNOVADORAS EN EDUCACIÓN EN LA FCEIA

MÉTODO DE CASOS, PENSAMIENTO NO DETERMINISTA E INGENIERÍA DIDÁCTICA. UNA EXPERIENCIA EN LA FORMACIÓN DE FUTUROS PROFESORES

Julia Cabral¹ y Natalia Sgreccia²

¹Escuela de Formación Básica. Departamento de Matemática

²Escuela de Cs Exactas y Naturales. Dpto de Matemática. Secretaría de Desarrollo Institucional
FCEIA-UNR

julia.cabral.f@gmail.com, nataliasgreccia@gmail.com

Resumen

Se procura analizar cómo se van activando los subdominios del conocimiento matemático para la enseñanza cuando estudiantes avanzados del Profesorado en Matemática de la FCEIA-UNR resuelven y diseñan casos para introducir un pensamiento no determinista en sus potenciales alumnos del nivel secundario de educación, montándose para ello una Ingeniería Didáctica.

Palabras clave: Método de casos, Pensamiento no determinista, Ingeniería didáctica, Formación de profesores, Matemática escolar.

Abstract

We seek to analyze how the subdomains of mathematical knowledge for teaching are activated when advanced students of the Mathematics Teaching Career of the FCEIA-UNR solve and design cases to introduce a non-deterministic thinking in their potential students of the secondary level of education, mounting for it a Didactical Engineering.

Keywords: Case method teaching, Non-deterministic thinking, Didactic engineering, Teacher training, School mathematics.

Presentación

Esta experiencia consiste en implementar el método de casos como metodología de enseñanza de contenidos básicos de Probabilidad y Estadística, incluyendo Combinatoria, en un conjunto de alumnos avanzados del Profesorado en Matemática (PM) de la Facultad de Ciencias Exactas, Ingeniería y Agrimensura de la Universidad Nacional de Rosario (FCEIA-UNR), montando para ello una Ingeniería Didáctica (Artigue, Douady, Moreno y Gómez, 1995). Interesa analizar cómo se van activando los subdominios del conocimiento matemático para la enseñanza (MKT, por sus siglas en inglés) cuando estudiantes avanzados del PM diseñan casos para introducir un pensamiento no determinista en sus potenciales alumnos del nivel secundario de educación.



JORNADA DE EXPERIENCIAS INNOVADORAS EN EDUCACIÓN EN LA FCEIA

El pensamiento no determinista es un contenido explícito en las Orientaciones Curriculares vigentes de la educación media obligatoria (Ministerio de Educación de Santa Fe, 2014). Entre sus fundamentos:

Históricamente el pensamiento matemático se ha basado en una idea determinista que ha excluido la intervención de aquellas variables que daban lugar a procesos no predecibles desde las soluciones que la Matemática aportaba, idea que ha sido reforzada desde las matemáticas escolares. Es importante resolver problemas que permitan el reconocimiento y uso de la Probabilidad como modo de cuantificar la incertidumbre. Los recursos que se utilizan en los medios de comunicación para describir la información, tienen un gran sustento matemático y el ciudadano debe estar preparado para comprender lo que recibe y tomar decisiones a partir de ello. [...] Tanto la Probabilidad como la Estadística son integradoras de conceptos, lo que permite su tratamiento con contenidos de otros ejes, como facetas de un mismo trabajo matemático, que incluye el pensar determinista junto con el aleatorio (p.53).

En el Diseño Curricular Jurisdiccional (DCJ) propuesto por el Ministerio de Educación de Santa Fe (2014), se reconocen cuatro ejes conceptuales relevantes, que se organizan atendiendo principalmente a lo numérico, lo geométrico, lo algebraico, lo variacional y lo aleatorio. Ellos han sido denominados: Números y Operaciones; Geometría y Medida; Álgebra y Funciones y, Estadística y Probabilidad. Los contenidos del eje Estadística y Probabilidad, presentes en todos los años de la escolaridad van desde “*determinación empírica incluyendo casos sencillos que involucren un conteo ordenado sin necesidad de usar fórmulas*” en primero a “*evaluación para la toma de decisiones en situaciones de juegos de azar, procesos económicos*” en quinto año.

Asimismo, el eje Estadística y Probabilidad es poco trabajado en la escolaridad. Entre los motivos se subraya la escasa formación docente específica (Batanero, Gea, Arteaga y Contreras, 2014) tanto en lo disciplinar como en metodologías alternativas a la tradicional que potencien sus peculiaridades.

Los factores que afectan la ocurrencia de un suceso aleatorio son múltiples. Un buen dominio del concepto de Probabilidad de un suceso resultaría de gran utilidad para cuantificar e interpretar los riesgos, en las tomas de decisiones en contextos de incertidumbre. No obstante, la gran mayoría de los alumnos que ingresan a estudios superiores parecerían tener un conocimiento escaso o nulo de las nociones básicas de Probabilidad, así como errores sistemáticos, profundamente arraigados, en su intuición probabilística. En el nivel medio se buscan alternativas de enseñanza que permitan palpar su utilidad práctica a la vez que favorecer su aprendizaje, sin necesidad de utilizar en primera instancia un sistema formal, pero sin que esto desvalorice las conclusiones. Por este motivo, el interés acerca del tema radica en la posibilidad de ampliar el abanico de metodologías a utilizar en la enseñanza y, también,



JORNADA DE EXPERIENCIAS INNOVADORAS EN EDUCACIÓN EN LA FCEIA

fomentar en los estudiantes del PM el desarrollo de material propio. En efecto, los casos diseñados por los estudiantes se constituyen en un recurso útil con valor didáctico, tanto para este PM como para otros. En particular permite arraigar la presencia de fenómenos no determinísticos en nuestra cotidianidad y también de cómo la Probabilidad y la Estadística pueden servir para analizarlos.

Según el DCJ, tanto del ciclo básico como del ciclo orientado, la Matemática surge de la necesidad de encontrar respuestas a problemas provenientes de diversos contextos, tales como los que se presentan en la vida cotidiana, los vinculados a otras ciencias o los que son producto del propio pensamiento matemático, denominados problemas intra y extra matemáticos.

La experiencia corresponde al estudio del caso de estudiantes avanzados del PM que se encuentran cursando la asignatura Práctica de la Enseñanza III (PEIII) que, precisamente, tiene como objeto la planificación y desarrollo de actividades de enseñanza en base a contenidos del Eje Estadística y Probabilidad del nivel secundario.

Método de casos como metodología de enseñanza

Uno de los objetivos fundamentales de la Educación consiste en integrar la teoría y la práctica a través de metodologías de enseñanza que procuren conectar el conocimiento con el mundo real. Con esta impronta, en el portal educativo del Estado Argentino (www.educ.ar) se proponen diversos recursos educativos para cada nivel, dentro de los cuales se encuentra una síntesis del método de casos (Wassermann, 1994). El planteamiento de un caso es siempre una oportunidad de aprendizaje significativo y trascendente, en la medida en que quienes participan en su análisis logran involucrarse y comprometerse, tanto en la discusión del caso como en el proceso grupal de reflexión. Con esta técnica se desarrollan habilidades tales como el análisis, la síntesis y la evaluación de la información. Se promueven también el pensamiento crítico, el trabajo en equipo y la toma de decisiones, además de otras capacidades como la innovación y la creatividad. Aunque la enseñanza basada en el método de casos puede admitir algunas variaciones, para que se pueda llamar así a lo que ocurre en el aula, se deben cumplir ciertas condiciones de forma y estilo (Christensen y Hansen, 1987; citado en Wassermann, 1994) que se presentan en lo que sigue.

Los casos son instrumentos educativos complejos que revisten la forma de narrativas. Un caso incluye información y datos (psicológicos, sociológicos, científicos, antropológicos, históricos y de observación), además de material técnico. Aunque los casos se centran en áreas temáticas específicas, involucran también a otras disciplinas. Un caso a ser utilizado en esta metodología debe contar con (Fig. 1):



JORNADA DE EXPERIENCIAS INNOVADORAS EN EDUCACIÓN EN LA FCEIA

1. *Notas del docente*: los buenos casos se construyen en torno de problemas o de “grandes ideas”; es decir, se centran en los puntos importantes de una asignatura o cuestión que merecen un examen a fondo.
2. *Relato*: las narrativas se basan en problemas de la realidad que se presentan a personas reales. Deben generar interés por los personajes y plantear una situación conflictiva.
3. *Preguntas críticas*: convocan a los alumnos a examinar ideas importantes, nociones y problemas relacionados con el caso. Estas preguntas, por la forma en que están redactadas, requieren una reflexión a conciencia sobre los problemas, a fin de promover la comprensión.

Aunque la calidad de un caso es fundamental para despertar el interés de los estudiantes por los problemas que en él se plantean, la condición esencial en este método de enseñanza es la capacidad del profesor para conducir la discusión, ayudar a los alumnos a realizar un análisis más agudo de los diversos problemas (planteando interrogantes sobre el caso) e inducirlos a esforzarse para obtener una comprensión más profunda, acompañando el proceso con actividades de seguimiento (Wassermann, 1994).

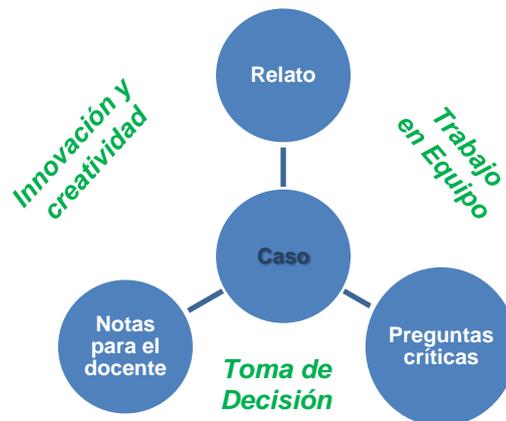


Figura 1. Partes constitutivas de un caso

La enseñanza basada en el método de casos fomenta el trabajo en equipo, la toma de decisión y la innovación y creatividad. Además, permite que los estudiantes adquieran conocimientos y realicen un análisis más inteligente de los datos. También, adquieren mayor tolerancia a la ambigüedad y comprenden mejor las complejidades de los conceptos y problemas. Por otro lado, esta metodología se aplica con eficacia en casi todas las materias y en la mayoría de los niveles educativos, desde la escuela primaria hasta la universidad. Ante una misma situación pueden existir diversas soluciones o perspectivas, todas igualmente válidas, con diversidad de argumentos.

Conocimiento matemático para la enseñanza



JORNADA DE EXPERIENCIAS INNOVADORAS EN EDUCACIÓN EN LA FCEIA

Con especial inquietud acerca de qué conocimiento matemático deberían poseer los profesores para el ejercicio de su función docente, Ball, Thames y Phelps (2008) proponen el MKT (Fig. 2) a partir del estudio de la práctica situada del profesor en Matemática. Sugieren un modelo multi-dimensional adaptado a la Matemática, formado por dos grandes dominios cada uno dividido en tres subdominios. El dominio Conocimiento de la Materia está conformado por Conocimiento Común del Contenido (CCK), Conocimiento Especializado del Contenido (SCK), Conocimiento en el Horizonte Matemático (HCK) y el Conocimiento Didáctico del Contenido, que se divide en Conocimiento del Conocimiento del Contenido y de los Estudiantes (KCS), Conocimiento del Contenido y de la Enseñanza (KCT) y Conocimiento del Contenido y del Curriculum (KCC).

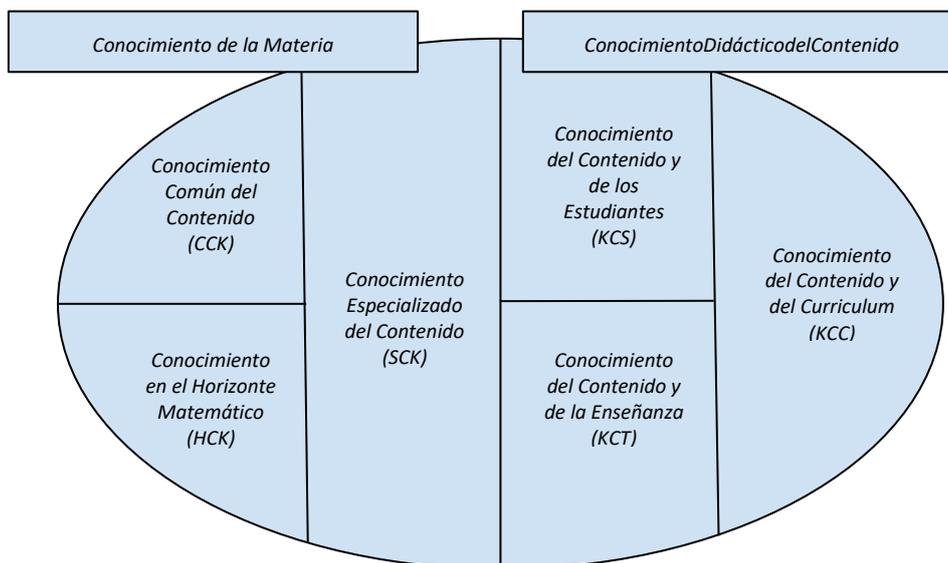


Figura 2. Modelo MKT (Ball et al., 2008)

Metodología de trabajo

La experiencia se llevó a cabo con un total de 14 estudiantes inscriptos en la materia PEIII (ubicada en el sexto semestre -sobre ocho- de la carrera). Las asignaturas de cursado simultáneo con PEIII son: Geometría II; Ecuaciones Diferenciales y Modelos Continuos; Currículo y Didáctica; Teorías del Sujeto y del Aprendizaje. Es un requisito para el cursado de PEIII que los estudiantes hayan, como mínimo, regularizado las materias correlativas: Probabilidad y Estadística; Matemática Discreta; Práctica de la Enseñanza I; Pedagogía. La asignatura PEIII cuenta con una profesora a cargo (D1), una ayudante (D2) y una adscripta (D3). Se desarrolla con una clase semanal de 2 horas reloj en un total de 15 semanas de cursado. Es habitual que se propicien trabajos grupales o individuales con puesta en común. PEIII pertenece al denominado Eje Integrador del Plan de Estudios (Res. CS 217/02), cuya finalidad es insertar la problemática de la práctica de la enseñanza, motivo por el que se



JORNADA DE EXPERIENCIAS INNOVADORAS EN EDUCACIÓN EN LA FCEIA

desarrollan actividades que estimulan los procesos de generación de prácticas educativas originales y la reflexión crítica en torno al ejercicio de la docencia en Matemática. En este contexto, el método de casos para la enseñanza resulta innovador, no en cuanto a ser una herramienta nueva, ya que es utilizado en otras áreas como la Medicina y Derecho; sino porque aún no ha sido empleada en el PM.

El objetivo de incluir esta estrategia en el PM tuvo como finalidad ampliar el abanico de herramientas con las que dispondrán los futuros profesores en Matemática. La característica de multiplicidad de variables que contempla un caso, las entramadas relaciones que suelen vincularlas y las variadas soluciones que pueden desprenderse, hacen de la Probabilidad un tema muy potente para ser abordado mediante este método. Además, la formación de los estudiantes en lo que respecta a los contenidos del eje Estadística y Probabilidad es el adquirido en el nivel secundario y en la materia correlativa “Probabilidad y Estadística” de la carrera, con una finalidad específica disciplinar.

La experiencia en su conjunto se planificó para llevarse a cabo en cuatro encuentros -semanas 6 a 9 (de 15) de cursado-, habiendo parte de un quinto encuentro destinado a una devolución de la última actividad. En particular con el grupo-clase se partió de un caso-guía: “*La insoportable fealdad de Subaru*” (Wassermann, 1994, pp.276-283) cuyo relato debieron leer antes del primer encuentro y que se puso a disposición en la plataforma web que utilizaban en la materia (c-virtual.fceia.unr.edu.ar). Este caso trata sobre una joven llamada Bonnie que recibe dinero de su abuela para comprarse un auto. A pesar de estar muy contenta con el regalo, Bonnie se da cuenta que con el dinero que tiene no le alcanza para comprar alguno de los autos que le gusta, sino que solo le alcanza para comprar el auto Subaru, el cual no es de su agrado. Empieza a analizar otros modelos, con sus respectivos costos de financiamiento, reparaciones, etc. Bonnie consulta a su amiga y a su mamá para que le ayuden a tomar una decisión.

En los cuatro encuentros se trabajó con un cuestionario abierto, conformado por siete consignas que los estudiantes debieron responder de manera individual o grupal (cuatro grupos: G1 a G4), especificándose en cada una, plazos y modalidades estipulados.

Consigna 1. En el Diseño Curricular vigente se menciona “Históricamente el pensamiento matemático se ha basado en una idea determinista que ha excluido la intervención de aquellas variables que daban lugar a procesos no predecibles desde las soluciones que la Matemática aportaba, idea que ha sido reforzada desde las matemáticas escolares”. Compartí tu propia experiencia escolar al respecto, argumentando o dando ejemplos.

Consigna 2. Te estás desempeñando como profesor en un primer año de secundaria y disponés de un par de semanas para trabajar Probabilidad. ¿Cómo lo harías? Recordemos qué dice el Diseño Curricular en cuanto a los contenidos a abordar al respecto en dicho año: “Situaciones problemáticas extra matemáticas que permitan a los



JORNADA DE EXPERIENCIAS INNOVADORAS EN EDUCACIÓN EN LA FCEIA

estudiantes interpretar y elaborar información: (...) Probabilidad: determinación empírica incluyendo casos sencillos que involucren un conteo ordenado sin necesidad de usar fórmulas”.

Consigna 3. En base a la lectura del caso, respondan las siguientes preguntas críticas (Wassermann, 1994).

Consigna 4. En grupo, propongan las “notas para el docente” que consideren necesarias para el caso “La insoportable fealdad de Subaru”.

Consigna 5. Elaboren un caso, con todas sus partes, que propenda a iniciar el trabajo con contenidos relativos a Probabilidad en primer año de la escuela secundaria.

Consigna 6. Resuelvan uno de los casos propuestos por sus compañeros como si fueran alumnos. Luego, posicionándose como colegas, realícenles una retroalimentación acerca del caso por ellos elaborado, consignando: título del caso; autores del caso; resolución (como alumnos); retroalimentación (como colegas).

Consigna 7. ¿Qué puede aportar esta metodología de enseñanza a las clases de Matemática de la escuela secundaria y al pensamiento no determinista en particular? Fundamenta de la manera más completa posible.

En la Tabla 1 se presenta un punteo de la planificación para cada encuentro. Se resumió qué actividad se prevé llevar a cabo, mediante qué modalidad de trabajo y con cuánto tiempo (teniendo en cuenta que la duración de la clase, como se dijo, es de 2 horas reloj).

Tabla 1. Actividades, modalidades y tiempos previstos para cada encuentro de trabajo

| Encuentro | Actividad | Modalidad | Tiempo |
|---------------|--|--|----------------------------|
| 0 13/09/17 | Tarea (para la próxima clase): leer el caso “La insoportable fealdad del Subaru”. | Individual. | |
| 1 20/09/17 | Consigna 1, con puesta en común. Consigna 2, con puesta en común. Consigna 3. Tarea (con entrega a lo sumo dentro de cinco días): terminar Consigna 3. | Individual, en clase. Grupal, comienza en clase y termina de tarea. | 30 min 90 min |
| 2 27/09/17 | Devolución de la Consigna 3. Consigna 4, con puesta en común. Consigna 5. Tarea (para la próxima clase): leer el apartado relativo al método de casos en Litwin (2008, pp.94- 102). | Grupo-clase Grupal, en clase. Grupal, comienza en clase y continúa la clase siguiente. | 30 min 60 min 30 min |
| 3 04/10/17 | Consigna 5. Tarea (con entrega a lo sumo dentro de cinco días): terminar Consigna 5. Tarea (para la próxima clase): leer los casos diseñados por los otros grupos. | Grupal, en clase y termina de tarea. | 120 min |
| 4 11/10/17 | Consigna 6, con puesta en común. Consigna 7. Tarea (con entrega a lo sumo dentro de cinco días): terminar Consigna 7. | Grupal, en clase. Individual, en clase y termina de tarea. | 100 min 20 min |
| 5 18/10/17 | Devolución Consigna 7. | Grupo-clase | 30 min |



JORNADA DE EXPERIENCIAS INNOVADORAS EN EDUCACIÓN EN LA FCEIA

La experiencia se interpreta a través de la información recabada, consistente en producciones escritas de los estudiantes, en registros de audio de sus intervenciones orales así como notas de campo de lo sucedido en las clases. Las producciones escritas se analizaron identificando semejanzas y diferencias, agrupando las respuestas según modalidades no predeterminadas, sino emergentes de los datos. Dentro de una misma respuesta pudo identificarse más de una modalidad, por lo que cada respuesta se desglosó en tantos fragmentos como modalidades se identificaron. Las grabaciones de los encuentros se transcribieron como refuerzo de las respuestas brindadas por los alumnos. Las notas de las clases sirvieron para contextualizar las desgrabaciones de los encuentros.

Las dimensiones de análisis, a su vez, están delimitadas por los subdominios del MKT de interés en esta experiencia (Tabla 2). De este modo, las propias percepciones de los futuros profesores acerca del significado de la noción de pensamiento no determinista en la Matemática de la escolaridad secundaria, tanto antes (consigna 1) como luego (consigna 7) de la experiencia, dan indicios de cómo se activa el subdominio del HCK y en qué nivel de desarrollo se encuentra. También, que los estudiantes pueden explayar sus propios modos de resolución de casos propuestos, tanto de la bibliografía (consigna 3) como de compañeros (consigna 6), y pensar intencionalidades matemáticas formativas al respecto (consigna 4), da cuenta de su SCK dado que deben desempaquetar su pensamiento no determinista puesto en juego.

Tabla 2. Dimensiones y categorías de análisis

| Dimensiones | Categorías | Consignas | Dominios MKT | |
|--|---------------------------------|-------------------------------------|--------------|-----|
| Pensamiento no determinista en la matemática escolar | Desde la propia experiencia | Consigna 1 | HCK | |
| | Con aportes del método de casos | Consigna 7 | | |
| Enseñanza de Probabilidad en primer año | De modo espontáneo | Consigna 2 | KCS KCT | |
| | Con un caso | Consigna 5 | | |
| Análisis de casos | De la bibliografía | Respuestas a las preguntas críticas | Consigna 3 | SCK |
| | | Notas para el docente | Consigna 4 | |
| | Elaborados por compañeros | Consigna 6 | | |

En lo relativo al dominio del conocimiento didáctico del contenido, los futuros docentes de Matemática son invitados a idear la enseñanza de Probabilidad en primer año de secundaria (KCT) para sostener, favorecer y sobrellevar dificultades en los aprendizajes de los estudiantes del nivel (KCS). Esto se realiza tanto espontáneamente (consigna 2), con base en los conocimientos previos de los estudiantes de Práctica de la Enseñanza III, como con una



JORNADA DE EXPERIENCIAS INNOVADORAS EN EDUCACIÓN EN LA FCEIA

metodología especialmente solicitada: caso (consigna 5), de interés en la presente experiencia de enseñanza.

Producciones estudiantiles

Luego de resolver el caso *“La insoportable fealdad de Subaru”* (consignas 3 y 4), los cuatro grupos debieron elaborar un caso, con todas sus partes, para introducir contenidos relativos a Probabilidad en primer año de la escuela secundaria. Las notas para el docente formuladas por los cuatro grupos presentan una estructura formada por tres partes relativas al caso: tema, trama y fundamento. En las notas para el docente elaboradas se observa una introducción en la que se comenta de manera sucinta el “tema del caso” mediante una breve descripción de la idea central (temática) del relato, que en estos casos corresponden a la elección de jugadores para la selección de fútbol (G1), una empresa de viaje de egresados del secundario (G2), un destino de vacaciones de una egresada universitaria (G3) o un club para el verano (G4). En el desarrollo de las notas o “trama del caso” se mencionan las variables que los estudiantes consideran que se deben tener en cuenta y se plantean posibles técnicas de análisis, como ser la elaboración de tablas y la consideración de la relación entre variables para la toma de decisiones. Para concluir las notas, los estudiantes especifican las ideas que les sirvieron de fundamento para elaborar el caso, resaltando la importancia de la Probabilidad en la toma de decisiones, en la predicción de resultados y la incorporación de preferencias personales entre los aspectos a considerar.

A continuación, se presenta un breve resumen de los relatos elaborados por cada uno de los grupos, junto con algunas devoluciones y bocetos de propuestas emergentes que se realizaron en el momento de la clase (encuentro 4).

G1- “Pasaje a Rusia”

Este caso presenta el dilema acerca de comprar un boleto para viajar a Rusia a ver a la selección argentina de fútbol, sin saber aún si clasificó o no para el mundial del año 2018. Se expone la situación de la selección argentina, de sus rivales, de los partidos ganados y perdidos, el historial de los candidatos a formar parte de la selección. Los estudiantes deben seleccionar qué jugadores propondrían, de una lista donde aparecen distintas estadísticas y variables, las cuales deberán reconocer, identificar y analizar para sacar sus propias conclusiones. También se detallan tablas de posiciones y diferentes escenarios posibles (Fig. 3).



JORNADA DE EXPERIENCIAS INNOVADORAS EN EDUCACIÓN EN LA FCEIA

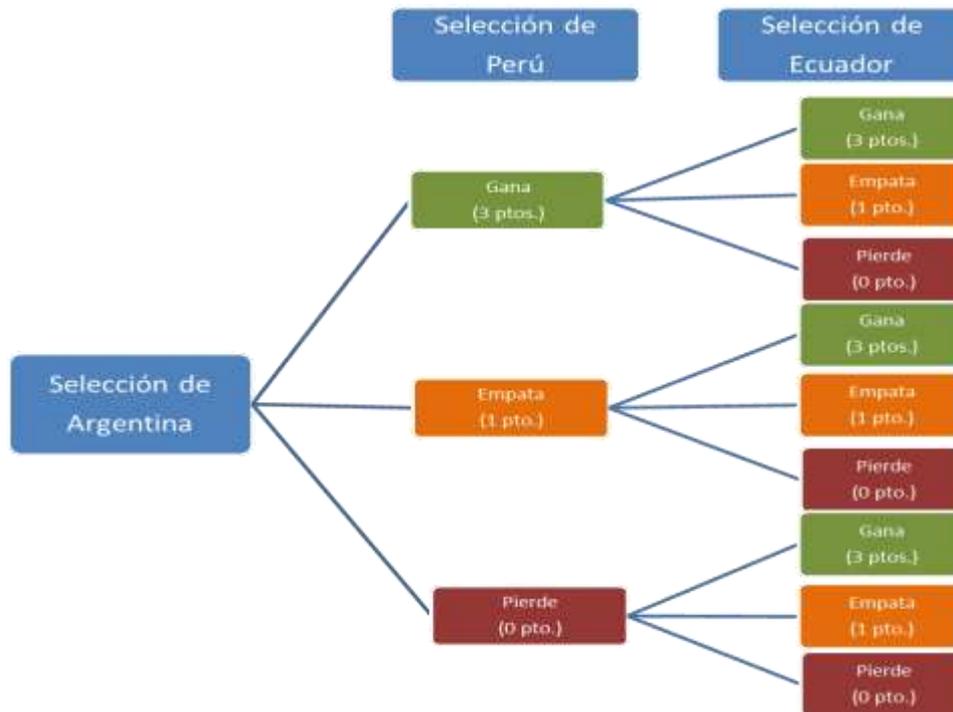


Figura 3. Diagrama de árbol de los posibles resultados en los próximos dos partidos de la selección argentina de fútbol

G2- “¿El viaje de tu vida?”

El relato narra las dificultades que atraviesan los alumnos de 4° año de la escuela N° 187 en la localidad de Firmat a la hora de elegir una empresa para su viaje de egresados. Juan, uno de los alumnos, presenta al curso la propuesta de la empresa Travel Rock para su esperado viaje a Bariloche. El dilema de la elección de la empresa surge debido a que María, Valentina y Pedro tienen otras propuestas. Como no es posible llegar a un acuerdo, acceden a que cada chico pase al frente para que exponga la propuesta de la empresa sin interrupciones. Para cumplir con este objetivo deberán presentar la información referida a la cantidad de días de estadía, el tipo de traslado, la cantidad de excursiones, la cantidad de alumnos liberados, las noches de boliche o libres, la necesidad o no de alquiler de ropa y el costo del viaje. Simultáneamente estos aspectos juegan distintos papeles en cada propuesta (Fig. 4).



JORNADA DE EXPERIENCIAS INNOVADORAS EN EDUCACIÓN EN LA FCEIA

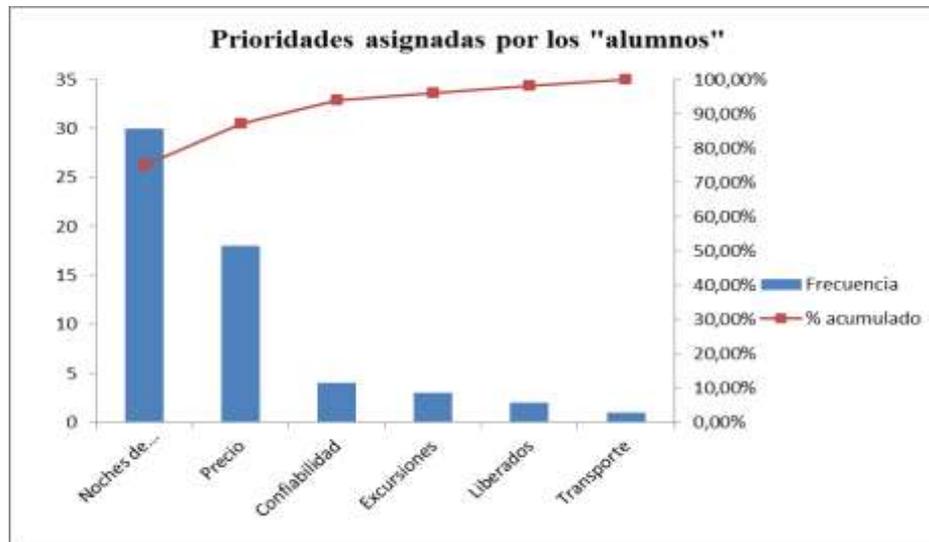


Figura 4. Gráfico de Pareto de las variables ordenadas según la prioridad asignada por los "alumnos" a las prestaciones de la empresa de viaje a elegir

G3- "¡Faltan 336 horas para el verano!"

Joaquín llega corriendo a su casa muy contento dado que pasó a segundo año de la secundaria sin llevarse ninguna materia. Su padre le pregunta qué va a hacer en el verano con tanto tiempo libre. Joaquín le cuenta que quiere hacer algún deporte e ir a alguna pileta, así que piensa anotarse a algún club, pero no sabe a cuál. Entre Joaquín, su papá, su mamá y su hermano empiezan a analizar diferentes clubes, como son el Club de los Pescadores, Club Progreso, CUSA o el de la Universidad, y las ventajas y desventajas de cada uno. Entre los aspectos que debaten se incluyen la cercanía a su casa, el tipo de pileta, cada cuánto se realiza la limpieza de la pileta, los deportes que se practican en cada club, el medio para trasladarse, el costo de inscripción y de la cuota, entre otros.

Todos los relatos elaborados consideran las características presentes en la Fig.5, que consisten en un personaje, con el que el alumno se puede identificar, el cual debe tomar una decisión en una situación de incertidumbre, donde intervienen diversas variables y se incluyen preferencias personales. Para resolver el dilema en el que se encuentra, el personaje consulta a otra persona (amigo, familiar o asesor) con el fin de que lo ayude a analizar las variables para tomar la decisión que le resulte más conveniente.



JORNADA DE EXPERIENCIAS INNOVADORAS EN EDUCACIÓN EN LA FCEIA



Figura 5. Diagrama de decisión de las variables intervinientes en la elección del Club Universitario

G4- “Nadando en un mar de posibilidades”

Carla se recibió de Bióloga Marina, destacándose con el mejor promedio de su promoción. Debido a esto, recibe una importante beca de un monto de \$15.000 y, sin dudar, decide destinarlo a un viaje. Muy emocionada por la noticia se lo comunica a su primo Nicolás, que está estudiando Hotelería y Turismo, para que la ayude a decidir el destino y a organizar el viaje. Su primo se toma unos días para averiguar precios y paquetes, y le consigue tres grandes ofertas. Carla debe analizar los distintos destinos, el tiempo del viaje, la temporada, la cantidad de días de cada paquete, los lugares de interés, la temperatura pronosticada para esa fecha en cada destino, al igual que la probabilidad de precipitaciones que pueda llegar a afectar la realización de las excursiones planeadas, el costo de cada paquete y formas de pago, antes de tomar su decisión (Fig. 6).

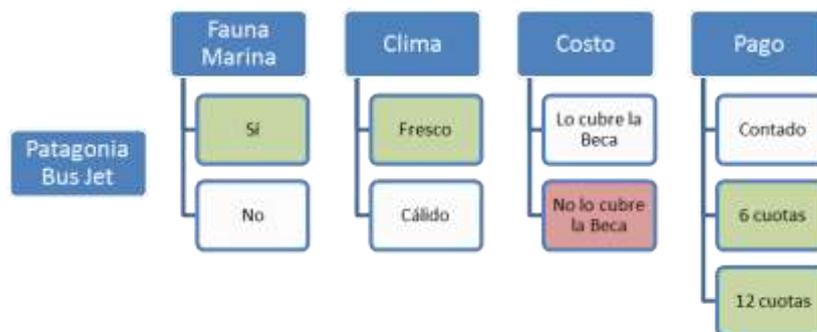


Figura 6. Árbol de decisión de las variables intervinientes en la elección de destino a la Patagonia

Respecto a las preguntas críticas correspondientes a los casos elaborados por cada grupo, es posible distinguir tres características: la importancia o la ayuda que brinda la Matemática a las resoluciones de situaciones problemáticas; la relevancia de cuantificar la posibilidad de ocurrencias de ciertos sucesos cuando se abordan problemas que responden a situaciones no determinísticas y el deseo propio de la personalidad o del rol que ocupa la persona que debe tomar la decisión.



JORNADA DE EXPERIENCIAS INNOVADORAS EN EDUCACIÓN EN LA FCEIA

Conclusiones

Cabe recordar que el objetivo fundamental de esta experiencia es analizar el proceso de configuración del MKT en futuros profesores, estudiantes avanzados del PM de la FCEIA, al basarse en el método de casos para introducir un pensamiento no determinista en potenciales alumnos de nivel secundario.

En particular el interés se centra en reconocer los alcances que vislumbran del contenido más allá de una cierta clase; determinar usos específicos del contenido en cuestión que hacen al idear su enseñanza; identificar maneras en que tienen en cuenta al alumno de secundaria en sus propuestas y caracterizar las decisiones didácticas que toman para gestionar sus clases.

La experiencia consiste en un método innovador de enseñanza de un contenido específico en un contexto puntual, sin perder de vista que, si bien se ha restringido a nociones de Probabilidad y Estadística Básica, subyace en ella la característica de la Matemática, como ciencia, de proporcionar formas de pensamiento que permiten extenderse y abordar situaciones con diversos niveles de incertidumbre. En particular invita a ser conscientes de la presencia de fenómenos no deterministas en nuestra cotidianidad y también de cómo la Probabilidad y la Estadística pueden servir para analizarlos. Además, los dilemas en el marco de cuestiones no lineales que plantean los casos resultan representativos del tipo de situaciones que el futuro profesor tendrá que resolver prácticamente a diario.

El interés acerca del tema radica en la posibilidad de ampliar el abanico de metodologías a utilizar en la enseñanza, así como de introducir un pensamiento no determinista en los alumnos de nivel medio y fomentar en los estudiantes del PM el desarrollo de material propio. En efecto, los casos diseñados por los estudiantes se constituyen en material útil con valor didáctico, tanto para este PM como posiblemente otros.

Resulta de importancia resaltar que el grupo de 14 estudiantes del PM participante de la experiencia al momento de realizar el estudio fue muy participativo y activo. Mostraron buena predisposición a la resolución de consignas, abordaje de situaciones innovadoras y reflexión de las mismas. Se percibió por sus comportamientos, interés en la construcción conjunta, en el debate, así como en el respeto por las opiniones y resoluciones propuestas por los compañeros. Características grupales como las antes descritas fueron de fundamental importancia a la hora de intentar utilizar un método de enseñanza innovador como es el método de casos.

En particular en la experiencia llevada a cabo se pudo advertir que la génesis del conocimiento matemático, que sostiene y sustenta la propuesta didáctica de un profesor forma parte de su horizonte disciplinar al servicio de la enseñanza (HCK), se encuentra en vías de construcción, dado que por momentos hubo confusiones en torno a nociones clave como determinismo, aleatoriedad, variabilidad, estimación, predicción. Para su fortalecimiento se requieren ciertas “rupturas” que den lugar a propuestas que consistan en robustecer la integración curricular



JORNADA DE EXPERIENCIAS INNOVADORAS EN EDUCACIÓN EN LA FCEIA

entre “Probabilidad y Estadística”, “Práctica de la Enseñanza III” e “Historia y Fundamentos de la Matemática”. Un trabajo conjunto entre estos espacios, con propuestas específicas para los futuros profesores y colaboración entre los docentes a cargo, retribuiría sin lugar a dudas a la formación específica.

Los estudiantes logran activar el SCK mediante la elaboración de casos para introducir conceptos de Probabilidad y Estadística sin el uso de fórmulas, así como desarrollar la argumentación en la toma de decisiones. La intencionalidad matemática de cada uno de los casos se ve reflejada en las notas para el docente, propuestas por cada grupo. En términos generales se observa que el objetivo de los casos propuestos es analizar y visualizar fenómenos aleatorios a partir de una situación de la vida cotidiana, desarrollar la argumentación en la toma de decisiones, estudiar qué variables influyen y cómo se relacionan, mostrar cómo la Probabilidad y Estadística brindan herramientas que permiten predecir los resultados de ciertos acontecimientos y ayudar a la toma de decisión, considerar la presencia de preferencias personales y fomentar el pensamiento crítico. La elaboración de un caso que fomente el pensamiento no determinista permitió a los futuros profesores indagar sobre sus propuestas educativas, tomar conciencia de su conocimiento e identificar si sus intenciones educativas coinciden con las establecidas en el DCJ.

El KCS se hace palpable en la elección de la temática de los casos, ya que lograron elaborar relatos en los que alumnos de primer año de secundaria podrían relacionarse con facilidad (como ser la elección de un destino de vacaciones, una empresa de viaje, un club para el verano o la selección de jugadores de fútbol que representen a Argentina en el mundial 2018), con un lenguaje muy cercano al utilizado por adolescentes, con una narrativa sencilla e incluyendo variables de interés propias de esa edad, y mediante la elaboración de preguntas que guían a analizar las diversas variables que influyen en las situaciones.

El KCT presenta rasgos de desarrollo. A pesar que no haber recibido formación específica respecto al método de casos y al pensamiento no determinista, los futuros profesores logran interiorizarse con la metodología y el contenido a través de la elaboración de propuestas de enseñanza y la revisión de las propuestas de sus pares. Ninguno de los estudiantes ha vivenciado trabajar con el método de casos en su educación secundaria ni en su formación universitaria tampoco habían ahondado acerca de las peculiaridades de un pensamiento de tipo no determinista, por lo que no se encontraban familiarizados con los principios pedagógicos para enseñar ese contenido a través de esta metodología. Es importante destacar que, a pesar de no haber recibido formación específica (método de casos, pensamiento no determinista), lograron elaborar propuestas de enseñanza y en esa misma elaboración y revisión de las propuestas de sus pares, fueron interiorizándose paulatinamente.

Los casos planteados permiten introducir el pensamiento no determinista a la vez que toman en consideración los supuestos de los alumnos, sus opiniones o preferencias subjetivas,



JORNADA DE EXPERIENCIAS INNOVADORAS EN EDUCACIÓN EN LA FCEIA

adecuando la enseñanza a los saberes de los alumnos más allá del eje (recuperando conocimientos y experiencias anteriores) y combinando la práctica con la teoría.

Si se piensa en futuras aplicaciones del método (plan de estudios 2018), cuando comience a desarrollarse la asignatura análoga a PEIII en 2020, de carácter anual (no semestral) con una carga horaria triplicada, se contará con más de tiempo para que los estudiantes resuelvan distintos ejemplos de casos antes de hacerles elaborar uno. De este modo dispondrán de mayor variedad de estilos de notas para el docente, relatos y preguntas críticas que les sirvan de guía o incluso alentar la elaboración de nuevos formatos. También se podrían interiorizar más acerca de las características propias de un pensamiento con rasgos no determinista (vs. determinista) independizándolo a priori de nociones que por momentos se asociaron de manera confusa, tales como no conductista, subjetivo, diversidad de formas de resolución. Además, sería interesante que cada grupo simule una clase donde presenta su caso y sus compañeros deben resolverlo. Esto resultaría muy beneficioso para los estudiantes, ya que recibirían la retroalimentación de sus casos desde varios grupos y del grupo-clase en su conjunto, visualizando qué aspectos deben mejorar. De esta manera obtendrían ideas para la elaboración de futuros casos, incluso para otros contenidos matemáticos y también para profundizar el trabajo con propuestas que permitan enfatizar las variables no deterministas en escena.

Se espera que los resultados aporten a la mejora del proceso formativo de los alumnos del PM, posibilitando que los estudiantes sean capaces de afrontar las demandas de la profesión con una mayor diversidad de herramientas, cada una de ellas acorde a las necesidades que se presenten. Además, a largo plazo, impactará en sus futuros alumnos de nivel medio, que transitan por clases más enriquecidas. Por otro lado, los resultados de esta experiencia pueden ser considerados en otros Profesorados del país.

Referencias bibliográficas

- Artigue, M., Douady, R., Moreno, L. y Gómez, P. (1995). *Ingeniería Didáctica en Educación Matemática*. Bogotá, Colombia: Grupo Editorial Iberoamérica.
- Ball, D.L., Thames, M. y Phelps, G. (2008). Content knowledge for teaching: What makes it special? *Journal of Teacher Education*, 59(5), 389-407.
- Batanero, C., Gea, M.M., Arteaga, P. y Contreras, J.M. (2014). La estadística en la educación obligatoria: análisis del currículo español. *Revista digital Matemática, Educación e Internet*, 14(2), 1-14.
- Ministerio de Educación de Santa Fe (2014). *Diseño Curricular Jurisdiccional Área Matemática*. Santa Fe, Argentina: Autor.
- Wassermann, S. (1994). *El estudio de casos como método de enseñanza*. Buenos Aires, Argentina: Amorrortu.