

JORNADA DE EXPERIENCIAS INNOVADORAS EN EDUCACIÓN EN LA FCEIA



Memorias VII edición





JORNADA DE EXPERIENCIAS INNOVADORAS EN EDUCACIÓN EN LA FCEIA

Memorias de la VII Jornada de Experiencias Innovadoras en Educación en la FCEIA /
compilación de Natalia Sgreccia. - 1a ed. - Rosario: Editorial Asociación de Profesores de la
Facultad de Ciencias Exactas e Ingeniería de la Universidad Nacional de Rosario, 2022.
Libro digital, PDF

Archivo Digital: descarga
ISBN 978-987-3662-48-5

1. Educación. 2. Ciencias Tecnológicas. 3. Universidades. I. Sgreccia, Natalia, comp. II. Título.
CDD 607.1

Diseño del logo: Sabrina Grossi

Los trabajos publicados han sido previamente evaluados por pares académicos.



JORNADA DE EXPERIENCIAS INNOVADORAS EN EDUCACIÓN EN LA FCEIA

ÍNDICE

Presentación <i>Natalia Sgreccia</i>	2
Laboratorios Remotos y el sostenimiento de la Formación Experimental en el área de Electrónica Circuital en Pandemia <i>Federico Lerro, Susana Marchisio, Miguel Ángel Plano y Claudio Merendino</i>	3
Transformaciones, Digitalización y Oportunidades de Mejora <i>Marta Liliana Cerrano y Daniela Nora Gómez</i>	17
La Gestión Social del Conocimiento como Pedagogía de la Educación de Gestión Social <i>Florencia Nardoni y Rafael Guerrero</i>	27
El Desarrollo y la Evaluación de las Competencias para el Análisis de Máquinas Eléctricas en un Entorno Virtual <i>José Ángel Cano, Boris Mateljan y Juan Pablo Mirable</i>	44
Nuevas Dinámicas en la Construcción de Saberes <i>Ricardo Addad, Alejandra Rosolio y Rosana Cassan</i>	67
La adaptación a la coyuntura como innovación en el trayecto de la PPD <i>Virginia Cicciooli y Eliana Dominguez</i>	79
Enseñanza de la Matemática en Carreras de Ingeniería. Experiencias en Pandemia <i>Marisa Piraino, Dirce Braccialarghe, Beatriz Introcaso y Guillermo Rodríguez</i>	96
Diseño y aplicación de una lección en Moodle para el desarrollo de competencias gráficas en alumnos de Ingeniería Industrial <i>Facundo Martínez, Noemí María Ferreri y Melina Pascaner</i>	109
Incorporando perspectivas de género y americanistas en el abordaje de la Historia de la Matemática <i>Lisandro Parente y Eliana Dominguez</i>	122
Proyectos Grupales de Programación. Experiencias del ABP en el Aula Universitaria <i>Natalia Colussi, Pamela Viale y Natalia Monjelat</i>	136
Taller Estrategias y Herramientas de Evaluación en Entornos Virtuales <i>Silvina Ferrara, Paula Curetti y Carlos Pérez</i>	154
Experiencia multiplicadora del vínculo con el Instituto Gulich en carácter de Unidad de Desarrollo <i>Laura Rita Balparda y Diego López</i>	169
“Buenos Docentes”: un dispositivo articulador que cumple 20 años en el Profesorado en Matemática <i>Mariela Cirelli y Natalia Sgreccia</i>	189
Dinámicas de grupo y gamificación <i>Marisa Galimberti y Viviana Valenti</i>	204



JORNADA DE EXPERIENCIAS INNOVADORAS EN EDUCACIÓN EN LA FCEIA

PRESENTACIÓN

Natalia Sgreccia

Secretaría de Desarrollo Institucional

El 3 de diciembre de 2021 ha sido un placer llevar a cabo la séptima edición de la “Jornada de Experiencias Innovadoras en Educación en la FCEIA”. En esta oportunidad, y por primera vez, mediante modalidad remota (videollamada).

La Jornada se concibe como un espacio de socialización de las tareas docentes en las numerosas y diversas carreras de grado y posgrado de la Facultad de Ciencias Exactas, Ingeniería y Agrimensura de la Universidad Nacional de Rosario.

La premisa que nos convocó en esta edición fue: “En términos de enseñanza, aprendizaje y evaluación en carreras científico-tecnológicas, ¿qué hemos aprendido en estos dos años y cómo nos proyectamos?”. En esta línea, la Conferencia de Apertura trató acerca de “Campos de Juego para incorporarnos en los trabajos del futuro” y estuvo a cargo de la Dra. Adriana Paez Pino (Colombia).

Se desarrollaron dos sesiones paralelas de ponencias (A y B), con 10 experiencias cada una, las cuales brindaron un nutrido espectro del trabajo académico en la Facultad. Participaron en el evento 70 personas, entre expositores (52) y asistentes (18), con presencia de los distintos claustros de la comunidad: docentes, no docentes, estudiantes y graduados.

La grabación de la Jornada se encuentra en el [Canal de YouTube de la FCEIA](#), constando de [Conferencia de Apertura](#), [Sesión A](#), [Sesión B](#) y [Palabras de Cierre](#).

Se puede acceder a información relativa a las diversas Jornadas realizadas al momento, desde el año 2008 en su primera edición, en la página institucional de la [Secretaría](#), puntualmente en [Jornadas EIEF](#).

Aquí se presentan los trabajos en extenso de 14 experiencias. Invitamos a disfrutarlas y, si así se considera, socializar con los autores.



JORNADA DE EXPERIENCIAS INNOVADORAS EN EDUCACIÓN EN LA FCEIA

LABORATORIOS REMOTOS Y EL SOSTENIMIENTO DE LA FORMACIÓN EXPERIMENTAL EN EL ÁREA DE ELECTRÓNICA CIRCUITAL EN PANDEMIA

*Federico Lerro, Susana Marchisio, Miguel Ángel Plano y Claudio Merendino**
Departamento de Física y Química. Escuela de Formación Básica

Resumen

Se presentan resultados de una investigación relacionada con el uso intensivo de laboratorios remotos para el cumplimiento del programa de trabajos de Laboratorio de la asignatura Física de los Dispositivos Electrónicos, en contexto de pandemia. De las 12 actividades experimentales, 8 fueron implementadas empleando dos laboratorios remotos pertenecientes a la institución, integrados con Moodle y gestionados desde el Sistema de Gestión de Laboratorios Remotos (RLMS) “LabRem FCEIA-UNR”. Este sistema, desarrollado por uno de los autores, fue empleado como fuente de datos. Para cada estudiante y trabajo práctico, el sistema informa: el detalle de los ingresos, la cantidad de ensayos realizados, los circuitos ensayados y los resultados obtenidos. En esta oportunidad se comunican resultados relacionados con el trabajo práctico “Capacidades de Juntura”, para cuya realización se empleó VISIR. Participaron 30 estudiantes, entre agosto 2020 y julio 2021. Se realizaron posteriormente entrevistas a algunos estudiantes para ilustrar los datos cuantitativos. Los resultados aportan conocimiento sobre usos educativos de los laboratorios remotos y la valoración por los estudiantes de la herramienta VISIR en el contexto de esta implementación. Asimismo, el estudio permite valorar la potencialidad del sistema LabRem FCEIA-UNR como auxiliar del docente para el seguimiento y la evaluación de los aprendizajes.

Palabras clave

Formación experimental. Laboratorios remotos. Ingeniería Electrónica. VISIR. RLMS.

Abstract

This paper presents some results of a research related to the intensive use of remote labs for the fulfillment of the Laboratory program of the subject Physics of Electronic Devices, during lockdown. Of the total of 12 experimental activities, 8 were implemented using two different remote laboratories, both of them integrated with Moodle, and managed from the Remote Laboratory Management System (RLMS) called “LabRem FCEIA-UNR”. The institutional RLMS, developed by one of the authors, records parameters of interest for monitoring the students’ activity and evaluating learning. For each student and for each laboratory, the system reports the details of the income, the number of tests carried out, the circuits tested and the results obtained. The paper refers to the activity “Junction Capacitances”. 30 students participated, between August 2020 and July 2021. Interviews were subsequently conducted with some students to illustrate the quantitative data. The results provide knowledge about both, the educational uses of remote laboratories and the assessment by students of the VISIR tool in the context of this implementation. Likewise, the study makes it possible to evaluate the potential of the LabRem FCEIA-UNR system as a teacher’s assistant for monitoring and assessing students’ learning.

Keywords

Experimental training. Remote laboratories. Electronic Engineering. VISIR. RLMS.

* flerro@fceia.unr.edu.ar; smarch@fceia.unr.edu.ar; mplano@fceia.unr.edu.ar; cmerendino@fceia.unr.edu.ar



JORNADA DE EXPERIENCIAS INNOVADORAS EN EDUCACIÓN EN LA FCEIA

Introducción

El uso del laboratorio remoto VISIR no es una innovación en el contexto de la formación de ingenieros en el área de circuitos eléctricos y electrónicos en la FCEIA de la UNR (Lerro et al, 2019). Particularmente, en la asignatura Física de los Dispositivos Electrónicos, se ha reportado la integración curricular y el empleo por estudiantes de dos laboratorios remotos: el denominado Laboratorio de Física Electrónica, de desarrollo propio (Lerro y Protano, 2007) y el laboratorio VISIR, ampliamente estudiado y difundido internacionalmente (Alves et al, 2016; García Zubía et al, 2011, 2019). En todos los casos, los estudios previos realizados hacen referencia a usos por los estudiantes e implementaciones didácticas en actividades con objetivos formativos experimentales, de forma complementaria al laboratorio tradicional (Lerro et al, 2011, 2014, 2019).

Estudios previos señalan que “el laboratorio VISIR es un recurso educativo útil y funcional, bien aceptado por los estudiantes, que debe ser utilizado como complemento del laboratorio físico o como herramienta de apoyo a la educación a distancia” (Lima et al, 2016). Involucrando estudios de casos en instituciones de diferentes países, los mismos autores han reportado que este laboratorio “Potencia las habilidades desarrolladas por los estudiantes, así como el conocimiento, como se reporta en el 59% de los casos analizados” (Lima et al, 2016). De acuerdo con ellos, las investigaciones realizadas en el contexto argentino confirman esos resultados. En este sentido, hemos observado que, más allá de los beneficios que pudieran considerarse logísticos o prácticos, su uso de forma complementaria con el laboratorio tradicional, puede colaborar eficazmente con el fin de favorecer la comprensión de situaciones o fenómenos en estudio, aliviando al estudiante de la carga que representa el montaje de un experimento real. En este contexto, por un lado, es posible asignar un papel esencial al laboratorio remoto como recurso para el modelado, el análisis de variables, la emergencia, el descarte o la confirmación de hipótesis, la comparación de registros y los valores medidos, entre otros. Por otro lado, sostenemos que el hecho de poner a disposición de los estudiantes laboratorios remotos los acerca a las tecnologías en uso en el ámbito industrial, familiarizándolos con las metodologías de trabajo profesional (Marchisio et al, 2018).

Durante 2020 y 2021, las medidas de confinamiento impuestas por el gobierno nacional debido a la situación sanitaria por la pandemia COVID-19 han representado la necesidad de un replanteo de emergencia de las prácticas tradicionales de enseñanza. En el contexto de la educación científico tecnológica, lo anterior ha tenido un fuerte impacto ya que se



JORNADA DE EXPERIENCIAS INNOVADORAS EN EDUCACIÓN EN LA FCEIA

necesita una formación experimental ineludible. Incluso en los casos de instituciones con una fuerte tradición presencial, comenzó a ser muy demandado el uso intensivo de laboratorios remotos para la realización de las actividades curriculares de carácter experimental resultando de ello la necesidad de una actualización del Sistema de Gestión de Laboratorios Remotos (RLMS) institucional. Este RLMS, llamado LabRem FCEIA-UNR, ha evolucionado a medida que se han agregado nuevas funciones desde su primer lanzamiento en 2012 (Lerro et al, 2014). Una de las innovaciones fue su integración en el LMS institucional, basado en Moodle, utilizando el protocolo LTI, para la administración de usuarios y grupos. Por otra parte, recientemente, se creó un módulo de estadísticas de uso, así como un módulo específico para el laboratorio VISIR que permite al docente el seguimiento de la actividad realizada por cada estudiante. Con esta nueva funcionalidad, el docente puede tener acceso a cada circuito ensayado por cada estudiante, con las respectivas mediciones pudiendo visualizar una descripción detallada más precisa de las actividades desarrolladas individualmente.

La investigación presentada en esta comunicación se realizó en el contexto de la asignatura Física de los Dispositivos Electrónicos (FDE). La asignatura se ubica en el quinto semestre de Ingeniería Electrónica de la UNR. Participaron 30 estudiantes, quienes realizaron 8 actividades experimentales con laboratorios remotos gestionados desde LabRem-FCEIA UNR. Esta RLMS es utilizada por los estudiantes, para realizar una actividad curricular denominada “Capacidades de juntura”. Posteriormente algunos estudiantes fueron entrevistados para ilustrar los datos cuantitativos.

Debido a la importancia del contexto como condición que opera sobre los resultados de cualquier intervención curricular, en el siguiente apartado se describe el entorno de aprendizaje en el que se desarrolló la experiencia. En primer lugar, se muestran las características generales de la asignatura y su enseñanza habitual. Luego, el foco está en la nueva implementación curricular debido al aislamiento por COVID-19 y la descripción de la actividad experimental antes mencionada. En el apartado de metodología se refiere a los instrumentos y datos cuantitativos y cualitativos obtenidos durante el seguimiento remoto de la actividad de los estudiantes. Por último, se presentan los resultados y conclusiones.

El ambiente de aprendizaje

FDE gira en torno al estudio de los dispositivos semiconductores básicos que son fundamentales en la industria, desde los fundamentos físicos hasta los usos en circuitos



JORNADA DE EXPERIENCIAS INNOVADORAS EN EDUCACIÓN EN LA FCEIA

sencillos. Se espera que el estudiante no solo comprenda la utilidad técnica de los dispositivos electrónicos básicos, sino que también los “construya”; para modelar estructuras y dispositivos específicos, para descubrir cómo funcionan, cómo polarizarlos y cómo se utilizan en circuitos básicos.

Se ha informado que los estudiantes tienen grandes dificultades a la hora de afrontar el estudio de los Fundamentos de Electrónica (Boyes, 1990; Trujillo-Aguilera et al, 2007). Estas dificultades están asociadas a la complejidad de comprensión al trabajar con circuitos electrónicos, principalmente por sus diferentes comportamientos en función de la configuración, los tipos de fuentes de señal y la carga especificada. Estas valoraciones coinciden con las de los profesores de la asignatura, quienes han observado, además, la dificultad que presentan los estudiantes al pasar de la comprensión del funcionamiento físico de un dispositivo al análisis de sus curvas particulares y, además, a la integración del dispositivo en un circuito con usos específicos.

Desde 2008 incorporamos el uso de laboratorios remotos de forma complementaria al laboratorio tradicional. También combinamos estrategias de educación online, como herramienta de foros virtuales y otros recursos digitales, con clases presenciales. La integración de los recursos didácticos se enmarca dentro de un proceso de enseñanza multimedia con metodologías de aprendizaje activo, bajo la orientación y seguimiento del equipo docente. Los estudiantes también acceden a diversos materiales didácticos: módulos escritos, guías de estudio y actividades experimentales, simulaciones, el laboratorio remoto desarrollado en la asignatura y el laboratorio remoto VISIR. Este segundo laboratorio se integró en el plan de estudios como recurso para la realización de algunas actividades prácticas experimentales realizadas 100% de forma remota.

En FDE se le da gran importancia a la formación experimental mediante la realización de catorce trabajos prácticos, entre actividades de laboratorio tradicionales, laboratorios virtuales y remotos. Las actividades van desde una introductoria dirigida a poner en contacto al estudiante con los instrumentos del laboratorio, hasta otras integradoras, como el diseño y prueba de circuitos básicos con diodos y transistores.

En el laboratorio tradicional se realizan análisis de curvas, cálculo de parámetros y modelado de variados dispositivos básicos, incluyendo el estudio de posibles usos. Además, las simulaciones realizadas en el laboratorio virtual se integran en una actividad sobre diseño de diodos. Se propone el laboratorio remoto desarrollado en la UNR para facilitar el análisis de ciertos fenómenos interesantes.



JORNADA DE EXPERIENCIAS INNOVADORAS EN EDUCACIÓN EN LA FCEIA

Habitualmente, el laboratorio remoto VISIR se utiliza en circuitos básicos con transistores bipolares, en condiciones de polarización y señal, para el estudio de amplificación y dependencia de amplitud y frecuencia.

Reformulación por aislamiento debido a COVID-19

Durante el primer semestre de 2020, las clases presenciales se interrumpieron, lo que representó un fuerte condicionante para el normal desarrollo de las actividades curriculares. El calendario se reformuló en consecuencia. Además del uso de foros y material didáctico disponible en Moodle, se agregaron clases sincrónicas y tutorías docentes semanales, como sesiones de videoconferencia, en los días y horarios asignados para las clases presenciales. Los estudiantes disponían de tres clases semanales: una de teoría, una dedicada al laboratorio y una tercera para consultas. Las clases se realizaron a través de Zoom y Google Meet, según la preferencia del profesor.

La transición a las clases virtuales requirió una adaptación del material didáctico habitual que se empleaba en las clases presenciales. Se han grabado todas las videoconferencias. Tener estos registros permite que los estudiantes puedan ver las clases más tarde, tanto porque no han podido participar en vivo, como si quieren volver a verlas. Además, estos registros están disponibles para futuras investigaciones.

Las prácticas experimentales se llevaron a cabo con un enfoque de experimentación remota como alternativa a los experimentos en laboratorios tradicionales. Se revisaron las guías didácticas de las actividades experimentales originales, resultando en la adaptación del 80% de ellas de acuerdo con las nuevas implementaciones. En algunos casos, los datos recopilados en los años anteriores se utilizaron para permitir el análisis de los resultados. En otros casos, fue posible realizar los experimentos utilizando algunos de los circuitos disponibles en los laboratorios remotos.

En cuanto al proceso de evaluación, se mantuvo la exigencia de realizar y enviar el informe de las actividades experimentales, mientras que los tres exámenes presenciales que se realizaban habitualmente de forma presencial se sustituyeron por cuestionarios realizados a través del aula virtual.

De las actividades propuestas inicialmente en el laboratorio tradicional, solo hubo que dejar de lado una, ya que implicaba el diseño de un circuito con criterio libre y los estudiantes no tenían acceso a los instrumentos necesarios para los ensayos. Otra actividad experimental se llevó a cabo utilizando los datos medidos en años anteriores. Se presentó



JORNADA DE EXPERIENCIAS INNOVADORAS EN EDUCACIÓN EN LA FCEIA

una tercera actividad a modo de demostración, adaptando un adquisidor desarrollado por la cátedra para las pruebas remotas. Estas actividades no se podían realizar de forma remota, ya que implicaban la recogida de datos sobre fenómenos ópticos en dispositivos semiconductores (LDR y LED). El problema se resolvió mediante un taller demostrativo. Sin las posibilidades de manipulación de equipos y determinadas configuraciones experimentales solo disponibles en el laboratorio tradicional, el foco estuvo en el desarrollo de competencias experimentales asociadas al desarrollo del pensamiento científico, priorizando el análisis de variables, la emergencia, el descarte o la confirmación de hipótesis, la comparación de registros y valores medidos, la asociación de datos empíricos con teóricos, destacando el papel de la experimentación en la construcción de modelos y la conceptualización.

El trabajo práctico “Capacidades de junturas”

La actividad experimental remota “Capacidades de Juntura” no implicó mayores cambios en comparación con su versión en el laboratorio tradicional. Su objetivo es realizar un análisis comparativo de las capacidades internas de diferentes diodos, en el marco de la temática de capacidades de junturas.

Se presentan al estudiante dos diodos: el diodo 1N4007 (diodo rectificador de silicio para fines generales) y el otro, 1N5819 (diodo Schottky de alta velocidad). El circuito a probar con VISIR incluye un diodo en serie con una resistencia de 1 k Ω como se muestra en la Figura 1.1.

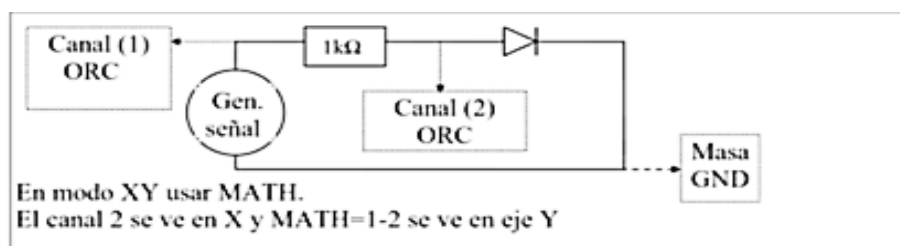


Figura 1.1. Circuito ensayado

El circuito está alimentado por una fuente de señal cuya frecuencia, amplitud y forma de onda se pueden variar. Se propusieron formas de onda cuadradas y sinusoidales; frecuencias 100Hz y 10kHz y amplitud 10V y 5V.

Los estudiantes, en grupos de entre dos y tres integrantes, debían ensamblar mediante VISIR el circuito propuesto y obtener las curvas de voltaje y corriente en el diodo, así como la curva V-I a través de la funcionalidad del modo X-Y del osciloscopio, para ambos diodos.



JORNADA DE EXPERIENCIAS INNOVADORAS EN EDUCACIÓN EN LA FCEIA

La actividad se presentó a los estudiantes como un módulo de tareas integrado en Moodle. Deben presentar los resultados en un informe escrito.

Metodología

El objetivo fue conocer la forma en que los estudiantes desarrollaron las actividades experimentales propuestas durante el aislamiento. Además, queríamos saber cuánto tiempo les llevó realizar las actividades y las dificultades que podrían surgir al experimentar con el laboratorio remoto VISIR.

Se analizó el conjunto de registros de uso por los estudiantes en el RLMS. Esto se efectivizó durante los períodos de realización de la actividad experimental ya mencionados. Para cada estudiante, se consideró la siguiente información recopilada del RLMS:

- Cantidad de ingresos al laboratorio.
- Fecha del primero y último ingreso.
- Número total de ensayos realizados por cada estudiante.
- Tiempo total en horas reloj empleado por el estudiante empleando VISIR.
- Número de ensayos correctos e incorrectos. Estos últimos son ensayos para los que el sistema VISIR dio respuesta, incluso si el circuito no estaba bien configurado.

Por otro lado, el módulo desarrollado recientemente en el RLMS permite ampliar el análisis, con un seguimiento por el docente de la actividad de cada estudiante mediante VISIR. El módulo almacena:

- Cada prueba exitosa.
- El circuito realizado por el usuario estudiante.
- El código XML enviado y el código de respuesta XML recibido por el cliente. En este sentido, se han realizado varios trabajos con herramientas similares sobre el Código XML (García Zubía et al, 2019).

Sin embargo, particularmente en este caso, también se almacena el circuito para que pueda ser cargado a través de una interfaz VISIR, y se pueden observar los resultados de las medidas obtenidas por el estudiante, así como la gráfica obtenida en el osciloscopio.

Como se muestra en la Figura 1.2, cada circuito ensayado con VISIR, con las respectivas mediciones obtenidas, se puede visualizar desde la interfaz del profesor con una descripción más detallada de las actividades desarrolladas individualmente, sean pruebas exitosas o no, y siempre y cuando VISIR ha dado una respuesta. Completando la información obtenida en la RLMS, la Figura 3 muestra el registro de la medición realizada



JORNADA DE EXPERIENCIAS INNOVADORAS EN EDUCACIÓN EN LA FCEIA

Las preguntas fueron administradas por correo electrónico luego de comparar los registros del RLMS con lo presentado en los informes realizados en grupos, y luego de analizar las fechas de asignación de la actividad a los estudiantes y el envío del informe realizado en la plataforma Moodle. En concreto, las preguntas se enviaron en los casos en los que se observaron algunas peculiaridades, como: número de pruebas y/o tiempos asignados a pruebas comparativamente grandes; existencia de pruebas incorrectas; discrepancias entre las pruebas registradas y las informadas; gran disparidad en las fechas de las pruebas individuales dentro de un mismo grupo de trabajo y coincidencia horaria entre dos o todos los miembros del grupo de trabajo. Dependiendo del caso, las preguntas se ampliaron preguntando al estudiante sobre la peculiaridad encontrada. A modo de ejemplo, a uno de los estudiantes que realizó una gran cantidad de pruebas en ocho horas de conexión activa, se le pidió que respondiera: “En tiempo total, usando el laboratorio pasaste casi 8 horas haciendo casi 750 pruebas, ¿Qué te ha motivado a hacer tal número de pruebas?”.

Las respuestas fueron utilizadas para facilitar la interpretación de los resultados cuantitativos encontrados.

Resultados

Para el estudio, se consideran los datos de los ensayos realizados y los informes presentados por 30 estudiantes. Trabajaron en grupos de 2 o 3 integrantes. El resultado de lo registrado en el RLMS se sistematiza en la Tabla 1.1.

Para el análisis de la Tabla 1.1, considérese: G: grupo de trabajo; A: alumno; I: ingresos al laboratorio remoto; N: número de ensayos totales; Corr.: número de ensayos correctos; Inc.: número de ensayos incorrectos; Primer ensayo: día y hora del primer ensayo; Último ensayo: día y hora del último ensayo; Tiempo neto: tiempo neto de actividad del estudiante con el laboratorio remoto.

Mientras que los grupos (G) 1 a 5 incluyen a los 12 estudiantes que completaron la experiencia en 2020, los grupos (G) 6 a 12 corresponden a 18 estudiantes que participaron en 2021. Las columnas relativas a Primer ensayo y Último ensayo incluyen los registros temporales. La última columna reporta el tiempo neto, el cual fue computado considerando los intervalos utilizados por cada estudiante en cada una de las entradas al laboratorio. Se expresa en horas y minutos.

El análisis de los datos correspondientes al número de ensayos (N) revela que 5 sobre un total de 30, no registra uso del laboratorio VISIR para la actividad considerada. Asimismo,



JORNADA DE EXPERIENCIAS INNOVADORAS EN EDUCACIÓN EN LA FCEIA

se observaron pocos ensayos incorrectos, por lo que se podría pensar que los estudiantes no tuvieron problemas para configurar los circuitos.

Tabla 1.1. Datos recopilados por el sistema

G.	A	I	N	Corr	Inc	Primer ensayo	Último ensayo	Tiempo neto
1	A1	3	43	43	0	21/11/20 12:07	21/11/20 14:19	02:12
	A2	0	0	0	0			
	A3	3	294	290	4	18/12/20 17:12	18/12/20 17:42	01:30
2	A4	6	1042	1041	1	17/11/20 15:31	25/11/20 14:01	03:39
	A5	4	266	264	2	17/11/20 17:39	25/11/20 14:41	02:06
3	A6	3	98	98	0	14/11/20 8:48	14/11/20 10:06	01:18
	A7	1	586	586	0	14/11/20 9:07	14/11/20 13:01	03:54
	A8	0	0	0	0			
4	A9	7	748	748	0	19/11/20 14:49	21/11/20 21:28	08:25
	A10	0	0	0	0			
5	A11	0	0	0	0			
	A12	3	66	62	4	19/11/20 17:00	21/11/20 18:56	01:20
6	A13	4	520	520	0	22/5/21 10:26	26/5/21 15:51	04:33
	A14	6	423	423	0	22/5/21 9:49	22/5/21 12:41	02:50
	A15	2	497	497	0	18/5/21 10:45	22/5/21 9:51	00:48
7	A16	5	0	0	0			
	A17	2	57	57	0	22/5/21 18:30	22/5/21 18:59	00:29
8	A18	2	183	183	0	24/5/21 19:30	25/5/21 14:05	02:38
	A19	1	95	95	0	24/5/21 19:33	24/5/21 23:38	02:30
9	A20	3	36	36	0	26/5/21 15:30	26/5/21 15:49	00:19
	A21	3	13	13	0	25/5/21 16:59	25/5/21 20:53	00:30
	A22	1	77	77	0	22/5/21 16:23	22/5/21 17:19	00:56
10	A23	3	152	152	0	22/5/21 20:57	28/5/21 2:04	00:54
	A24	2	56	56	0	18/5/21 10:34	24/5/21 14:15	00:09
	A25	3	110	110	0	18/5/21 10:29	18/5/21 12:01	01:10
11	A26	3	67	67	0	26/5/21 19:16	26/5/21 20:34	00:45
	A27	6	254	254	0	16/5/21 1:26	25/5/21 18:52	03:04
12	A28	7	294	290	4	18/5/21 10:42	23/5/21 21:59	04:38
	A29	3	231	231	0	22/5/21 12:25	22/5/21 19:48	02:24
	A30	2	154	154	0	22/5/21 18:11	26/5/21 22:31	01:20

Al responder a las preguntas, refieren al respecto que fueron capaces de solucionar



JORNADA DE EXPERIENCIAS INNOVADORAS EN EDUCACIÓN EN LA FCEIA

rápidamente las conexiones incorrectas ya que las dificultades que se les presentaron fueron solucionadas en el momento en que consultaron las dudas entre ellos mismos o que modificaron algún parámetro que no habían considerado previamente para resolver la actividad.

En varios de los grupos hubo estudiantes sin registros (N=0). Esto sucedió en el segundo cuatrimestre de 2020. En tres casos fueron estudiantes que abandonaron la asignatura, mientras que en los otros dos casos fueron estudiantes que estaban cursando la asignatura por segunda vez y que habían realizado previamente el trabajo práctico.

En todos los grupos hay un estudiante que tiene un número de ensayos significativamente mayor que el resto. Cuando se les preguntó cómo habían coordinado las tareas con sus compañeros, los estudiantes refirieron al uso de diferentes plataformas (Zoom, Google Meet o Discorde), con las que, en un trabajo grupal coordinado y colaborativo, compartieron la pantalla mientras realizaban los ensayos y tomaban notas para el informe. Esto explica el escaso número de ensayos en algunos casos, más allá de poder suponer, además, que, en otros casos, ha habido grupos en los que la forma de realizar la tarea no ha sido colaborativa.

La realización de la actividad para un usuario experto conlleva unas 30 operaciones sobre el laboratorio remoto, pudiéndose obtener las capturas de pantalla correspondientes en un tiempo medio estimado de entre 10 y 15 minutos. Lo que se observa es una gran dispersión en este aspecto: algunos estudiantes utilizaron períodos de tiempos menores a 30 minutos y otros superaron las tres, cuatro y hasta ocho horas de experimentación.

Cuando se les preguntó sobre este aspecto, los estudiantes destacaron la posibilidad de tener libre acceso al laboratorio para probar variantes, cambiar resistencias, variar la frecuencia, observar detalles, más allá de los solicitados, para satisfacer su propia curiosidad.

Finalmente, con referencia al laboratorio VISIR, todos han coincidido en la sencillez y facilidad de uso, lo que les permitía cumplir con lo solicitado sin dificultades. En este sentido, cabe destacar que los estudiantes han estado utilizando VISIR en otras asignaturas previas en el plan del estudio en la misma Facultad.

Conclusiones

El seguimiento del proceso nos ha permitido recabar información empírica valiosa con el fin de evaluar algunos comportamientos de los estudiantes durante el uso intensivo de los



JORNADA DE EXPERIENCIAS INNOVADORAS EN EDUCACIÓN EN LA FCEIA

laboratorios remotos en un contexto curricular. Desde una perspectiva constructivista, saber lo que hacen los estudiantes y, en particular, qué operaciones realizan durante una actividad de aprendizaje, nos permite tomar conciencia tanto de los obstáculos y dificultades cognitivas que encuentran como de las estrategias que despliegan para superarlas mientras realizan las actividades.

Lo anterior es fundamental a la hora de implementar mejoras en los diseños didácticos; y adquiere aún mayor relevancia en un contexto en el que las prácticas experimentales se realizan de forma remota. En este contexto, el RLMS con sus módulos estadísticos y los registros visuales que proporciona, posibilitando el seguimiento de las actividades realizadas por los estudiantes, son herramientas valiosas para la elaboración de una evaluación formativa e integral. Lo anterior resulta valioso, complementando el seguimiento tutorial propio de la docencia en entornos virtuales y la información acerca del progreso de los estudiantes, informado en los habituales sistemas LMS (Moodle u otros).

Con referencia a las presentaciones de los informes de los trabajos, se puede concluir que se cumplieron los objetivos establecidos para la actividad. Los informes no presentan diferencias sustanciales respecto a años anteriores en los que la actividad se llevaba a cabo en el laboratorio tradicional.

Además, si bien, como sabemos, la realización presencial de la actividad experimental permite a los estudiantes desarrollar habilidades insustituibles para la formación en carreras científicas y tecnológicas, interactuar virtualmente con los instrumentos y circuitos que se emplean en el laboratorio y poder realizar la experiencia remota ha sido muy valorado en pandemia, no solo por el equipo docente que estuvo a cargo de la nueva implementación, sino también por los estudiantes, quienes mostraron alta aceptación de la propuesta.

En este contexto, el laboratorio remoto VISIR ha resultado ser muy versátil y ha permitido al estudiante reproducir dichas operaciones de montaje y manipulación, operando sobre la simulación gráfica de la protoboard y los componentes reales con el beneficio de no limitar los tiempos que, según sus necesidades o intereses, se dedican a las pruebas. Esto es muy difícil de llevar a cabo en las clases presenciales, en las que el tiempo curricular dedicado al laboratorio no puede superar las 3 horas, de las cuales 1:30 normalmente se utiliza para la explicación del laboratorio. En estos casos suele ocurrir que los estudiantes, tras el esfuerzo que supone el montaje, intentan completar la tarea, tomando medidas y registrando valores, dejando el análisis e interpretación de los resultados, ya en casa, para el momento



JORNADA DE EXPERIENCIAS INNOVADORAS EN EDUCACIÓN EN LA FCEIA

del informe.

Además, mientras en las clases de laboratorio tradicionales los estudiantes comparten un conjunto de materiales disponibles con sus compañeros de grupo, en el laboratorio remoto cada estudiante tiene su propio conjunto, pudiendo realizar la práctica de forma individual, a su propio ritmo y dedicándole el tiempo que desee, incluso para experimentar con variaciones sobre lo que se propone.

Independientemente que se trate de presencial o remoto, en todo grupo hay un estudiante más activo que el resto. Si bien esto sucedió en este caso, el récord de cero pruebas correspondió únicamente a los estudiantes que habían abandonado la asignatura. Además, según las respuestas de los estudiantes, haber realizado la actividad de forma remota no limitó el trabajo colaborativo en grupo, ya que, más allá de contar con sus propios ensayos, a la hora de realizar el informe grupal utilizaron creativamente herramientas de comunicación empleando datos de un ensayo compartido, intercambiando puntos de vista y trabajando cooperativamente.

Agradecimientos

Los autores agradecen el apoyo de la Comunidad VISIR, así como el financiamiento proporcionado por la Comisión Europea a través del Proyecto 561735-EPP-12015-1-PTEPPKA2-CBHE-JP.

Este trabajo se ha realizado en el marco del PID: “Desarrollo de Laboratorio Remoto para la construcción del conocimiento en Ingeniería y de Sostenibilidad Energética. Código 80020180100136UR acreditado por la Universidad Nacional de Rosario.

Referencias bibliográficas

- Alves, G.R., Fidalgo, A., Marques, A., Viegas, C., Felgueiras, M.C., Costa, R., Lima, N., Castro, M., Díaz-Orueta, G., San Cristobal Ruiz, E., García-Loro, F., García-Zubía, J., Hernández-Jayo, U., Kulesza, W., Gustavsson, I., Pester, A., Zutin, D., Schlichting, L., Ferreira, G. y Dobbioletta, E. (2016). Spreading remote lab usage, a system - a community - a federation. *2nd International Conference of the Portuguese Society for Engineering Education (CISPEE)*, 1-7. <https://doi.org/10.1109/CISPEE.2016.7777722>.
- Boyes, E. (1990). Understanding the p-n junction. *Physics Education*, 25(1), 53-59. <https://doi.org/10.1088/0031-9120/25/1/009>.
- García-Zubía, J. y Alves, G.R. (2012). *Using remote labs in education: Two little ducks in remote experimentation* (Vol. 8). Universidad de Deusto.
- García-Zubía, J., Cuadros, J., Serrano, V., Hernández-Jayo, U., Angulo-Martínez, I., Villar, A., Orduña, P. y Alves, G. (2019). Dashboard for the VISIR remote lab. *5th Experiment International Conference (exp.at'19)*, 42-46. <https://doi.org/10.1109/EXPAT.2019.8876527>.



JORNADA DE EXPERIENCIAS INNOVADORAS EN EDUCACIÓN EN LA FCEIA

- García-Zubía, J., Gustavsson, I., Hernandez-Jayo, U., Orduna, P., Angulo, I., Rodriguez, L. y Lopez-de-Ipina, D. (2011). Using VISIR: Experiments, Subjects and Students. *International Journal of Online and Biomedical Engineering (IJOE)*, 7(S2), 11-14. <https://doi.org/10.3991/ijoe.v7iS2.1769>.
- Lerro, F.G. y Protano, M.D. (2007). Web-based Remote Semiconductors Devices Testing Laboratory. *International Journal of Online and Biomedical Engineering (IJOE)*, 3(3), 1-4. <https://doi.org/10.3991/ijoe.v3i3.432>.
- Lerro, F., Marchisio, S., Perreta, E., Plano, M. y Protano, M.D. (2011). Using the Remote Lab of Electronics Physics to Support Teaching and Learning. En J. García Zubía y G. Alves. *Using Remote Labs in Education: Two little ducks in remote experimentation* (pp.211-230). Universidad de Deusto. <http://www.deusto-publicaciones.es/index.php/main/libro/913>.
- Lerro, F., Marchisio, S.T., Concari, S.B., Plano, M.A., Merendino, C., de Arregui, G.S., 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 (exp.at'19)*, 183-188. <https://doi.org/10.1109/EXPAT.2019.8876517>.
- Lerro, F., Orduña, P., Marchisio, S. y García-Zubía, J. (2014). Development of a Remote Laboratory Management System and Integration with Social Networks. *International Journal of Recent Contributions from Engineering, Science & IT (IJES)*, 2(3), 33-37. <https://doi.org/10.3991/ijes.v2i3.3821>.
- Lima, N.M., Viegas, M.C., Alves, G.R. y García-Peñalvo, F.J. (2017). A utilização do VISIR como um recurso educativo: Uma revisão da literatura. *TICs para el Aprendizaje de la Ingeniería*, 105-114. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7316025>.
- Marchisio, S.T., Crepaldo, D., Del Colle, F., Lerro, F., Concari, S.B., León, D., Merendino, C., Rumin, L., Ghorghor, J., Plano, M.A., Coscia, H., Hernández-Jayo, U., García-Zubía, J. y Alves, G. (2018). VISIR lab integration in Electronic Engineering: An institutional experience in Argentina. *XIII Technologies Applied to Electronics Teaching Conference (TAEE)*, 1-9. <https://doi.org/10.1109/TAEE.2018.8476079>.
- Trujillo-Aguilera, F.D., Sotorrío-Ruiz, P.J. y Pozo-Ruz, A. (2007). A new challenge in the Electronics teaching/learning process for the Industrial Design Engineering Bachelor. *Proceedings EDUCON*, 1-7. <http://hdl.handle.net/10630/9312>.



JORNADA DE EXPERIENCIAS INNOVADORAS EN EDUCACIÓN EN LA FCEIA

TRANSFORMACIONES, DIGITALIZACIÓN Y OPORTUNIDADES DE MEJORA

*Marta L. Cerrano y Daniela N. Gómez**

Departamento de Optimización y Control. Escuela de Ingeniería Industrial

Resumen

Las instituciones de Educación Superior se vieron inmersas en una transformación repentina hacia la modalidad virtual por el aislamiento social, preventivo y obligatorio causado por la pandemia COVID-19. Este escenario generó desde marzo 2020 múltiples modificaciones en las actividades diarias del quehacer universitario. Las y los docentes han tenido que hacer frente a esta situación, usando creatividad al momento de reorganizar las actividades para dar continuidad al ejercicio de sus funciones sustantivas y seguir atendiendo los retos y problemas que enfrentaban desde antes que estallara la pandemia. Dentro de las tareas planificadas en el proyecto de investigación denominado "Diseño y desarrollo de estrategias didácticas utilizando juegos serios en Ingeniería Industrial parte II" radicado en FCEIA-UNR, se tuvo que modificar la modalidad de coordinar y guiar al grupo de estudiantes que participan como auxiliares en el proyecto. Para ello se adecuó una metodología, readaptando lo ya planificado en forma presencial a una modalidad virtual, considerando flexibilizar las actividades, manejando la incertidumbre. De todo lo transitado en el aislamiento se aceleró la digitalización en la educación, disparando importantes transformaciones y experiencias que se pueden capitalizar como oportunidades de mejora en la enseñanza y en el aprendizaje hacia el futuro.

Palabras clave

Transformación. Digitalización. Oportunidades de mejora.

Abstract

Higher Education institutions were immersed in a sudden transformation towards the virtual modality due to the social, preventive and mandatory isolation caused by the COVID-19 pandemic. This scenario generated since March 2020 multiple modifications in the daily activities of university work. Teachers have had to face this situation, using creativity when reorganizing activities to give continuity to the exercise of their substantive functions and continue to address the challenges and problems they faced since before the pandemic broke out. Within the tasks planned in the research project called "Design and development of didactic strategies using serious games in Industrial Engineering part II" based in FCEIA-UNR, it was necessary to modify the modality of coordinating and guiding the group of students who participate as assistants in the project. For which a methodology was adapted, readapting what had already been planned in person to a virtual modality, considering making activities more flexible, managing uncertainty. Of everything traveled in isolation, digitization in education was accelerated, shooting important transformations and experiences that can be capitalized as opportunities for improvement in teaching and learning in the future.

Keywords

Transformation. Digitization. Improvement opportunities.

* mcerrano@fceia.unr.edu.ar; danielag@fceia.unr.edu.ar



JORNADA DE EXPERIENCIAS INNOVADORAS EN EDUCACIÓN EN LA FCEIA

Introducción

Las Universidades se vieron afectadas, como el resto de la sociedad, en un cambio súbito hacia la modalidad no presencial debido al aislamiento que generó la pandemia COVID 19. Este escenario forjó múltiples cambios en la vida de la Educación Superior. En este trabajo se describen las actividades que los docentes tuvieron que modificar y adecuar en este nuevo escenario dentro de un proyecto de investigación que generó acciones concretas para el proceso de enseñanza aprendizaje de alumnos de Ingeniería Industrial.

Desarrollo

Este trabajo se enmarca dentro del proyecto de investigación denominado "Diseño y desarrollo de estrategias didácticas utilizando juegos serios en Ingeniería Industrial parte II" radicado en la Universidad Nacional de Rosario - Facultad de Ciencias Exactas, Ingeniería y Agrimensura (FCEIA-UNR). Cabe señalar que está integrado por docentes y estudiantes tanto de FCEIA-UNR como de Universidad Tecnológica Nacional - Facultad Regional San Nicolás (FRSN-UTN). Dada la situación imprevista, se debió cambiar la planificación establecida para el conjunto de actividades y se tuvo que modificar la modalidad de coordinar y guiar al grupo de estudiantes que participan como auxiliares en el proyecto, tanto el grupo de FCEIA-UNR como el grupo de FRSN-UTN que trabajan en forma separada.

A continuación, se detallan los pasos seguidos por los docentes y las actividades desarrolladas con seis alumnos auxiliares que participaron en el grupo de FCEIA-UNR. La planificación previa al aislamiento y en formato presencial incluía en primera instancia, introducir al grupo de alumnos en los objetivos del proyecto de investigación, y en los conceptos de juegos serios, así como la importancia y ejecución del trabajo en equipo. Una vez comprendida esta etapa, se acompañaba a los alumnos auxiliares del proyecto a que analicen y utilicen en talleres los juegos ya desarrollados. A partir de allí, y durante todo el resto del año, se había planificado que generen propuestas de mejoras a los juegos ya existentes (casi todos en formato presencial) y que propongan nuevos juegos. En forma paralela a lo detallado, se había planificado que toda la tarea de los estudiantes debían realizarla siguiendo la metodología de la investigación científica, como así también se les daría un taller de presentaciones eficaces.

En marzo 2020 cuando comenzó el aislamiento se tuvo que ajustar lo anteriormente señalado para adecuarse a una modalidad virtual. Considerando flexibilizar las actividades,



JORNADA DE EXPERIENCIAS INNOVADORAS EN EDUCACIÓN EN LA FCEIA

en un entorno de alta incertidumbre.

Se realizaron encuentros virtuales periódicos en los cuales se introdujo a los estudiantes en lo realizado hasta la fecha en el proyecto sobre juegos serios. Se trabajó sobre contenidos de metodología de la investigación, cómo elaborar presentaciones eficaces y la importancia del trabajo en equipo y colaborativo. Hasta aquí, se pudo cumplir exactamente con lo planificado, considerando que los encuentros eran virtuales, remarcando que en ocasiones hubo dificultades técnicas de la señal, en especial de alumnos que estaban en el interior de la provincia de Santa Fe en localidades muy lejanas a Rosario.

Lo que sufrió modificaciones sustanciales fue la etapa propiamente dicha de análisis, estudio, diseño, desarrollo de Juegos Serios. La misma contaba con dos instancias. En la primera se analizaban y utilizaban los juegos ya desarrollados en formato presencial, y en la segunda los estudiantes diseñaban nuevos juegos para posteriormente ponerlos en práctica. Solo se pudo trabajar en la segunda etapa para lo cual el grupo de alumnos indagó juegos existentes en la web y que pudieran desarrollarse en formato virtual.

Posteriormente, luego de analizar lo encontrado, se consensuó definir en el equipo de trabajo cuál era el tema de interés que más prefería el grupo y sobre esta temática se avanzó en diseñar un juego serio virtual.

Muchas de las ideas y propuestas interesantes tuvieron el inconveniente que no se adaptaban al formato virtual, motivo por el cual debieron ser descartadas. Finalmente, y luego de un exhaustivo trabajo de parte de los alumnos auxiliares, se trabajó en el juego denominado “Decisiones y Emociones”. El mismo busca introducir a los participantes en la importancia de evaluar y tener en cuenta las emociones ante la toma de decisiones.

Descripción del juego serio

Este juego se diseñó para ser utilizado en el espacio curricular Investigación Operativa de cuarto año de Ingeniería Industrial. Se enfoca en la toma de decisiones teniendo en cuenta no solamente las optimizaciones a analizar sino también los conflictos de intereses, y las interacciones entre diferentes variables subjetivas. El tema que se desarrolló en el juego serio es el denominado *Teoría de Juegos*, herramienta que utiliza modelos para estudiar las elecciones de un individuo cuando los costos y los beneficios de cada opción no están fijados de antemano, sino que dependen de las elecciones de otros individuos.

A continuación, se detallan las secuencias a seguir para el desarrollo de la lúdica:

ETAPA 1: Para que los participantes comprendan el sentido del juego los tutores/guías



JORNADA DE EXPERIENCIAS INNOVADORAS EN EDUCACIÓN EN LA FCEIA

presentaban conceptos principales de la Teoría de Juegos.

En la Figura 2.1 se muestra a un alumno guía presentando la introducción señalada y las reglas antes de comenzar la actividad lúdica a todos los participantes.



Figura 2.1. Alumno tutor explicando la introducción al juego

Seguidamente se describe una pequeña reseña de lo que relataban:

La Teoría de Juegos (Sanchez-Cuenca, 2009) se ha convertido en una herramienta sumamente importante para la teoría económica y ha contribuido a comprender más adecuadamente la conducta humana frente a la toma de decisiones. Sus investigadores estudian las estrategias óptimas, así como el comportamiento previsto y observado de individuos en juegos.

En la actualidad se dice que la teoría de juegos es una de las principales áreas de investigación de la economía, pero su espacio de aplicación es realmente grande y va desde la economía hasta la biología e incluso las ciencias sociales.

Su aplicación en el mundo real se expresa en situaciones en las que, al igual que en los juegos, el resultado de una acción depende de la decisión o decisiones que cada participante toma en el transcurso de un determinado lapso de tiempo. Es útil para tomar decisiones en casos donde dos o más personas que deciden se enfrentan en un conflicto de intereses. Así, estudia la toma de decisiones en interacción.

Tradicionalmente la Teoría de Juegos clásica se ha dividido en dos ramas: Teoría Cooperativa y No Cooperativa.

Los juegos cooperativos tienen un papel normativo, buscan los resultados “equitativos”, “justos” que conseguirían agentes “racionales” y “bien informados”. Los diversos conceptos



JORNADA DE EXPERIENCIAS INNOVADORAS EN EDUCACIÓN EN LA FCEIA

de solución que hay en la teoría que los estudia se establecen con conjuntos de axiomas que responden a una forma de entender esas propiedades de racionalidad, justicia y equidad.

Los juegos no cooperativos, en cambio, son un marco teórico adecuado para estudiar si hay una “ley” interna en el conflicto que analiza, y puede resultar un importante instrumento de análisis razón por la cual nos centraremos en los juegos no cooperativos. La Teoría de Juegos No Cooperativa asume que no hay lugar para comunicación, correlación o acuerdos entre los jugadores, de no ser explícitamente estipulados por las reglas del juego. Le interesa describir recomendaciones para que ninguno de los jugadores tenga incentivos para unilateralmente desviarse.

Esta idea corresponde al concepto de Equilibrio de Nash: el concepto más importante en Teoría No Cooperativa y su estudio formal (Nash, 1950) marcó un hito en el tema y que le terminó dando a Nash el premio Nobel de Economía en 1994 por su “análisis pionero del equilibrio en la teoría de los juegos no cooperativos”.

ETAPA 2: Luego, se realizaron tres instancias del juego. En la primera se utilizó el software Kahoot! para presentar la paradoja de Allais (Allais, 1953). El software Kahoot! permitió la creación de cuestionarios de evaluación (disponible en app o web) siendo una herramienta donde los participantes son los concursantes que responden y contestan una serie de preguntas por medio de un dispositivo móvil. Existen dos modos de juego: en grupo o individual. Las partidas de preguntas, una vez creadas, pueden ser reutilizadas e incluso modificadas para garantizar el aprendizaje. Se puede modificar el tiempo de cuenta atrás, las posibles respuestas y se pueden añadir fotos o videos. Finalmente gana quien obtiene más puntuación.

En este caso los participantes debían contestar en forma individual, cada uno desde su domicilio y utilizando el mencionado software.

El problema propuesto fue el siguiente:

Considere que hay dos posibilidades en un determinado sorteo en unidades monetarias, puede elegir entre:

Un 98% de probabilidades de ganar 1000 de unidades monetarias y un 2% de no ganar nada.

Un 100% de probabilidades de ganar 900 unidades monetarias.

¿Cuál elegiría? Tiene un minuto para pensarlo y marcar su respuesta en Kahoot!

Ahora considere que hay estas dos posibilidades en otro sorteo en unidades monetarias:

Un 98% de probabilidades de perder 1000 unidades monetarias, y un 2% de no



JORNADA DE EXPERIENCIAS INNOVADORAS EN EDUCACIÓN EN LA FCEIA

perder nada.

Un 100% de probabilidades de perder 900 unidades monetarias.

¿Cuál elegiría en este caso? Por favor vuelva a marcar su respuesta en Kahoot!

El objetivo de esta instancia del juego fue hacer conscientes a los participantes de la denominada aversión a la pérdida (Kahneman, 2011). Una vez definidos el ganador se explicaba este concepto, comentando que muchas de las opciones que se nos presentan en la vida están mezcladas: hay en ellas un riesgo de perder y una oportunidad de ganar, y hemos de decidir si aceptar el juego o rechazarlo.

Para la mayoría de las personas, el temor a perder una cantidad X de dinero es más intenso que la esperanza de ganar esa misma cantidad de dinero. Muchas de estas observaciones nos hacen concluir que las pérdidas pesan más que las ganancias, y que en general sienten aversión a la pérdida.

ETAPA 3: Una vez debatido el resultado del juego anterior, se comenzaba con otra instancia y un nuevo juego:

Considere que hay dos posibilidades en un determinado sorteo en unidades monetarias, puede elegir entre:

Un 49% de probabilidades de ganar 1 millón de unidades monetarias, y un 51% de no ganar nada.

Un 51% de probabilidades de ganar 900 mil de unidades monetarias, y un 49% de no ganar nada.

¿Cuál elegiría? Tiene un minuto para pensarlo y elegir

Ahora considere que hay estas dos posibilidades en otro sorteo en unidades monetarias:

Un 98% de probabilidades de ganar 1 millón de unidades monetarias y un 2% de no ganar nada.

Un 100% de probabilidades de ganar 900 mil de unidades monetarias y un 0% de no ganar nada.

¿Cuál elegiría en este caso? Por favor vuelva a marcar su respuesta en Kahoot! y aquí se volvía a reflexionar sobre el resultado del juego.

Se vio que la mayoría prefirió arriesgarse para ganar más dinero en el primer escenario. Ahora bien, en el segundo escenario hay una posibilidad del 98% de ganar 1 millón de unidades monetarias y un 2% de chances de no ganar nada.

Y se les preguntaba a los participantes sobre cuánto pagarían por aumentar esa posibilidad ganadora al 100%. ¿1000 unidades monetarias? ¿100 mil? Depende de cada uno, pero seguro todos pagarían muchísimo más que por aumentar sus chances de victoria de un 49% a un 51%, aunque la diferencia en ambos escenarios es la misma, 2% neto.



JORNADA DE EXPERIENCIAS INNOVADORAS EN EDUCACIÓN EN LA FCEIA

ETAPA 4: Una vez realizado el debate de este segundo juego se pasaba a la última instancia, donde el aula virtual se la dividía en “Sectores” productivos (por ejemplo, el alimenticio, aceitero, metalúrgico, automotriz), donde había una cantidad par de empresas. Estas empresas estaban formadas por grupos de 3 personas. Todas las empresas de un mismo sector debían instalarse en el mismo parque industrial y necesitaban negociar el precio del m^2 con el Estado (en distintos lugares físicos). Esta negociación se hacía bajo la modalidad del “Dilema del Viajero”, donde la franja que limita la oferta de dinero (en máximo y mínimo) del m^2 por parte de las empresas la establece el Estado. El primer par de empresas jugaron una única ronda para un parque industrial determinado. Análogamente con el resto de par de empresas del sector y respectivamente para todos los sectores. Se anotaban los resultados obtenidos para cada una de las empresas. Luego, se rotó a las empresas dentro de cada sector de modo que todas las empresas de un mismo sector lleguen a competir por el precio del m^2 con todas las restantes de ese sector, en cada uno de los “parques industriales” definidos. Una vez finalizadas las rondas, se sumaron todas las inversiones realizadas por cada empresa en cada ronda del juego, y se obtuvo la erogación total. Por sector, se eligió la empresa que logró minimizar las inversiones (una por cada sector, y la segunda mejor de todos los sectores). Dichas empresas pasaron a la etapa final, donde jugarán un formato adaptado del “Juego del Ciempiés”.

En esta instancia final, se suponía que ambas empresas, al ser del mismo sector, generaban riquezas similares para el Estado y para sus propias arcas, y es por esto que deberían ofertar el mismo precio por el m^2 para establecer su planta en una determinada ciudad. El Estado (personaje ficticio del juego), entonces, les preguntaba cuánto dinero estaban dispuestas a pagar por cada m^2 de terreno a las empresas, estableciendo un mínimo de 80 unidades monetarias y un máximo de 200 unidades monetarias, quedando así definida una franja de posibles ofertas (el juego es no cooperativo). Si ambas empresas ofertaban la misma cantidad, el Estado les cobraba dicha suma a ambas. Si ofrecían distintos precios, les cobraba a ambos el mayor precio ofrecido. Pero como gratificación, a aquella empresa que ofrecía más dinero por m^2 , le hacía un descuento de 5 unidades monetarias, que se lo adicionaba a la empresa que haya ofrecido menos.

Por ejemplo: si la empresa A ofrece 120 unidades monetarias $/m^2$ y la empresa B ofrece 150 unidades monetarias $/m^2$, el Estado le cobrará 145 unidades monetarias $/m^2$ a la empresa B y 155 unidades monetarias $/m^2$ a la empresa A.

El equilibrio de Nash en este juego está en que ambas empresas ofrezcan el precio máximo



JORNADA DE EXPERIENCIAS INNOVADORAS EN EDUCACIÓN EN LA FCEIA

(200 unidades monetarias). Se realizó posteriormente una explicación de este concepto de equilibrio, por qué no es probable que ambas empresas ofrezcan el mínimo y el razonamiento que lleva a que el equilibrio de Nash se encuentre en el máximo valor. Cada empresa tuvo 3 minutos para decidir qué oferta final le dará al estado.

A la final pasaron un número impar de empresas a la ronda definitiva (1 por cada sector y el mejor segundo general), para que de este modo se pudiera jugar el juego del ciempiés un número par de veces de forma de que todas las empresas tengan las mismas posibilidades de ganar. El juego del ciempiés consiste en una serie de pasos en los que cada empresa tiene que elegir entre invertir un poco de su fortuna actual en pos de ganar más a futuro, pero dependiendo de lo que haga su empresa rival en el mercado, o plantarse con la fortuna actual. Finalmente, al terminar de jugar todos contra toda la empresa que haya maximizado sus utilidades en una tabla general sería la ganadora del juego. En el juego cada participante tuvo como máximo 1 minuto para decidir si invertir o plantarse en cada paso. Cada participante no conocía los resultados obtenidos en las otras negociaciones para no influir en sus estrategias.

ETAPA 5: Al finalizar el juego, los tutores realizaron un análisis del comportamiento y decisiones de cada grupo, para que los participantes tomen conciencia de los mecanismos que tuvieron al elegir cada estrategia y cómo se interpreta el equilibrio de Nash. Se mostraron, en función de las elecciones de cada equipo, los dos mecanismos que fueron utilizados (Sánchez-Cuenca, 2009). El primer mecanismo marca que el equilibrio de Nash se puede lograr usando la predicción racional de cómo deberían tomarse las decisiones dentro de la Teoría de Juegos. Pero esto supone que los rivales también toman decisiones racionales, cosa que no siempre sucede y quedó evidenciado en algunos resultados de la actividad desarrollada. El otro mecanismo que se evidenció fue que no todo se basaba en comprender racionalmente el juego y decidir en función a ello, sino que muchos fueron trabajando en un proceso de ensayo y error, donde se aprende paulatinamente en función de las experiencias tomadas y sus resultados.

En las Figuras 2.2 a 2.5 se presentan algunas imágenes del desarrollo del juego que fue diseñado en el software Discord donde los participantes en grupos tomaban decisiones usando las salas que ofrece este dispositivo.



JORNADA DE EXPERIENCIAS INNOVADORAS EN EDUCACIÓN EN LA FCEIA



Figura 2.2. Un grupo con su tutor analizando la estrategia



Figura 2.3. Par de grupos presentando sus estrategias

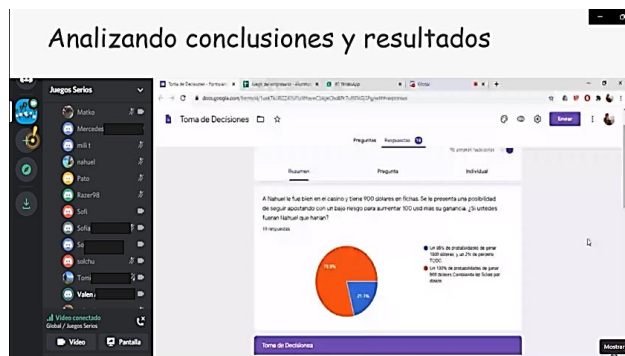


Figura 2.4. Análisis de los resultados de los diferentes grupos



Figura 2.5. Reflexión final de todos los participantes del juego



JORNADA DE EXPERIENCIAS INNOVADORAS EN EDUCACIÓN EN LA FCEIA

Conclusiones

Como reflexiones de la experiencia vivenciada se señala:

- Adaptación rápida a cambios repentinos.
- Los alumnos/tutores potenciaron la habilidad de comunicación, motivación y aprendizaje autónomo, así como su capacidad para actuar con espíritu emprendedor ya que ellos proponían y elegían el juego a diseñar y correr.
- Un sólido trabajo en equipo y colaborativo (tanto de docentes como de estudiantes) para el logro del objetivo planteado.

El juego diseñado puede adaptarse de modo simple a un formato presencial, así como las preguntas asistidas por plataformas de creación de cuestionarios de evaluación (como Kahoot!, Quizzizz, etc.) para trabajar seguimiento de contenidos.

El juego propuesto constituye un aporte de mejora continua en Educación Superior. Se logró encontrar un modo virtualizado para poder desarrollarlo, tratando de acercar los participantes en la distancia, simulando la situación del juego presencial. Esta actividad en un contexto de enseñanza puede considerarse como una herramienta complementaria que aporta al aprendizaje activo, enlaza con conocimientos y experiencias previas con nuevos contenidos, promoviendo el aprendizaje significativo. Constituye un excelente medio para articular el saber con el hacer a través de la reflexión en la acción. Además, el juego puede verse como una innovación educativa, pues se propone como un proceso que implica transformaciones en las prácticas de enseñanza-aprendizaje.

El aislamiento social, preventivo y obligatorio aceleró la digitalización en la educación, disparando importantes transformaciones y experiencias que se pueden capitalizar como oportunidades de mejora en la enseñanza y en el aprendizaje hacia el futuro.

Referencias bibliográficas

- Allais, M. (1953). Le Comportement de l'Homme Rationnel devant le Risque: Critique des Postulats et Axiomes de l'Ecole Americaine. *Econometrica*, 21(4), 503-546. <https://doi.org/10.2307/1907921>.
- Kahneman, D. (2011). *Pensar rápido - Pensar Despacio*. Debate.
- Nash, J.F. (1950). Equilibrium points in n-person games. *Proceedings from the National Academy of Sciences*, 36(1), 48-49. <https://doi.org/10.1073/pnas.36.1.48>.
- Sanchez-Cuenca, I. (2009). *Teoría de Juegos* (2da Ed.). Centro de Investigaciones Sociológicas.



JORNADA DE EXPERIENCIAS INNOVADORAS EN EDUCACIÓN EN LA FCEIA

LA ENSEÑANZA APRENDIZAJE DE PEDAGOGÍA DESDE LA GESTIÓN SOCIAL DEL CONOCIMIENTO

*Florencia Nardoni y Rafael Guerrero**

Escuela de Ciencias Exactas y Naturales. Departamento de Matemática. Carreras de
Profesorados en Matemática y en Física. Pedagogía

Resumen

El desarrollo de Pedagogía se lleva a cabo desde un eje principal que es el “hacer pedagógico” interdisciplinario entre Física y Matemática fundamentado en la Pedagogía de la Gestión Social del Conocimiento. El proceso de enseñanza y aprendizaje es abordado desde varias dimensiones que enfocan comparativamente la enseñanza clásica o hegemónica de la Transmisión-Reproducción a partir de la experiencia de cada estudiante y la contra hegemónica revolucionaria de la Gestión Social del Conocimiento a partir del hacer pedagógico antes mencionado.

La dimensión histórica posibilita comparar el desarrollo del paradigma europeo con el latinoamericano. La dimensión epistemológica evidencia las concepciones de teoría y práctica que expresan cada uno de esos paradigmas. La dimensión política demuestra la distribución del poder-saber en cada uno de los paradigmas vivenciados por los estudiantes. La dimensión afectiva se percibe por la “afectación” intersubjetiva que produce la construcción de lo común.

La potencia de la Pedagogía de la Gestión Social de la Educación para superar la crisis de la Pedagogía Clásica se pone en evidencia a partir de la evaluación del proceso y producto logrado por el colectivo. Inclusive en términos de eficiencia y eficacia.

Palabras clave

Hegemonía. Hacer. Política. Común. Colectivo.

Abstract

The development of pedagogy is carried out from a main axis that is the interdisciplinary "pedagogical" between Physics and Mathematics based on the Pedagogy of Social Knowledge Management. The process of teaching and learning is addressed from several dimensions that comparatively focus on classical or hegemonic education of Transmission-Reproduction from the experience of each student and the revolutionary hegemonic against the Social Management of Knowledge from the aforementioned pedagogical.

The historical dimension enables to compare the development of the European paradigm with the Latin American. The epistemological dimension evidences the conceptions of theory and practice that each of those paradigms express. The political dimension demonstrates the distribution of power-to know in each of the paradigms experienced by the students. The affective dimension is perceived by the intersubjective “affectation” produced by the construction of the common.

The power of the Pedagogy of Social Management of Education to overcome the crisis of Classical Pedagogy is evidenced from the evaluation of the process and product achieved by the collective. Even in terms of efficiency and effectiveness.

Keywords

Hegemony. Do. Politics. Common. Collective.

* fnardoni@fceia.unr.edu.ar; guerrero@fceia.unr.edu.ar



JORNADA DE EXPERIENCIAS INNOVADORAS EN EDUCACIÓN EN LA FCEIA

Introducción

El desarrollo de la asignatura Pedagogía está diseñado desde un “hacer pedagógico” interdisciplinario entre Física y Matemática que es fundamentado desde la Pedagogía de la Gestión Social del Conocimiento. En dicho hacer, los estudiantes ocupan progresivamente el rol docente de sus respectivas disciplinas y los docentes de Pedagogía, antes de ocupar el rol de alumnos, transitan la función de asesores pedagógicos que favorecen dicho hacer pedagógico en sus fases de diseño, aplicación y evaluación.

Esta concepción pedagógica que llamamos Gestión Social del Conocimiento se corresponde con la Educación de Gestión Social reconocida oficialmente a través de la Ley Nacional de Educación vigente desde 2006. En tal sentido podemos decir que existe una lucha de paradigmas al interior del Sistema Educativo.

A partir de la experiencia educativa que todos tenemos por transitar el Sistema Educativo en su versión hegemónica (SEVH), por un lado, se construyen colectivamente las características del paradigma dominante y se demuestra su estado de crisis terminal como así también su carácter a-científico. Por otro lado, desde el “hacer pedagógico” de la Gestión Social del Conocimiento vamos construyendo colectivamente lo que denominamos el Sistema Educativo en su versión contra hegemónica y revolucionaria (SEVCHR) al tiempo que explicitamos sus fundamentos científicos.

El Hacer Pedagógico que desarrollamos en Pedagogía

El “hacer pedagógico” consiste en una crítica al SEVH y, al mismo tiempo, la construcción del SEVCHR como posible superación de la “crisis terminal” del primero (Guerrero, 2015). Esto último es de suma importancia para el colectivo porque la mera crítica de lo existente sin señalar alguna posibilidad de transformación puede constituirse en un factor desmoralizante para quienes estando en su etapa de formación docente y los propios docentes no están dispuestos a seguir repitiendo aquello que ya no aceptan.

Apelando a la Teoría Curricular formulada por Grundy (1991), en “Producto o praxis del currículum”, clasificamos en tres categorías de currículum (Técnico, Práctico y Emancipador) cada una de las características que aportan los estudiantes y que valoran como positivas o negativas en su experiencia educativa, manteniendo el anonimato de las personas e instituciones donde tuvieron lugar. En tal sentido, se recupera de la experiencia escolar de los estudiantes a través de la reconstrucción histórica de determinados pasajes de su vida



JORNADA DE EXPERIENCIAS INNOVADORAS EN EDUCACIÓN EN LA FCEIA

escolar que catalogan como positivas y negativas, en términos de aprendizajes y la enunciación las características principales de las mismas para fundamentar sus valoraciones. Con ello vamos logrando una caracterización epistemológica de las corrientes pedagógicas que vamos abordando, pasando de la reconstrucción de la realidad vivida a la construcción teórica de la Pedagogía.

En sintonía con esa construcción crítica nuestro hacer pedagógico también es un proceso colectivo que, partiendo de la realidad contextual actual, diseña un problema real o de realidad simulada con fines educativos, cuya resolución implica la aplicación de contenidos de Física y Matemática que los estudiantes ya dominan por haberlos estudiado en su Profesorado respectivo. De tal forma que, progresivamente, a medida que se va construyendo, aplicando y evaluando este diseño pedagógico, los estudiantes van ocupando el rol docente, mientras que los docentes vamos cediendo dicho rol y ubicándonos primero como asesores pedagógicos y finalmente como alumnos. En un proceso dialéctico de aproximaciones sucesivas y “juego de roles”, aunque el equipo docente nunca renuncia a la función técnica-pedagógica que le es propia.

En lugar de enunciar una ley y resolver unos ejercicios este hacer pedagógico les propone crear un problema en contexto de realidad, preferentemente para estudiantes del nivel secundario, donde deban intervenir la Matemática y la Física, y a partir del proceso de dicha resolución, pongan en evidencia la construcción de los contenidos (conceptuales, procedimentales y actitudinales) previamente seleccionados.

Solo por dar un ejemplo, los estudiantes en el ciclo lectivo 2021 trabajaron una propuesta pedagógica sobre el siguiente problema: ¿Qué es y cómo llega la energía eléctrica que llega a nuestras casas? El colectivo de estudiantes se dividió en pequeños grupos interdisciplinarios que tomaron, cada uno, un aspecto del problema o problema secundario que reporta al principal. Uno de esos pequeños grupos se hizo cargo de la generación de corriente eléctrica alterna.

A partir de la explicación del dispositivo y funcionamiento del generador de corriente alterna (Física) se construyó el contenido de función trigonométrica (Matemática). Apoyados en la variación sinusoidal que describe la corriente eléctrica inducida en una espira montada en el rotor cuando este gira 360° dentro de un campo magnético envolvente. Pusieron esto en evidencia a partir de fotografías y videos primero, y luego, mediciones, representaciones gráficas de las mediciones (Física) y del valor que toma la función seno según la posición de la espira en determinados puntos o ángulos que recorre



JORNADA DE EXPERIENCIAS INNOVADORAS EN EDUCACIÓN EN LA FCEIA

el rotor cuando gira 360°. Seguidamente explicaron la deducción de las expresiones matemáticas que se manifiestan en las regularidades observadas. Por último, enunciaron la ley física y principio matemático correspondiente y propusieron algunos ejercicios.

Por su parte el pequeño grupo que diseñó la propuesta pedagógica de introducción que responde a la pregunta qué es la corriente eléctrica estimuló la participación con juegos que suelen hacer los alumnos en la escuela primaria al frotar una regla sobre la ropa y levantar pequeños trozos de papel. Vincularon este fenómeno con los rayos que observamos en las tormentas eléctricas para construir el concepto de “electrón libre” que luego es aplicado al funcionamiento de la pila.

En este breve recorte de la propuesta pedagógica que ponemos como ejemplo, podríamos decir que el hacer pedagógico sigue un proceso natural de construcción del conocimiento que guarda alguna similitud con el trabajo de investigación. Recreando, a la escala del aula, el trabajo tecnológico y científico concreto que posibilita la construcción de las abstracciones expresadas en los contenidos de enseñanza que se desarrollan. Siguiendo un movimiento sin fin de complejidad creciente que parte de lo concreto y sintético (la totalidad) para ir a lo abstracto y analítico (las partes) y luego retornar a lo concreto y sintético, el cual puede representarse mediante la metáfora de la “espiral dialéctica” de tal manera que cada último conocimiento concreto y sintético es mucho más concreto y sintético que los anteriores.

En cierta medida, esto último es también el proceso general que seguimos durante todo el ciclo lectivo para el desarrollo de Pedagogía. Proceso dialéctico que tan bien explica Peña (2007) respecto del conocimiento.

Partimos de un enfoque sintético y concreto de la Pedagogía, a partir de la propia experiencia educativa, nos movemos a otro analítico y abstracto donde recurrimos a la “Caja de Herramientas” conceptuales que nos proveen los autores seleccionados para comprender científicamente dicha experiencia educativa que poseemos, para volver a un nuevo nivel sintético y concreto, pero que será mucho más concreto y sintético que el anterior “porque entonces tendremos a nuestra disposición un contenido más rico, tendremos el conocimiento conceptual y el conocimiento interpersonal que iremos obteniendo en nuestras sucesivas reuniones” (Peña, 2007, p.27).

El conocimiento de cada una de las partes de una totalidad implica la construcción de cada una de las abstracciones correspondientes, lo cual nos posibilita acceder a un conocimiento analítico abstracto. Es decir que el conocimiento de lo concreto o la totalidad es sintético y



JORNADA DE EXPERIENCIAS INNOVADORAS EN EDUCACIÓN EN LA FCEIA

el conocimiento de lo abstracto o una parte de dicha totalidad es analítico. Lo sintético y analítico como también lo concreto y lo abstracto o el todo y la parte son la contradicción fundamental de un proceso cuyo desarrollo denominamos construcción de conocimientos. Para ello nos valemos de una disposición espacial, temporal y grupal diferente al aula. Lo hacemos en el mismo salón de clases, pero desde la concepción del Taller ya no como mera técnica sino como dispositivo educativo, con una metodología que difiere radicalmente de la concepción metodológica del aula tradicional.

Intentando una suerte de definición, se podría decir que el taller en la concepción metodológica de la educación popular es: un dispositivo de trabajo con grupos, que es limitado en el tiempo y se realiza con determinados objetivos particulares, permitiendo la activación de un proceso pedagógico sustentado en la integración de teoría y práctica, el protagonismo de los participantes, el diálogo de saberes, y la producción colectiva de aprendizajes, operando una transformación en las personas participantes y en la situación de partida (Cano, 2012, p.33).

El Taller como dispositivo tiene tres momentos: Apertura, Desarrollo y Cierre. El primero y el último tienen una duración de 1/3 del total de tiempo asignado a cada clase, prevalece el discurso docente y corresponden al encuadre de la tarea y la valoración del proceso y el producto del aprendizaje, respectivamente. Mientras que el Desarrollo dura 2/3 del tiempo total, prevalece el discurso estudiantil y la función docente se restringe a la coordinación de la circulación de la palabra, el estímulo a la participación, a la contra argumentación de las opiniones de sentido común para que las reflexiones se orienten a la fundamentación científica y el sostenimiento de la atención en la resolución del problema principal planteado en el encuadre de la tarea.

El Taller parte siempre de un problema principal, un caso o un proyecto vinculado al contexto socioeducativo del colectivo, por cuya razón la participación no requiere, en principio, de una lectura teórica previa. En nuestra experiencia docente planificamos cada clase-taller desde un problema principal que consideramos de interés para el colectivo y un conjunto de problemas secundarios cuya resolución abonan a resolver el principal. En todos los casos la resolución de la problemática planteada requiere de la construcción de los contenidos curriculares seleccionados en cada oportunidad.

Si bien la planificación se hace lo más rigurosa posible, la consideramos como una totalidad abierta ya que se esperan aportes del colectivo que implican rediseños en el propio proceso. Asimismo, en el Desarrollo pueden introducirse diferentes técnicas y agrupamientos en función de los objetivos que nos planteamos en la planificación. Habrá



JORNADA DE EXPERIENCIAS INNOVADORAS EN EDUCACIÓN EN LA FCEIA

momentos en que se funciona en plenario que bien pueden estar combinados con instancias de producción en pequeños grupos e inclusive individuales porque, si bien sabemos que la producción de conocimientos es siempre grupal, no por eso desconocemos que cada uno se apropia de manera singular.

En tal sentido, por dar un ejemplo, sigue siendo válida la clásica técnica de evaluación individual conocida como prueba escrita pero lo que sí cambia es el contenido de la misma que ya no estará orientada a la fidelidad de la reproducción sino a la producción creativa, aunque sí apoyada en las herramientas conceptuales, procedimentales y actitudinales que se han venido construyendo.

Desde nuestro análisis vemos que en el dispositivo Taller convergen al menos tres (dispositivos) creados por tres personas que no se conocían, con enormes coincidencias metodológicas, con distintos fines pero en un mismo período histórico, y en el mismo contexto regional, Latinoamérica de los años 60 del siglo XX. Estos son: el Círculo de cultura de Paulo Freire, el Grupo Operativo de Enrique Pichon Rivière y el Trabajo Voluntario de Ernesto Guevara. El primero destinado a la alfabetización de adultos en el nordeste brasileño. El segundo orientado al tratamiento de enfermedades mentales en hospitales del conurbano bonaerense. El tercero para la formación de la conciencia socialista del pueblo cubano. Son tales las coincidencias que Paulo Freire confesó que, cuando leyó a Pichon Rivière pensó que lo había copiado y que después de desarrollar su concepción de Educación Popular se dio cuenta que su propuesta educativa estaba hecha para la formación del hombre nuevo que se propuso el Che.

Sin embargo, estas coincidencias no son casualidades, cuando reconstruimos el proceso histórico de la gestión social hasta llegar a la Pedagogía de la Gestión Social del Conocimiento que estamos construyendo nos damos cuenta de la existencia de un desarrollo cultural que tiene sus raíces en la Filosofía Originaria Andina y donde el trabajo, el hacer, es un componente clave en el proceso pedagógico.

Dimensión epistemológica

Se podría decir que pensamos el desarrollo curricular de Pedagogía como un hacer reflexionado y en virtud de ello nos parece adecuado hablar de una "Epistemología del hacer". La práctica la ubicamos en la acción para transformar la realidad mientras que la reflexión, sobre dicha acción, es también una práctica productora de la teoría que se desprende de dicha acción. Lo que se corresponde con una inversión revolucionaria de



JORNADA DE EXPERIENCIAS INNOVADORAS EN EDUCACIÓN EN LA FCEIA

ambos términos respecto del currículum técnico que impera en el SEVH, ya no tenemos una práctica que deviene de la teoría sino una teoría que deviene de la práctica.

Partimos de una premisa zapatista: “la teoría de la teoría se llama metateoría. Nuestra metateoría es nuestra práctica”. Es decir que, si la teoría es un modo de entender la práctica, esta comprensión será a su vez entendida desde la práctica. La premisa plantea entonces tanto una relación entre teoría y práctica como una primacía de la segunda sobre la primera... Si definimos a la práctica como una relación activa con lo real, es decir, como una actividad que produce transformaciones en lo real, podemos definir a la teoría como un momento interno de la práctica, como una actividad de teorización. Y es así como podremos pensar a la práctica teórica como una relación activa con el saber... Llamaremos pensamiento al momento reflexivo de la práctica. Es decir, cuando la relación activa con lo real se aplica sobre sí misma, deviniendo autoalteración. El pensamiento, así definido, no es una actividad puramente mental, ni individual, ni contemplativa. El pensamiento es una actividad práctica. Es la práctica transformándose a sí misma... Llamaremos saber al efecto residual o a la huella del pensamiento. El resultado del pensamiento es la transformación del hacer. Pero además de resultados, la actividad de pensamiento produce efectos. A estos efectos los denominamos saberes... La noción de caja de herramientas es una buena imagen del tipo de vínculo con el saber que apuntamos a establecer desde la epistemología del hacer, porque se trata de un conjunto asistemático, heterogéneo y desjerarquizado de recursos que deberán ser combinados siempre de formas nuevas y fragmentarias para la realización de una actividad orientada a resolver problemas singulares. Siguiendo la lógica de la imagen planteada, ninguna herramienta tiene valor en sí misma, sino que su valoración depende de la pertinencia situacional, es decir, de la utilidad que tenga respecto de un problema en particular (Ingrassia, 2016, pp.5-7).

La Epistemología del Hacer es convergente con la concepción materialista dialéctica del proceso de conocimiento donde Práctica y Teoría constituyen una unidad dialéctica y como tal son términos antitéticos pero indivisibles aunque se opongan e impliquen mutuamente. Donde la práctica es la Acción sobre la realidad que se transforma y la teoría la Reflexión que deviene de ese accionar sobre lo real. A esta relación acción-reflexión Freire la va a denominar Praxis.

En tal sentido la jerarquía de la teoría sobre la práctica, la concepción de esta última como mero ejercicio mecanizado de verificación de la primera y la fragmentación de ambas, que constituyen el principio curricular del SEVH carecen de todo fundamento científico.



JORNADA DE EXPERIENCIAS INNOVADORAS EN EDUCACIÓN EN LA FCEIA

La inversión de la relación Teoría-Práctica y la reformulación conceptual de cada uno de estos aspectos de la Educación Clásica por dos términos opuestos, unidos en una contradicción dialéctica, donde la Teoría deviene de la Práctica es uno de los aspectos fundamentales que nos posibilita demostrar por qué afirmamos que la Educación de Gestión Social es verdaderamente revolucionaria. En esta demostración también se pone en evidencia la unidad de todas las pedagogías contra hegemónicas existentes, pero que no logran superar al paradigma educativo clásico, en una síntesis que tampoco excluye a este último porque conserva varios de sus componentes, aunque reformulados en sus posiciones y funciones. Lo cual puede fundamentarse en las Leyes de la Lógica Materialista Dialéctica, como por ejemplo la de El cambio y la contradicción.

Así para comprender algo, es preciso distinguirlo de su opuesto, porque su existencia depende de la existencia de otras cosas, las cuales se engendran con ella en una relación de contradicción. Además, los opuestos polares siempre llegan a identificarse. Aun cuando en cierto momento dos propiedades aparezcan como excluyentes entre sí, no obstante, esta posición radical se supera siempre en un momento posterior, en el cual se identifican las propiedades antagónicas por la coincidencia de sus características. Por otro lado, cada proceso concreto es una unidad de elementos contrapuestos. Porque toda manifestación particular de uno de los elementos implica la relativa abstracción de los otros elementos, sin que por ello dejen de existir estos últimos. Así, cuando se acusa destacadamente la existencia de un elemento determinado, entonces ocurre sencillamente que el correspondiente elemento contrario está ocupando una posición relativamente secundaria y menos manifiesta... Más aún, las propiedades opuestas de un proceso son las que lo constituyen de una manera intrínseca... Entonces las causas externas son la condición del cambio, en tanto que las internas forman las bases del cambio (Gortari, 1972, pp.51-52).

En tal sentido, la crisis de la Educación Clásica si bien atraviesa todos los niveles, se expresa claramente en el tránsito del secundario al universitario y al manifestarse como causas externas constituyen la condición del cambio. Pero el cambio solo puede tener lugar a partir de la transformación cualitativa y cuantitativa de las causas internas. Esto es, un nuevo orden de los componentes curriculares e institucionales y eso es lo que hace la Educación de Gestión Social y por eso desarrollamos nuestra tarea docente desde la Pedagogía que le es propia, la Gestión Social del Conocimiento.

En este proceso de transformación pedagógica, la Pedagogía de la Gestión Social del Conocimiento logra incorporar las cualidades principales de las pedagogías que, si bien son



JORNADA DE EXPERIENCIAS INNOVADORAS EN EDUCACIÓN EN LA FCEIA

contrarias a la Pedagogía Clásica, como por ejemplo el Movimiento Escuela Nueva, nunca pudieron sustituirla con reconocimiento oficial porque, al estar centrada solamente en el interés individual de los alumnos, rechaza la existencia de los contenidos.

En cambio, la Pedagogía de la Gestión Social del Conocimiento, al diseñar el proceso educativo mediante la construcción de un problema, caso o proyecto que está relacionado con el contexto social de los estudiantes, toma el interés y la libertad como valores fundamentales que sostienen las otras pedagogías contra hegemónicas pero ya no como valores de interés y libertad individuales, sino que los supera porque los reformula en el interés contextual-social de los estudiantes y la libertad con los otros.

La Pedagogía de la Gestión Social del Conocimiento no solo incorpora a las pedagogías contrarias sino además ciertas cualidades de la propia Pedagogía Clásica y lo hace no por simple adición de las mismas sino mediante un proceso de síntesis que tiene lugar al resolver la contradicción entre la Tesis dominante y la Anti tesis de los opuestos. Lo cual responde a la concepción de transformación superadora del conflicto según la Lógica Dialéctica.

Cada vez que se resuelve una nueva contradicción tiene lugar una transformación que disuelve las tendencias en conflicto bajo un nuevo orden donde pasa a ser hegemónico el término que antes era hegemonizado. En la Pedagogía de la Gestión Social del Conocimiento, la práctica que ocupa un lugar dependiente de la teoría y generalmente mecanizado en la Pedagogía de la Educación Clásica, se transforma en la acción que transforma la realidad y de cuya reflexión pasa a depender la teoría. La práctica ha pasado de ser hegemonizada a ser hegemonizante y la teoría que era hegemonizante pasa a ser hegemonizada. Por eso hablamos de una revolución y no porque pretendamos poner un término que llame la atención.

Dimensión política

Cuando expusimos la estructura del Taller e identificamos sus tres momentos Apertura, Desarrollo y Cierre, dijimos que en el primero y el último prevalece el discurso docente y en el otro el discurso estudiantil que duplica en tiempo a la suma de los otros dos. Asimismo, planteamos que en la Apertura se encuadra la tarea a partir de un problema principal cuya resolución puede iniciarse sin que sea necesario una lectura teórica previa.

Prácticamente hoy casi nadie niega que el saber es una fuente de poder. Este último es objeto de estudio de las Ciencias Políticas y algunos pedagogos inclusive hablan del saber-



JORNADA DE EXPERIENCIAS INNOVADORAS EN EDUCACIÓN EN LA FCEIA

poder. Por lo cual no cabe ninguna duda que el acto educativo es un hecho político. No es casualidad que Paulo Freire titule uno de sus textos “La educación como práctica de la libertad” y, como refiere a un proceso colectivo, al igual que la Pedagogía de Gestión Social, se trata de una libertad con los otros. Una libertad muy superior a la que refiere la individualidad que funda la Pedagogía Clásica.

El dispositivo Taller posibilita que en determinados momentos se distribuya ese saber-poder, particularmente en el momento de Desarrollo, cuando el equipo docente lo cede a los estudiantes.

Lo que implica un empoderamiento de los estudiantes, siendo esto determinante si se pretende que la educación desarrolle un proceso emancipador y desalienante, el cual es propio de la Pedagogía de la Gestión Social del Conocimiento.

Dimensión afectiva

La relación de afecto se construye a través de la afectación intersubjetiva que se pone en juego en la construcción de lo común que realiza un colectivo.

El modo de existencia de todo organismo está fundado sobre la capacidad de actuar. Es el motivo por el cual cuanto más actúa un organismo, más conoce y desarrolla su potencia de actuar... un organismo existe en este esfuerzo por mantener su forma, lo que Spinoza llama su “modo”... Y es a partir de esta identificación del despliegue de actuar en niveles de conocimiento, que es necesario interpretar los tres niveles de conocimiento definidos por Spinoza (Benasayag y Del Rey, 2018, pp.8-9).

Los autores, en relación con el planteo de los tres niveles de conocimiento del filósofo de Spinoza (1632-1677), establecen lo siguiente:

El primer género de conocimiento es “aquel de las identificaciones inmediatas con nuestros roles e identidades más superficiales”, constituyendo el nivel mínimo de conocimiento “donde el organismo no puede actuar más que en una gran ignorancia”. Donde el conflicto se resuelve mediante la violencia que busca suprimir la identidad diferente.

El segundo género de conocimiento se inicia cuando el organismo “puede comenzar a conocer por las causas, es decir, por las relaciones de lucha y de unidad que tejen el conflicto”. Es en este nivel más profundo en el cual el conflicto puede conocerse más allá de la superficialidad del enfrentamiento.

El tercer género de conocimiento es el más profundo de todos “que es anterior a las determinaciones de las partes en lucha”, cuando somos capaces de apartarnos de nuestras



JORNADA DE EXPERIENCIAS INNOVADORAS EN EDUCACIÓN EN LA FCEIA

Podemos señalar que un desafío constante ha sido sostener en la práctica, momentos de “hacer pedagógico”, con la intención de alcanzar la coherencia entre los principios o fundamentos por los cuales se ha optado, con la metodología utilizada en el aula. Aun sabiendo que nuestra práctica no está exenta de contradicciones, hemos recurrido a ciertas estrategias para buscar esa interrelación entre teoría y práctica dando relevancia al trabajo colectivo. Entre ellas destacamos:

- *Propuesta de un taller sobre una problemática de actualidad:* a los fines de vivenciar la experiencia de un taller de análisis de una problemática y, a la vez, extraer de esa experiencia las características y momento del taller como herramienta de enseñanza, hemos desarrollado en estos años varias clases con esta impronta. En las primeras experiencias seleccionamos como problemática: ¿cuáles son los factores que influyen en la permanencia en las carreras universitarias? A partir de la misma, cada estudiante pudo participar desde su saber e historia personal, llegando a visualizar que, obstáculos que se presentaban a simple vista como singulares, eran en realidad colectivos. Recordamos que fueron encuentros muy emotivos, por las vivencias personales que la temática y el clima del espacio hizo aflorar y, hacia el cierre del mismo, se propuso la reformulación de la problemática, entendiendo que era más justo preguntar: ¿cuáles son los factores que nos expulsan de las carreras universitarias? En años posteriores, optamos por introducir una perspectiva feminista, aunque sea en pequeña escala, haciéndonos eco de las movilizaciones sociales. Así, por 2019 comenzamos a trabajar desde la consigna #niunamenos, para analizar desde allí algunas frases o eslóganes presentes en las marchas y en las campañas, bajo la pregunta: ¿cuáles son los mandatos sociales que aparecen cuestionados?, ¿cómo se han construido?, ¿cómo se deconstruyen? Esta propuesta ha sido reformulada utilizando en la última experiencia como disparador, la pregunta: ¿por qué decimos que “lo personal es político”? Se apela al trabajo con frases e imágenes de marchas que abren al debate y a la reflexión. Y, al finalizar, el grupo de estudiantes realiza una valoración o evaluación de la actividad en sí proponiendo, por ejemplo, nuevas consignas o temáticas que se podrían incluir en esa propuesta, a la vez que se les propone extraer de lo vivenciado, los momentos y características de la metodología taller.
- *Registro de los encuentros como producción colectiva del saber:* entendemos que, para que el encuentro grupal y las producciones que allí se generan puedan ser comprendidas como saberes válidos y valiosos, es necesario darle entidad a los mismos. De este modo, se procura que el registro escrito sea un sostén de los debates, discusiones o producciones,



JORNADA DE EXPERIENCIAS INNOVADORAS EN EDUCACIÓN EN LA FCEIA

que se generan en el espacio del aula. En primera instancia, el equipo docente es quien se encarga de realizar registro, e iniciar la clase siguiente con una recuperación del mismo. A su vez, en varias ocasiones, las producciones que han tenido mayor relevancia en los avances del grupo, son recuperadas en más de una oportunidad. Progresivamente, se va solicitando que sean estudiantes quienes tomen la tarea de tomar nota, para interiorizar esta herramienta como parte de su futuro trabajo docente, y como compromiso con la tarea grupal en el presente.

- *Diseño de una propuesta de taller para Física y Matemática:* tal como se ha descrito en la primera parte del trabajo, el diseño y realización de un Taller de una problemática en Física-Matemática, es el trabajo estructural del año, que intenta traducir en una propuesta pedagógica concreta, los principios de la Pedagogía de la Gestión Social del Conocimiento, de las perspectivas críticas en educación. Utilizamos, para inspirar este trabajo, el análisis de las cartillas que utilizaba Freire en su trabajo de alfabetización de adultos, y que está presente en su libro “La educación como práctica de la libertad” (Freire, 2009). Se van realizando momentos sucesivos y progresivos de producción, dando lugar a la formulación y reformulación de la pregunta problema (eje del encuentro que se diseña); la selección de materiales, estrategias, técnicas, recursos; la organización de los momentos del taller; la explicitación de los fundamentos de las elecciones realizadas. A lo largo de estos años, nos hemos encontrado con diferentes obstáculos en el inicio de la tarea: no sentirse preparados para pensar una clase; creer que la metodología taller sería propicia para asignaturas de otros campos del saber, como las humanidades; tender a exponer primero un corpus teórico, con la idea de que “primero tienen que saber la teoría, sino no van a entender”. Todos ellos, obstáculos que se manifiestan en el momento de ponerse en el lugar de docentes, poniendo en evidencia la necesidad de acompañar en la propia práctica los procesos de interrogación sobre los propios modelos educativos o prácticas pedagógicas con los cuales hemos sido formados.
- *Interrelaciones con otros estudiantes, docentes y cátedras:* en varias oportunidades hemos establecido relaciones con otros docentes y estudiantes de la Facultad, a lo fines de generar espacios de interlocución y debate con otras visiones. Una de esas vinculaciones se estableció con una cátedra de Introducción a la Ingeniería Mecánica, participando en las exposiciones finales de experiencias de construcción de dispositivos como una cocina solar o un disecador de alimentos solar, que los estudiantes realizan en su paso por primer año en esa carrera de Ingeniería. Por otro lado, se ha invitado a docentes de Física y



JORNADA DE EXPERIENCIAS INNOVADORAS EN EDUCACIÓN EN LA FCEIA

Matemática que expongan la puesta en práctica y su análisis de una experiencia de taller sobre teoría de ondas, temática que habían presentado como trabajo final en un curso docente donde trabajamos en conjunto. También se ha convocado a estudiantes de las primeras experiencias de diseño de talleres a contar sus propuestas, como inspiradoras para el trabajo.

Por otro lado, es posible afirmar que uno de los principales desafíos con el que nos encontramos es redirigir la mirada a los aspectos estructurales y sistémicos, para desprender la enseñanza de sus aspectos micros, o exclusivamente de las figuras docentes. Instalar nuevas vías de transformación, que no se anclen en la supuesta ausencia de “vocación” o “pasión” de los docentes. El trabajo es arduo, pues, si bien quienes están transitando la docencia han hecho una elección en su defensa, las representaciones sociales en torno al trabajo docente hacen que muchas veces se localice allí puramente la responsabilidad por el futuro educativo. Historizar, generar espacio de interrogación, hacer lugar a la repregunta, sostener y ofrecer intervalos de tiempo para esos aprendizajes son estrategias a las que recurrimos para alcanzar una reflexión pedagógica más profunda.

Finalmente, la mirada atenta hacia las particularidades de los grupos, sus inquietudes y necesidades, va moldeando o reconfigurando la planificación del espacio.

Síntesis final

En la primera clase se les propone a los estudiantes un desafío para trabajar durante todo el año. El mismo está basado en un “hacer pedagógico” contra hegemónico y revolucionario en la enseñanza y aprendizaje de sus respectivas disciplinas, acotado a la escala que correspondería a su ámbito de trabajo.

Este desafío se traduce en una pregunta principal que, si bien responde a la construcción colectiva anual, tendrá de inmediato una primera respuesta pero que, volvemos a plantearnos a mediados y a finales del año. Para cada semana habrá una pregunta secundaria que aporta a la complejidad de nuestro hacer pedagógico anual en construcción. La cual será la pregunta principal de esa semana y que habrá de responderse a partir de un conjunto de preguntas secundarias que reportan a la principal semanal o secundaria anual.

Es decir que partimos de un enfoque sintético y concreto, y vamos a uno analítico y abstracto, para volver a otro sintético y concreto, donde el último es siempre mucho más concreto que el primero y de todos los anteriores que le preceden.



JORNADA DE EXPERIENCIAS INNOVADORAS EN EDUCACIÓN EN LA FCEIA

El fundamento de la propuesta de este hacer pedagógico es la crisis del Sistema Educativo Hegemónico que es irreversible dentro del propio Sistema y que se resuelve sustituyéndolo por otro nuevo, cuya vivencia posibilite percibir su enorme superioridad. Determinada, tanto por el salto en complejidad creciente (Lógica Materialista Dialéctica) o en términos de eficacia y eficiencia (Lógica Formal). Eficacia porque posibilita la apropiación de los conocimientos construidos, al menos, por el 80% de los alumnos destinatarios y eficiencia porque se logra en los tiempos estipulados por el plan de estudios.

Revirtiendo las estadísticas de la propia Facultad y de las facultades similares del país, donde la aprobación ronda el 20% y en tiempos que llegan a duplicar los estipulados por el plan de estudios. Lo cual pone en evidencia la ineficiencia e ineficacia del Sistema Educativo Hegemónico.

A la sustitución, lo denominamos Sistema Educativo Contra Hegemónico Revolucionario y no es que lo llamamos así por darle espectacularidad sino porque es una transformación que unifica las diferentes pedagogías contra hegemónicas y también a la Clásica, en una síntesis superadora. Proceso al cual las leyes de la Lógica Materialista Dialéctica (Teoría general del cambio) definen como una revolución.

Desde la perspectiva epistemológica se deja en claro que la asignatura Pedagogía no sigue la tradición clásica de auto percibirse solamente como una Filosofía de la Educación sino que, además, incursiona en el tipo de prácticas educativas que implican dichas filosofías, ubicándose en el conjunto de las denominadas Pedagogías Críticas. Para lo cual, es muy importante el punto de partida: las prácticas educativas vivenciadas que evocan los estudiantes.

Definimos a las pedagogías emancipadoras como un desarrollo propiamente latinoamericano. Para lo cual ponemos en evidencia la concepción pedagógica de las escuelas fundadas por Simón Rodríguez en el contexto de las guerras revolucionarias suramericanas contra la corona española (1820). Las convergencias de los dispositivos educativos creados en el contexto revolucionario de mediados de siglo XX en Latinoamérica: el Círculo de cultura (Paulo Freire), el Grupo operativo (Enrique Pichon Riviere) y el Trabajo voluntario (Ernesto "Che" Guevara). Donde, obviamente por la especificidad pedagógica, sobresale ampliamente el abordaje del primero, pero los otros dos nos posibilitan ampliar la caracterización histórica de la época y la región.

Si bien el primero está destinado a la alfabetización de adultos, el segundo a la clínica psiquiátrica y el tercero a la formación política ciudadana, es notable su convergencia



JORNADA DE EXPERIENCIAS INNOVADORAS EN EDUCACIÓN EN LA FCEIA

epistemológica, metodológica y ética para abordar el nuevo dispositivo que llamamos Taller y que consideramos muy apropiado para la Pedagogía de la Gestión Social del Conocimiento.

Demostramos cómo esta Pedagogía Latinoamericana está notablemente influenciada por la Filosofía Indígena Andina, miles de años antes que la Filosofía Materialista Dialéctica inaugurada por Marx recientemente, sobre fines del siglo XIX, destacando las convergencias de ambas construcciones filosóficas como fundamento de la Gestión Social del Conocimiento. Cuyas irrupciones surgen siempre en contextos políticos de procesos revolucionarios en Latinoamérica, tanto en el siglo XIX, como en el XX y también en el XXI.

Con lo cual cumplimos con las prescripciones curriculares formuladas por el CIN (Consejo Interuniversitario Nacional) para todos los Profesorados de Física y Matemática de las universidades argentinas, las cuales son: el estudio de las corrientes pedagógicas latinoamericanas y los problemas reales como herramienta de intervención docente en los procesos de enseñanza y aprendizaje.

Al hablar de un hacer pedagógico que implica acción y reflexión estamos re-ubicando y re-definiendo a la relación teoría y práctica. No solo estamos invirtiendo la relación jerárquica del primer término respecto del segundo, sino que estamos vinculando a este último con la realidad profesional docente.

Si bien va quedando claro para todos que una revolución educativa no se hace desde la mera transmisión de una teoría pedagógica revolucionaria, también queda claro que, sin teoría revolucionaria, no hay revolución posible. Pero la teoría ya no es tomada como un fin en sí mismo sino como una caja de herramientas que favorece la intervención pedagógica y un respaldo que no solo está integrado por las conceptualizaciones de los y las autoras sino fundamentalmente por las reflexiones teóricas del colectivo que devienen del hacer pedagógico orientado a la enseñanza de la Física y Matemática. Siendo los contenidos de estas dos disciplinas aportados por ellos mismos a través de los conocimientos adquiridos en el transcurso de la carrera.

Al tratarse de un proceso colectivo, se observa una importante auto organización colectiva extra clase de los estudiantes, la construcción de autonomía grupal y el desarrollo de vínculos intersubjetivos de carácter colaborativo, cooperativo, solidario y afectivo. Motivados por la afectación que produce el intercambio de saberes.



JORNADA DE EXPERIENCIAS INNOVADORAS EN EDUCACIÓN EN LA FCEIA

Para finalizar podemos afirmar que, según nuestra experiencia, el desarrollo curricular de la asignatura Pedagogía desde la concepción de la Gestión Social del Conocimiento contribuye a la confianza en el ejercicio de la docencia que les muestra un rumbo posible para no repetir las mismas prácticas que, para los mismos estudiantes, ya son inaceptables.

Referencias bibliográficas

- Benasayag, M. y Del Rey, A. (2018). *Elogio del conflicto*. 90 Intervenciones.
- Braccialarghe, D., Introcaso, B. y Rodríguez, G. (2015). Hacia la construcción de la modalidad de taller como propuesta de integración entre introducción a la ingeniería y las ciencias básicas. *Revista Argentina de Enseñanza de la Ingeniería*, 4(9), 41-50. <https://docplayer.es/142855618-Hacia-la-construccion-de-la-modalidad-de-taller-como-propuesta-de-integracion-entre-introduccion-a-la-ingenieria-y-las-ciencias-basicas.html>.
- Cano, A. (2012). La metodología de taller en los procesos de educación popular. *Revista Latinoamericana de Metodología de las Ciencias Sociales*, 2(2), 22-51. <https://www.relmecs.fahce.unlp.edu.ar/article/view/RELMECSv02n02a03>.
- Contreras, D.J. y Pérez de Lara Ferré, N. (Comps.) (2010). *Investigar la experiencia educativa*. Morata.
- Freire, P. (2009). *La educación como práctica de la libertad*. Siglo XXI.
- Gortari, E. (1972). *Introducción a la lógica dialéctica*. Fondo de Cultura Económica y Universidad Nacional Autónoma de México.
- Grundy, S. (1991). *Producto o praxis del currículum*. Morata.
- Guerrero, R. (2015). *Dialéctica de la Educación*. Asociación de Profesores de la Facultad de Ciencias Exactas e Ingeniería de la Universidad Nacional de Rosario.
- Ingrassia, F. (2016). *Epistemología del Hacer*. Universidad del Hacer. <https://medium.com/@unidelhacer/epistemolog%C3%ADa-del-hacer-9d165e2f19c8>.
- Peña, M. (2007). *Introducción al pensamiento de Marx*. Último Recurso.
- Rodríguez, G., Guerrero, R. y Nardoni, F. (2018). Repensar la praxis educativa: integrando el hacer en primer año de una carrera de ingeniería. *Propuesta Educativa*, 27(50), 79-91. <http://propuestaeducativa.flacso.org.ar/wp-content/uploads/2019/11/PropuestaEducativa50-rodriguez-guerrero-nardoni.pdf>.



JORNADA DE EXPERIENCIAS INNOVADORAS EN EDUCACIÓN EN LA FCEIA

EL DESARROLLO Y LA EVALUACIÓN DE LAS COMPETENCIAS PARA EL ANÁLISIS DE MÁQUINAS ELÉCTRICAS EN UN ENTORNO VIRTUAL

*José Ángel Cano, Boris Mateljan y Juan Pablo Mirable**

Escuela de Ingeniería Eléctrica. Departamento de Electricidad Aplicada. Ingeniería Eléctrica.
Máquinas Eléctricas 2

Resumen

Este artículo describe la experiencia educativa virtual que se desarrolla en la actividad curricular Máquinas Eléctricas 2. Durante el año 2020, y en el marco de un aislamiento social casi total, se implementó un modo especial de desarrollo y evaluación mediante una modalidad virtual, empleando la plataforma Google Meet. Al final del curso, los docentes efectuaron una evaluación crítica de las competencias adquiridas, evaluadas durante todo el proceso y completadas en el coloquio final, observando una mayor dificultad en las relacionadas al análisis y comprensión de los resultados de las simulaciones efectuadas en el laboratorio. En consecuencia, durante el curso 2021 se implementaron algunas modificaciones en su desarrollo, tendientes a una mejor evaluación y valoración especial de la presentación oral del trabajo práctico integrador. Los resultados obtenidos parecen demostrar que las acciones llevadas a cabo tuvieron una adecuada repercusión y fueron determinantes para sostener no solo la continuidad académica sino también el desarrollo de las competencias profesionales y la tasa de graduación de los estudiantes, en un contexto social problemático. Esta experiencia puede resultar de utilidad para avanzar hacia una modalidad híbrida (presencial y virtual) de enseñanza y aprendizaje para la formación de los futuros profesionales.

Palabras clave

Competencias. Máquinas. Simulación. Virtualidad.

Abstract

This article describes the virtual educational experience that takes place in the curricular activity Electrical Machines 2. During the year 2020, and in the framework of almost total social isolation, a special mode of development and evaluation was implemented through a virtual modality, using the Google Meet platform. At the end of the course, the teachers made a critical evaluation of the skills acquired, evaluated throughout the process and completed in the final colloquium, observing greater difficulty in those related to the analysis and understanding of the results of the simulations carried out in the laboratory. Consequently, during the 2021 academic year, some modifications were implemented in its development, aimed at a better evaluation and special assessment of the oral presentation of the integrative practical work. The results obtained seem to show that the actions carried out had an adequate impact and were decisive in sustaining not only academic continuity but also the development of professional skills and the graduation rate of students, in a problematic social context. This experience can be useful to move towards a hybrid modality (face-to-face and virtual) of teaching and learning for the training of future professionals.

Keywords

Competencies. Machines. Simulation. Virtuality.

* jacano@fceia.unr.edu.ar; jmirable@fceia.unr.edu.ar; bmateljan@yahoo.com.ar



JORNADA DE EXPERIENCIAS INNOVADORAS EN EDUCACIÓN EN LA FCEIA

Introducción

Este artículo describe la experiencia educativa virtual que se desarrolla en la actividad curricular Máquinas Eléctricas 2, que pertenece a la carrera de Ingeniería Eléctrica de la Universidad Nacional de Rosario. El objetivo fundamental de la actividad es la integración de los conocimientos y la formación de competencias específicas para el análisis dinámico de distintos tipos de máquinas eléctricas, a fin de lograr que los estudiantes puedan abordar las actividades curriculares posteriores y alcancen una adecuada inserción en la actividad profesional. Como herramienta didáctica se utiliza el software para simulaciones Matlab-Simulink (The MathWorks Inc., 2017), que se aplica para ejemplos, problemas rutinarios y abiertos, aprovechando su alta interactividad gráfica, versatilidad de sistemas físicos (modelos híbridos) y posibilidad de ver la conformación interna de los modelos. Durante el año 2020, y en el marco de un aislamiento social casi total, se implementó una modalidad de desarrollo y evaluación especial consistente en clases teóricas, de laboratorio, exposiciones, consultas, exámenes parciales y finales mediante una modalidad virtual, empleando la plataforma Google Meet. Para las clases de teoría, se optó por las clases pregrabadas dado que brindaban mayor flexibilidad de horarios y entorno para las distintas situaciones personales de los estudiantes. Además, se implementó la presentación virtual de artículos técnicos breves (papers) de manera individual, con el objetivo de familiarizar a los estudiantes con la lecto-traducción de textos en idioma inglés y a la vez informarlos sobre las diversas líneas de investigación científica y tecnológica del área. El seguimiento de avance se efectuó mediante consultas libres por correo electrónico y videoconferencias coordinadas de frecuencia semanal. Finalmente, la evaluación teórica se completó mediante tres parciales secuenciales por escrito.

Las actividades de laboratorio consistentes en tres trabajos experimentales, se realizaron mediante videoconferencias semanales, donde se efectuaban las simulaciones, emulando casi en su totalidad los alcances de una clase presencial, mediante pantalla compartida. La información se compartía vía correo electrónico o almacenamiento en la nube y las consultas se realizaron en clase o mediante videoconferencias fuera del horario de clases, vía correo electrónico y en algunos casos utilizando WhatsApp. A los alumnos se les proporcionaron los números telefónicos de algunos integrantes de la cátedra para consultas o necesidades de urgencia (por ejemplo, problemas de conexión en un parcial). El trabajo final integrador grupal se presentó de manera oral y la evaluación final de laboratorio se llevó adelante mediante un examen escrito.



JORNADA DE EXPERIENCIAS INNOVADORAS EN EDUCACIÓN EN LA FCEIA

A modo de evaluación final e integradora de toda la actividad curricular, se implementó un coloquio individual, durante el cual el estudiante debía responder a diversas preguntas, y situaciones hipotéticas de perfil teórico y práctico en un tiempo limitado a 45 minutos.

Al final del curso, la cátedra efectuó una evaluación crítica de los resultados obtenidos, sobre los datos de los 20 estudiantes que efectivamente cursaron la asignatura: 5 aprobaron en diciembre, 12 en marzo y 2 en julio, con calificaciones entre 7 (bueno) y 9 (distinguido), en tanto 1 continúa en condición intermedia.

También se efectuó un análisis comparativo de las tasas de graduación y las calificaciones, con respecto a los últimos dos cursos presenciales (2018 y 2019), observando que en la modalidad virtual se obtuvo un crecimiento de la tasa de graduación y calificaciones superiores o similares.

De todas maneras, se profundizó el desglose de las competencias adquiridas en la modalidad virtual, que fueron evaluadas durante todo el proceso y completadas en el coloquio final. De este estudio se observó una mayor dificultad en las competencias relacionadas al análisis y comprensión de los resultados de las simulaciones efectuadas en el laboratorio.

En consecuencia, durante el curso 2021, y dada la continuidad de la modalidad virtual en el contexto de pandemia, se implementaron algunas modificaciones en el desarrollo del laboratorio, que incluyeron:

- El repaso de temas desarrollados en otras asignaturas, con el objetivo de introducir más fácilmente a los estudiantes en las temáticas del curso.
- Una valoración especial de la presentación oral del trabajo práctico integrador.
- La modificación de la metodología de examen escrito por una modalidad oral, proporcionando una instancia oral pre coloquio integrador.

Si bien a esta fecha no se disponen de los datos de las evaluaciones finales, se puede mencionar que de los 14 estudiantes del curso 2021, todos evidencian un avance adecuado en la entrega de los trabajos prácticos y resultados de parciales, por lo cual se encuentran aún en condiciones de promoción. En particular, es de destacar que un estudiante aprobó la asignatura en diciembre de 2021 con una nota final de 10 (sobresaliente) y otros cuatro ya lo hicieron en las mesas de febrero de 2022 con notas finales entre 8 (muy bueno) y 9 (distinguido).

Los resultados obtenidos parecen demostrar que las acciones llevadas a cabo tuvieron una adecuada repercusión y fueron determinantes para sostener no solo la continuidad



JORNADA DE EXPERIENCIAS INNOVADORAS EN EDUCACIÓN EN LA FCEIA

académica sino también el desarrollo de las competencias profesionales y la tasa de graduación de los estudiantes, en un contexto social problemático. Esta experiencia puede resultar de utilidad para avanzar hacia una modalidad híbrida (presencial y virtual) de enseñanza y aprendizaje para la formación de los futuros profesionales, que posiblemente, tendrán que desempeñarse en ambientes laborales mixtos o completamente virtuales.

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 en la formación por competencias.

En particular, en la asignatura Máquinas Eléctricas 2, que pertenece al bloque de Tecnologías Aplicadas, los docentes trabajaron con el objetivo de lograr que el estudiante sea capaz de modelar, analizar y predecir el desempeño transitorio de las máquinas eléctricas en sus distintos modos de funcionamiento. La actividad se desarrolla de manera semestral con una carga horaria de 5 horas semanales y un total 80 horas. Dada su ubicación en el 8º semestre de la carrera, 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 sumar nuevos conocimientos y capacidades específicas de análisis, y así construir las competencias 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.

La teoría se desarrolla a lo largo de ocho capítulos y las actividades prácticas se estructuran mediante tres trabajos experimentales donde se ejercita la utilización del software Matlab-Simulink (The MathWorks Inc., 2017) y se correlacionan los resultados con los conceptos básicos desarrollados en teoría. Para finalizar sus actividades prácticas, los estudiantes deben trabajar en grupos de 2 o 3 integrantes, para resolver un trabajo final integrador, que consiste en un problema de tipo abierto para profundizar sus capacidades y competencias.



JORNADA DE EXPERIENCIAS INNOVADORAS EN EDUCACIÓN EN LA FCEIA

Los modelos de las máquinas eléctricas y sus rangos de aplicación

Desde las primeras representaciones de las máquinas eléctricas (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 Figura 4.1 (Cano, 2019).

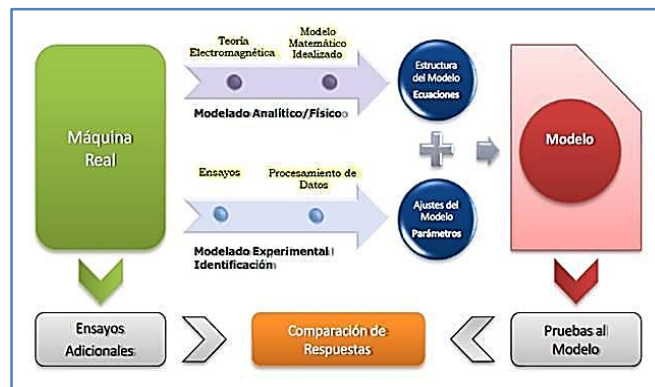


Figura 4.1. Diagrama de las etapas para obtener y validar el modelo

El modelo matemático

En asignaturas previas se establecieron las ecuaciones de tensión que describen el desempeño de las máquinas de inducción y de las máquinas sincrónicas. Se determinó que algunas de las inductancias de las máquinas son funciones de la velocidad del rotor, con lo cual los coeficientes de las ecuaciones diferenciales (ecuaciones de tensión) que describen el comportamiento de estas máquinas, son variantes en el tiempo excepto cuando el rotor está detenido y en consecuencia es necesaria la aplicación de alguna herramienta matemática que permita abordar el problema.



JORNADA DE EXPERIENCIAS INNOVADORAS EN EDUCACIÓN EN LA FCEIA

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 máquinas eléctricas se disponía y utilizaba (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 como:

$$\mathbf{f}_{qd0s} = \mathbf{K}_s \mathbf{f}_{abcs} \quad (1)$$

Donde:

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

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

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

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

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



JORNADA DE EXPERIENCIAS INNOVADORAS EN EDUCACIÓN EN LA FCEIA

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, en esta etapa inicial suele resultar conveniente visualizar las ecuaciones de transformación como relaciones trigonométricas entre las variables, según se muestra en la Figura 4.2 (Cano, 2019).

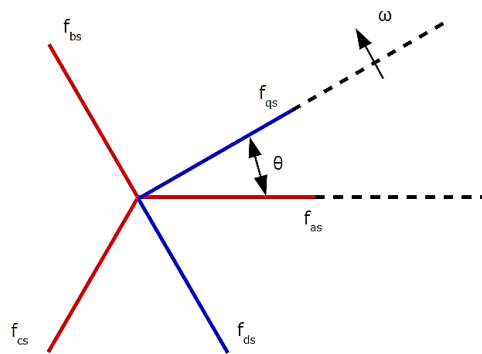


Figura 4.2. La transformación para circuitos estacionarios representada mediante relaciones trigonométricas

En particular, las ecuaciones de transformación pueden interpretarse como si las variables f_{qs} y f_{ds} se “ubicaran” 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 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).

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:

$$\begin{aligned}
 P_{qd0s} &= P_{abc.s} \\
 &= \frac{3}{2} (v_{qs} i_{qs} + v_{ds} i_{ds} + 2v_{0s} i_{0s}) \quad (6)
 \end{aligned}$$



JORNADA DE EXPERIENCIAS INNOVADORAS EN EDUCACIÓN EN LA FCEIA

El desarrollo de las competencias

Como profundización de las actividades teóricas y de laboratorio, se introdujo la resolución de problemas abiertos de ingeniería, que constituyen el trabajo final integrador (Mateljan y Mirable, 2020) 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 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, 2020) 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 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, incentivando el interés, el aprendizaje continuo y autónomo, así como el espíritu emprendedor de los estudiantes.

La modalidad virtual

Durante el año 2020, y en el marco de un aislamiento social casi total, se implementó una modalidad de desarrollo y evaluación especial consistente en clases teóricas, de laboratorio, consultas, exposiciones, exámenes parciales y finales mediante una modalidad virtual, empleando la plataforma Google Meet.

Para el desarrollo de teoría, se optó por las clases pregrabadas dado que brindaban una mayor flexibilidad de horarios y entorno para las distintas situaciones personales de los estudiantes. Además, se implementó la presentación virtual de artículos técnicos breves



JORNADA DE EXPERIENCIAS INNOVADORAS EN EDUCACIÓN EN LA FCEIA

(papers) de manera individual, con el objetivo de familiarizar a los estudiantes con la lecto-traducción de textos en idioma inglés y a la vez informarlos sobre las diversas líneas de investigación científica y tecnológica del área.

El seguimiento de avance se efectuó mediante consultas libres por correo electrónico y videoconferencias semanales coordinadas. La evaluación se llevó adelante mediante tres parciales escritos y secuenciales.

Las actividades de laboratorio consistentes en tres trabajos experimentales, se realizaron mediante videoconferencias semanales, donde se efectuaban las simulaciones, emulando los alcances de una clase presencial, mediante pantalla compartida. Este método de clase resulta casi equivalente a los métodos empleados en clases presenciales, donde se realizan simulaciones en vivo, compartiendo pantalla de la PC donde se realiza la simulación, en un proyector multimedia instalado en el aula. La información, modelos de simulación y enunciados propuestos, se compartían vía correo electrónico o almacenamiento en la nube y las consultas se realizaron en clase o mediante videoconferencias fuera del horario de clases, vía correo electrónico y en algunos casos utilizando WhatsApp. A los alumnos se les proporcionaron los números telefónicos de algunos integrantes de la cátedra para consultas o necesidades de urgencia (por ejemplo, problemas de conexión en un parcial). El trabajo final integrador grupal se presentó de manera oral y la evaluación final de laboratorio se llevó adelante mediante un examen escrito.

A modo de evaluación final e integradora de toda la actividad curricular, se implementó un coloquio virtual e individual, durante el cual el estudiante debía responder a diversas preguntas, y situaciones hipotéticas de perfil teórico y práctico en un tiempo limitado a 45 minutos.

La evaluación de las competencias

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).



JORNADA DE EXPERIENCIAS INNOVADORAS EN EDUCACIÓN EN LA FCEIA

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 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:

A partir de las extensas simulaciones llevadas a cabo sobre los modelos de las máquinas sincrónicas, tanto de polos salientes como de rotor liso, fue posible corroborar los análisis realizados desde la teoría sobre las dinámicas que cada tipo de máquina presenta ante perturbaciones de la misma naturaleza (...) Al aumentar la excitación de las máquinas, aumenta en magnitud el grado de acoplamiento sistema-máquina y viceversa. Por lo tanto, la respuesta dinámica de la máquina ante un escalón de torque motriz se vuelve más oscilante a medida que se aumenta la excitación, pero esta respuesta se vuelve más rígida, mejorando el comportamiento dinámico ante este tipo de perturbaciones. Lo contrario se puede concluir al disminuir la excitación (...) El deslizamiento de polos se da cuando se supera el límite de estabilidad, produciendo un efecto indeseable en la máquina que la dañaría de varias maneras, tanto mecánicamente como por sobrecalentamiento, ya que las corrientes exceden los niveles de falla. Es por esto que las protecciones deben disparar antes de que esto suceda (Robles et al, 2021).

Estas conclusiones demuestran, sin lugar a dudas, que las competencias sobre el análisis de los resultados de la simulación de las máquinas, fueron alcanzados correctamente. Además, los informes demostraron un entendimiento del funcionamiento de las máquinas eléctricas y de la importancia de prever sus dinámicas mediante simulación digital, antes de su



JORNADA DE EXPERIENCIAS INNOVADORAS EN EDUCACIÓN EN LA FCEIA

instalación física (donde generalmente ya es tarde para hacer grandes modificaciones a los proyectos).

Aplicación al análisis de una máquina sincrónica real

Los generadores sincrónicos forman la principal fuente de energía eléctrica en los sistemas de potencia. A su vez, una enorme cantidad de cargas se impulsan mediante motores sincrónicos. En tanto, los compensadores sincrónicos se utilizan como medios de provisión de compensación de potencia reactiva y control de tensión. Todos estos dispositivos operan en base al mismo principio y colectivamente se refieren como máquinas sincrónicas. En general, los generadores sincrónicos se impulsan, ya sea por medio de turbinas hidráulicas o de vapor, o bien por motores de combustión interna.

Así como la máquina de inducción es la favorita cuando se trata de convertir la energía desde el medio eléctrico al medio mecánico, la máquina sincrónica es el principal medio para convertir energía desde el dominio mecánico hacia el eléctrico.

El comportamiento eléctrico y electromecánico de la mayoría de las máquinas sincrónicas, puede predecirse a partir de las ecuaciones que describen a la máquina sincrónica trifásica de polos salientes. En particular, estas ecuaciones pueden emplearse directamente para predecir el desempeño de los generadores sincrónicos hidráulicos y térmicos, motores sincrónicos y, con algunas pequeñas modificaciones, de los motores de reluctancia.

El rotor de una máquina sincrónica está equipado con un arrollamiento de campo y uno o más arrollamientos amortiguadores y, en general, todos los arrollamientos del rotor tienen diferentes características eléctricas. Más aún, el rotor de una máquina sincrónica de polos salientes, es magnéticamente asimétrico. Debido a estas asimetrías del rotor, un cambio de sistema de referencia para las variables del rotor no ofrece ventajas. Sin embargo, resulta beneficioso para las variables del estator. En la mayoría de los casos, las variables del estator se transforman a un sistema de referencia fijo en el rotor constituyendo las que se denominan como ecuaciones de Park (Park, 1929); sin embargo, las variables del estator también pueden expresarse en el sistema de referencia arbitrario, que es conveniente para algunas simulaciones por computadora.

Para ilustrar el comportamiento dinámico de los generadores que se accionan mediante turbinas hidráulicas y de vapor, se presentan simulaciones por computadora durante cambios súbitos en el torque de entrada y durante, y a posteriori de una falla trifásica en sus terminales. Estas respuestas dinámicas, que se calculan utilizando el conjunto detallado de



JORNADA DE EXPERIENCIAS INNOVADORAS EN EDUCACIÓN EN LA FCEIA

ecuaciones diferenciales no lineales, se comparan con aquellas predichas mediante métodos de cálculo aproximado de las características transitorias torque ángulo, que fueron ampliamente utilizadas antes del advenimiento de las modernas computadoras y que siguen ofreciendo un medio de visualización sin igual para el comportamiento transitorio de las máquinas sincrónicas (Cano, 2020).

Análisis de las Ecuaciones de las Máquinas Sincrónicas

Antes de proseguir y a manera de resumen, se puede decir que el análisis de las ecuaciones de las máquinas sincrónicas empleando las variables $dq0$ es considerablemente más sencillo que el homólogo en magnitudes de fase, por las siguientes razones (Kundur, 1994).

- Las ecuaciones de desempeño dinámico tienen inductancias constantes.
- Para condiciones balanceadas, las magnitudes de secuencia cero desaparecen.
- Para la operación de estado estacionario balanceado, las magnitudes del estator tienen valores constantes. Para otros modos de operación estas varían en el tiempo.
- Los parámetros asociados con los ejes directo d y cuadratura q pueden medirse directamente a partir de ensayos en los terminales de la unidad.

A modo de síntesis, el esquema que se muestra en la Figura 4.3 indica la secuencia que se seguirá desde el elemento real hasta la obtención del circuito equivalente (Perrone y Vives, 2012).

Las ecuaciones de la máquina sincrónica que se obtendrán como resultado, poseen como parámetros a las inductancias y resistencias de los circuitos rotóricos y estáticos. A pesar que estos parámetros describen perfectamente las características de la máquina, no pueden determinarse directamente por medio de ensayos.

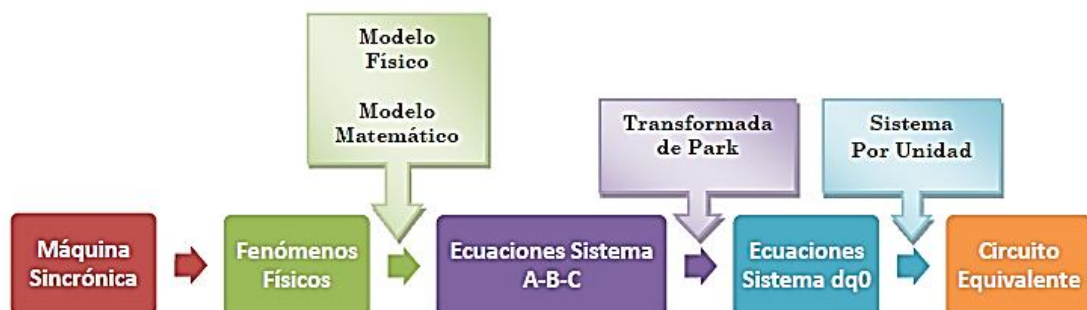


Figura 4.3. Esquema funcional que indica los pasos seguidos desde la máquina real hasta obtener el circuito equivalente



JORNADA DE EXPERIENCIAS INNOVADORAS EN EDUCACIÓN EN LA FCEIA

tienen N_{kq1} y N_{kq2} espiras equivalentes, respectivamente, con resistencias r_{kq1} y r_{kq2} . Se supone que todos los arrollamientos del rotor están sinusoidalmente distribuidos. También, la dirección asumida para las corrientes positivas en el estator es saliente de los terminales, ya que es conveniente para describir la acción del generador. De manera que, con la dirección positiva supuesta para los ejes magnéticos, resultan flujos enlazados negativos debido a las corrientes positivas del estator.

Las ecuaciones de tensión

El desempeño de casi todos los tipos de máquinas sincrónicas puede describirse adecuadamente por medio de modificaciones directas de las ecuaciones que representan el desempeño de la máquina que se muestra en la Figura 4.4. Por ejemplo, el comportamiento de los generadores con turbinas hidráulicas de baja velocidad, que siempre son máquinas de polos salientes, en general queda suficientemente establecido con un circuito amortiguador equivalente en el eje q y uno sobre el d . De aquí que, el desempeño de este tipo de máquina, puede describirse a partir de las ecuaciones que se obtienen para la máquina indicada en la Figura 4.4, eliminando todos los términos que involucran a uno de los arrollamientos k_q . La máquina de reluctancia, que no tiene arrollamiento de campo y generalmente posee solo un arrollamiento amortiguador en el eje q , puede describirse eliminando los términos que involucran el arrollamiento f_d y uno de los arrollamientos k_q . En un rotor de hierro macizo, de un generador con turbina de vapor, las características magnéticas de los ejes d y q son iguales, o muy aproximadas, de manera que las inductancias asociadas con los dos ejes, son esencialmente las mismas. También es necesario, en la mayoría de los casos, incluir a los tres arrollamientos amortiguadores (k_{q1} , k_{q2} y k_d), a fin de describir adecuadamente la característica transitoria de las variables del estator y el torque electromagnético de las máquinas con rotor de hierro macizo (Brown y Krause, 1979).

Problema integrador

Para este caso de estudio (Mateljan y Mirable, 2020), se utilizó la máquina sincrónica de rotor liso que se analizó a lo largo del cursado teórico y en el laboratorio. Dicha máquina cuenta con las siguientes características:

- Potencia: 200 MVA
- Tensión: 13,8 kV



JORNADA DE EXPERIENCIAS INNOVADORAS EN EDUCACIÓN EN LA FCEIA

- Frecuencia: 60 Hz
- Par de polos: 2
- Velocidad: 1800 rpm

La problemática propuesta fue analizar y comparar el comportamiento de la máquina en las situaciones simuladas ideales, con el desempeño de la máquina en un modelo más próximo a la realidad, que si bien no es completamente real (situación de modelo de sistema de potencia), permite eliminar la gran mayoría de las simplificaciones utilizadas para las conexiones y el entorno de la máquina sincrónica.

El modelo fue proporcionado por la cátedra, ya que realizar un modelo de este grado de complejidad (Ong, 1998), controlarlo, ajustarlo y verificar su correcto funcionamiento, excede por mucho las competencias establecidas, dado que por ejemplo el desarrollo de modelos con grados de complejidad similares, han sido tema de estudio en proyectos finales de Ingeniería Eléctrica (Calvet y Kramer, 2018; Muller y Vagni, 2017; Perrone y Vives, 2012).

Se realizaron varias modificaciones y agregados. El modelo de barra de potencia infinita (tensión y frecuencia constante ante cualquier solicitud de potencia aparente), se reemplazó por un modelo de barra real (Potencia de Cortocircuito $\neq 0$), con las siguientes características:

- Tensión: 230 kV
- Potencia: 10000 MVA
- Frecuencia: 60 Hz
- Relación X/R: 10

Además, se agregó un modelo de transformador de bloque elevador con las siguientes características:

- Banco de transformadores trifásico
- Tensión: 230 kV / 13,8 kV
- Potencia: 210 MVA
- Frecuencia: 60 Hz
- Índice: Y0d1

El modelo de la máquina sincrónica agrega controladores, un modelo de máquina primaria (turbina a vapor con gobernador) y uno del control de excitación. Con todas las modificaciones, el modelo resultante se muestra en la Figura 4.5.



JORNADA DE EXPERIENCIAS INNOVADORAS EN EDUCACIÓN EN LA FCEIA

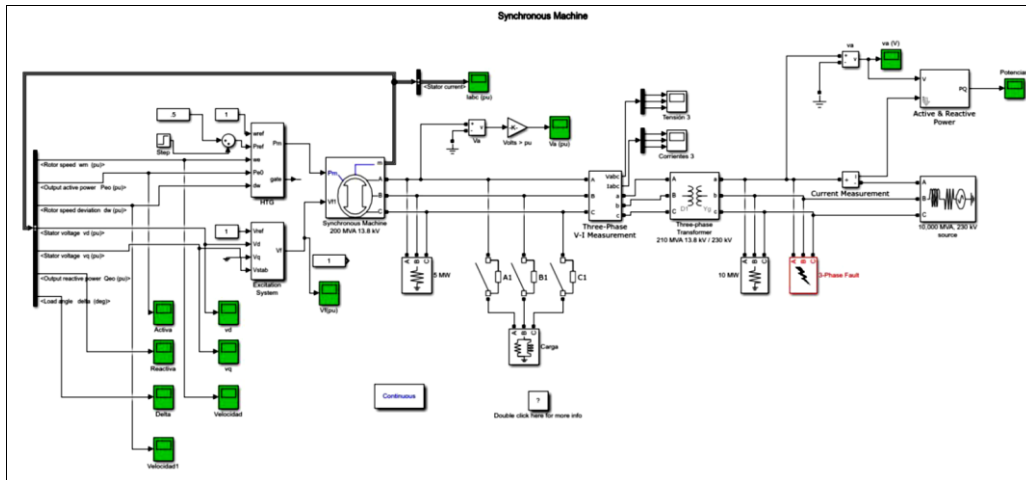


Figura 4.5. Modelo en Matlab Simulink de una máquina de rotor liso, conectada a una barra real, con controles de excitación y gobernador

Este modelo permite realizar múltiples variaciones en su arquitectura para que los alumnos puedan experimentar múltiples escenarios, como por ejemplo activar/desactivar controladores, modificar parámetros, tiempos de actuación, agregar/quitar elementos e inclusive, elegir el tipo de método de resolución numérica empleado por el software. El modelo original, es estable y arroja resultados verificados, cualquier modificación puede ser fácilmente revertida o contrastada con el modelo original.

Resultados

Luego de ensayar múltiples perturbaciones, se pusieron en evidencia los efectos de los controladores y las grandes diferencias entre un modelo de máquina síncrona conectado en forma ideal y un modelo de máquina síncrona conectado en forma más semejante a la realidad (Robles et al, 2021).

Simulación de escalón de potencia de referencia

En la Figura 4.6 se puede apreciar la enorme diferencia entre la potencia de salida de una máquina sin controladores, conectada a una barra de potencia infinita, que presenta grandes oscilaciones poco amortiguadas, con un modelo con controlador gobernador, que aumenta el torque en forma paulatina, reduciendo las dinámicas de la máquina y asegurando así su estabilidad (Robles et al, 2021).



JORNADA DE EXPERIENCIAS INNOVADORAS EN EDUCACIÓN EN LA FCEIA

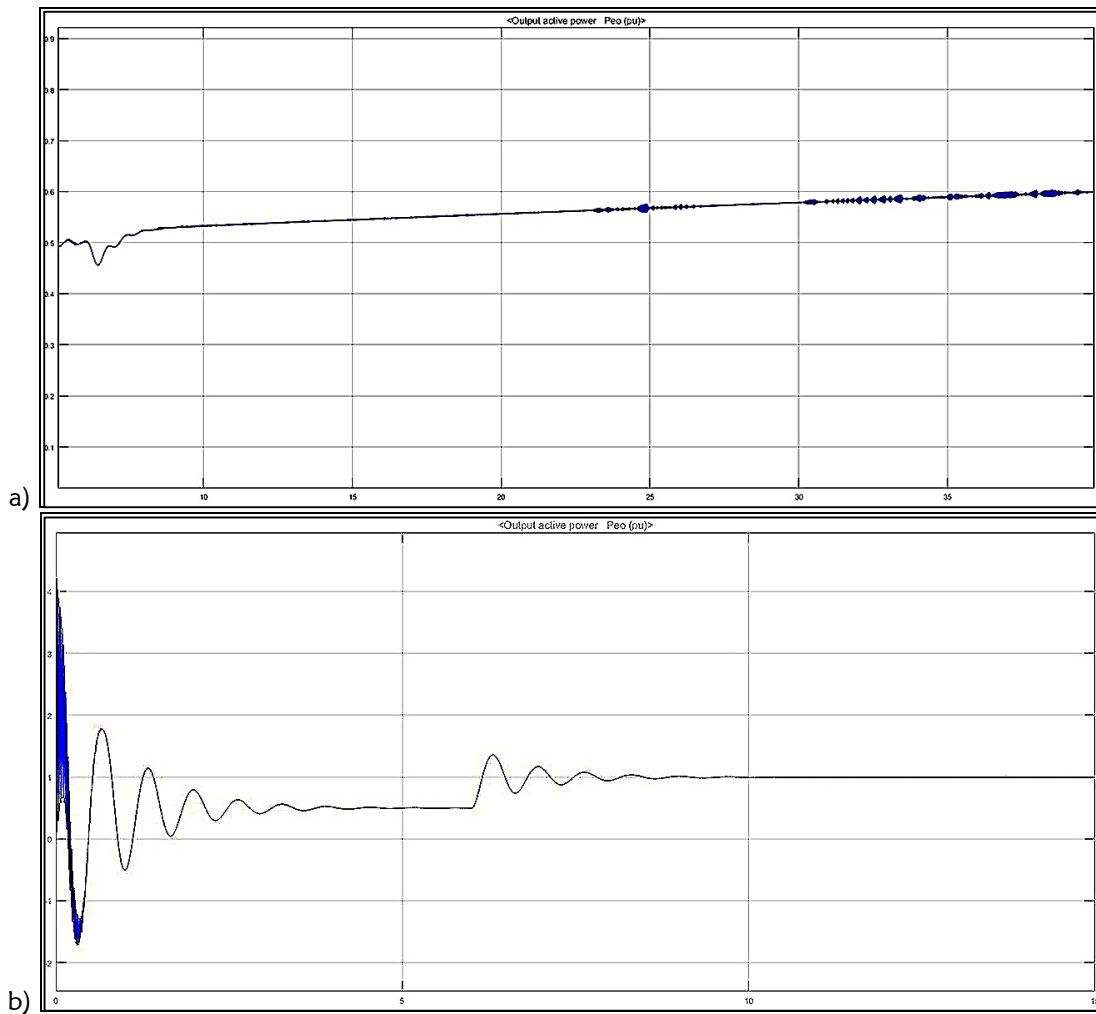


Figura 4.6. Potencia de salida del generador ante un escalón de torque motriz: a) sin modelo de gobernador; b) con modelo de gobernador -en b) la escala de tiempo se redujo, para mayor detalle de las dinámicas presentes-

Simulación de la adición de carga resistiva con control de excitación y sin control de excitación

En este caso, se utiliza el modelo con barra real y transformador de bloque, con y sin control de tensión. La comparación con el modelo de barra de potencia infinita no tiene sentido, ya que la barra de potencia infinita mantiene tensión constante para cualquier solicitud de potencia aparente.

En la Figura 4.7 puede apreciarse cómo el control de excitación realiza una acción de control indirecto sobre la tensión en bornes del generador, manteniendo el perfil lo más constante posible (obviamente con un retardo temporal), versus una tensión que cae libremente ante una solicitud de carga del generador, llevándolo a una condición inestable (Robles et al, 2021).



JORNADA DE EXPERIENCIAS INNOVADORAS EN EDUCACIÓN EN LA FCEIA

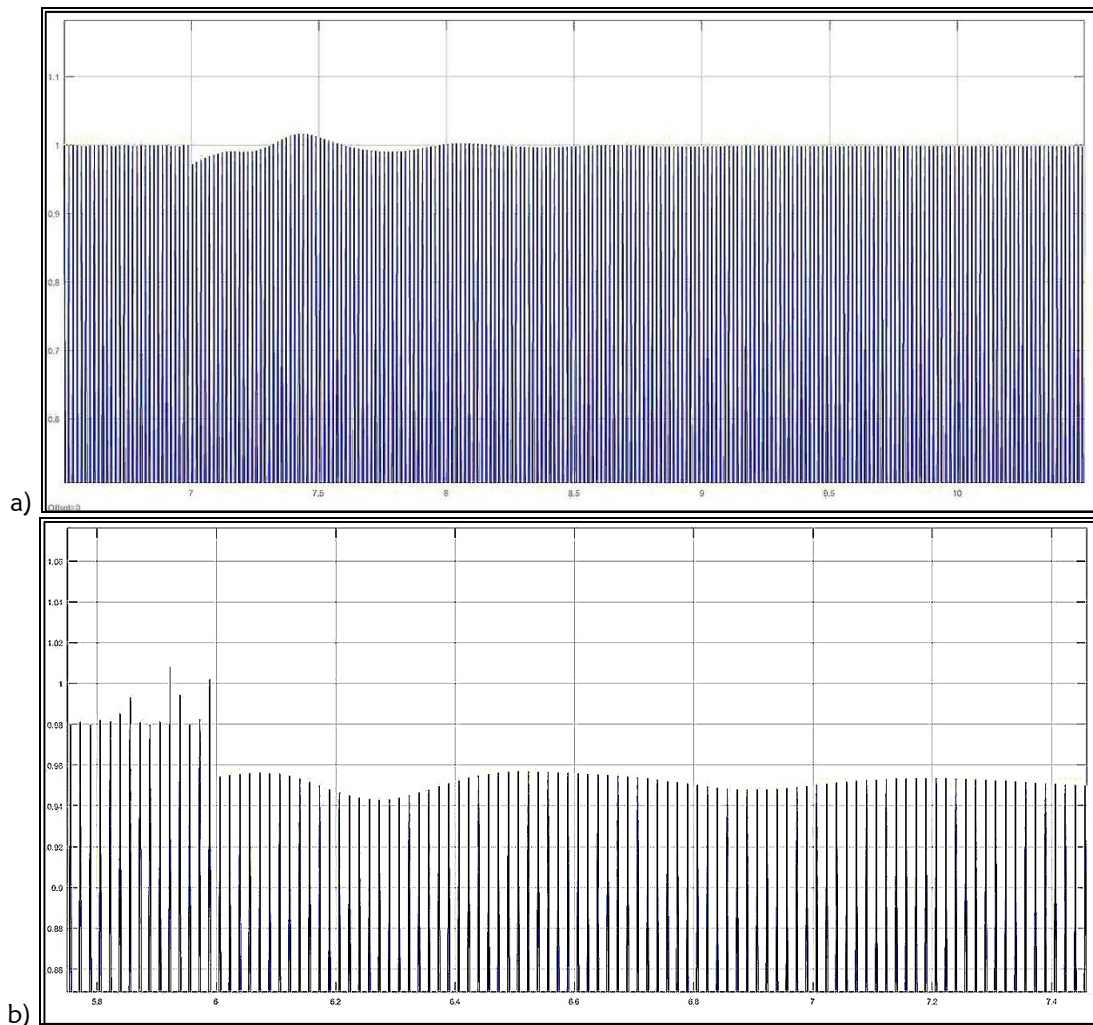


Figura 4.7. Tensión en bornes del generador: a) con control de excitación; b) sin control de excitación -en b) la escala de tiempo se redujo, para mayor detalle de las dinámicas presentes-

Simulación de una falla trifásica en bornes del generador

El caso de estudio más emblemático es la simulación de una falla trifásica en bornes del generador, que se puede observar en la Figura 4.8. Esta falla tiene un “efecto paraguas”, ya que, si se logra la estabilidad de la máquina para esta perturbación, se puede decir que la máquina será estable para cualquier perturbación transitoria que pueda presentarse.

En la Figura 4.8 puede observarse claramente que, para el caso de la máquina controlada, las excursiones del ángulo delta son mucho menores (menos de 80° para la máquina controlada vs 150° para la máquina no controlada) (Robles et al, 2021).

En conclusión, el estudio de un modelo aproximado cercano a la realidad, es un excelente escalón intermedio entre el modelo teórico de barra de potencia infinita y sin controladores, y los modelos de flujo de potencia dinámicos, que se implementan en



JORNADA DE EXPERIENCIAS INNOVADORAS EN EDUCACIÓN EN LA FCEIA

softwares comerciales que, si bien pueden ser “amigables” en algunos casos, distan mucho de las posibilidades, flexibilidad y didáctica del paquete Matlab-Simulink. Cabe recordar nuevamente que las competencias esperadas se refieren al entendimiento de las dinámicas de las máquinas y no al uso de un software de simulación específico.

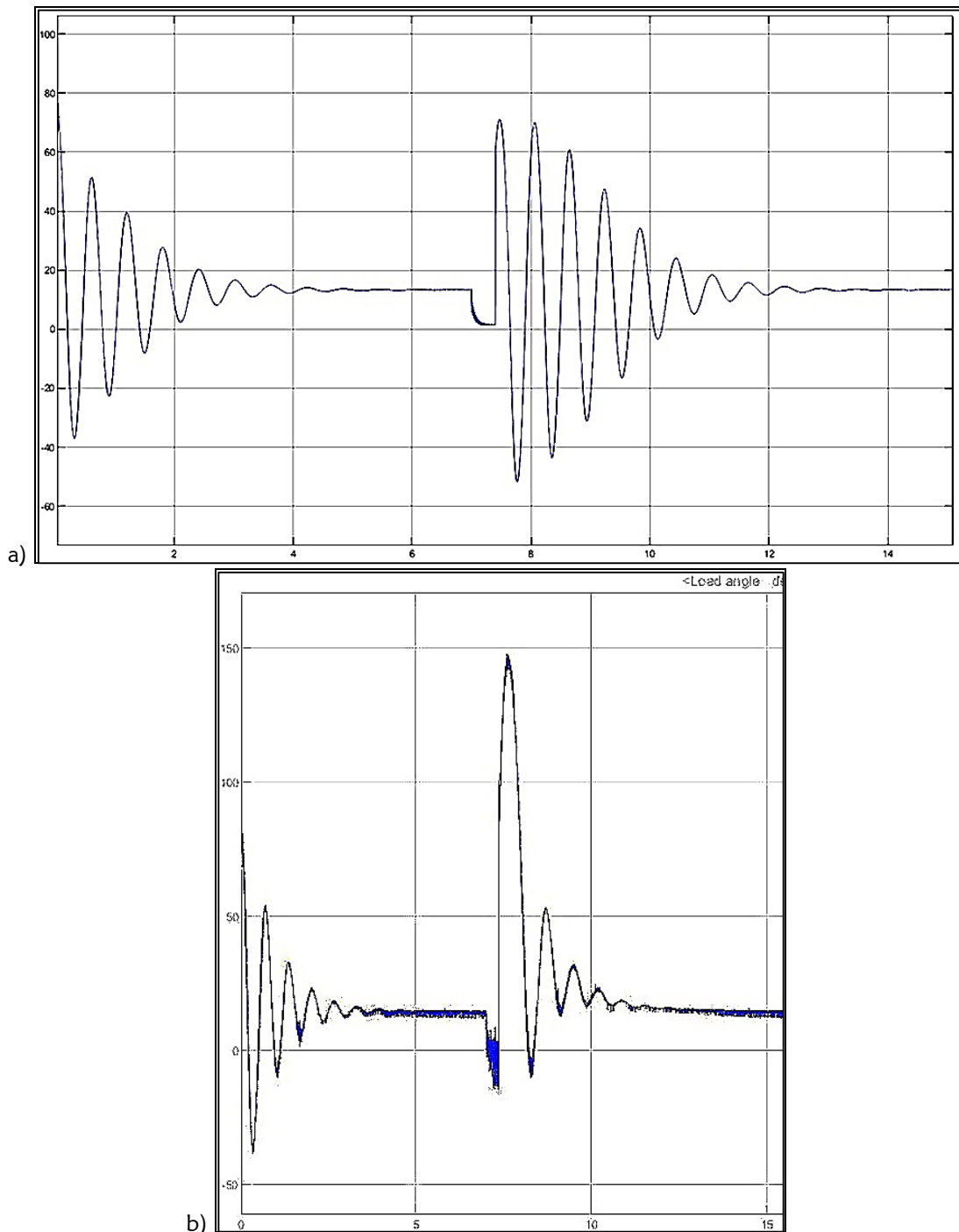


Figura 4.8. Evolución de ángulos de carga delta ante una falla trifásica en bornes de máquina de 360 ms: a) con control excitación + gobernador; b) sin control de excitación ni gobernador



JORNADA DE EXPERIENCIAS INNOVADORAS EN EDUCACIÓN EN LA FCEIA

Las competencias para la creación de modelos reales de producción de sistemas de potencia se reservan a materias posteriores, teniendo como base el entendimiento de las dinámicas propias de las máquinas, además de conocimientos en controladores y demás elementos de un sistema de potencia como líneas de transmisión y sistemas de distribución.

Resultados de la modalidad virtual

Al final del curso, la cátedra efectuó una evaluación comparativa de los resultados, sobre los datos de los 8 estudiantes que cursaron en 2018 (presencial), los 11 que cursaron en 2019 (presencial) y los 20 del curso 2020 (virtual), que se muestran en las Tablas 4.1 a 4.6.

Tabla 4.1. Análisis de la tasa de graduación del curso 2018 (presencial)

Alumnos	Aprobados Dic/18	Aprobados Mar/19	Aprobados Jul/19	Intermedia
8	5	1	2	0
Porcentaje	63	13	25	0

Tabla 4.2. Análisis de la tasa de graduación del curso 2019 (presencial)

Alumnos	Aprobados Dic/19	Aprobados Mar/20	Aprobados Jul/20	Intermedia
11	6	1	4	0
Porcentaje	55	9	36	0

Tabla 4.3. Análisis de la tasa de graduación del curso 2020 (virtual)

Alumnos	Aprobados Dic/20	Aprobados Mar/21	Aprobados Jul/21	Intermedia
20	5	12	2	1
Porcentaje	25	60	10	5

Tabla 4.4. Análisis de las calificaciones del curso 2018 (presencial)

Alumnos	6 (aprobado)	7 (Bueno)	8 (Muy Bueno)	9 (Distinguido)	10 (Sobresaliente)	Intermedia
8	0	5	1	2	0	0
Porcentaje	0	63	13	25	0	0

Tabla 4.5. Análisis de las calificaciones del curso 2019 (presencial)

Alumnos	6 (aprobado)	7 (Bueno)	8 (Muy Bueno)	9 (Distinguido)	10 (Sobresaliente)	Intermedia
11	3	2	3	2	1	0
Porcentaje	27	18	27	18	9	0

Tabla 4.6. Análisis de las calificaciones del curso 2020 (virtual)

Alumnos	6 (Aprobado)	7 (Bueno)	8 (Muy Bueno)	9 (Distinguido)	10 (Sobresaliente)	Intermedia
20	0	7	4	8	0	1
Porcentaje	0	35	20	40	0	5

De la información anterior, se puede observar que la tasa de graduación acumulada a marzo del año siguiente, resultó superior en el curso 2020 (85%), frente al curso 2019 (64%) y al curso 2018 (76%). En cuanto a la distribución de las calificaciones, en el curso 2020 se encuentran más concentradas entre 7 (bueno) y 9 (distinguido), con un 95%. En tanto, en el curso 2019 ese intervalo representa un 63% y en el curso 2018 un 100%.



JORNADA DE EXPERIENCIAS INNOVADORAS EN EDUCACIÓN EN LA FCEIA

Si se analizan las calificaciones por nota obtenida, se observa un corrimiento hacia calificaciones mayores. En este sentido, la calificación 9 (distinguido) fue la obtenida por el 25% de estudiantes en 2018, el 18% en 2019 y el 40% de los estudiantes la obtuvieron en 2020.

No obstante, para profundizar el estudio sobre el curso 2020, desarrollado en modalidad virtual, se efectuó un desglose de las competencias adquiridas, evaluadas durante todo el proceso y completadas en el coloquio final. A partir de este análisis se pudo observar una mayor dificultad en aquellas competencias que se vinculan con el análisis y la comprensión de los resultados de las simulaciones efectuadas en el laboratorio.

En consecuencia, durante el curso 2021 se implementaron algunas modificaciones en el desarrollo del laboratorio de simulación, que incluyeron:

- El repaso de temas desarrollados en otras asignaturas, con el objetivo de introducir más fácilmente a los estudiantes en las temáticas del curso.
- Una valoración especial de la presentación oral del trabajo práctico integrador.
- La modificación de la metodología de examen escrito por una modalidad oral, proporcionando una instancia oral pre coloquio integrador.

Si bien a esta fecha no se disponen de los datos de las evaluaciones finales, se puede mencionar que de los 14 estudiantes del curso 2021, todos evidencian un avance adecuado en la entrega de los trabajos prácticos y resultados de exámenes parciales, por lo cual se encuentran aún en condiciones de promoción. En particular, es de destacar que un estudiante aprobó la asignatura en diciembre de 2021 con una nota final de 10 (sobresaliente) y otros cuatro ya lo hicieron en las mesas de febrero de 2022 con notas finales entre 8 (muy bueno) y 9 (distinguido).

Teniendo en cuenta que el desarrollo del trabajo profesional en el campo de la Ingeniería Eléctrica es cada vez más del tipo híbrido (presencial y virtual o de teletrabajo), aparece como muy interesante que se pueda aprovechar esta experiencia de docencia y aprendizaje, para avanzar hacia un modelo de ese tipo, a fin de capacitar y acostumbrar a los futuros egresados a los nuevos desafíos que deberán afrontar durante su inserción en el campo laboral del siglo 21.

Conclusiones

Los resultados obtenidos parecen demostrar que las acciones llevadas a cabo tuvieron una adecuada repercusión y fueron determinantes para sostener no solo la continuidad



JORNADA DE EXPERIENCIAS INNOVADORAS EN EDUCACIÓN EN LA FCEIA

académica sino también el desarrollo de las competencias profesionales y la tasa de graduación de los estudiantes, en un contexto social problemático.

El disponer de material de estudio en formato digital y utilizar recursos de enseñanza mixtos en las aulas (presentaciones digitales + pizarra), fue de gran utilidad para cambiar de un dictado presencial a un dictado virtual. Es de gran importancia poder realizar transiciones que no contengan grandes cambios, para poder intercambiar las modalidades presencial, virtual y mixta, sin generar complicaciones.

De todas maneras, se requiere un mayor análisis para aprovechar otras posibilidades de mejora y avanzar hacia un modelo híbrido de enseñanza aprendizaje, con el objetivo de capacitar y acostumbrar a los futuros egresados a los nuevos desafíos que deberán afrontar durante su inserción en el campo laboral del siglo 21.

Referencias bibliográficas

- Brown, D.R. y Krause, P.C. (1979). Modeling of Transient Electrical Torques in Solid Iron Rotor Turbogenerators. *IEEE Trans. Power Apparatus and Systems*, 98, 1502-1508.
- Cano, J. (2019). *Introducción al Modelado de las Máquinas Eléctricas*. Escuela de Ingeniería Eléctrica FCEIA-UNR.
- Cano, J. (2020). *Análisis de las Máquinas Síncronas*. Escuela de Ingeniería Eléctrica FCEIA-UNR.
- Calvet, F. y Kramer, E. (2018). *Proyecto de Ingeniería: Comportamiento del Motor de Inducción con Sistema de Recuperación de Energía*. Escuela de Ingeniería Eléctrica FCEIA-UNR.
- CONFEDI (2018). *Libro Rojo de CONFEDI: Propuesta de estándares de segunda generación para la acreditación de carreras de ingeniería en la República Argentina*. Consejo Federal de Decanos de Ingeniería de la República Argentina. https://confedi.org.ar/download/documentos_confedi/LIBRO-ROJO-DE-CONFEDI-Estandares-de-Segunda-Generacion-para-Ingenieria-2018-VFPublicada.pdf.
- Krause, P.C., Wasynczuk, O. y Sudhoff, S.D. (2001). *Analysis of Electric Machinery and Drive Systems* (2da Ed.). IEEE Press Wiley-Interscience.
- Kundur, P. (1994). *Power System Stability and Control*. McGraw-Hill.
- 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: textos universitarios de biblioteconomía i documentació*, (23). <https://doi.org/10.1344/105.000001504>.
- Mateljan, B. y Mirable J. P. (2020). *Guía de Trabajo Práctico Integrador*. Escuela de Ingeniería Eléctrica FCEIA-UNR.
- Matlab/Simulink R2017b (2017). *Trademarks of The MathWorks Inc*. www.mathworks.com/patents.
- Muller, J. y Vagni, F. (2017). *Proyecto de Ingeniería: Elaboración de un Marco Teórico sobre la Excitación de los Generadores Síncronos*. Escuela de Ingeniería Eléctrica FCEIA-UNR.
- Ong, C.M. (1998), *Dynamic Simulation of Electric Machinery*. Prentice Hall PTR y Upper Saddle River.
- Park, R.H. (1929). Two-Reaction Theory of Synchronous Machines - Generalized Method of Analysis - Part I. *AIEE Trans.*, 48, 716-727.



JORNADA DE EXPERIENCIAS INNOVADORAS EN EDUCACIÓN EN LA FCEIA

- Perrone, D. y Vives J. (2012). *Proyecto de Ingeniería: Ensayos de Respuesta en Frecuencia y Determinación de Parámetros en Generadores Síncronos*. Escuela de Ingeniería Eléctrica FCEIA-UNR.
- Robles, M., Rosa, G. y Taborda M. (2021). *Trabajo Práctico Integrador: Máquina síncrona con Gobernador y controlador de tensión*. Escuela de Ingeniería Eléctrica FCEIA-UNR.
- Zavala, M. (2003). *Las competencias del profesorado universitario*. Narcea.



JORNADA DE EXPERIENCIAS INNOVADORAS EN EDUCACIÓN EN LA FCEIA

NUEVAS DINÁMICAS EN LA CONSTRUCCIÓN DE SABERES

*Ricardo Addad, Alejandra Rosolio y Rosana Cassan**

Escuela de Formación Básica. Departamento de Física y Química

Resumen

El proceso de desarrollo social y tecnológico actual está determinado por una multiplicidad de nuevos factores, tales como innovaciones en el mundo de la información, las comunicaciones y la producción de bienes y servicios, donde la ingeniería juega un rol absolutamente original cuyas proyecciones están más allá de las concretas previsiones que hoy se puedan formular. El ritmo del progreso sobrepasa nuestra capacidad de asimilación y adaptación.

Así como la ciencia determina leyes y se orienta al conocimiento, la ingeniería se ocupa de la aplicación y profesionalización, contiene leyes de acción sobre los objetos de interés orientándose a la producción e invención. Consiste en los modos codificados y reproducibles de hacer las cosas, modos que se derivan de principios racionales que confluyen de todas las áreas científicas. Esto exige aptitudes compatibles con el dinamismo del desarrollo actual, generando una nueva cultura que debe ser materia de información, aprendizaje y educación.

Si queremos formar eficientemente a las nuevas generaciones, es necesario sentar una base sólida científica, de principios de ingeniería y de capacidades analíticas. En acuerdo con estas necesidades, presentamos un modo de abordar los conceptos que se encuentran en el interior del marco del estudio y el carácter del movimiento.

Palabras clave

Ingeniería. Teoría científica. Conceptos.

Abstract

The current process of social and technological development is determined by a multiplicity of new factors, such as innovations in the world of information, communications and the production of goods and services, where engineering plays an absolutely original role whose projections are beyond the specific forecasts that can be formulated today. The pace of progress is outpacing our ability to assimilate and adapt.

Just as science determines laws and is oriented towards knowledge, engineering deals with application and professionalization, contains laws of action on objects of interest, oriented towards production and invention. It consists of codified and reproducible ways of doing things, ways that are derived from rational principles that converge from all scientific areas. This requires skills compatible with the dynamism of current development, generating a new culture that must be a matter of information, learning and education.

If we want to efficiently train new generations, it is necessary to lay a solid foundation of science, engineering principles and analytical capabilities. In accordance with these needs, we present a way of approaching the concepts that are found within the framework of the study and the character of the movement.

Keywords

Engineering. Scientific Theory. Concepts.

* addad@fceia.unr.edu.ar; rosolio@fceia.unr.edu.ar; cassan@fceia.unr.edu.ar



JORNADA DE EXPERIENCIAS INNOVADORAS EN EDUCACIÓN EN LA FCEIA

Introducción

El dinamismo de los procesos de cambio actuales define perfiles, aporta contenidos e incorpora lenguajes que están caracterizando nuestro mundo y que seguramente se acentuarán cada vez más en los próximos años. En consecuencia, los sistemas educativos y los procesos de enseñanza-aprendizaje deben asumir y desarrollar las habilidades y capacidades compatibles con esta nueva cultura tecnológica, los hábitos de investigación y de experimentación, los sistemas de trabajo que apunten a la comprensión racional de la realidad en el dinamismo y la fluidez del proceso de cambio.

Esto significa indudablemente un nuevo desafío a la educación actual, a sus contenidos, su metodología, a la comunicación significativa y modos de comprensión.

Durante el transcurso de estos procesos de cambios, se produjo el efecto de la pandemia de COVID-19 en la educación, y comprendimos que estando inmersos en dichos procesos no disponíamos de muchas de las herramientas necesarias para abordar el proceso de la enseñanza y el aprendizaje bajo estas condiciones. Mientras evaluamos el impacto de esta pandemia y nos preparamos para la nueva normalidad, vale la pena reflexionar sobre algunos de estos aspectos de la enseñanza y el aprendizaje actuales.

Como conocemos, el papel de la física en la educación en ingeniería no es estático. Debe responder y evolucionar con los cambios trascendentales tanto en ingeniería como en física que ocurren continuamente. La dependencia de la tecnología moderna se encuentra basada en el entramado de leyes científicas donde las ciencias físicas juegan un rol casi preponderante.

A partir del análisis de estos procesos de cambio y lo vivenciado durante la pandemia, surgieron cuestiones que consideramos pueden orientarnos a la deconstrucción en el proceso de enseñanza-aprendizaje, tales como:

¿Cómo formamos ingenieros competentes para abordar los problemas emergentes de la ciencia y la tecnología, en el dinamismo actual?

A partir de los avances en física, ¿qué factores consideramos significativos relacionados con el objetivo de la educación en física en la formación de ingenieros?

La formación en ingeniería. Base científica

El conocimiento científico y de ingeniería se ha reflejado a través del tiempo en una tasa acelerada de introducción y adopción de tecnología.



JORNADA DE EXPERIENCIAS INNOVADORAS EN EDUCACIÓN EN LA FCEIA

El papel de las ciencias, y en especial la física, en la educación en ingeniería no es estático; del entramado de sus leyes depende la tecnología moderna. Debe responder y evolucionar con los cambios trascendentales que ocurren continuamente.

Desde principios del siglo XX, hemos visto tantos avances en física como los que se han obtenido en toda la historia anterior de la humanidad. Sin embargo, quizás no sea el factor más significativo relacionado con el objetivo de la educación en física en la formación de ingenieros. Por el contrario, el objetivo esencial debería ser el de impartir al estudiante un punto de vista, una actitud y una capacidad para aplicar los principios y métodos de análisis de la física contemporánea, pues, sin formación y experiencia en estos modos del pensamiento, ni el físico ni el ingeniero podrán demostrar ser competentes para abordar los problemas emergentes de la ciencia y la tecnología. Además, nos sorprende el grado en que los estudiantes ya cruzan rutinariamente los límites disciplinarios tradicionales. De hecho, la distinción entre ciencia e ingeniería en algunos dominios se ha difuminado, lo que plantea algunos problemas graves para la educación en ingeniería.

Los estudiantes de ingeniería competentes deberían saber fusionar las ciencias físicas, de la vida y de la información cuando se trabaja a escalas espacio-temporales diferentes, como también concebir, diseñar y operar sistemas de ingeniería de gran complejidad e importancia para la sociedad.

Los desafíos contemporáneos requieren cada vez más una perspectiva de equipo. Esto impulsa una creciente necesidad de buscar colaboraciones con equipos multidisciplinarios de expertos. Los atributos importantes de estos equipos incluyen la excelencia en la comunicación, la capacidad de comunicarse mediante la tecnología y fundamentalmente la comprensión conceptual básica científica de las complejidades asociadas a los desafíos del estudio que se presente. Deben incluirse los desafíos en las fronteras de la ciencia, los cuales incluyen conceptos primarios y su evolución en el marco científico.

¿Cómo vamos a lograr toda esta enseñanza y aprendizaje? ¿Qué se ha mantenido constante y qué hay que cambiar?

La respuesta a estos interrogantes se centra en la necesidad de una base sólida científica, de principios de ingeniería y de capacidades analíticas, y es en ella que encontramos el aporte a este cambio en este trabajo.



JORNADA DE EXPERIENCIAS INNOVADORAS EN EDUCACIÓN EN LA FCEIA

Conceptos en una teoría

El análisis de la evolución de las ideas y conceptos científicos nos muestra el enorme esfuerzo realizado para llegar a algunas de las nociones fundamentales laboriosamente desarrolladas a través del transcurso del tiempo. Esto ha significado la superación de grandes obstáculos para que tales nociones sean accesibles e incluso parezcan naturales y actuales. Este es el caso de la evolución de conceptos como espacio, tiempo, inercia, relatividad, invarianza, simetría, entre otros. Pero al mismo tiempo, para su comprensión se requiere un gran proceso de abstracción. En general no pueden inferirse inmediatamente de la experiencia, sino a través de una especulación que sea coherente con lo observado, son productos de un largo esfuerzo del pensamiento.

Utilizar este análisis en la enseñanza puede servir no solo para definir los conceptos estructurantes primarios, sino también para mostrar a los alumnos las dificultades en la construcción de conocimientos. Es decir que la introducción de la evolución de estas ideas y conceptos en las ciencias puede ser un excelente preámbulo de una discusión sobre los mecanismos de construcción de conocimientos. Es necesario ser muy cuidadoso al enseñar esta evolución de los conocimientos en ciencias como suma histórica de resultados sucesivos de científicos: esta comienza con una serie de preguntas cuestionadoras a una serie de especulaciones propuestas.

En toda teoría científica, los conceptos se dividen en dos clases. La primera clase consta de los llamados conceptos primitivos, son aquellos conceptos que no se pueden definir en términos de otros conceptos de la teoría en consideración (también se denominan indefinibles). La segunda clase se forma con los llamados conceptos derivados, aquellos que se pueden definir en términos de otros conceptos de la teoría, ya sean conceptos primitivos o derivados.

Los conceptos primitivos de una teoría pueden verse como el supuesto más elemental de existencia a partir del cual partimos en su construcción. Debe comenzar asumiendo estos conceptos primitivos, implícita o explícitamente, de la forma más simple y clara posible para la intuición, facilitando por ejemplo la elección de referentes materiales correspondientes a algunos conceptos de la teoría. No considerar este aspecto en la construcción de una teoría tenderá a hacerla parecer difusa, dando la impresión de arbitrariedad.



JORNADA DE EXPERIENCIAS INNOVADORAS EN EDUCACIÓN EN LA FCEIA

En el ámbito de las ciencias, el lenguaje matemático ha permitido simbolizar y simplificar la teoría y los respectivos experimentos que en ella se requiere, y es menester brindar explicaciones adecuadas en diferentes escenarios, entre ellos la educación.

Analizando la red de conceptos primitivos utilizados para su descripción observamos que las respuestas a brindar se construyen por procesos de creación y comprobación de teorías que evolucionan históricamente, considerando que solo son aproximaciones tentativas y parciales sobre determinados aspectos de la realidad. Yendo al caso concreto de la Teoría de la Relatividad (TR), que reformula las concepciones acerca del espacio y del tiempo newtonianos en el estudio del movimiento, el interrogante que surge es: ¿cómo enseñar las diferentes temáticas particularmente aquellas relacionadas con el carácter relativo del movimiento?

El análisis de la relatividad del movimiento requiere una estructura conceptual compleja, ya que involucra la individualización del observador y la ubicación del cuerpo en un espacio-temporal dimensional (espacio y tiempo como conceptos primitivos), el conocimiento de las limitaciones y aproximaciones del modelo a utilizar.

De este modo, se constituye en un paso previo, junto a la electrodinámica, al estudio de la teoría de Relatividad Especial (TRE) y General (TRG). Su aprendizaje y extensión encuentra uso profesional útil en diferentes ramas de la ingeniería, no solo de investigación y formación sino también en el uso práctico, tales como: Sistema de Control Operacional del GPS; investigaciones en imágenes médicas, datación radiactiva, desarrollo de nuevos materiales, dispositivos electrónicos, entre otras.

Junto a los temas más formalistas y tradicionales del plan de estudios, como la mecánica newtoniana y el electromagnetismo, se podría esperar que estudiantes exploren diferentes interpretaciones y aspectos históricos, epistemológicos y socioculturales de los conceptos involucrados. El objetivo del estudio debe permitir a los alumnos dar cuenta de las postulaciones que forman la base de TR, discutir cualitativamente algunas de las consecuencias de esta teoría para los conceptos primitivos y derivados involucrados, y dar una descripción de ella. Esta metodología deja margen para diversas interpretaciones de lo que constituye los recursos primarios para describir la teoría, sus conceptos primitivos y derivados, desde las nociones de sistemas de referencia, tiempo y espacio de la mecánica newtoniana hasta su extensión al marco de la TRE y TRG. De hecho, al enfatizar los aspectos históricos y epistemológicos de los conceptos físicos, nos ocupamos de responder a la pregunta cómo se establece el conocimiento científico, y de los conflictos y dilemas que



JORNADA DE EXPERIENCIAS INNOVADORAS EN EDUCACIÓN EN LA FCEIA

información, nos condujo a la construcción de sendas metodológicas que nos permitieran evaluar y verificar el cumplimiento de nuestro objetivo propuesto: construir conocimiento a través de actividades colaborativas que están mediadas por el entorno de aprendizaje, resaltando los aspectos históricos y epistemológicos de los conceptos relevantes, primitivos o secundarios, involucrados.

A modo de ejemplo de una senda metodológica a considerar, partimos del conocimiento que el inicio del estudio del movimiento se realiza en el marco de la Mecánica Clásica o Newtoniana, donde se consideran aproximaciones de las características reales del *espacio* y del *tiempo*, conceptos primitivos, de acuerdo a las llamadas transformaciones de *simetría*, con las consiguientes *invariancias*. Surgen interrogantes naturales, tales como: ¿qué es el espacio considerado por Newton?, ¿y el tiempo?

Es en este contexto donde Newton enuncia sus leyes del movimiento: las tres leyes de la dinámica y su ley de la gravitación universal, y es en ellas donde sintetiza una nueva concepción general del Universo desterrando las ideas aristotélicas.

Uno de los límites en la validez de las Leyes de la Mecánica de Newton es que se restringe a los llamados *sistemas de referencia inerciales* (SRI) (concepto derivado, basado en los conceptos de espacio y tiempo de la Teoría Marco que uno considere en el estudio del movimiento). Desde todos ellos se cumplen las tres leyes de la Mecánica Clásica; este hecho constituye el llamado Principio de Relatividad Clásico (PRC) o de Galileo (Addad, 2012; Addad, 2015). En todos ellos estas leyes son válidas y 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* (concepto derivado) tiene un significado objetivo, no existiendo forma alguna de privilegiar un SRI sobre otro.

Surge de ello, el interrogante: *¿podemos encontrar algún SRI en el Universo?* Este expone una dificultad a la mecánica clásica, y también toca la esencia de la TRG, y puede ser disparador a la extensión de los conceptos primitivos físicos involucrados, tiempo y espacio.

El principio de la relatividad (PR) es mucho más antiguo que la TR, incluso más antiguo que la mecánica clásica de Newton. Fue formulado por Galileo Galilei, como un argumento en la discusión del heliocentrismo versus el geocentrismo. Como respuesta a este último argumento Galilei introdujo una nueva idea: la *inercia* (concepto primitivo, ¿qué significa?), concluyendo que un observador no es capaz de determinar si él está en un



JORNADA DE EXPERIENCIAS INNOVADORAS EN EDUCACIÓN EN LA FCEIA

matemáticas. La noción teórica de grupo de simetría es la noción de invariancia bajo un grupo específico de transformaciones. Invariancia es un término matemático: algo es invariante cuando una transformación dada no lo altera. Esta noción matemática se utiliza para expresar la noción de simetría física en la que estamos interesados, es decir, la invariancia en un grupo de transformaciones. Este es el concepto de simetría que ha demostrado ser tan exitoso en la ciencia moderna.

La aplicación de los principios de simetría a las leyes fue de importancia central para la física en el siglo XX, como se observa en el contexto de las TRE y TRG. Requerir que las leyes, cualquiera que sea su forma precisa, satisfaga ciertas propiedades de simetría, se convirtió en una herramienta metodológica central de los físicos teóricos en el proceso de llegar a la forma detallada de varias leyes.

Las simetrías de la ley (ecuación) se encuentran en el conjunto de sus soluciones, por lo tanto, se puede usar las simetrías de la ley como una guía para encontrar soluciones, es decir, para determinar qué fenómenos son físicamente posibles cuando no se conocen todas las soluciones.

Por ejemplo, las leyes de la física deben ser invariantes bajo traslaciones en el tiempo, no hay un momento especial y son válidas en todos los instantes de tiempo. Esta simetría encaja bien con la hipótesis básica de la ciencia de que los resultados son reproducibles para que la teoría pueda ser *refutable*: si un científico obtiene cierto resultado en el momento $t=t_i$, otro investigador debería ser capaz de obtener el mismo resultado en $t=t_i+\Delta t$. Esta simetría se llama la *homogeneidad del tiempo*, y observamos que relaciona el análisis de la red de conceptos primitivos, en este caso el tiempo, con comprobaciones que debe cumplir la teoría que se construya. Esto acuerda con lo expresado anteriormente: las respuestas a brindar se construyen por procesos de creación y comprobación de teorías que evolucionan históricamente.

De la misma manera, se considera la homogeneidad e isotropía del espacio.

Aparte de las simetrías bajo traslaciones y rotaciones, el PR nos proporciona otra simetría, relacionada con observadores en movimiento relativo. Ya que el PR impone que un observador solo es capaz de medir velocidades relativas entre SR, las leyes de la física no pueden ser formuladas en términos de velocidades: solo los cambios de velocidad son admisibles, ya que estos son independientes de los observadores. Efectivamente, las leyes de Newton están formuladas en función de la aceleración, y no de la velocidad. Pero hay más por destacar: “si dos observadores observan el mismo suceso, cada uno desde su



JORNADA DE EXPERIENCIAS INNOVADORAS EN EDUCACIÓN EN LA FCEIA

propio SR, se tienen que poder relacionar los resultados de un observador con los resultados del otro!”. La relación entre los resultados de diferentes observadores en movimiento relativo es también una transformación.

En particular, las transformaciones entre las observaciones realizadas en diferentes SRI son las correspondientes a las observaciones de Galileo. Su análisis muestra y confirma los resultados conocidos de que en la mecánica newtoniana las posiciones y las velocidades son relativas, pero las aceleraciones son absolutas, en acuerdo con el PRC que afirma que diferentes observadores inerciales ven la misma física. Las leyes de la física que estos observadores inerciales formulan tienen que ser invariantes bajo las transformaciones 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.

Al considerar los estudios realizados por Einstein, observamos que su punto de partida fue la incompatibilidad de la mecánica newtoniana, la teoría de Maxwell y el PRC. La mecánica newtoniana y la teoría de Maxwell tienen grupos de simetría diferentes, mientras el PR dice en grandes líneas que todas las teorías físicas deberían tener el mismo grupo, la misma física para diferentes observadores. La solución de Einstein a este problema teórico, la TRE, es una reformulación de la mecánica newtoniana en términos del grupo de Lorentz, el grupo de simetría de la teoría electromagnética de Maxwell. Si todos los SRI son equivalentes y todos los observadores inerciales ven la misma física (no solo la mecánica, sino a la física entera, incluidos el electromagnetismo y la óptica), entonces todos ellos deben llegar a las mismas leyes. En otras palabras, extiende el PR a toda la física e introduce un segundo principio de invariabilidad de la velocidad de la luz, según el cual la velocidad de la luz en el vacío es constante e independiente del estado de movimiento del observador. Llevar estos dos postulados hasta sus últimas consecuencias implica abandonar las ideas intuitivas del espacio y el tiempo, reformula e introduce conceptos primitivos. Es más, la teoría de la gravedad, tal como fue propuesta por Newton, no era compatible con la estructura del espacio y el tiempo que surge de la TRE. Einstein formuló una nueva versión de la gravedad, a través de la teoría de la TRG, que esencialmente la convierte en una teoría de campos, un concepto introducido por Faraday y Maxwell unos 50 años antes. La interacción gravitatoria ya no es instantánea y a distancia, sino a través de un campo intermediario por el cual la fuerza gravitatoria se propaga con velocidad finita. Lo revolucionario de la TRG es la identificación de este campo intermediario con la métrica,



JORNADA DE EXPERIENCIAS INNOVADORAS EN EDUCACIÓN EN LA FCEIA

un objeto matemático que describe las propiedades geométricas del espacio, induce por lo tanto a una profunda relación entre la gravedad y la curvatura del espacio-tiempo.

Se evidencia en esta senda, esquematizada en la Figura 5.1, que la introducción de la evolución de estas ideas y conceptos en las ciencias puede ser un excelente preámbulo de una discusión sobre los mecanismos de construcción de conocimientos, que se enriquece con la búsqueda de información y nuevos interrogantes.

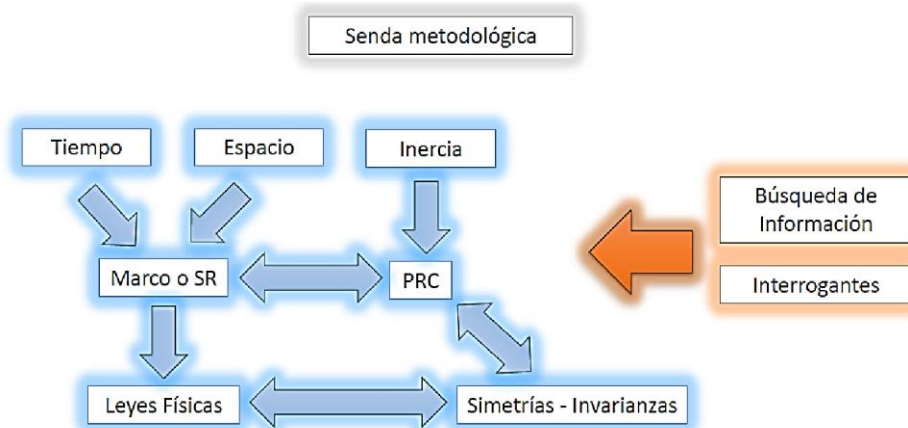


Figura 5.1. Senda metodológica

Reflexiones finales

Al pensar en los muchos desafíos que tenemos por delante, es importante recordar que los estudiantes se mueven por la pasión, la curiosidad, el compromiso y los sueños. Aunque no podemos saber exactamente qué se les debe enseñar, debemos pensar en el entorno en el que aprenden y las ideas, inspiración y situaciones a las que están expuestos. A pesar de nuestros mejores esfuerzos para planificar su educación, en gran medida podemos simplemente exponer los conceptos que creemos básicos, dar un paso atrás y observar las cosas increíbles que se pueden obtener de los alumnos con la cantidad de información que tienen a su alcance, mediando para una construcción adecuada de conceptos ubicados correctamente en la teoría científica que se estudie. Hacer a largo plazo la educación en ingeniería emocionante, creativa, aventurera, rigurosa quizás sea más importante que especificar una línea de acción curricular.

La TR nos presenta cuestiones sobre las cuales se debe reflexionar. Por un lado, la TRE ha eliminado los conceptos del espacio absoluto, del tiempo absoluto y de la velocidad absoluta, por no ser observables. Mientras que la TRG ha incorporado en la física el concepto del espacio-tiempo dinámico, como una entidad física real. Este ha pasado de ser un escenario estático donde ocurre la física a ser una parte más de ella que influye lo que



JORNADA DE EXPERIENCIAS INNOVADORAS EN EDUCACIÓN EN LA FCEIA

contiene y puede ser influenciado por ello. Y, por otro, nos enseña que una buena teoría física tiene que hacer algo más que simplemente reproducir los resultados experimentales de un observador, debería poder hacerlo para cualquiera de ellos.

Lo que resulta curioso, desde nuestro punto de vista educativo moderno post-relativista, es que el PR, que es fundamental en el desarrollo de la TR, vea disminuida su importancia en la enseñanza de la mecánica newtoniana. Se mencionan las transformaciones de Galilei en cualquier curso de física general, aunque más bien de manera anecdótica y sin un desarrollo posterior.

Aprender es adquirir la información útil. Solo conociendo las raíces propias del referencial teórico y anticipándonos a las posibles dificultades de comprensión de los estudiantes podremos utilizar y coordinar una serie de estrategias para facilitar el aprendizaje. Seguramente nos encontraremos con nociones intuitivas de los estudiantes que tendrán que ser trabajadas y modificadas adecuadamente a fin de lograr su coherencia con el marco conceptual de la teoría estudiada.

Referencias bibliográficas

- Addad, R. (2012). Relatividad Clásica: dificultades de comprensión en el estudio del movimiento. *Memorias XI Simposio de Investigación en Educación en Física* (pp.297-307). APFA. https://www.apfa.org.ar/wp-content/uploads/2016/04/Memorias_2012-SIEFXI.pdf.
- Addad, R. (2015). Relatividad Clásica: conceptos básicos. *Revista de Enseñanza de la Física*, 27(Extra), 653-659. <https://revistas.unc.edu.ar/index.php/revistaEF/article/view/12718>.
- 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*. APFA.
- 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* (pp.779-799). APFA. http://www.apfa.org.ar/wp-content/uploads/2016/04/Memorias_2013-REFXVIII.pdf.
- Addad, R. y Rosolio, A. (2019). El carácter relativo del movimiento. *Revista de Enseñanza de la Física*, 30(Extra), 7-14. <https://revistas.unc.edu.ar/index.php/revistaEF/article/view/26520>.
- Cassan, R., Sánchez, P. y Llonch, E. (2019). Dificultades de estudiantes universitarios en una situación de la relatividad clásica. *Revista de Enseñanza de la Física*, 31(Extra), 167-174. <https://revistas.unc.edu.ar/index.php/revistaEF/article/view/26542>.



JORNADA DE EXPERIENCIAS INNOVADORAS EN EDUCACIÓN EN LA FCEIA

Formación en la Práctica Profesional Docente y trabajo en terreno

La Práctica Profesional Docente (PPD) está contemplada en un Campo de Formación específico dentro de los cuatro Campos que abarca la formación inicial en la Propuesta de Estándares para la Acreditación de las carreras de Profesorado Universitario en Matemática del Consejo Interuniversitario Nacional (Anexo IV Resolución CIN 856/13). Este organismo define a la PPD como un conjunto de “prácticas sociales e históricas que responden a intenciones y valores determinados por los actores que en ellas intervienen en cada momento y circunstancia en que se desarrollan” (p.13), con el propósito de que el futuro docente universitario pueda desenvolver habilidades y saberes en aquellos espacios en donde podrá ejercer su tarea docente. Este desarrollo debe ser acompañado por una construcción reflexiva que es promovida por las actividades concretas que se propongan desde estos espacios de formación. Entre ellas: analizar documentos curriculares e institucionales; utilizar y analizar materiales didácticos (algunos de ellos vinculados a las TICs) para la enseñanza y el aprendizaje de la disciplina; elaborar propuestas de enseñanza y aprendizaje concretas con puesta en práctica y análisis, interpelar procesos de evaluación de aprendizajes de alumnos/as (CIN, 2013). De esta manera, las actividades se configuran como experiencias prácticas dentro de un abanico de posibles contextos e instituciones que conforman el campo de acción de la PPD.

Desde el CIN también se regulan las instancias de trabajo en terreno. Las mismas involucran “el desempeño integral de las acciones propias del profesional docente, realizadas por el estudiante en los niveles secundario y superior, acompañado y supervisado por docentes de las instituciones educativas destino y universitaria” (p.14). Estas instancias de salida al terreno son acompañadas por actividades concretas desde los espacios de PPD tales como: el registro de lo que acontece en la institución -tanto dentro como fuera del aula- (en forma de relatos de observación y narrativas); la planificación de las actividades a realizar; la elaboración de informes de síntesis dichas experiencias de práctica, entre otras. Desde este marco regulador y en correspondencia con lo que plantea Davini (2015) es que se concibe que el conocimiento práctico es construible y, por lo tanto, factible de ser enseñado en las carreras de formación inicial. En tal sentido la autora explica que el conocimiento práctico es el que permite al/a la futuro/a profesor/a intervenir en el complejo entramado inherente a los escenarios reales. Todo ello requiere de toma de decisiones contextualizadas ante situaciones o problemas genuinos que los/as futuros/as



JORNADA DE EXPERIENCIAS INNOVADORAS EN EDUCACIÓN EN LA FCEIA

docentes deben enfrentar y, por tanto, merecen ser acompañadas de prácticas de reflexión constante.

En particular desde el Plan de Estudios actual (2018) del Profesorado en Matemática (PM) de la FCEIA, el campo de la PPD asume el formato de Trayecto siendo transversal a los cuatro años de la carrera. El mismo va tomando protagonismo a medida que se integra con los restantes Campos de Formación. Así, las unidades curriculares que lo conforman (PPDI a IV) mantienen una carga horaria que aumenta significativamente en el cuarto y último año (96 hs. totales para PPD I a III y de 258 hs. totales para PPD IV). A su vez, el trabajo en terreno en cada una de las unidades se intensifica y profundiza proporcionando tareas y contextos diferentes a los/as estudiantes del Profesorado, que aumentan en nivel de responsabilidad año a año, con cierta gradualidad. Esto puede verse reflejado cuantitativamente en la Tabla 6.1 en la que se observa que el tiempo destinado al terreno se va incrementando paulatinamente.

Tabla 6.1. Carga horaria del trabajo en terreno en los espacios de las PPD

Asignatura	Período	Duración	Cantidad de horas
PPD I	Mediados de septiembre – Mediados de octubre	1 mes	16
PPD II	Fines de agosto – Fines de octubre	2 meses	32
PPD III	Fines de agosto – Fines de octubre	2 meses	32
PPD IV	Principios de abril – Fines de mayo (Superior)	2 meses	64
	Mediados de agosto – Fines de octubre (Medio)	2 meses y medio	64

En términos generales, en los espacios de PPD I y II el trabajo en terreno se centra en la realización de observaciones de clases de Matemática en el Ciclo Básico de la Educación Secundaria y análisis de algunos documentos institucionales, complementándolo con algunas intervenciones puntuales en aula en PPDII. Dichas acciones se llevan a cabo en pequeños grupos o en parejas. En estos primeros años se espera que el registro de lo que ocurre en el terreno sea textual y descriptivo, para poder luego comenzar a disparar algunas reflexiones sobre lo acontecido, a partir de la guía del/de la docente que orienta la mirada. En la Figura 6.1 se sintetizan las acciones relativas al trabajo en terreno centrando la atención en PPD III y IV en las que se hará foco a continuación. Cabe aclarar que en esta etapa se espera una participación individual y más activa por parte del/de la futuro/a profesor/a en cada institución. Se prevé que el registro de la experiencia se realice a través de relatos de observación menos detallados, pero más analíticos, que puedan ir combinándose con estilos narrativos y también una mayor profundidad en el análisis de los documentos normativos y del contexto involucrado.



JORNADA DE EXPERIENCIAS INNOVADORAS EN EDUCACIÓN EN LA FCEIA

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 de campo de Práctica Profesional Docente I.
Cuarto año	Práctica docente como residente en el nivel superior Universitario. Práctica docente como residente en el nivel Secundario, en cualquiera de sus modalidades.

Figura 6.1. Actividades que involucra el trabajo en terreno en PPDIII y PPDIV

Puede observarse que el trabajo en terreno en el último tramo de la carrera involucra a distintos niveles educativos y, en particular, al nivel superior Universitario, desde diferentes roles como es el de tutor de compañeros pares de la carrera en PPD III y como docente en los primeros meses en PPD IV. Asimismo, se refleja la diversidad de niveles por los que se espera que transite un/a estudiante de PM al llevar a cabo sus experiencias de trabajo en terreno. Se procura que pueda vivenciar una práctica en toda su complejidad, al interactuar con la dinámica institucional, con distintos actores y, al interior del aula, con grupos de estudiantes diversos.

A su vez, a nivel PM dentro del marco del cambio de Plan de Estudios que se efectivizó en 2018, se cuenta con un documento de Lineamientos para el Trabajo en Terreno de la Práctica Profesional Docente aprobado por el Consejo Directivo de la FCEIA (2019). En dicho documento se define el papel de los distintos actores que forman parte de las instancias en terreno de la PPD: practicantes (estudiantes que transitan los espacios de PPD), instituciones asociadas (de distintos niveles y modalidades en las que los estudiantes del PM llevan a cabo sus experiencias de trabajo en terreno) y docente coformador/a (docente interlocutor/a del/de la practicante en la institución asociada). Además, se regulan acciones relativas a: la gestión de la entrada al terreno, la implementación, los períodos involucrados, así como las notas formales que acompañan dicho proceso. La elaboración de estos lineamientos surgió como necesidad de articulación del campo de la PPD, para establecer términos y parámetros de ejecución comunes, aportando cierta coherencia en términos de trayecto.

Trabajo en terreno en contexto de pandemia

Los niveles educativos de desempeño en terreno involucrados en los espacios de PPD (nivel Secundario, nivel superior Terciario y nivel superior Universitario) fueron interpelados durante el período de aislamiento social y preventivo provocado por la pandemia, como así también los espacios de PPD al interior del PM. Así es que los nuevos escenarios de enseñanza y aprendizaje se vieron atravesados, en un primer momento por la virtualidad y



JORNADA DE EXPERIENCIAS INNOVADORAS EN EDUCACIÓN EN LA FCEIA

PPD que no estaban siendo cuestionadas, tales como: vínculos con coformadores/as, acuerdos con instituciones, estructura de registros y de planificaciones, instancias de observación de docentes a practicantes, acompañamiento de estudiantes de PPDIII a estudiantes de PPD I.

Se comparten las experiencias en que estos aspectos se fueron redelimitando tanto durante el 2020 como en el 2021 en los espacios de PPDIII y PPDIV.

Año 2020

El trabajo en terreno durante el 2020 se dio, en ambas unidades curriculares, en forma completamente virtual. Si bien hacia mediados de este año se estaba proyectando un posible regreso a la presencialidad, no pudo finalmente concretarse dado que coincidió con la primera ola de contagios.

PPDIII

En cuanto al *vínculo con coformadores/as*, al ser el primer año en el cual se implementaba el trabajo en terreno en el nivel Terciario, se recurrió a los contactos establecidos a través de proyectos de investigación y extensión generados desde el PM y a distintas actividades que las formadoras estaban realizando en sus ámbitos laborales. Estos primeros contactos permitieron establecer otros, comenzando a entretorse una red que continúa ampliándose y fortaleciéndose a partir de los mismos intercambios que se dan en el marco de las experiencias de prácticas.

Los *acuerdos institucionales* tuvieron su correlato virtual. El/La docente coformador/a fue el/la primer/a intermediario/a con la institución asociada. Se sumó a ello un posterior contacto de las docentes formadoras de PPDIII a cada institución. Se contaba, a partir de vínculos previos y de otros ámbitos, con el apoyo de otros actores institucionales (regentes y jefes de área/sección) que avalaron la propuesta y que facilitaron el acceso a las instituciones. Así es que se envió un primer mail de contacto dirigido a actores del nivel Terciario que gestionaban el área y/o la institución procurando habilitar paulatinamente la entrada al terreno por parte de los/as practicantes.

Te comento que desde la semana del 21/28 de septiembre estimativamente y hasta la semana del 12/19 de octubre estimativamente, cuatro estudiantes que están actualmente cursando Práctica Profesional Docente III del Profesorado en Matemática de la FCEIA-UNR estarán realizando su trabajo en terreno / de campo en el nivel terciario de educación.



JORNADA DE EXPERIENCIAS INNOVADORAS EN EDUCACIÓN EN LA FCEIA

Básicamente la idea es que se integren al trabajo de alguna cátedra durante cuatro semanas, en las que el practicante realiza actividades acordadas con el docente de la cátedra (coformador), entre ellas: observaciones participantes de clases, entrevistas abiertas, aportes de materiales didácticos, consultas a estudiantes, implementación de alguna actividad.

En caso de considerar oportuno que un estudiante del Profesorado realice su experiencia de práctica en el Instituto Terciario donde te desempeñas, estaríamos informando a las estudiantes que se comuniquen con quienes consideres, elevando una nota formal a la institución.

Muchas gracias por la respuesta que puedas enviar esta semana (tope 21/8) y quedo a disposición por cualquier inquietud.

En relación con la *estructura del registro* de la experiencia, se diferenció del tipo de registro en el marco de las observaciones de las participaciones activas que estaban previstas para el trabajo en terreno en tercer año. Esto se debió a que la observación fue adquiriendo diferentes formas de acuerdo a los medios y herramientas que se utilizaban en cada asignatura, carrera e institución en la que los/as practicantes estaban llevando a cabo su experiencia. Algunos ejemplos de ellos son: materiales audiovisuales y presentaciones como clases teóricas, chat, foros y mensajería como espacios de intercambio de dudas y consultas, clases sincrónicas como espacios de interacción en tiempo real, e imágenes y documentos en el marco de las producciones de los/as estudiantes. En cuanto al registro propiamente dicho, se comienza a incorporar la narrativa como formato de redacción para las participaciones en primera persona y a comentar en relatos no tan detallados, las observaciones de las clases gestionadas por los/as coformadores/as. En ambos tipos de redacciones las docentes formadoras proponen algún comentario general y/o pregunta que se desprenden de lo escrito, invitando a las practicantes a repensar lo vivido.

Respecto al trayecto del terreno en donde se propone un *acompañamiento a estudiantes de PPDI* que realizan su primer acercamiento al nivel Secundario, el mismo se reformuló en base a las nuevas condiciones en las que se llevó a cabo el acercamiento al terreno en PPDI. Dado que a nivel institucional se decidió que el trabajo en terreno se sostendría en los últimos años de la carrera y no así en los primeros (PPDI y PPDI), el acompañamiento se efectivizó en el marco de otra de las actividades que realizan los/as estudiantes de primer año. La misma consiste en la planificación de una clase. Los dispositivos que se utilizaron para el registro de esta experiencia fueron los relatos y narrativas. En particular, las herramientas que permitían la interacción entre ambos grupos de estudiantes y



JORNADA DE EXPERIENCIAS INNOVADORAS EN EDUCACIÓN EN LA FCEIA

continuará preguntándoles: “¿Observan alguna diferencia con respecto a los elementos que les mostré anteriormente?”.

En cuanto a las *instancias de observación de docentes a practicantes* se comenzó a revisar su necesidad en términos de la intencionalidad. Dada la diversidad de formatos en que se estaban implementando las clases, la observación como tal implicaría distintas acciones y el tipo de información a recolectar sería consecuentemente diferente en cada caso. Esto llevó al equipo de formadoras a replantearse la necesidad de la “observación de prácticas” en este contexto. Al ser consideradas una instancia más de acompañamiento para el/la practicante bien podría compensarse con el seguimiento a través de los documentos donde se lleva a cabo el registro exhaustivo de la experiencia. Cabe continuar indagando acerca de la “necesidad” de estas prácticas repetidas y sostenidas en el período de gestión de clases por parte de los/as practicantes. ¿Es algo realmente “necesario” o es heredado?, ¿de qué modo podrían implementarse para que en lugar de ser vivenciadas como una instancia de control sean asumidas como una instancia más de acompañamiento?

Año 2021

El trabajo en terreno durante el 2021 adquirió algunas instancias de presencialidad cuidada que fue alternada con virtualidad en la mayoría de los casos (en los niveles Secundario y Terciario; no así en el nivel universitario que se desarrolló de manera completa en virtualidad), dependiendo de las decisiones particulares que se estaban gestando al interior de las instituciones.

PPDIII

En cuanto al *vínculo con coformadores/as*, se logró ampliar los contactos a partir de la gestión realizada en la primera experiencia en 2020.

Con respecto a los *acuerdos institucionales*, durante el 2021 se requirió del fortalecimiento de los mismos, ya que la realidad en el nivel Terciario estaba cambiando. Desde el Ministerio de Educación de la Provincia de Santa Fe, se comenzó a proyectar la vuelta a la presencialidad en dicho nivel (decisión que fue adquiriendo distintos matices en cada institución asociada) en simultaneidad con la gestión de la entrada al terreno realizada por las docentes de PPDIII. Esto habilitó la posibilidad de combinar la realidad de la institución con la de cada practicante y, por otro lado, atender a las normas institucionales de cuidados de ingreso de personas externas a las burbujas.



JORNADA DE EXPERIENCIAS INNOVADORAS EN EDUCACIÓN EN LA FCEIA

La *estructura del registro* en este caso se mantuvo con relación al año anterior, dándose en algunos casos la observación y la participación en clases presenciales y en formatos híbridos que se combinaban semana a semana. Esta variedad de situaciones enriqueció al grupo de practicantes brindando la posibilidad de análisis de diversidad de contextos. Este hecho puede verse reflejado en un fragmento de un relato de coevaluación, en el que una practicante valora positivamente tal experiencia.

Hola XX! Primero te quiero mencionar que me encantó que eligieras Prezi para guiar dinámicamente el video. También te noté más relajada en esta oportunidad, te expresaste con claridad y fluidez.

En cuanto a los alumnos, qué grande es la diferencia entre los inscriptos y los que llevan al día, y también qué importante resulta que no hayas pasado por alto este hecho y decidieras indagar sobre los motivos de que ocurriera esta deserción tan notoria.

Antes no lo mencioné, pero lo hago en esta oportunidad. Sobre la modalidad invertida, si bien tu explicación me hace pensar en la forma en que se dan muchas de las clases de las materias de nuestra carrera, esta terminología no la conocía, ahora le puedo dar un nombre a esa modalidad.

Lograste identificar cómo se presenta el contenido en las clases observadas, así como estrategias que utiliza la docente y el tipo de evaluación que adopta.

Sobre tus intervenciones, preparaste una práctica de repaso, y te ofreciste para responder consultas, no te quedaste en el molde.

Hacia el final del video dijiste algo que es muy cierto, las instancias “valoraciones” y “conclusiones” nos permitieron mirar en retrospectiva nuestras prácticas para consolidar todos los aprendizajes que nos llevamos de esta práctica. En los primeros tramos de esta experiencia, constantemente nos encontrábamos siendo interpeladas por nueva información que íbamos intentando registrar, pero difícilmente logramos detenernos a reflexionar.

Por último, te felicito por ser tan autocrítica con tu propio desempeño!, pero a su vez te invito a que cuando realices una próxima autoevaluación intentes reconocer también lo positivo de vos misma, así como lo hizo tan acertadamente...

¡Buen trabajo XX!

La segunda instancia del trabajo en terreno, relativa al *acompañamiento a estudiantes de PPDI*, se implementó de la misma forma que durante el 2020. El trabajo de seguimiento continuó siendo el acompañamiento en una actividad específica de PPDI denominada “La Clase”.



JORNADA DE EXPERIENCIAS INNOVADORAS EN EDUCACIÓN EN LA FCEIA

PPDIV

En cuanto al *vínculo con coformadores/as*, similar a lo acontecido en el 2020, las formadoras se pusieron en contacto con docentes que ya habían actuado como tales. Se procuró que, en caso de repetir alguno/a de los/as que ya se habían desempeñado en este rol en el 2020, pudieran ofrecer para la nueva experiencia alguno de sus cursos en otra institución o bien correspondiente a otro año de escolaridad.

En relación con los *acuerdos institucionales*, se presentaron las correspondientes notas con aval de la institución formadora contándose previamente con el consentimiento del/de la docente y la cobertura de los/las practicantes, necesaria para la realización de prácticas presenciales. Si bien la comunicación con docentes coformadores/as se dio a través de correo electrónico y WhatsApp, el acercamiento a las instituciones se realizó en forma presencial. A diferencia de lo que se explicita en el documento de Lineamientos, el mismo estuvo a cargo de las docentes formadoras y no así de los/as practicantes. Esta decisión se basó en la preservación del cuidado del ingreso a las instituciones dada la intermitencia del regreso a la presencialidad que estaba aconteciendo hacia mediados del 2021.

Los acuerdos en torno a la *estructura de planificaciones* en esta oportunidad estuvieron fundamentalmente asociados a la modalidad de trabajo por burbujas que se estaba implementando en gran parte de las instituciones de nivel Secundario al momento de iniciar el trabajo en terreno. Al respecto se presentaron inquietudes tales como: de qué manera llevar un ritmo de avance relativamente parejo entre burbujas en caso de una posible vuelta a la presencialidad con todo el grupo, qué tipo de actividades planificar para la burbuja que no estaba asistiendo presencialmente, cómo dar continuidad al vínculo pedagógico en ese marco de intermitencia, entre otras. La estructura de la planificación fue similar a la propuesta en 2020, aunque fueron más preponderantes, en cuanto a nivel de detalle, las propuestas para la presencialidad, a la que finalmente se volvió en forma completa en coincidencia con el inicio del período de implementación por parte de las practicantes.

En cuanto a las *instancias de observación de docentes a practicantes*, se concretó una única instancia de observación en previo acuerdo con las autoridades de las instituciones asociadas quienes sugirieron que sea por parte de las docentes formadoras. Esto se llevó a cabo con nota mediante debido al control que aún se estaba realizando en los espacios educativos respecto del ingreso de personas ajenas a los mismos.

Ref.: Solicitud de autorización para observar prácticas docentes



JORNADA DE EXPERIENCIAS INNOVADORAS EN EDUCACIÓN EN LA FCEIA

De mi consideración:

Tengo el agrado de dirigirme a usted a fin de solicitarle permiso para observar una clase a implementar por la practicante ... en el marco de las prácticas docentes correspondientes a la cátedra de Práctica Profesional Docente IV del Profesorado en Matemática de la Facultad de Ciencias Exactas, Ingeniería y Agrimensura de la Universidad Nacional de Rosario.

A modo de cierre

La puesta en marcha del trabajo en terreno en entornos virtuales e híbridos contribuyó a resignificar los vínculos con las instituciones asociadas y con coformadores/as y a redimensionar aspectos de la práctica que no estaban siendo suficientemente interpelados.

En términos del vínculo con instituciones asociadas y coformadores/as, y también al interior del PM, desde el campo de la PPD se propició y fortaleció la conformación de Comunidades de Práctica (Wegner, 2001). Se concibe a estas comunidades como ámbitos privilegiados para la construcción de conocimiento en términos de “compromiso mutuo en torno a una empresa conjunta (...) para este tipo de aprendizaje avanzado, que requiere un fuerte vínculo de competencia comunitaria junto con un profundo respeto por la particularidad de la experiencia” (pp.259-260). Así es que desde estas experiencias particulares se reforzaron las acciones tendientes a conformar un verdadero equipo de formación entre docentes formadores/as y coformadores/as que posibilite un real acompañamiento en los procesos de construcción de conocimiento. Todo ello con el fin de proporcionar instancias de formación práctica de calidad para los futuros/as profesores/as en Matemática en los que la producción de herramientas virtuales actúe como soporte.

Todas estas acciones fueron posibles desde una propuesta colectiva diseñada y gestionada por los equipos de formadores del campo de la PPD pero al mismo tiempo apoyada y sostenida a nivel institucional, a nivel de carrera, Departamento, Facultad y Universidad. Es decir, la posibilidad de asumir una posición abierta a la significatividad de la experiencia situada como superadora de las prácticas tradicionales no habría sido factible en un contexto de inacción o indecisión a nivel institucional.

Los acuerdos que se fueron entretejiendo, en primer lugar, para dar una respuesta en la emergencia permitieron transitar una experiencia de práctica docente en Matemática en nuevos escenarios en clave de oportunidad. Así es que la innovación llegó de la mano de la



JORNADA DE EXPERIENCIAS INNOVADORAS EN EDUCACIÓN EN LA FCEIA

toma de decisiones sustentadas en concepciones de práctica que debieron ser revisitadas, junto con sus múltiples aspectos.

La necesidad de adaptación a la coyuntura se constituyó en un impulso para explorar nuevos horizontes de cara a los nuevos formatos en los que la enseñanza y el aprendizaje de la Matemática son posibles. Los aprendizajes adquiridos tanto por docentes (formadores/as y coformadores/as) como por practicantes dejan abiertos interrogantes relativos a “lo impuesto”, “lo heredado” y “lo tradicional” que trascienden las modalidades (presencial, virtual, mixta) en que están aconteciendo las PPD en cada momento. Intercambiar experiencias en espacios como el que fue habilitado en el marco de esta Jornada Institucional, en otros ámbitos con colegas de la PPD de otros Profesorados, a nivel nacional e internacional, profundizar en el estudio del tema y reflexionar sobre lo vivenciado son algunas de las acciones que nos proponemos recorrer a futuro para sostener una formación práctica de calidad en el PM.

Referencias bibliográficas

- Ciccioli, V. y Dominguez, E. (2020). Hacia la construcción de un rol activo del coformador en las prácticas de Residencia del Profesorado en Matemática. En N. Sgreccia (Comp.). *Memorias de la VI Jornada de Experiencias Innovadoras en Educación en la FCEIA* (pp.16-29). Asociación de Profesores de la Facultad de Ciencias Exactas e Ingeniería de la Universidad Nacional de Rosario. <https://desarrolloinstitucional.fceia.unr.edu.ar/es/areas/artei/jornadas-eief/vi-eief2019.html>.
- Ciccioli, V., Sgreccia, N. y Mengarelli, M.S. (2020). Desarrollo del trayecto de la Práctica sin Presencia Física en las Instituciones Educativas: un recorrido por los Profesorados Universitarios en Matemática de Argentina. *Revista Científica Educ@ção*, 4(8), 989-1004. <https://doi.org/10.46616/rce.v4i8.130>.
- Consejo Directivo FCEIA-UNR (2019). *Resolución 564/19: Lineamientos para el trabajo en terreno de la práctica profesional docente*. Autor.
- Consejo Interuniversitario Nacional (2013). *Resolución 856/13: Propuesta de Estándares para la Acreditación de las carreras de Profesorado Universitario en Matemática*. Autor.
- Consejo Superior UNR (2018). *Resolución 027/18: Plan de estudios del Profesorado en Matemática*. Autor. https://www.fceia.unr.edu.ar/ecen/dm/wp-content/uploads/R0933-17CD_ANEXO-PM.pdf.
- Davini, M.C. (2015). *La formación en la práctica docente*. Paidós.
- Sanjurjo, L. (2020). *Conversando acerca de las prácticas en tiempo de distanciamiento social* [Video]. YouTube. <https://youtu.be/lepaPFYIBKY>.



JORNADA DE EXPERIENCIAS INNOVADORAS EN EDUCACIÓN EN LA FCEIA

ENSEÑANZA DE LA MATEMÁTICA EN CARRERAS DE INGENIERÍA. EXPERIENCIAS EN PANDEMIA

Marisa Piraino, Dirce Braccialarghe, Beatriz Introcaso y Guillermo Rodríguez*
Escuela de Formación Básica. Departamento de Matemática. Ciclo básico de Ingeniería.
Cálculo III - Escuela de Ingeniería Mecánica. Introducción a la Ingeniería Mecánica

Resumen

Mostramos en este trabajo tres experiencias llevadas a cabo durante la pandemia en cursos de Cálculo III, poniendo de manifiesto que aún en este contexto se puede pensar en incorporar otros marcos de referencia para resignificar los conceptos, enfocando la problemática en el uso del conocimiento matemático en distintas situaciones, a la vez que incorporar temáticas que contribuyen a construir conocimientos con los que se pueda transformar la realidad cotidiana.

La primera propuesta estuvo relacionada con la idea de *optimizar*. Se propuso a las/os estudiantes que presentaran una mejora de algún dispositivo, material, proceso que pudiera perfeccionarse en la comunidad a la que pertenecen. La segunda presentó el *método de mínimos cuadrados* a través de la potabilización del agua. La tercera estuvo relacionada con el *momento de inercia*, proponiendo conjeturar, experimentar, analizar y simular una *carrera de objetos circulares*.

Si bien consideramos que la comunicación por medios virtuales limita los debates, dificulta el trabajo grupal y restringe la interacción necesaria para la construcción de conocimiento socialmente compartido, con las experiencias relatadas evidenciamos que se puede evitar el abandono de la idea de estimular la participación y dejar entrar las prácticas sociales al proceso de enseñanza-aprendizaje.

Palabras clave

Teoría socioepistemológica. Aula extendida. Discurso matemático escolar. Enseñanza virtual. Experiencias participativas.

Abstract

We present three experiences carried out during the pandemic in Calculus III courses, showing that even in this context it is possible to incorporate different reference frameworks to resignify the concepts, focusing the problem on the use of mathematical knowledge in everyday situations. At the same time, the aim is to build knowledge with which daily reality can be transformed.

The first experience was related to the idea of *optimization*. The students were proposed to present an improvement of some device, material, process that could be perfected in the belonging community. The second one, presented the *least squares method* through water purification. The third one was related to the *moment of inertia*, proposing to conjecture, experiment, analyze and simulate a *race of circular objects*.

We consider that communication through virtual tools limits debates, hinders group work and restricts the necessary interaction for the construction of socially shared knowledge. Nevertheless, with the reported experiences we show that it is possible not to abandon the idea of stimulating participation and letting the social practices to be part of the teaching-learning process.

Keywords

Social Epistemology. Extended classroom. Scholar mathematical discourse. Virtual teaching. Participant experiences.

* {piraino, dirce, beatriz, guille}@fceia.unr.edu.ar



JORNADA DE EXPERIENCIAS INNOVADORAS EN EDUCACIÓN EN LA FCEIA

difusa, y por lo tanto pensamos una reorganización del proceso educativo que pusiera de manifiesto la relación entre las mismas, reflejando una concepción científica del mundo, que demuestre cómo los fenómenos no existen por separado, al interrelacionarlos por medio del contenido. Las prácticas de modelado, entendidas en sí mismas como construcción de conocimiento (Cordero Osorio, 2004), propician este enfoque interdisciplinario. Nos planteamos resaltar el carácter funcional del conocimiento, es decir, la posibilidad de integrarlo a la vida para transformarla, para lo cual enfocamos la problemática hacia el uso del conocimiento matemático en situaciones concretas, para entender cómo se relacionan la función y la forma del conocimiento puesto en juego, en una secuencia en la que se crean y modifican marcos de referencia.

El actual contexto de pandemia que nos llevó a trabajar desde nuestras casas utilizando herramientas para comunicarnos de forma virtual, nos obliga a repensar el concepto de aula extendida. Ya no se trata de un lugar físico en el que compartimos experiencias, debatimos problemáticas, intercambiamos saberes previos. Sin embargo, intentamos sostener la idea de construir conocimiento a partir de la necesidad de resolver problemas ligados a las prácticas ingenieriles.

Propuestas didácticas en virtualidad

En esta sección mostramos tres propuestas de trabajo grupal cuya intención principal fue la de estimular la participación activa de las y los estudiantes de Cálculo III durante el año 2021, año en que el cursado fue totalmente virtual. Además, presentamos un resumen de las respuestas brindadas por los grupos.

Trabajo grupal: Optimización

La primera propuesta estuvo relacionada con la idea de *optimizar*, considerando esta acción en la comunidad de estudiantes de Ingeniería como un proceso relacionado con la selección, que es una práctica social que genera conocimiento matemático (Cordero et al, 2019).

En una primera instancia se les pidió que miraran un video de la Universidad Politécnica de Madrid (2015) donde se plantea la pregunta: ¿Puede la ingeniería ser sostenible? Luego se les pidió que presentaran, en forma grupal, un informe escrito sobre una mejora de algún dispositivo, material, proceso, etc. de acuerdo con el siguiente enunciado:



JORNADA DE EXPERIENCIAS INNOVADORAS EN EDUCACIÓN EN LA FCEIA

Elaboren una propuesta grupal de mejora de algún dispositivo, material, proceso, etc. que pueda perfeccionarse en la comunidad en la que vive alguno o alguna de las integrantes del grupo. Piensen en situaciones de sus experiencias personales que podrían beneficiarse de la optimización. Estas pueden incluir un problema que se pueda resolver por completo; es decir, los datos están disponibles y las técnicas de solución también están disponibles, o pueden involucrar problemas más complejos. Si este último es el caso, den rienda suelta a la creatividad para contarnos qué harían para resolverlo.

Se dispuso que el tiempo de trabajo para realizarla fuera de dos semanas. El informe escrito sobre lo elaborado debía entregarse a través de la plataforma virtual de la Facultad. Durante las dos semanas se brindaron espacios de consulta donde los grupos pudieron mostrar los avances del trabajo generándose un activo intercambio.

Respecto de las respuestas, podemos decir que las temáticas abordadas fueron variadas y muy interesantes, así como también las propuestas de mejoras. Las mismas incluyeron el cuidado del ambiente: analizaron la contaminación ambiental provocada por plásticos, desechos cloacales, incendios, residuos domiciliarios (en Concordia, en Ushuaia, en San Nicolás), fracking y uso de combustibles fósiles y de luminarias; agua para consumo humano: problematizaron el uso abusivo, analizaron el problema de la presencia de arsénico; el consumo de energía eléctrica: la posibilidad de optimizarlo a partir del uso de paneles solares; el consumo del gas.

Otras propuestas de optimización y mejoras refirieron a situaciones que se viven dentro de la Facultad: minimizar el tiempo de espera en la fotocopiadora utilizando una aplicación; posibles soluciones ante el problema del robo de bicicletas.

Hubo también respuestas referidas a problemas generados por la vida en la ciudad de Rosario: transporte público de pasajeros; estado de las calles en algunos barrios; accesos peligrosos a la autopista Rosario-Córdoba; alumbrado público; embotellamientos cercanos a las escuelas; falta de presupuesto para mantenimiento del acuario.

Otros problemas abordados por los grupos estuvieron relacionados con:

- Optimizar la producción vitivinícola para obtener mayor cantidad de vino con la misma maquinaria, sin aumentar en lo posible las horas de trabajo como la cantidad de uva utilizada y aumentar la productividad y eficiencia, tratando de no esforzar la maquinaria para evitar riesgo de ruptura.
- Optimizar la forma de distribuir cerveza artesanal, concluyendo a través de este estudio que es más rentable la elaboración y comercialización del producto en barriles de 50 litros.



JORNADA DE EXPERIENCIAS INNOVADORAS EN EDUCACIÓN EN LA FCEIA

- Optimizar los servicios generales y canales de comunicación en el municipio de Roldán motivado por el gran crecimiento de la población en poco tiempo.
- Minimizar el tiempo de espera en las filas de los supermercados.
- Mejorar el estado de la calzada en la ruta 9.
- Optimizar el consumo de combustible de buques de carga Rosario-Buenos Aires.
- Optimizar el flujo de agua y presión en cañerías en barrios de Arroyo Seco.

El problema de la optimización de funciones pudo tratarse de esta forma en contexto, tal como veníamos planteándolo en los cursos anteriores a la pandemia. La presentación de las ideas de los diversos grupos a través de la plataforma generó un intercambio que benefició la participación y el compromiso con el aprendizaje.

Trabajo grupal: Mínimos cuadrados

Con la misma idea de trabajar la optimización, en este caso enfocada a encontrar el modelo que mejor ajusta un conjunto de datos observados, propusimos indagar sobre el origen del agua potable en cada población de origen de las y los estudiantes involucrados. La idea de trabajar con el agua surgió luego de la visita que realizáramos un grupo de docentes al Laboratorio de Química y Microbiología de Aguas de nuestra Facultad. Allí, la Ingeniera Albertina González nos guió para que realizáramos la primera etapa del proceso de tratamiento del agua. La propuesta fue *encontrar la dosis de sulfato de aluminio que debía agregarse a la muestra de agua a fin de obtener el mínimo valor de turbiedad*. Luego de realizar la experiencia pudimos confeccionar una tabla con la cantidad de gramos de sulfato de aluminio por litro agregada a cada muestra de agua del río Paraná y los correspondientes valores de turbiedad medidos en UNT (unidad nefelométrica de turbidez). Estos son los datos que fueron compartidos con las y los estudiantes de Cálculo III para que encontrarán la curva de “mejor ajuste” utilizando el método de mínimos cuadrados y con ella obtener la dosis que proporciona el mínimo valor de turbiedad. En la primera parte de la propuesta se planteó a los y las estudiantes el siguiente enunciado:

En el año 2010, la Asamblea General de las Naciones Unidas estableció el derecho humano al agua, que es el derecho de todos a disponer de agua suficiente, salubre, aceptable, accesible y asequible para el uso personal y doméstico.

Describan brevemente el origen del agua que utilizan para beber en sus poblaciones de origen. Estudien la primera etapa de la potabilización del agua para consumo humano.



JORNADA DE EXPERIENCIAS INNOVADORAS EN EDUCACIÓN EN LA FCEIA

- **ROLDÁN, VENADO TUERTO, CAÑADA ROSQUÍN (Provincia de Santa Fe).** Se extrae el agua de las napas haciendo perforaciones y a través de bombeadores. La misma pasa por una planta potabilizadora, se filtra en piletas y luego comienza el proceso de ósmosis inversa. Esta es una tecnología de purificación del agua que utiliza una membrana semipermeable para eliminar muchos tipos de elementos suspendidos en el agua, incluyendo bacterias. La ósmosis inversa se utiliza tanto en procesos industriales como en producción de agua potable. Finalmente, se le agregan insumos químicos para posibilitar el consumo humano y se distribuye a los domicilios mediante una red particular de cañerías de Aguas Provinciales.
- **POZO BORRADO (Provincia de Santa Fe).** El agua que se utiliza para beber proviene de una represa y se somete al proceso de ósmosis inversa en una planta potabilizadora. Luego los habitantes llevan bidones para buscar el agua para consumo. Está establecido que solo se pueden sacar 20 litros de agua por familia por día. El agua de red -no apta para consumo humano- se utiliza para el resto de las necesidades.
- **JUNÍN (Provincia de Buenos Aires).** La provisión de agua potable para consumo humano es de origen subterráneo, con un servicio conformado por 22 pozos que alimentan la red de distribución. El agua presenta una insuficiente concentración de cloro residual libre y altos niveles de arsénico, flúor y nitratos.
- **PERGAMINO (Provincia de Buenos Aires).** El agua utilizada para consumo humano por la mayoría de la población proviene de las napas subterráneas que en muchos casos están contaminadas por agrotóxicos como glifosato, ya que se trata de una región muy dedicada a la agricultura.
- **ROJAS (Provincia de Buenos Aires).** El agua corriente es un servicio brindado por el municipio. La misma se extrae directamente del acuífero y se distribuye a los usuarios sin pasar por una planta potabilizadora.
La gran explotación agrícola-ganadera de Rojas favorece el uso de agroquímicos que contaminan las aguas subterráneas. Además, presenta niveles de arsénico superiores a los de referencia según la O.M.S. y de acuerdo al INTA (2016), Rojas -junto a Bragado y Chivilcoy- presentan los mayores índices de arsénico. Por este motivo, en general, la población obtiene el agua para consumo comprando agua envasada. En 2004 sucedió uno de los acontecimientos más graves a nivel sanitario cuando bacterias del grupo *shigella*, que se encuentra en las heces, se alojaron en el tanque de agua central, que no había sido limpiado por cuatro años! Como resultado, hubo una epidemia que afectó a



JORNADA DE EXPERIENCIAS INNOVADORAS EN EDUCACIÓN EN LA FCEIA

3000 personas, en su mayoría niños.

- *USHUAIA (Provincia de Tierra del Fuego)*. El proceso de potabilización comienza con la captación de agua proveniente de distintos cursos de agua, que luego llega a una planta potabilizadora a través de acueductos de agua cruda o impulsada por bombas de gran potencia. Una vez que el agua llega a la Planta de Potabilización, se toma una muestra y, en base a sus características de color, turbiedad y PH, se decide su posterior tratamiento. El grupo presentó una infografía sobre el proceso de potabilización.

Un resumen de la información vertida en los informes acerca del origen del agua para consumo humano fue compartido en el Foro del campus virtual con el fin de que docentes y estudiantes conociéramos las distintas realidades y contextos relacionados con este tema. Tomamos así conciencia de cuánto falta para que este derecho humano se pueda ejercer.

En la segunda parte de la propuesta se planteó la siguiente pregunta: *¿Cómo podremos estimar la dosis que proporciona un valor mínimo de turbiedad a partir de los datos obtenidos experimentalmente?* Se introdujo el método de mínimos cuadrados para encontrar la curva de mejor ajuste de los datos experimentales que fueron obtenidos en la visita al Laboratorio de Química y Microbiología de Aguas. Debido a la forma de distribución de los mismos se decidió realizar un ajuste cuadrático. Mediante el método de mínimos cuadrados, las y los estudiantes obtuvieron analíticamente los coeficientes del ajuste cuadrático. También se les pidió que utilizaran planillas de cálculo para obtenerlos y que compararan los valores obtenidos analíticamente con los que mostraba la planilla de cálculo.

Una vez más, resaltamos que la propuesta de una problemática en contexto hizo posible un aprendizaje significativo del tema en cuestión. Asimismo, el entorno virtual no impidió que se compartieran experiencias, que en este caso además pusieron en juego una investigación sobre cuestiones relativas a sus lugares de proveniencia, y estuvieron atravesadas por la problemática ambiental.

Trabajo grupal: Carrera de objetos circulares

Con el objetivo de utilizar las integrales múltiples en contexto, propusimos estudiar el movimiento de objetos circulares (bola sólida, bola hueca, cilindro sólido y cilindro hueco) al dejarlos caer por una rampa. Esta propuesta fue adaptada de un proyecto del libro de Stewart (2012).

Se pidió a las y los estudiantes que trabajaran en grupos de no menos de tres personas y no



JORNADA DE EXPERIENCIAS INNOVADORAS EN EDUCACIÓN EN LA FCEIA

más de cuatro. Siete semanas antes de la finalización del cursado, se presentó la consigna que constaba de dos partes: una experimental y otra de modelado y simulación.

En cuanto a la *experiencia*, se pidió a cada grupo que eligiera una esfera y un cilindro homogéneos (sólidos o huecos), construyera una rampa y conjeturara sobre cuál de ellos llegaría antes al pie de la rampa. Luego se pidió que realizaran la experiencia de dejar caer los objetos, que la filmaran y que reflexionaran sobre la coincidencia o no del resultado con lo conjeturado y el por qué.

En cuanto al *modelado* y a la *simulación* se solicitó primero que dieran una respuesta teórica para hallar el tiempo total de viaje de cada objeto utilizando el principio de conservación de la energía y el momento de inercia de cada objeto respecto de su eje de rotación. Luego se solicitó que realizaran una *animación* que mostrara el movimiento de los objetos al caer por la rampa. Si bien se sugirió utilizar Scratch -que es un programa que permite realizar animaciones basado en el lenguaje de programación visual- se dio libertad para que cada grupo eligiera la manera de realizarla.

Decidimos incorporar la simulación a nuestra propuesta ya que en lo que hace a la formación del ingeniero, la simulación es una práctica cada vez más frecuente en la labor profesional, ya que muchas veces problemas de tiempo, recursos o seguridad impiden realizar pruebas en el medio natural con los componentes concretos. La descripción del movimiento de los objetos puso en juego la necesidad de matematizar el movimiento dando sentido al cálculo de los momentos de inercia rotacional. Creemos que las simulaciones proporcionan a las y los estudiantes la oportunidad de interactuar, reflexionar y aprender participando de forma activa en el proceso educativo.

Para la realización de la experiencia se seleccionaron distintos tipos de materiales y objetos rodantes. Para construir la rampa utilizaron madera, carpeta, fibrofácil, cartón y plástico. Los objetos rodantes elegidos fueron:

- Objetos esféricos: canica, pelota de metegol, pelota anti-stress, pelota de tenis, pelota de croquet, pelota de cricket, pelota de ping pong, pelota de golf, rueda de desplazamiento del mouse, esfera de goma espuma.
- Objetos cilíndricos: lata de conserva vacía, pila, tiza de pizarrón, tubo de cartón de papel higiénico, tapa de aerosol, trozo de caño PVC, corcho, cilindro de madera, cilindro de hierro trefilado, cilindro sólido de plástico, cilindro contenedor lleno de adhesivo en barra.



JORNADA DE EXPERIENCIAS INNOVADORAS EN EDUCACIÓN EN LA FCEIA

Para realizar las animaciones utilizaron distintos recursos:

- Programa Scratch
- www.oPhysics.com (simulaciones físicas interactivas desarrolladas con GeoGebra) en particular <https://oPhysics.com/r3.html>
- AutoCAD (para representar la rampa)
- Aplicación del celular Phyphox para medir ángulo
- Shotcut, software de edición de video
- Cronómetro del celular
- Software de animación Blender
- *Enseñanza de la Física a través de simulaciones:*
<https://www.geogebra.org/m/TRa7qwhx>

El informe elaborado con lo realizado (descripción de los objetos y de la rampa, link del video, link de la animación, informe de lo realizado) fue subido a la actividad “Tarea” del campus para su calificación. Además, se compartió en el foro la lista de recursos utilizados por los distintos grupos a fin de socializarlos.

Una vez más, uno de los objetivos de esta propuesta fue generar interactividad entre docentes y estudiantes, así como entre estudiantes. Los encuentros virtuales para discutir los avances de los trabajos fueron numerosos. Las consultas, ricas en intercambios, fueron referidas a la realización de la experiencia real, al trabajo analítico y a la simulación. Estos tres aspectos fueron considerados con el mismo peso a la hora de evaluar los informes.

Conclusiones

Las propuestas presentadas permitieron que las y los estudiantes buscaran información, la analizaran, experimentaran, presentaran informes escritos, realizaran presentaciones, trabajaran en equipo, etc., favoreciendo el aprendizaje significativo en lo disciplinar y la práctica de la labor propia de las y los ingenieros como motivadora de participación.

Estas experiencias ponen de manifiesto nuestra intención de incorporar otros marcos de referencia para resignificar los conceptos, enfocando la problemática en el uso del conocimiento matemático en distintas situaciones. La incorporación de actividades como estas apunta a disipar la idea de que la Matemática es un conocimiento acabado, proponiendo que puede construirse cotidianamente a partir de diferentes necesidades. A la vez, incorporamos temáticas que contribuyen a construir conocimientos con lo que se pueda intervenir en la realidad cotidiana para transformarla.



JORNADA DE EXPERIENCIAS INNOVADORAS EN EDUCACIÓN EN LA FCEIA

- compartido para superar la exclusión del dME. En P. Lestón (Ed.). *Acta Latinoamericana de Matemática Educativa* (pp.1521-1530). Comité Latinoamericano de Matemática Educativa. <https://www.clame.org.mx/documentos/alme27.pdf>.
- Introcaso, B., Panella, E. y Del Sastre, E. (2016). Prácticas de modelado en un aula extendida. *Actas del XI Congreso Argentino de Educación Matemática* (pp.344-351). Sociedad Argentina de Educación Matemática.
- Maggio, M. (2012). *Enriquecer la enseñanza. Los ambientes con alta disposición tecnológica como oportunidad* (1ra Ed.). Paidós.
- Rinesi, E. (2012). ¿Cuáles son las posibilidades reales de producir una interacción transformadora entre Universidad y Sociedad? *I Jornadas Nacionales Compromiso Social Universitario y Políticas Públicas. Debates y Propuestas*. Instituto de Estudio y capacitación (CONADU, CTA). https://iec.conadu.org.ar/files/areas-de-trabajo/1517941131_2012-como-producir-una-interaccion-transformadora-entre-universidad-y-sociedad.pdf.
- Soto, D. (2010). *El Discurso Matemático Escolar y la Exclusión. Una Visión Socioepistemológica* [Tesis de Maestría]. Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional.
- Stewart, J. (2012). *Cálculo de varias variables. Trascendentes tempranas* (7ma Ed.). Cengage Learning.
- Universidad Politécnica Madrid. Escuelas Industriales (2015). *¿Puede la Ingeniería ser sostenible?* [Video]. YouTube. <https://youtu.be/Qkd8MBWyu3Y>.



JORNADA DE EXPERIENCIAS INNOVADORAS EN EDUCACIÓN EN LA FCEIA

DISEÑO Y APLICACIÓN DE UNA LECCIÓN EN MOODLE PARA EL DESARROLLO DE COMPETENCIAS GRÁFICAS EN ESTUDIANTES DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

*Facundo Martínez, Noemí María Ferreri y Melina Pascaner**

Escuela de Formación Básica. Departamento de Matemática. Probabilidad y Estadística

Resumen

La construcción y la comprensión de gráficos estadísticos constituyen dos competencias que cualquier estudiante de Ingeniería debe adquirir para su futuro ejercicio profesional. Para el desarrollo de las mismas, se diseñó una secuencia utilizando el recurso Lección de la plataforma Moodle. La misma comienza con el planteo de situaciones problemáticas sencillas para las cuales se presentan algunos gráficos estadísticos. Cada estudiante, de manera autónoma, tiene que analizar dichas situaciones e ir respondiendo preguntas o realizando algunas tareas. Además, en la misma lección tiene la posibilidad de consultar material teórico de utilidad.

Durante el segundo cuatrimestre del año 2021, la secuencia se aplicó en el primer curso de Estadística para Ingeniería Industrial y, en total, 95 estudiantes la completaron. En general, lo hicieron adecuadamente y las dificultades observadas se asociaron más frecuentemente con cuestiones como, por ejemplo, la definición de las poblaciones de interés o la validez externa de las conclusiones. La secuencia constituye un recurso que favorece el aprendizaje autónomo, pero resulta fundamental acompañar este proceso con instancias sincrónicas en las que se pongan en común los resultados obtenidos y se lleve a cabo una discusión que facilite la comprensión de los conceptos y la superación de los errores detectados.

Palabras clave

Construcción y comprensión de gráficos estadísticos. Secuencia de actividades. Lección en Moodle. Ingeniería Industrial.

Abstract

The construction and understanding of statistical graphs are two skills that any Engineering student must acquire for their future professional practice. For their development, a sequence was designed using the Lesson resource of the Moodle platform. It begins with the presentation of simple problematic situations for which some statistical graphs are presented. Each student, autonomously, has to analyze these situations and answer questions or perform some tasks. Also in the same lesson you have the possibility to consult useful theoretical material.

During the year 2021, the sequence was applied in the first course of Statistics for Industrial Engineering and, in total, 95 students completed it. In general, they did it adequately and the difficulties observed were more frequently associated with questions such as, for example, the definition of the population of interest or the external validity of the conclusions. The sequence constitutes a resource that favors autonomous learning, but it is essential to accompany this process with synchronous instances in which the results obtained are shared and a discussion is carried out that facilitates the understanding of the concepts and the overcoming of errors detected.

Keywords

Construction and understanding of statistical graphs. Sequence of activities. Lesson in Moodle. Industrial engineering.

* martinezfacundopm@gmail.com; nferreri@fceia.unr.edu.ar; melinapascaner@gmail.com



JORNADA DE EXPERIENCIAS INNOVADORAS EN EDUCACIÓN EN LA FCEIA

Introducción

La construcción y la comprensión de gráficos estadísticos constituyen dos competencias que cualquier estudiante de Ingeniería debe adquirir para su futuro ejercicio profesional. La construcción implica en primer lugar la elección del gráfico apropiado, según la información que se desee representar y la determinación de los elementos que dicho gráfico debe tener. Esta tarea se lleva a cabo con la ayuda de programas informáticos, por lo que también implica conocer cómo utilizarlos. La comprensión se refiere a las habilidades de lectura que se deben poner en juego para obtener significados de los gráficos y no puede darse separada del proceso de resolución de problemas, que proporciona el contexto y permite un nivel de comprensión superior.

Desarrollar habilidades en relación con los gráficos estadísticos, y particularmente la comprensión, es muy importante en la formación de los futuros ingenieros industriales por dos razones. En primer lugar, porque en su ejercicio profesional tendrán ocasión de leer y analizar una gran cantidad de informes en los cuales se encontrarán con gráficos que comprender y, en segundo lugar, porque frecuentemente se encontrarán con problemas a resolver y en esa tarea recolectarán y analizarán datos y construirán gráficos de los cuales obtener conclusiones. También podrán usar los gráficos para comunicar dichas conclusiones.

Para el desarrollo de estas competencias en alumnos de carreras de Ingeniería, se diseñó una secuencia utilizando el recurso Lección de la plataforma Moodle. La misma comienza con el planteo de situaciones problemáticas sencillas para las cuales se presentan algunos gráficos estadísticos. Cada estudiante, de manera autónoma, tiene que analizar dichas situaciones e ir respondiendo preguntas o realizando tareas asociadas a la construcción y a la comprensión de gráficos. Además, en la misma lección tiene la posibilidad de consultar material teórico que le puede ser de utilidad.

Durante el segundo cuatrimestre de 2021, la secuencia se propuso a estudiantes del primer curso de Estadística para Ingeniería Industrial. Luego se llevó a cabo una entrevista con un grupo de estudiantes, en la cual se recabaron sus opiniones sobre la misma, así como las dificultades presentadas.

Los objetivos del presente trabajo son:

- Describir la secuencia destacando los aspectos principales tenidos en cuenta en su diseño.
- Presentar los resultados obtenidos luego de su aplicación en el año 2021, especialmente los correspondientes a la segunda etapa.



JORNADA DE EXPERIENCIAS INNOVADORAS EN EDUCACIÓN EN LA FCEIA

1. Leer los datos: es la lectura más superficial/literal que un sujeto debe realizar de un gráfico, es decir, no interpreta la información contenida en el mismo.
2. Leer entre los datos: es la lectura donde los sujetos pueden realizar interpretaciones y conexiones con la información.
3. Leer detrás de los datos: es la lectura que permite analizar críticamente si el modo que se obtuvieron es válido y fiable, así como también las conclusiones y su posible extensión y realizar predicciones o inferencias.

Tabla 8.1. Etapas de la secuencia propuesta en el primer curso de Estadística para Ingeniería Industrial, 2021

Etapa	Breve descripción de la situación problemática	Gráficos presentados	Conclusiones a obtener
1	En una empresa que fabrica hojas para cuchillos se hace un estudio de las hojas con fallas producidas en los últimos 2 meses (mayo/junio de 2020) y se identifica en cuál de las 9 líneas de producción se obtuvo cada hoja.	Diagrama de Pareto.	Las hojas con fallas surgieron principalmente de tres líneas de producción. Se deben identificar dichas líneas, especialmente la que mayor cantidad de hojas con fallas produjo.
2	En la línea en la que más hojas con fallas se habían producido en los últimos dos meses, se hace un estudio más profundo durante el mes de julio: se toma una muestra de hojas del turno mañana y otra muestra de hojas del turno tarde y se estudia el comportamiento del número de fallas por hoja en cada turno.	Diagramas de bastones (uno por cada turno).	Para la línea VI se observa lo siguiente: Las hojas del turno mañana analizadas presentaron como máximo 3 fallas. Entre ellas predominan las que no tienen fallas, representando más del 60% del total. Le siguen las que tienen 1 falla (aprox. el 25 %). Las hojas del turno tarde analizadas presentaron entre 0 y 7 fallas, siendo más frecuentes las hojas con 1 y 2 fallas (cada una representó aprox. un 25%). Las hojas sin fallas en este turno representaron aprox. un 10%.
3	En las mismas hojas seleccionadas en la etapa anterior se registra la longitud de las hojas, que debe cumplir con ciertas especificaciones.	Histogramas (uno por cada turno).	Para la línea VI se observa que tanto en las hojas analizadas del turno mañana como del turno tarde, la longitud cumple con las especificaciones.
4	Con la información de la longitud y del número y tipo de cada falla se hace una clasificación de las hojas según su calidad (de primera, de segunda, a reproceso) y se vuelven a analizar los datos según este nuevo criterio de clasificación.	Tabla de contingencia en la que se clasifican a las piezas seleccionadas según el turno y su calidad.	Para la línea VI se observa que si bien en el turno tarde el número de fallas de las hojas analizadas es mayor que en el turno mañana, al considerar el tipo de falla (en este nuevo criterio de clasificación), la situación cambia, y en el turno mañana finalmente es mayor la proporción de hojas que deben ser reprocesadas.
5	En esta etapa deben hacer una revisión de todo lo analizado y presentar un informe final, indicando también los próximos pasos a seguir.		




JORNADA DE EXPERIENCIAS INNOVADORAS EN EDUCACIÓN EN LA FCEIA

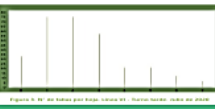
forma concatenada, para poder guiar su aprendizaje sobre el contenido propuesto de comprensión de gráficos estadísticos. Una vez que analiza la situación problemática presentada en cada etapa y el gráfico correspondiente, identificando las variables de interés, poblaciones y objetivos asociados a la situación planteada, puede optar por recorridos alternativos dentro de la lección. Puede dar respuesta a las preguntas para evaluar sus conocimientos sobre el tema o bien acceder a información relativa a cada gráfico en primer lugar y luego responder las preguntas. Es decir, puede trabajar de manera autónoma. Finalizado el recorrido de cada etapa, debe continuar hacia la próxima, en la cual analizará una situación nueva relacionada con la problemática inicial. Cabe mencionar que, al suceder en la virtualidad, esta secuencia posibilita una educación personalizada, en donde cada estudiante define sus propios horarios para poder realizar la actividad, permitiendo mayor flexibilidad en el acceso al proceso de formación.

Descripción de la situación problemática

En la línea en la que más hojas con fallas encontraron durante los meses de mayo y junio, en la empresa llevaron a cabo el siguiente estudio en el mes de julio: tomaron una muestra de 200 hojas producidas en el turno mañana y de 300 producidas en el turno tarde (ya que los volúmenes de producción de los turnos son diferentes) y en cada una de ellas observaron la cantidad de fallas (cavidades, defectos superficiales e inclusiones) que se presentaban y midieron su longitud.



Gráficos presentados en la segunda etapa (turno mañana)



Gráficos presentados en la segunda etapa (turno tarde)

Preguntas y Actividades propuestas

¿Qué información se presenta en el eje de abscisas? ¿Qué otros gráficos se podrían construir? ¿Cómo se define la población? ¿Qué conclusiones se pueden obtener?

Sobre gráficos Para variables

Información sobre diagramas de puntos, de tallo y hoja, caja y bigotes, tablas.

Figura 8.1. Elementos que se presentan en la segunda etapa de la secuencia propuesta en 2021

En la Figura 8.2 se presentan diferentes recorridos que se pueden seguir a partir de los elementos brindados en la lección.

Finalizado el trabajo de cada estudiante se inicia el proceso de corrección. Las preguntas y actividades asociadas a los primeros dos niveles de comprensión eran de alguno de los siguientes tipos: opción múltiple, verdadero/falso, respuesta numérica, entre otros y el recurso permitió a la cátedra cargar la respuesta correcta para realizar luego la corrección



JORNADA DE EXPERIENCIAS INNOVADORAS EN EDUCACIÓN EN LA FCEIA

automática del trabajo de cada estudiante. Las asociadas al tercer nivel fueron de ensayo, lo cual obligó a los docentes a realizar la corrección y asignar un puntaje a cada respuesta.

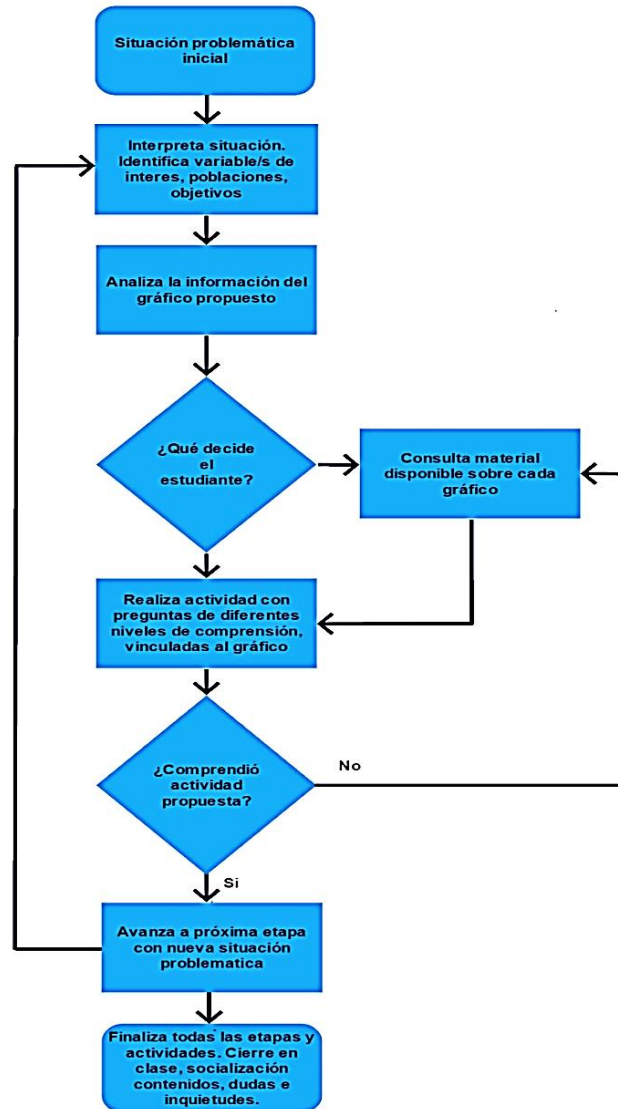


Figura 8.2. Secuencia de actividades desde la perspectiva de cada estudiante

Las actividades corregidas en forma automática se calificaron con 1 si eran correctas y 0 en caso contrario. Las actividades corregidas por la cátedra se calificaron con 2 si eran correctas, con 1 si presentaban algunos errores, pero en líneas generales estaban bien y con 0 si eran incorrectas. El informe final (Etapa 5), siempre corregido por un mismo docente, se calificó de 0 a 8, siendo 8 el puntaje asignado a un informe muy detallado y completo. Finalizado el trabajo de corrección, la plataforma da el puntaje total de cada estudiante que luego se puede expresar como un porcentaje del máximo puntaje posible.



JORNADA DE EXPERIENCIAS INNOVADORAS EN EDUCACIÓN EN LA FCEIA

Aplicación de la secuencia. Resultados obtenidos

Durante el segundo cuatrimestre del año 2021, la secuencia se aplicó en el primer curso de Estadística para Ingeniería Industrial de la Universidad Nacional de Rosario. Todos los estudiantes del curso (95) completaron la actividad que constituyó uno de los trabajos prácticos obligatorios de la asignatura, 79 de ellos (83%) obtuvieron puntajes superiores a 60/100. En promedio, el puntaje fue de 70,6% con una desviación estándar de 13%. En la Figura 8.3 se presentan los puntajes obtenidos.

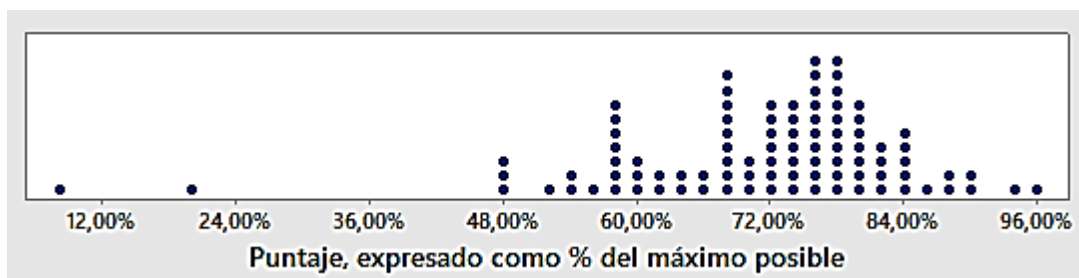


Figura 8.3. Puntajes obtenidos luego de aplicar la secuencia en el primer curso de Estadística para Ingeniería Industrial, segundo cuatrimestre de 2021

Si bien el puntaje da una idea general del desempeño de cada estudiante, interesa analizar sus respuestas a cada una de las preguntas y/o actividades y detectar las dificultades que se presentan para reorientar la labor docente buscando la superación de las mismas. En las Tablas 8.3 y 8.4 se presentan los resultados de la resolución de la segunda etapa de la secuencia, a modo de ejemplo.

En las preguntas asociadas al primer nivel de comprensión gráfica, más del 90% de estudiantes dieron la respuesta correcta. Los que se equivocaron presentaron inconvenientes en identificar que en el eje de abscisas se presenta la variable en estudio y no las frecuencias, y que en el eje de ordenadas, en este caso, se representaron las frecuencias absolutas y no las relativas ni las relativas porcentuales.

En las preguntas asociadas al segundo nivel de comprensión gráfica, el porcentaje de estudiantes que dieron la respuesta correcta osciló entre el 75% y el 96%. En las dos primeras preguntas, relativas a los gráficos alternativos al gráfico de bastones presentado, más de un 20% señalaron todas las opciones brindadas sin observar que entre ellas no solo había gráficos apropiados para variables discretas como la analizada en esa etapa, sino para otros tipos de variables. Sin embargo, cuando debieron construir uno de los gráficos alternativos, la mayoría construyó uno apropiado. En las restantes dos preguntas que se asociaban a frecuencias no acumuladas y a frecuencias acumuladas, los errores se debieron principalmente a la confusión entre ambas.



JORNADA DE EXPERIENCIAS INNOVADORAS EN EDUCACIÓN EN LA FCEIA

Tabla 8.3. Clasificación de estudiantes del primer curso de Estadística para Ingeniería Industrial, según sus respuestas a las preguntas de la segunda etapa. Niveles de comprensión 1 y 2, 2021

Nivel de comprensión	Pregunta/actividad	% de estudiantes que la respondieron		Errores detectados
		correctamente	incorrectamente	
1	1- ¿Qué información se presenta en el eje de abscisas?	93,68%	6,32%	Indicaron que en el eje de abscisas se presentan las frecuencias.
	2- ¿Qué representa la altura del bastón asociado al valor 0 para las hojas de cada turno?	90,53%	9,47%	Confundieron las frecuencias absolutas con frecuencias relativas o frecuencias relativas porcentuales.
2	3- ¿De qué otra manera se podría presentar la misma información? (tablas, otros gráficos).	77,89%	22,11%	Mencionaron todos los gráficos como posibles, incluso los correspondientes a otros tipos de variables.
	4- Construya otro gráfico con la misma información.	95,79%	4,21%	No pudieron construir ningún gráfico alternativo.
	5- ¿Qué proporción de hojas tienen 2 fallas?	75,79%	24,21%	Confundieron las frecuencias no acumuladas con las acumuladas, o bien, miraron mal el gráfico.
	6- ¿Qué cantidad de hojas tienen como máximo 2 fallas?	89,47%	10,53%	

En las preguntas asociadas al último nivel de comprensión, una de las mayores dificultades observadas consistió en no poder identificar claramente a la población en estudio. En la segunda etapa, y también en etapas posteriores de la secuencia, se había focalizado el estudio en la línea que más hojas con fallas había producido durante los meses de mayo y junio del año 2020 y se había decidido muestrear en los meses siguientes, no solo a piezas con fallas sino a piezas en general de dicha línea. Muchos estudiantes no tomaron en cuenta esta cuestión y siguieron pensando en todas las piezas del proceso como población; otros pensaron incluso solo en las piezas con fallas.

Cuando no se identifica correctamente a la población, las conclusiones que se obtienen se pueden generalizar erróneamente a otros conjuntos, afectando no solo la validez de las mismas sino también las decisiones que puedan tomarse en relación al problema planteado. Cabe aclarar que lo observado en la segunda etapa, también se observó en las restantes.

En resumen, se puede decir que si bien se presentaron algunas dificultades con las preguntas y actividades de los primeros niveles de comprensión los errores más problemáticos se asociaron al último nivel, que involucra no solo mirar al gráfico propiamente dicho sino a todo el proceso de resolución del problema, desde su planteo mismo.



JORNADA DE EXPERIENCIAS INNOVADORAS EN EDUCACIÓN EN LA FCEIA

Estas son cuestiones en las que se deben insistir en los cursos de Estadística, especialmente en carreras como Ingeniería Industrial, ya que para los futuros profesionales la disciplina constituye una herramienta fundamental en la resolución de problemas relativos al control y la mejora de procesos.

Tabla 8.4. Clasificación de estudiantes del primer curso de Estadística para Ingeniería Industrial, según sus respuestas a las preguntas de la segunda etapa. Nivel de comprensión 3, 2021

Nivel de comprensión	Pregunta/ actividad	% de estudiantes que la respondieron			Errores detectados
		correctamente	con algunos errores	incorrectamente	
3	¿Cómo definiría a la población en estudio?	27,37%	52,63%	20,00%	Confundieron muestra con población. No identificaron que se trataba sólo de hojas de la línea VI. No identificaron que se trataba de todas las hojas de la línea VI y no sólo de las hojas con fallas.
	¿Cuál es la variable en estudio? ¿De qué tipo es?	94,74%	2,10%	3,16%	No respondieron claramente a la pregunta.
	¿Qué conclusiones se pueden obtener? Dichas conclusiones, ¿son preliminares o definitivas?	65,26%	26,32%	8,42%	En asociación con no haber identificado claramente la población, no pueden definir claramente para qué conjunto son válidas las conclusiones.

Reflexiones sobre la secuencia

Como se manifestó en este trabajo, las diferentes habilidades en relación con los gráficos estadísticos y especialmente la comprensión, resultan de suma importancia en todo el proceso de resolución de problemas. Para que cada estudiante logre niveles altos de comprensión gráfica es indispensable que resuelva frecuentemente actividades en las cuales deba analizar la información brindada en gráficos contruidos por sí mismo o por otros. En este trabajo se propone una secuencia de actividades orientadas en ese sentido.

Desde el punto de vista del diseño, la elaboración de una propuesta virtual como la secuencia descrita implica el trabajo en equipo entre docentes debido a que son varios los que deben poner de sí para dar vida y sentido a la propuesta de enseñanza. Además, obliga a repensar las actividades de la presencialidad y adaptarlas a la virtualidad para que no pierdan el objetivo de enseñanza y resulten más provechosas para cada estudiante. El



JORNADA DE EXPERIENCIAS INNOVADORAS EN EDUCACIÓN EN LA FCEIA

equipo docente tiene que ponerse en el lugar de los estudiantes debido que serán ellos quienes transitarán la secuencia, y prever los inconvenientes y problemáticas que puedan surgir en su aplicación.

En relación con la aplicación de la secuencia en un curso de Estadística, es importante destacar que, si bien la misma busca favorecer el aprendizaje autorregulado de algunos temas, en este caso particular, los gráficos estadísticos y su comprensión, se deben crear espacios para poder luego interactuar presencialmente estudiantes y docentes en un diálogo enriquecedor que ayude a afianzar los conceptos adquiridos y a superar todas las dificultades y dudas. La secuencia no reemplaza la enseñanza presencial, sino que la complementa, estableciendo nuevos espacios para enriquecer el proceso de enseñanza-aprendizaje.

En la aplicación de la secuencia, los estudiantes tienen un rol central y es por eso que se realizó una reunión virtual para conocer sus visiones sobre su experiencia de aprendizaje en la misma. En dicha reunión comentaron que la secuencia les resultó interesante y les permitió conocer tanto cuestiones referidas a gráficos estadísticos como así también repasar conceptos trabajados en las primeras unidades de la asignatura. Respecto de los gráficos en particular, comentaron que era su primer acercamiento a los mismos. También indicaron sugerencias como agregar una barra de progreso para poder dimensionar el tiempo y una puntuación parcial y buscar la manera de ver la respuesta y la pregunta anterior en el proceso de resolución ya que el recurso solo permite revisar lo realizado con la lección finalizada.

De la puesta en práctica en el año 2021, surgió la posibilidad de establecer, para futuras aplicaciones, diferentes instancias en relación a la secuencia:

- Una instancia individual en la que cada estudiante va transitando la secuencia según sus tiempos y posibilidades.
- Una instancia grupal en la que grupos de estudiantes revisan lo actuado y elaboran conjuntamente un informe final para presentar a todo el curso.
- Una instancia general en la que los grupos exponen sus informes y se realiza una discusión. En esta última, los docentes cuentan con un espacio para hacer preguntas, aclarar errores observados y fundamentalmente escuchar las reflexiones e ideas de sus estudiantes.



JORNADA DE EXPERIENCIAS INNOVADORAS EN EDUCACIÓN EN LA FCEIA

Referencias bibliográficas

- Cobos, C. (2016). *La Innovación Pendiente Reflexiones (y Provocaciones) sobre educación, tecnología y conocimiento*. Fundación Ceibal y Debate. https://digital.fundacionceibal.edu.uy/jspui/bitstream/123456789/159/1/La_innovacion_pendiente.pdf.
- Conde Vides, J.V., García Luna, D., García Rodríguez, J., Hermiz Ramírez, A., Moreno López, J.J., Muñoz Solís, P.L, Osorio Navarro, A. y Ramos Martínez, H. (2019). *Manual Moodle 3.5 para el profesor*. Universidad Politécnica de Madrid. https://oa.upm.es/53507/1/Manual_Moodle_3-5.pdf.
- Curcio F.R. (1989). *Developing Graph Comprehension. Elementary and Middle School Activities*. National Council of Teachers of Mathematics.
- Friel, S.N., Curcio, F.R. y Bright, G.W. (2001). Making sense of graph: critical factors influencing comprehension and instructional implications. *Journal for Research in Mathematics Education*, 32(2), 124-158. <https://doi.org/10.2307/749671>.
- Martínez, F. y Ferreri, N.M. (2021). Una propuesta para evaluar la comprensión de gráficos estadísticos en alumnos de Ingeniería. En J.J. Flores-Godoy y M.M. Pagano Nachtweyh (Comps.). *Actas del XXII Encuentro Nacional y XIV Encuentro Internacional de Enseñanza de Matemática en Carreras de Ingeniería* (pp.547-556). Universidad Católica del Uruguay. <https://hdl.handle.net/10895/1599>.
- Martínez, F., Pascaner, M. y Ferreri, N.M. (2020). Comprensión de gráficos estadísticos. Su importancia en la formación de futuros ingenieros industriales. En M. Lurbe, I. Barón, M. Risetto y J.I Sáenz (Comps.). *XIII Congreso Internacional de Ingeniería Industrial y afines* (pp.1096-1102). Asociación Argentina de Carreras de Ingeniería Industrial y Universidad Tecnológica Nacional. <http://hdl.handle.net/20.500.12272/5393>
- Martínez, F., Pascaner, M., Ferreri, N.M. y Bossolasco, M.L. (2020). Planificación de una secuencia de actividades virtuales para el desarrollo de habilidades relacionadas con los gráficos estadísticos en alumnos de ingeniería. *XLIII Reunión de Educación Matemática*. Unión Matemática Argentina.



JORNADA DE EXPERIENCIAS INNOVADORAS EN EDUCACIÓN EN LA FCEIA

INCORPORANDO PERSPECTIVAS AMERICANISTAS Y DE GÉNERO EN EL ABORDAJE DE LA HISTORIA DE LA MATEMÁTICA

*Lisandro Parente y Eliana Domínguez**

Escuela de Ciencias Exactas y Naturales. Departamento de Matemática. Profesorado en
Matemática. Historia y Fundamentos de la Matemática

Resumen

En este trabajo presentamos un conjunto de experiencias curriculares desarrolladas en las asignaturas que abordan la Historia de la Matemática en el Profesorado en Matemática de la FCEIA, tendientes a la incorporación de contenidos relativos a la matemática de los pueblos originarios americanos y al rol de las mujeres matemáticas en la historia. Buscamos encarar estas temáticas desde una perspectiva que tuviera en cuenta el contexto histórico-cultural en que se desarrollaron y a su vez pusiera de manifiesto las razones por las cuales fueron invisibilizadas por las historiografías hegemónicas. Expresamos aquí los fundamentos de nuestro abordaje, describimos los materiales y recursos utilizados y detallamos algunas de las monografías realizadas por estudiantes, que retroalimentan a su vez el material abordado.

Palabras clave

Perspectiva de género. Pueblos originarios americanos. Historia de la Matemática.

Abstract

In this work we present a set of curricular experiences developed in the subjects that address the History of Mathematics in the FCEIA's Professorship in Mathematics, aimed at the incorporation of contents related to the mathematics of the originary American people and the role of women mathematicians in history. Our objective is to address these issues from a perspective that takes into account the historical-cultural context in which they were and at the same time reveals the reasons why they were made invisible by hegemonic historiographies. We express here the fundamentals of our approach, we describe the materials and resources used and we detail some of the monographs carried out by students, which in turn feedback the addressed material.

Keywords

Gender perspective. Originary American people. History of Mathematics.

* lisandroparente@gmail.com; elianadominguez7@hotmail.com



JORNADA DE EXPERIENCIAS INNOVADORAS EN EDUCACIÓN EN LA FCEIA

Introducción

Un primer abordaje de algunos textos clásicos de Historia de la Matemática (Boyer, 1985; Colette, 1991; Kline, 2012; Rey Pastor y Babini, 1984; entre otros), nos permite advertir dos ausencias que a nuestro entender resultan de gran relevancia en el contexto histórico-social de la carrera de Profesorado en Matemática (PM): por un lado, la prácticamente nula mención a la participación de las mujeres en el desarrollo de la ciencia; por el otro, la casi completa falta de información sobre la matemática de los pueblos originarios americanos.

Esta presentación da cuenta de algunas experiencias áulicas tendientes a revertir esta situación, desarrolladas en la FCEIA entre los años 2017 y 2021, enmarcadas en las materias Historia y Fundamentos de la Matemática (PM, cuarto año, segundo cuatrimestre Plan 2002) e Historia y Fundamentos Teórico-Epistemológicos de la Matemática (PM, cuarto año, primer cuatrimestre Plan 2018). El equipo docente estuvo integrado por Lisandro Parente y Eliana Dominguez entre 2018 y 2021, siendo auxiliar Lucía Caraballo en 2017.

Casi desde el primer momento, nos planteamos el objetivo de incorporar ambos aspectos en el programa, desde un punto de vista que pusiera en cuestión las corrientes hegemónicas de pensamiento que invisibilizan estos desarrollos. Para ello iniciamos en principio una búsqueda bibliográfica (artículos, libros y material audiovisual) que contó con el generoso aporte de varias docentes de la FCEIA y nos permitió realizar un primer abordaje en clase. Esto tuvo notables frutos no solo por la buena recepción que tuvieron estos contenidos entre los/as estudiantes, sino también por los resultados obtenidos en el examen final de la materia, en el cual los/as alumnos/as deben escribir una monografía sobre un tema de su interés y defenderla públicamente. Gran parte de las monografías estuvieron asociadas a las temáticas incorporadas, mayoritariamente a perspectivas de género. Estos trabajos resultaron ser un aporte muy significativo para la materia, en tanto permitieron extender la búsqueda bibliográfica, profundizar el estudio sobre algunos temas tratados en clase, incorporar nuevos temas específicos y dar lugar a las opiniones y análisis personales de las y los estudiantes.

Consideramos que fueron experiencias muy enriquecedoras que nos permitieron no solo ampliar los contenidos del programa sino también aportar a un entendimiento socio-cultural más amplio del desarrollo histórico de la matemática.

El presente artículo está organizado de la siguiente manera. En la próxima sección describiremos las razones que nos llevaron a incluir el estudio de la matemática precolombina, el proceso de búsqueda bibliográfica y la estructuración de la temática. En la



JORNADA DE EXPERIENCIAS INNOVADORAS EN EDUCACIÓN EN LA FCEIA

tercera sección detallamos cómo pudimos abordar la problemática de género en la historia de la matemática. En la cuarta sección presentamos los materiales utilizados en nuestro espacio curricular. La quinta sección está dedicada a exhibir algunos trabajos de investigación realizados por estudiantes de la materia en sus monografías finales, que a nuestro entender representan experiencias muy valiosas y son aportes significativos al material de la cátedra. Finalmente, presentamos algunas conclusiones.

Vacancia sobre información de la matemática de los pueblos originarios americanos

Uno de los desafíos que implicó el hacernos cargo de la materia Historia y Fundamentos de la Matemática fue el de pensar en una experiencia que permitiera enmarcar los desarrollos matemáticos en los contextos culturales en que surgieron, asociados a las necesidades, las actividades, los sistemas de creencias y las cosmovisiones de los pueblos en que estuvieron inmersos. Esto suponía desterrar una idea bastante arraigada en las comunidades educativas de nivel medio, que incluso en ocasiones hemos llegado a observar en estudiantes del PM. Hablamos de la noción de Matemática como una ciencia casi completamente desarrollada en la antigua Grecia, producto de las mentes prodigiosas de unos pocos *hombres*, que tuvo algunos avances en la modernidad (siempre gracias a un pequeño grupo de *genios*) y que, en el mejor de los casos, más allá de aplicar lo ya conocido, hoy solo se encargaría de cuestiones puramente abstractas. El encarar esa ruptura precisaba no solo abrir el panorama sobre el enorme conjunto de *hombres y mujeres* que han trabajado (y trabajan) en esta disciplina, las numerosas ramas de investigación, las variadas aplicaciones y los grandes desafíos que persisten en la actualidad, sino también abordar la heterogeneidad de las formas en que los pueblos afrontaron los estudios matemáticos, con objetivos dispares, diferentes ordenadores socio-culturales y diversos paradigmas epistemológicos.

En ese contexto, nos resultó fundamental la inclusión de la matemática de los pueblos americanos precolombinos, en tanto ejemplo de esa heterogeneidad y como una puesta en valor de desarrollos culturales originarios que permitiera visualizar tales desarrollos como parte de los rasgos identitarios de nuestro continente.

Sin embargo, como mencionamos anteriormente, la mayor parte del material bibliográfico del que disponíamos, el cual comprendía mayormente los textos clásicos del área, no incluía en absoluto estos temas. Las pocas excepciones no iban más allá de una breve descripción del sistema de numeración maya o la mención como hecho curioso del ordenamiento de cierto sistema de numeración mediante una base poco común.



JORNADA DE EXPERIENCIAS INNOVADORAS EN EDUCACIÓN EN LA FCEIA

Un rastreo más detallado nos permitió contar con un núcleo aceptable de material bibliográfico (Fedriani y Tenorio, 2004; Sardella, 2006, 2007; Tomasini, 2005, 2007; entre otros), que permitió encarar nuestro objetivo con dos ejes disciplinares -sistemas de numeración y geometría- ordenados por grandes áreas geográfico-culturales en las que, por su complejidad, nivel de desarrollo e influencia, tuvieron un papel principal las áreas mesoamericana y andina.

En el abordaje de estos ejes pudimos observar un conjunto de relaciones entre los desarrollos matemáticos de cada pueblo con su ordenamiento social, económico, político y religioso, lo cual contribuye a abonar una visión de la matemática como manifestación cultural de los pueblos, idea que intentamos sostener también en relación con las demás civilizaciones tratadas en la materia.

Por otro lado, consideramos relevante poner de manifiesto la devastación cultural producida por la conquista española, que ocasionó que gran parte de los conocimientos de estos pueblos se perdiera o permaneciera oculto durante siglos. Es por ello que las fuentes directas de información de las que podemos disponer hoy pueden resumirse en unos pocos códices mayas y aztecas que sobrevivieron, la importante arquitectura (que tal vez en muchos casos perduró por estar escondida en las selvas o las montañas) y otros elementos arqueológicos entre los que se destacan los calendarios y el arte colosal de mesoamérica y los quipus y yupanas andinos. Una segunda fuente de información está conformada por textos elaborados durante la época colonial, entre los que se destaca el de Guamán Poma de Ayala, *Primer nueva crónica y buen gobierno*, escrito entre 1613 y 1615 en forma una extensa carta que tenía como destinatario al rey Felipe III. Estas últimas fuentes, sin embargo, están mediadas por la visión colonial y existen diversos cuestionamientos sobre su origen.

Creemos que este es un campo de estudio en el que necesitamos incorporar nuevos materiales y profundizar ciertos aspectos, para lo cual podría ser muy fructífero el aporte de estudiantes a través de trabajos de investigación, como ya ocurrió en una de las experiencias que describiremos más adelante.

El rol de la mujer matemática a lo largo de la historia

Como mencionamos en la introducción, otro aspecto no abordado en la bibliografía clásica es el rol de la mujer en el desarrollo de la matemática. La máxima de Carlyle, “*a historia del mundo no es sino la biografía de grandes hombres*” (Carlyle, 1840) parece haber sido



JORNADA DE EXPERIENCIAS INNOVADORAS EN EDUCACIÓN EN LA FCEIA

fuertemente seguida en lo que respecta a la historia de la matemática y basta con mirar el índice onomástico de los libros mencionados para observar que en la mayoría no aparecen nombres femeninos. Boyer no incluye ninguna, solo al pasar menciona “*la muerte de Hypatia en el año 415*” (sin aclarar quién era ni las circunstancias de su femicidio) o que Lagrange “*estudió cálculo con el libro de Agnesi*”, sin ninguna explicación. Rey Pastor y Babini están en la misma situación, incluso este último omite cualquier mención en su *Historia de las ideas modernas en Matemática*, pese a que intenta ahondar en el siglo XX (también abordado por los otros autores), período en el cual se multiplicaron los aportes de matemáticas mujeres. Colette y Kline incluyen varias autoras de los siglos XIX y XX, como Sofía Kovalevskaya y Emmy Noether, presentando además una breve mención de Hypatia como hija de Teón de Alejandría y *primera matemática conocida* (omitiendo a las mujeres de la escuela Pitagórica).

El primer intento de búsqueda bibliográfica se centró en los cinco tomos de Historia de las Mujeres, de Georges Duby (Duby, 1991) que, si bien es un material extraordinario y aporta algunos datos relevantes en nuestra área de interés, se trata de una historia general y no profundiza en los aspectos relativos a la matemática.

Estas omisiones se pusieron de manifiesto entre estudiantes, docentes y colegas desde las primeras clases iniciadas en 2017, año en que el curso estaba integrado solo por estudiantes mujeres. La primera situación fue la siguiente. Entre las actividades propuestas se incluyó un ciclo de documentales (a los que tuvimos acceso gracias al Directorio de Material Audiovisual del PM, del que hablaremos detalladamente más adelante) que además de incluir a las alumnas de la materia se hizo extensivo a la comunidad de la FCEIA mediante mails a las listas DOCENTES y EUCLIDES. En el primer encuentro compartimos un documental titulado *La Historia del número 1* que, si bien exhibía una excelente producción y resultaba muy ameno, mantenía las omisiones mencionadas. Entre las asistentes invitadas estaba Beatriz Introcaso, docente de nuestra Facultad, que al finalizar la proyección preguntó a las estudiantes: *¿Qué faltó en este documental?* Ninguna de las estudiantes pudo expresar que no se mencionaba a ninguna mujer matemática. Ante el señalamiento de esto, las estudiantes aventuraron que seguramente la participación de la mujer en los desarrollos matemáticos era muy reciente y el documental no profundizaba en aspectos contemporáneos. Fue grande la sorpresa cuando se enteraron que ya había mujeres matemáticas en la escuela Pitagórica, en siglo VI antes de Cristo. Gentilmente, Beatriz nos sugirió material muy valioso que nos permitió abrir el panorama en este campo



JORNADA DE EXPERIENCIAS INNOVADORAS EN EDUCACIÓN EN LA FCEIA

(Alic, 1991; Heredero et al, 2011; Salmerón, 2008, 2010). A esto se sumaron otros materiales aportados por docentes de la facultad (Case y Leggett, 2005) y por estudiantes que realizaron sus monografías finales en esta temática.

De esta manera, intentamos incorporar estos contenidos a la asignatura desde una perspectiva de género que no solo pusiera en valor el trabajo científico de las mujeres que abordamos, sino también que también considerara el contexto histórico-social en que lo desarrollaron, las dificultades que debieron afrontar y la falta de reconocimiento que fue casi siempre la regla. Por otro lado, buscamos exhibir las razones por las cuales existen amplios períodos de la historia en los que se desconoce a matemáticas mujeres. Esto nos llevó a estructurar el estudio en varias etapas bien definidas: la época de la escuela Pitagórica y Pospitagórica llegando al inicio de la Academia de Platón, en la cual encontramos diversos grados de participación de mujeres en la ciencia (parte de los siglos VI a IV aC); la época de Aristóteles, el período alejandrino y su posterior decadencia, con fuerte impronta misógina (siglos IV aC a III); el breve lapso de Hypatia, que culmina con su femicidio a manos de fanáticos cristianos en 415 y marca el fin de la matemática griega antigua; la Edad Media, en la cual el oscurantismo de la Iglesia católica genera un estancamiento de la ciencia en Europa y la imposibilidad casi absoluta de estudiar para las mujeres; la modernidad, donde comienzan a surgir distintas voces femeninas, con una gran resistencia de la comunidad científica masculina; y finalmente la época contemporánea que tiende a la equidad de género, si bien persisten muchas desigualdades.

Cabe destacar que, hasta fines del siglo XIX, no tenemos conocimiento de mujeres matemáticas fuera de Europa (o su influencia directa en Alejandría). Si bien conocemos pocos matemáticos no europeos previos al siglo XIX, aparecen los nombres de Ahmes e Imhotep en el antiguo Egipto, en China los de Liu Hui, Chu Shih-Chieh y Yang Hui (que van desde el siglo III al XIV); Aryabhata, Brahmagupta, Mahavira y Baskhara en la India (desde el siglo V al XII) y una serie de matemáticos islámicos que va desde Al-Khowarizmi en el s. IX hasta Al-Khashi en el s. XV, pasando por ibn-Qurra, Ibn Sina, Omar Khayyam y al-Din al-Tusi, entre otros. Ningún nombre propio femenino es mencionado en la matemática de estas culturas a excepción de la dedicatoria de Baskhara a su hija *Lilavati*.

Entre los intereses expresados por las y los estudiantes para sus monografías finales, el rol de la mujer fue recurrente y se generaron numerosas experiencias de investigación que detallaremos en una próxima sección.



JORNADA DE EXPERIENCIAS INNOVADORAS EN EDUCACIÓN EN LA FCEIA

“Hipatia y la Biblioteca de Alejandría” y el documental “Mujeres matemáticas” que es el noveno capítulo de una colección titulada “Universo matemático”. Se comparten a continuación las tramas de los dos materiales propuestos.

Transcurre en el año 391 en Alejandría, ciudad que se había convertido en el último baluarte de la cultura frente a un mundo en crisis. Atrapada tras los muros de la legendaria biblioteca, la astrónoma Hypatia, filósofa y atea, lucha por salvar la sabiduría del mundo antiguo (Resumen de la película “Ágora: Hipatia y la Biblioteca de Alejandría”. Directorio Web de Material Audiovisual FCEIA-UNR).

Antes del siglo XX es sorprendente encontrar alguna mujer matemática, la culpa no era de ellas ni de las matemáticas, sino en que su papel social las marginaba de ellas (Resumen del documental “Mujeres matemáticas”. Directorio Web de Material Audiovisual FCEIA-UNR).

Los materiales escritos se pusieron a disposición de los/as estudiantes en carpetas compartidas desde Google Drive de acceso libre y gratuito. Entre ellos destacamos: Perdomo (2009), Fedriani Martel y Tenorio Villalon (2004), Heredero de Pedro y Muñoz Hernández (2011), Sardella (2006).

Los mismos se fueron obteniendo a partir de una búsqueda particularizada sobre las temáticas de interés y además por recomendaciones de colegas. Todos ellos eran puestos en común en los distintos formatos de clases adoptados en la FCEIA en concordancia con la cátedra, como es el presencial (en los años 2017, 2018 y 2019), el formato virtual (durante 2020 y 2021) y por último el formato híbrido (en el año en curso 2022).

Las actividades se implementaron teniendo en cuenta los materiales brindados por la cátedra que se han mantenido tanto previo al aislamiento social y preventivo provocado por la pandemia como durante el mismo. En la presencialidad (cursado previo al 2020) algunas de las producciones audiovisuales que ameritaban rever algunas ideas claves eran reproducidas en clases con un posterior intercambio entre estudiantes, docentes y público invitado. Durante la virtualidad, el abordaje del material audiovisual se llevó adelante mediante actividades asincrónicas acompañadas por un cuestionario que pretendía obtener las impresiones de lo visto de modo reflexivo. De esta manera, se pretendía que los/as estudiantes llegaran al encuentro sincrónico con algún tipo de comentario formal para compartir con los/as compañeros y seguir con la profundización de los temas vinculados. Un ejemplo de cuestionario, respondido por una estudiante sobre uno de los videos de las culturas americanas, es el siguiente:

Videos sobre algunas culturas americanas. “La astronomía Maya” y “Los quipus”:



JORNADA DE EXPERIENCIAS INNOVADORAS EN EDUCACIÓN EN LA FCEIA

- *¿En qué aspectos de la cultura Maya se observa la influencia Astronómica?*

La influencia Astronómica se observa en varios aspectos de la cultura Maya, como por ejemplo en las construcciones de los templos, orientadas según el sistema solar, creados con la intención de utilizarlos como observatorios. Otro de los aspectos donde se observa la influencia Astronómica es en los calendarios Mayas, los cuales se rigen de acuerdo a la astronomía, según el tiempo que demora la tierra en girar sobre su eje y alrededor del sol, y los ciclos lunares.

- *En el desarrollo de la civilización Maya, ¿dónde puede reconocerse la Matemática?*

E: La Matemática se puede reconocer en la civilización Maya en las inscripciones sobre estelas, donde se registraban fechas, para las cuales se cree que debieron contar los días transcurridos para poder realizar tales registros. Además, tenían un sistema de numeración cuasi vigesimal, y se cree que para comercializar utilizaban un sistema vigesimal puro.

- *¿Qué se ha descubierto en las investigaciones sobre los quipus en relación con la Matemática?*

E: Sistema de anotación por nudos. Toda la información era traducida en números, colores y forma de torcedura de cuerdas.

Se ha descubierto que, según el nivel en que se encuentra el nudo sobre las cuerdas, corresponde a una cifra ubicada en la unidad, decena, centena, millares y decenas de millares. Es un sistema de base decimal y posicional. En los quipus se registraba información numérica, pero no permitía la realización de cálculos, estos se realizaban con otro sistema.

Teniendo presente que una de las finalidades de la formación de profesores universitarios en matemática es la “afirmación y explicitación de sus fundamentos éticos, políticos y sociales; su interés por la justicia y la construcción de ciudadanía; su papel emancipador; el fortalecimiento de un compromiso responsable con la consolidación de valores solidarios y democráticos” (Anexo IV Resolución CIN 856/13), creemos que estas actividades y el material puesto a disposición, aportan en ese sentido. Por un lado, poniendo en relieve las necesidades y problemáticas actuales desde una mirada más cercana a los/as estudiantes como es la historia de la disciplina que eligieron. Y por otro, ayudando a identificar y descubrir los aportes culturales de los pueblos de la región como material formativo.

Trabajos Finales de los estudiantes

Como cierre del espacio curricular, propusimos un trabajo de investigación sobre alguna temática de interés del/la estudiante y en vinculación a lo trabajado en la cursada. En estas



JORNADA DE EXPERIENCIAS INNOVADORAS EN EDUCACIÓN EN LA FCEIA

condiciones puede darse la profundización de algún tópico o algún abordaje original, apareciendo personajes históricos, análisis de algún período de tiempo, contextos particulares, tratamiento de contenidos disciplinares, entre otros. La elaboración de la propuesta cuenta con algunas instancias de consulta durante la elaboración de dicho trabajo, con posible intercambio de materiales y la aprobación del espacio se concreta con la entrega del trabajo final días previos a la mesa de examen y con su defensa incluyendo alguna presentación que acompañe la misma.

La amplitud dada desde la consigna del trabajo final evidenció la motivación de los estudiantes, la comparación y análisis de nuevas situaciones, la búsqueda y selección autónoma de material, la originalidad de los trabajos y el enriquecimiento del espacio curricular. En relación con la temática de esta experiencia surgieron trabajos cuyos temas están vinculados con la perspectiva de género y que a su vez evidencian lo mencionado anteriormente.

Uno de los primeros trabajos finales presentados bajo esta temática fue el de las Líneas de Nazca (Figura 9.2) ubicadas en Perú. En la presentación no solo se realizó una descripción de lo que son, sino que se valoró parte de la cultura de ese pueblo, se recopiló conjeturas sobre la creación de los geoglifos, y se mostró su vinculación con la matemática, principalmente con los números racionales.

Ejemplos





¿Qué relación tienen con Matemática?

Algunas de estas figuras representativas son:
Pájaro gigante de 305 m. de largo y 54 de ancho. Es la de mayor tamaño. El Lagarto de 188 m., el Pelicano, 138 m., el Mono de 135 m. con la curiosidad de que posee solo nueve dedos entre las dos manos, el Cóndor de 135 m., el Colibri la distancia entre la punta de sus alas es de 66 m., Uñas Manos de 50 m., al igual que el mono sólo con nueve dedos entre las dos. La Flor, 76 m., la Araña de 46 m., la figura humana de 40 m., conocida como el Astronauta, o también como el Hombre-lechuga. Con impresionantes trazados geométricos muy acereado a la perfección. Comparten diámetros y radios muy exactos para la época.

Figura 9.2. Presentación del trabajo final titulado Líneas de Nazca

Marý Fairfax Somerville fue una de las personalidades elegidas para dar cierre a este espacio. En esta investigación se mostraron sus aportes científicos en las distintas áreas en las que se involucró, como así también su propio testimonio encontrado en cartas escritas por ella misma que dejan ver la realidad en la que se encontraba y aquellas situaciones que



JORNADA DE EXPERIENCIAS INNOVADORAS EN EDUCACIÓN EN LA FCEIA

debía sortear para cumplir con sus metas. Compartimos parte de las conclusiones de Lombardini (2020), donde la estudiante cuenta lo que la motivó en la elección del tema:

El interés sobre la vida de Mary Somerville surge al leer su historia de vida y las dificultades con las que se encontró para lograr ser la mujer que fue. Ser mujer supuso una dificultad con la que convivió desde pequeña. Sus padres hicieron hasta lo imposible para que ella no pueda aprender, principalmente, lo que más le gustaba, las matemáticas. Buscaban que sus aspiraciones sean encontrar un marido que le proporcione seguridad.

Mary no tenía garantizado ni el acceso a la universidad, ni la participación en asociaciones científicas. Es por ello que no se pueden medir sus aportaciones en la medida en la que se miden las de quienes trabajaron en plena libertad y con todos los medios en sus manos.

Otra estudiante realizó su trabajo monográfico inspirada por Julia Robinson, matemática norteamericana que hizo avances decisivos que permitieron resolver el décimo problema de Hilbert (uno de los 23 planteados en el 1er Congreso Internacional de Matemáticos (ICM) de París en 1900. Fue particularmente interesante que la estudiante incluyera en la monografía su experiencia personal sobre el (des)conocimiento sobre mujeres científicas, una inquietud que se remontaba a sus años en la escuela primaria. Afirma Leone (2020):

Permítanme acercar un breve relato acerca de mi experiencia en relación con la presencia y ausencia de la mujer científica en la educación, a lo largo de toda mi experiencia en formación.

En el último año de la primaria, en la materia llamada Tecnología, la docente nos acercó un texto acerca de la creación del fuego: “Con el fuego, el Hombre ha podido protegerse contra animales feroces, cocinar y hacer herramientas y armas; ya que el fuego es símbolo de luz y calor”, citaba. Imaginé a un hombre solitario friccionando los palillos para crear la chispa. Cuando concluí el texto, pensé por mis adentros: ¿Por qué solo el Hombre descubrió estas cosas? ¿Y la Mujer? Debo admitirlo, me sentí pequeña y en ese momento reprimí mi pensamiento. En tercer año de la secundaria, la docente de Física nos hizo estudiar una pequeña biografía de los científicos argentinos ganadores de premios Nobel: Saavedra Lamas, Houssay, Leloir, Pérez Esquivel y Milstein. Hasta el momento nunca me había cuestionado por qué todos los científicos destacados eran masculinos. Un año más tarde, Araceli, docente de Química, nos enseñó a Marie Curie y cuál fue su aporte en el área y cuán importante fue su investigación junto con su cruda muerte. Pero entonces... ¿Existían las mujeres científicas?! Durante el transcurso de la facultad, las carpetas colapsaron de teoremas y lemas con nombres de sus creadores, los famosos Bernoulli, Weierstrass, Rolle, Cauchy, Leibniz, en su casi total



JORNADA DE EXPERIENCIAS INNOVADORAS EN EDUCACIÓN EN LA FCEIA

mayoría, hombres. El último año de cursada, Mariela docente de la carrera, nos propuso una interesante actividad para el 8 de marzo, conmemoración del Día de la Mujer: averiguar información sobre alguna mujer que nos interese y comentar entre nuestras compañeras, su aporte al mundo. En aquel momento tomé dimensión de lo oculta, subestimada y excluida que estuvo la mujer durante mucho tiempo.

No es casualidad que hoy en día se esté abriendo un fuerte cuestionamiento del papel de la mujer en la casa, en el trabajo y en la ciencia. Hoy, concluyendo la carrera universitaria como docente en Matemática me pregunto: ¿Quiénes fueron las mujeres matemáticas que realizaron sus aportes a esta disciplina y contribuyeron al avance científico? Para que no queden en el olvido, reivindicaré con honor a una de ellas: Julia Bowman Robinson.

Entre las demás monografías realizadas, fue recurrente el abordaje de cuestiones relativas al rol de la mujer en la historia de la matemática, lo que da cuenta del interés suscitado por esta temática. Podemos mencionar las siguientes monografías: Mujeres y matemática. Reflexiones y análisis sobre la trayectoria de mujeres que a lo largo de toda su vida lucharon por conseguir igualdad ante la sociedad en general; Émilie le Tonnelier de Breteuil, marquesa de Châtelet. Vida y obra de una matemática francesa del S. XVIII; Katherine Johnson, la mujer que lo calculó todo. Una de las primeras matemáticas afroamericanas de la NASA; Vida y aportes a la matemática de Sophie Germain; Sofía Kovalevskaya, matemática del s. XIX; Mary Fairfax Somerville. La Reina de las Ciencias del siglo XIX; Emmy Noether y la teoría de invariantes.

La variedad de tópicos abordados y la calidad de los trabajos presentados representan un importante aporte que enriqueció notablemente el material de estudio de nuestro espacio curricular.

Conclusiones finales

En el presente trabajo dimos cuenta de las experiencias áulicas que promovieron la incorporación de perspectivas americanistas y de género en el estudio de la historia de la matemática.

El abordaje propuesto y la bibliografía recabada permitió incluir estas temáticas en su contexto histórico-cultural, entendiendo la matemática no solo como una ciencia desarrollada por personas de cualquier género, sino también como manifestación cultural de los pueblos.



JORNADA DE EXPERIENCIAS INNOVADORAS EN EDUCACIÓN EN LA FCEIA

La propuesta tuvo una aceptación notable en las y los estudiantes de la materia, lo cual se puso de manifiesto en la variedad, cantidad y calidad de las monografías finales que abordaron estos temas, principalmente la cuestión de género.

Los trabajos realizados por estudiantes resultaron ser aportes muy significativos para el material bibliográfico de la asignatura, enriqueciendo los contenidos y puntos de vista abordados.

Consideramos que el objetivo propuesto fue en gran medida alcanzado.

Referencias bibliográficas

- Alegre, H., Domínguez, E., Landaluce, N. y Pípolo, S. (2018). Materiales didácticos en la enseñanza de la Matemática. En N. Sgreccia (Coord.). *Procesos de Acompañamiento en la formación inicial y continua de Profesores en Matemática* (pp.153-173). FahrenHouse. <https://www.fahrenheit.com/omp/index.php/fh/catalog/book/31>.
- Directorio Web de Material Audiovisual. Profesorado en Matemática. FCEIA-UNR. <https://sites.google.com/view/dirmatau/inicio>.
- Alic, M. (2005). *El legado de Hipatia: historia de las mujeres en la ciencia desde la Antigüedad hasta fines del siglo XIX*. Siglo XXI.
- Babini, J. (1967). *Monografía N° 4: Historia de las ideas modernas en matemática. Programa regional de desarrollo científico y tecnológico*. Organización de los Estados Americanos. <https://xdoc.mx/preview/historia-de-las-ideas-modernas-en-la-matematica-5f9b9221b2907>.
- Boyer, C.B. (1985). *Historia de las matemáticas* [1ra Ed. en inglés: 1968]. Alianza.
- Carlyle, T. (1840). *On Heroes, Hero-Worship and the Heroic in History*. University of California Press.
- Consejo Interuniversitario Nacional (2013). *Propuesta de Estándares para la Acreditación de las carreras de Profesorado Universitario en Matemática*. Autor.
- Colette, J.P. (1985). *Historia de las matemáticas I y II*. Siglo XXI.
- Duby, G. (1991). *Historia de las mujeres. Tomos I a V*. Taurus.
- Fedriani Martel, E.M. y Tenorio Villalón, A.F. (2004). Los sistemas de numeración maya, azteca e inca. *Lecturas Matemáticas*, 25(2), 159-190. <http://scm.org.co/archivos/revista/Articulos/756.pdf>.
- de Francisco Heredero, I., García Menéndez, C., Martínez Menéndez, M. y Mijares Rilla, C. (2011). *Otras Miradas. Aportaciones de las mujeres a las matemáticas*. Federación de Enseñanza de CCOO. <https://www.inmujeres.gob.es/areasTematicas/AreaEducacion/MaterialesDidacticos/docs/AportacionesMatematicas.pdf>.
- Kline, M. (2012). *El pensamiento matemático de la antigüedad a nuestros días* [1ra Ed. en inglés: 1972]. Alianza.
- Leone, J. (2020). *Mujeres matemáticas: Obra y vida de Julia Robinson*. Trabajo final de la materia Historia y Fundamentos de la Matemática. UNR.
- Lombardini, V. (2020). *Mary Fairfax Somerville, La Reina de las Ciencias del siglo XIX*. Trabajo final de la materia Historia y Fundamentos de la Matemática. UNR.



JORNADA DE EXPERIENCIAS INNOVADORAS EN EDUCACIÓN EN LA FCEIA

PROYECTOS GRUPALES DE PROGRAMACIÓN. EXPERIENCIAS DEL ABP EN EL AULA UNIVERSITARIA

*Natalia Colussi, Pamela Viale y Natalia Monjelat**

Escuela de Ciencias Exactas y Naturales. Departamento de Ciencias de la Computación.
Instituto Rosario de Investigaciones en Ciencias de la Educación. Licenciatura en Ciencias de
la Computación. Licenciatura en Matemática y Profesorado en Matemática. Programación I
y Programación

Resumen

El presente trabajo narra las fortalezas de la implementación durante 5 años del Aprendizaje Basado en Proyectos y Problemas (ABP) en el segundo dictado de las materias Programación I y Programación, para la Lic. en Ciencias de la Computación, la Lic. en Matemática y el Profesorado en Matemática. Dichas experiencias permitieron detectar lo valiosa y enriquecedora que resulta esta forma de trabajo para los estudiantes universitarios, observando la transformación en sus aprendizajes a partir de tomarlos como propios. Particularmente, el análisis de las experiencias destaca los siguientes aspectos de la aplicación de esta estrategia: a) la observación clara del progreso en el aprendizaje, b) la adaptación rápida al cambio de contexto presencial-virtual, c) la producción de trabajos genuinos (es difícil plagiar un trabajo) y d) la flexibilidad para incluir a todos/as los/as estudiantes. En síntesis, es posible señalar que la implementación del ABP en el reditado permitió el abordaje de los contenidos disciplinares específicos y habilitó que los procesos de enseñanza y aprendizaje sean significativos para los/las estudiantes. Asimismo, esta metodología nos marcó un rumbo a seguir como docentes, desde un posicionamiento reflexivo y crítico, que esperamos pueda guiar a otros colegas en el ámbito universitario.

Palabras Clave

Aprendizaje Basado en Proyectos y Problemas. Enseñanza de la Programación por Grupo. Pensamiento Computacional. Ciclo Inicial Universitario.

Abstract

The present work presents the strengths revealed by the Project and Problem Based Learning (PBL) strategy based on experiences from second courses of programming, named Programming I and Programming, in Computer Science and Mathematics degrees of our University. Much was learned in five years of implementation of PBL in the university classroom. It is a very valuable strategy, it enriches the way students work, transforming their roles. It is remarkable how they take responsibility for their own learning process. The following aspects of the application of this didactic strategy are highlighted: a) it is easy to identify the learning progress, b) it is simple to adapt from face-to-face classes to a virtual context, c) it results in genuine student productions (it is difficult to plagiarize a work) and d) it is flexible enough to include all students. The PBL allowed the approach of the specific disciplinary contents and enabled the teaching and learning processes to be meaningful. It marked our teaching work in a direction to follow, to explore, to improve and to spread among other colleagues so that they can take advantage of the experience we gained.

Keywords

Project and Problem Based Learning. Programming teaching in groups. Computational Thinking. Firsts years in University.

* colussi@fceia.unr.edu.ar; pamela@fceia.unr.edu.ar; monjelat@irice-conicet.gov.ar



JORNADA DE EXPERIENCIAS INNOVADORAS EN EDUCACIÓN EN LA FCEIA

Introducción

En el presente artículo se describe una experiencia de aprendizaje basado en proyectos y problemas (ABP) desarrollada en el contexto universitario, en la Facultad de Ciencias Exactas, Ingeniería y Agrimensura (FCEIA), dependiente de la Universidad Nacional de Rosario (UNR). Particularmente, dicha experiencia tuvo lugar en el redictado de las materias “Programación I” y “Programación”, agrupadas en una única cátedra del ciclo básico de la Licenciatura en Ciencias de la Computación (LCC), la Licenciatura en Matemática (LM) y el Profesorado en Matemática (PM). De aquí en más se referirá a la cátedra unificada como el aula del “redictado de Programación”. Como lo indica su nombre, el espacio curricular de esta aula pone el énfasis en los principios de programación (Bloch, 2010; Felleisen et al, 2001; Martínez Lopez, 2013), abordando contenidos vinculados al Pensamiento Computacional (Wing, 2006) y aplicando las estrategias de resolución y abordajes de los problemas+programas (Astudillo et al, 2021; Polya, 1973; Thompson, 1997). Para la implementación de los contenidos, se emplea el entorno de desarrollo integrado (IDE) llamado Dr. Racket¹, diseñado especialmente para la enseñanza de la programación, concebido con un fin pedagógico y didáctico desde un principio, desarrollado por Matthias Felleisen y colegas. Esta herramienta se encuentra en continua evolución, su primera versión se sitúa en el año 1994 contando ya con 28 años de desarrollo y mejoras. El lenguaje de programación se denomina a su vez Racket, es un lenguaje interpretado, multipropósito, basado en los lenguajes Scheme y Lisp. Todo el entorno fue concebido como software libre siendo su descarga accesible bajo una licencia GNU. Dentro del aula del redictado de Programación empleamos este lenguaje para programar bajo el paradigma funcional junto al paradigma orientado a eventos.

En el caso del espacio curricular que se está describiendo, los estudiantes de primer año de la LCC, LM y PM provienen de diferentes especialidades y contextos en su nivel medio que, debido al auge de las carreras informáticas de los últimos años, conforman una cátedra masiva, con más de 200 inscriptos, con heterogeneidades propias asociadas a su vez a las carreras de base (Dapozo et al, 2014). Considerando esta situación, se ha observado que en el período 2017-2020, aproximadamente un 40% de los cursantes no logran aprobar o regularizar el primer curso de programación y asisten entonces al segundo dictado ofrecido al siguiente cuatrimestre. Por su parte, el “redictado”, como formato de clase, surge desde hace ya más de una década en la UNR para las materias de primer año, como medida de

¹ Disponible online en: <https://racket-lang.org/>



JORNADA DE EXPERIENCIAS INNOVADORAS EN EDUCACIÓN EN LA FCEIA

retención de los estudiantes en el ámbito universitario favoreciendo la reinserción rápida de estos al cursado evitando así la deserción temprana.

En este contexto, a partir del año 2017, se decidió realizar un cambio en la estrategia didáctica llevada adelante en el redictado, que hasta el momento repetía una modalidad de cursado tradicional, similar a la del primer cuatrimestre, con una clase magistral teórica y clases de práctica en laboratorio. ¿Por qué continuar con un modelo que para los estudiantes no había resultado exitoso pensando que en esta oportunidad iba a ser diferente? Si el redictado de una materia debía ser realmente otra oportunidad, resultaba necesario diseñar y proponer realmente otra forma de construir el aprendizaje en los estudiantes, que atendiera a los obstáculos con los que se encontraron en la primera cursada. La Figura 10.1 resume algunas de éstas dificultades, que habían sido identificadas en los estudiantes recursantes.

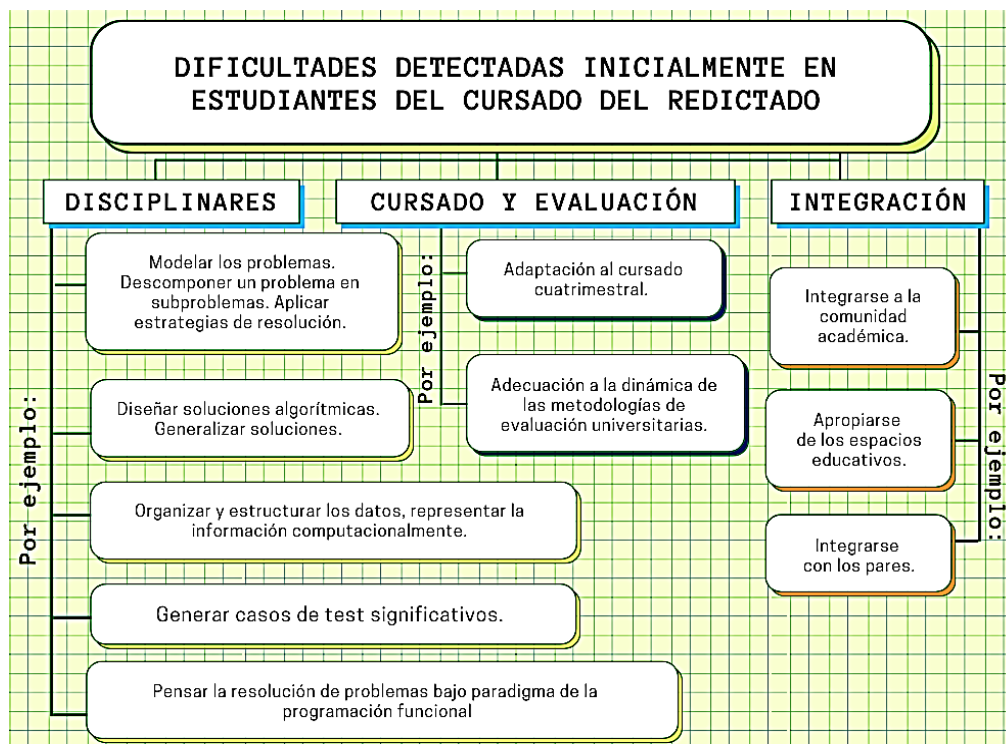


Figura 10.1. Dificultades Detectadas en los Estudiantes Recursantes

Partiendo de estas premisas, se propone revisar las estrategias de enseñanza a desarrollar en el redictado, recurriendo a los aportes del Aprendizaje Basado en Proyectos y Problemas (ABP) (Domínguez et al, 2008; García Martín y Perez Martínez, 2018; Sanchez y Blanco, 2012; Queiruga-Dios et al, 2019). Se buscó responder a las múltiples problemáticas subyacentes de los cursantes del redictado mediante la realización de dos proyectos grupales de programación, en el marco de un “Plan de Trabajo Didáctico para el Aula”



JORNADA DE EXPERIENCIAS INNOVADORAS EN EDUCACIÓN EN LA FCEIA

(PTDA) (Colussi y Viale, 2019; Colussi y Viale, 2020). Para llevar adelante esta iniciativa y brindar así un mejor marco de contención y solución a las dificultades mencionadas en la Figura 10.1, se trabajó en la re-elaboración tanto de la presentación de los contenidos, como en la ejercitación y la modalidad de evaluación.

En línea con esta propuesta, los proyectos con los que se propone trabajar durante el reditado son diseñados incrementalmente en su dificultad y contenidos. Se desarrollan a lo largo del cuatrimestre, de manera grupal, con plazos preestablecidos que marcan límites para favorecer a la organización del trabajo y lograr concluir el proyecto propuesto. Se busca, de esta manera, integrar a los estudiantes mediante la actividad grupal, fortaleciendo saberes a partir del trabajo en conjunto y la discusión con pares, trabajando la motivación a partir de la realización de una idea propia, particular y deseada. Por otra parte, se pretende también la superación de las dificultades vinculadas a los contenidos disciplinares mediante la indagación en grupo de los contenidos, junto a la supervisión y retroalimentación de los docentes, la guía y control del progreso en la realización de los proyectos, en conjunto con la puesta en común al finalizar su realización, y la visión crítica del trabajo propio y el ajeno. La realización de los proyectos ejercita a los estudiantes sobre temas disciplinares fundamentales de la programación. La Figura 10.2 detalla los contenidos de la materia que son abordados en el primer y segundo proyecto, así como contenidos transversales que se contemplan en ambas instancias.

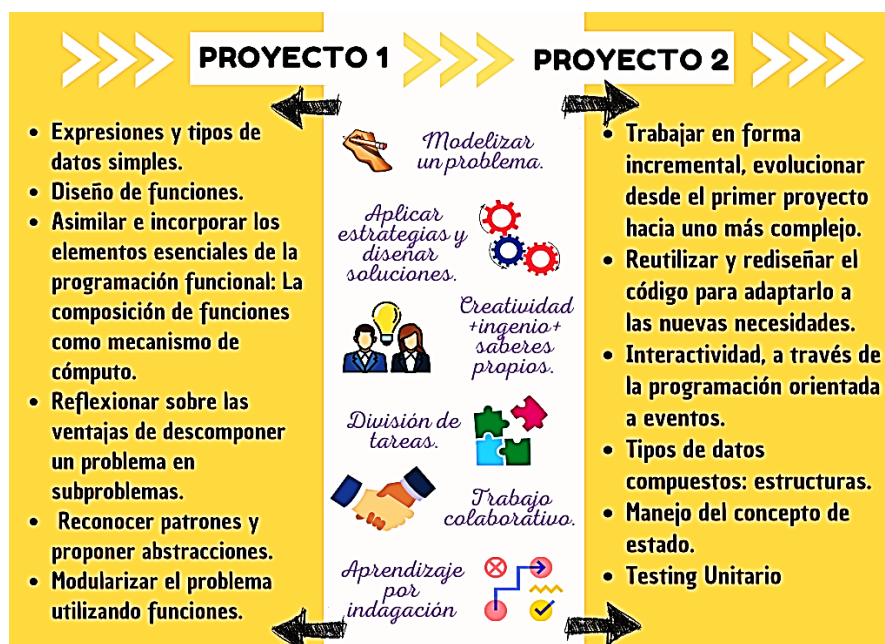


Figura 10.2. Saberes Disciplinares Trabajados en los Proyectos: Comunes y Particulares



JORNADA DE EXPERIENCIAS INNOVADORAS EN EDUCACIÓN EN LA FCEIA

De esta forma, la propuesta del redictado que aquí se presenta intenta recurrir a estrategias de enseñanza y aprendizaje ampliamente difundidas, que se han mostrado eficaces para la construcción de saberes disciplinares en diferentes contextos y áreas disciplinares (García Martín y Perez Martínez, 2018; Queiruga-Dios et al, 2019; Sanchez y Blanco, 2012). El ABP aparece como una opción innovadora para la enseñanza de la programación, haciendo del redictado una experiencia diferente al dictado inicial, con los siguientes objetivos como metas:

- Llegar a los estudiantes con una propuesta diferente y motivadora, abordando los conceptos básicos y fundacionales de la programación, desarrollados y explicitados bajo la denominación de Pensamiento Computacional.
- Fortalecer los vínculos entre los estudiantes con el fin de generar redes o comunidades de contención y acompañamientos entre pares, para sostener con ello el estudio a lo largo del tiempo y el progreso dentro de la carrera.
- Dar una visión futura del trabajo profesional, ejercitando mediante los proyectos formas y dinámicas similares a las laborales, vinculadas al desarrollo del software en grupos o equipos de trabajo conjuntos.

Implementación del ABP en la práctica

El Aprendizaje Basado en Proyectos y Problemas (ABP) es un modelo de aprendizaje y de enseñanza cuyo origen puede situarse en: a) para los *problemas* en los cursos de química y medicina de la Universidad de McMaster en Canadá a finales de los años 70 y b) para los *proyectos* en el Centro Universitario Roskilde y en la Universidad de Aalborg ambos en Dinamarca, a principios de 1970 (García Martín y Perez Martínez, 2018; Gómez, 2005). Ambas formas tienen en común que colocan al estudiantado como protagonista del proceso de enseñanza-aprendizaje construyendo el conocimiento y aplicándolo al mismo tiempo en situaciones que se asemejan a las que se enfrentará en la vida profesional cuando tenga que abordar problemáticas concretas del área. El docente reconvierte su rol para transformarse en un guía de los estudiantes en el proceso de aprendizaje, orientándolos hacia su progreso en la construcción de saberes por medio de una continua evaluación de todo el proceso (Domínguez et al, 2008; Heydrich et al, 2010). Se puede referir entonces a tres miradas, roles y espacios, dentro de esta estrategia: una mirada para el docente, otra para el estudiantado y otra para el proyecto; este último constituyendo el medio por el cual todo el proceso de aprendizaje se logra canalizar y transformar hasta lograr la



JORNADA DE EXPERIENCIAS INNOVADORAS EN EDUCACIÓN EN LA FCEIA

concreción del producto final: un programa. El proyecto toma entonces relevancia como medio para ganar la experiencia de la cual se desprenda el conocimiento. La vivencia en sí misma otorgará el aprendizaje buscado. En el aula del redictado de Programación se observan estas tres componentes del ABP, que se exponen en la Figura 10.3.

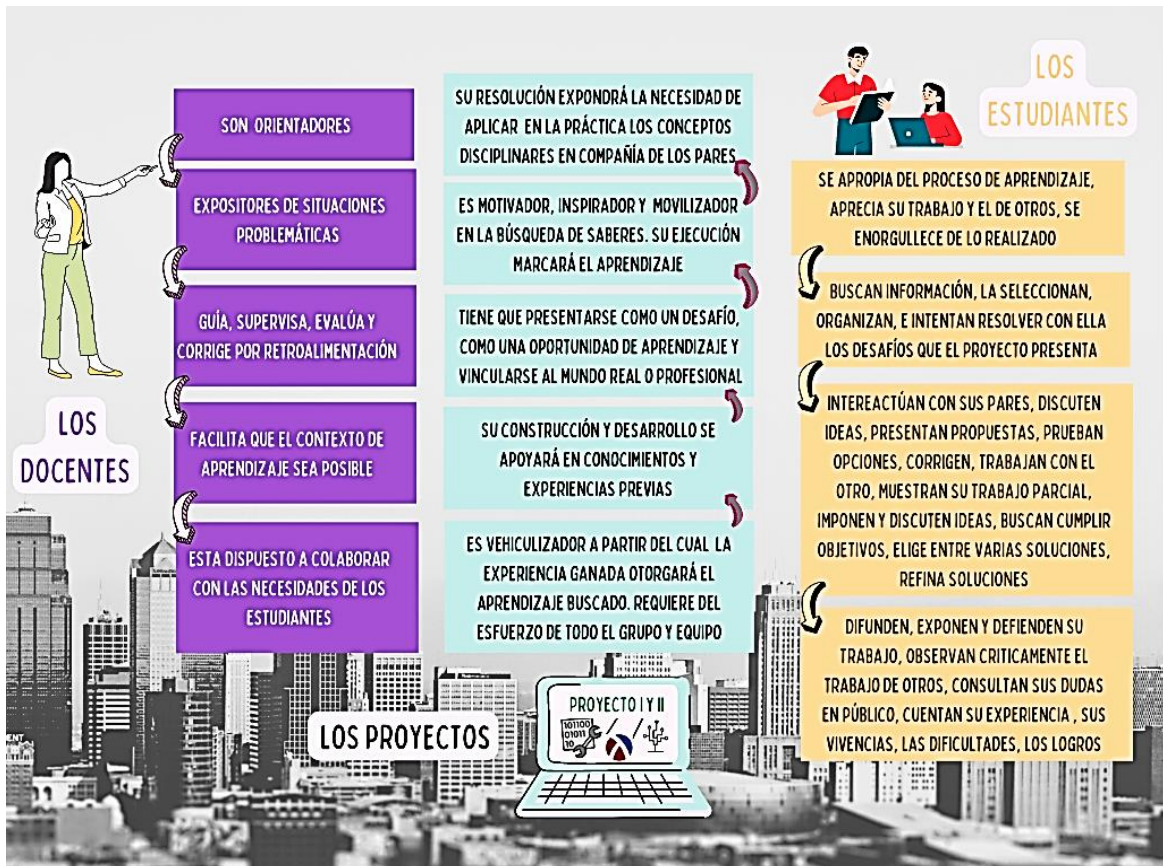


Figura 10.3. Roles, Espacios, y Funciones en el ABP del aula del redictado de Programación

Particularmente en la experiencia que presentamos, la implementación del ABP en el aula del redictado de programación se lleva adelante en las siguientes etapas o fases:

1. Selección de los grupos de trabajo

Los estudiantes conforman grupos de trabajo durante la primera semana de clases, de dos o máximo tres integrantes, o en el caso de que el curso fuese masivo (más de 80 cursantes) se divide el mismo en grupos de tres o cuatro integrantes. La división en grupos se deja librada a los estudiantes, aunque de ser necesario, se interviene reagrupando a los alumnos en el caso que no hallen por sí mismos compañeros de grupo, o en el caso de que manifiesten algún inconveniente entre ellos o ante la deserción de la mayoría de sus integrantes. Entre los dos proyectos que se realizan a lo largo del cuatrimestre se trata de conservar los grupos de trabajo para ayudar al seguimiento y evaluación cuatrimestral de



JORNADA DE EXPERIENCIAS INNOVADORAS EN EDUCACIÓN EN LA FCEIA

los estudiantes, para integrar los dos proyectos en un desarrollo incremental y composicional de ambas propuestas, y para aprovechar los vínculos ya establecidos y la dinámica alcanzada en el funcionamiento del grupo. El trabajo grupal es un pilar fundamental en la concreción de los proyectos, sosteniendo el trabajo, motivando a finalizarlo, brindando apoyo y contención entre pares, en la adquisición conjunta de saberes y competencias vinculados a las formas profesionales del trabajo de un programador. El rol del docente dentro del grupo es el de supervisar y guiar el trabajo, buscando que surjan los liderazgos y los roles de cada integrante, en un actitud activa y participativa de todos sus miembros.

2. Presentación del trabajo en proyectos y el problema a trabajar

Al comenzar el cursado, durante la primera semana de clases, junto con la presentación de los contenidos que se abordarán en la materia, se les explica a los estudiantes que se trabajará en grupos en dos proyectos de programación. Se presenta entonces el primer proyecto, detallando un problema específico, con ciertos lineamientos y un contexto que está sujeto a una temática, pero abierto a múltiples modificaciones y variantes, de las cuales se desprenden los diferentes proyectos grupales. Cada proyecto preserva ese origen común y año a año la temática de los proyectos distingue a la cursada. Se acompaña la presentación del primer proyecto, con una guía explicativa y se trazan los primeros objetivos a cumplir en el corto plazo, los cuales involucran la realización de un anteproyecto y la asistencia al primer control del trabajo. En este último los estudiantes presentan su propuesta (variante del problema base) y se discute con ellos la factibilidad de la realización del mismo en el plazo estipulado, corrigiendo aquello que por exceso o por defecto se haya pensado como parte del Proyecto I.

En el caso del Proyecto II, la presentación del mismo se realiza aproximadamente en la semana nueve de clases, pero en este caso se toma aquello que se diseñó en el Proyecto I, para que forme parte de una animación, juego, o simulación que se programará bajo la misma metodología de trabajo e involucrando otros conceptos que se abordan durante el cursado. En este caso, se discute con cada grupo distintas variantes y posibilidades, algunas previamente pensadas por los docentes, aunque cada grupo tiene la libertad de presentar una idea propia, un deseo de programa, animación o juego que se anhele realizar, debe mediar una inquietud por parte de los estudiantes hacia el problema, un interés resolutivo hacia el mismo, y se los acompaña para que esto finalmente ocurra. Este caso constituye un desafío propio y particular para los estudiantes, y de igual manera para los docentes,



JORNADA DE EXPERIENCIAS INNOVADORAS EN EDUCACIÓN EN LA FCEIA

quienes piensan junto a los estudiantes la resolución algorítmica y se encuentran impulsados también por la misma energía y motivación de la búsqueda de la construcción del programa que finalmente resuelva el problema planteado.

3. Desarrollo de los proyectos

La forma de resolución de los proyectos es incremental, metodológica y supervisada por los docentes mediante las instancias de revisión semanales, usualmente denominadas controles, donde por turnos asignados a cada grupo se trabaja sobre la revisión y evaluación de una instancia puntual de los proyectos. Esta forma de seguimiento a cada grupo constituye uno de los ejes centrales del éxito en la concreción de los proyectos, dando en cada instancia, en cada encuentro, una devolución sobre lo realizado junto a un conjunto de metas a cumplir para el próximo encuentro. Cada una de estas citas grupales duran unos 15 o 20 minutos. Los estudiantes pueden luego, si quedan aún dudas por consultar, solicitar trabajar sobre el proyecto en los horarios de consulta de la materia, o juntarse a trabajar sobre el proyecto durante las horas de práctica, usando los espacios de los laboratorios en la universidad como lugar de encuentro y trabajo grupal. Durante la semana los estudiantes se reúnen también a trabajar sobre el proyecto, muchas veces lo hacen en plataformas virtuales como Discord o Meet para trabajar en conjunto, compartir soluciones, revisar el trabajo de algún compañero, explicar cómo se resolvió alguna parte del problema, etc. Los archivos los comparten también en espacios en la nube como Drive (de Google), One (de Microsoft), GitHub, etc. También discuten usando mensajería instantánea como Telegram y WhatsApp para consultas rápidas, aunque también mencionan intercambiar ficheros por estos medios. En esta etapa se fomenta el trabajo autónomo del grupo, pueden utilizar toda la bibliografía de la materia, las ayudas que brinda el entorno de programación para buscar funcionalidades ya definidas o predefinidas en el lenguaje para hacer uso de ellas en su proyecto. Algunos también recurren a foros en internet para buscar respuestas, también lo hacen con estudiantes más avanzados de la carrera tratando de resolver aquello que desean. Estas formas de búsquedas de resolución son válidas, forman parte de la forma de trabajo profesional que tiene la disciplina, la intención es que aparezcan dentro del proyecto como una forma de profesionalizar el trabajo realizado. Se discuten luego todos estos aportes al proyecto en los controles. La Figura 10.4 muestra algunos registros fotográficos del trabajo en el aula y las instancias de supervisión en presencialidad y virtualidad.



JORNADA DE EXPERIENCIAS INNOVADORAS EN EDUCACIÓN EN LA FCEIA

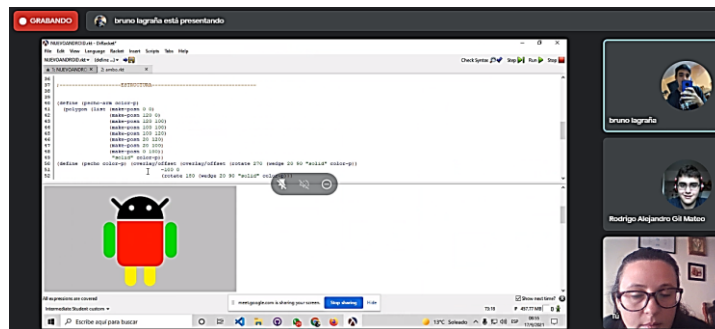


Figura 10.4. Registros Fotográficos del Trabajo y Supervisión en el Aula y en la Virtualidad

Para el Proyecto I, se estima un total de siete/ocho semanas de desarrollo y para el Proyecto II un total de seis/siete semanas. Los proyectos están sustentados en las premisas del pensamiento computacional de (Wing, 2006) y las estrategias de resolución de problemas de (Polya,1973) adaptadas por (Thompson,1997) para el desarrollo de programas, resumidas ambas en el gráfico de la Figura 10.5.

Habilidades que desarrolla el Pensamiento Computacional (Jaenette wing)



Resolución de Problemas en Ciencias de la Computación (Polya-Thompson)



Figura 10.5. Los Pilares de los Proyectos y las Estrategias de Trabajo



JORNADA DE EXPERIENCIAS INNOVADORAS EN EDUCACIÓN EN LA FCEIA

4. Evaluación y socialización de aprendizajes

La evaluación de la materia contempla un proceso formativo y continuo logrado a partir del seguimiento semanal de los proyectos donde mediante un registro semanal en una planilla de cálculo se evalúa el trabajo realizado por cada grupo. La defensa de los proyectos se desarrolla también frente a los pares, permite a los alumnos presentar el fruto de sus esfuerzos, pero también apreciar críticamente el trabajo de sus compañeros, aprendiendo de ambas experiencias. Se busca que aparezca por comparación una crítica constructiva o valoración a la calidad del trabajo propio y el de los otros grupos, estableciendo con ello pautas para mejorar ambos trabajos. Es por ello que dicha instancia implica un escenario sumamente valioso dentro de la propuesta didáctica, enriquecedor para todos los cursantes y docentes. En la Figura 10.6 se muestra un resumen de los objetivos buscados en esta instancia de exposición en el aula.



Figura 10.6. Objetivos de la Exposición Grupal en el Aula

La fase final del ABP, generalmente implica no solo la exposición en el aula, sino también un espacio de divulgación, el cual se consigue mediante la exposición de los proyectos en las “Jornadas de Ciencias de la Computación”² (JCC). Este evento abierto al público académico en general, constituye un cierre armónico del proceso de aprendizaje llevado adelante durante la realización del proyecto. Esta instancia se produce unas dos o tres semanas posteriores a la defensa del Proyecto I, por lo cual, los estudiantes logran además corregir o mejorar sus proyectos a partir de las devoluciones dadas en la defensa. Logrando llegar a las JCC con un producto mucho más refinado y depurado. En esta instancia los

² Ver Coffe-Racket-Break en <https://jcc.dcc.fceia.unr.edu.ar/2019/>



JORNADA DE EXPERIENCIAS INNOVADORAS EN EDUCACIÓN EN LA FCEIA

estudiantes además de contar y mostrar su trabajo vuelven a intercambiar ideas con otros estudiantes y docentes de la carrera, buscando ideas para la realización del Proyecto II ya a esta altura presentado por los docentes. Se muestran algunas fotos de esta instancia del período 2017-2019 (presencial) y 2020-2021 (virtual) en la Figura 10.7.

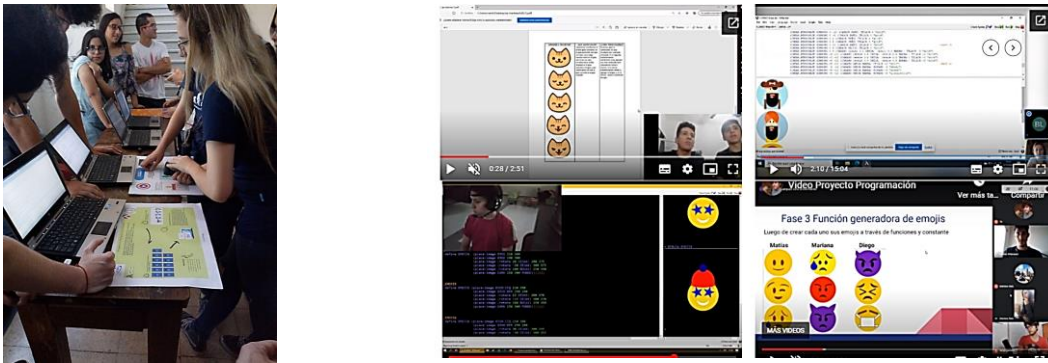


Figura 10.7. Registros de Fotos de Exposiciones Presenciales y Virtuales

Fortalezas del ABP en las Experiencias del Reditado

Durante todo este período de cinco años, se aprendió mucho sobre esta forma de trabajo y su implementación en el aula, destacando los siguientes puntos de la experiencia ganada:

1) Progreso

Se puede observar claramente cómo los estudiantes progresan en la adquisición de conocimiento y saberes disciplinares. La implementación de esta estrategia en los primeros años de la universidad, conlleva un seguimiento mayor por parte de los docentes, tal cual se expresa también en (García y Perez Martínez, 2018). Este acercamiento provoca que los docentes y estudiantes logren vincularse de una forma más próxima, haciendo que el seguimiento del proyecto por el cual se canaliza el aprendizaje, permita una observación mucho más clara de cómo se logra la comprensión de los temas a través del diseño de la solución (modelo+estrategia+código) que los estudiantes producen como soluciones parciales del proyecto. Cada encuentro son instantáneas del progreso, de la evolución, de las mejoras, los cambios realizados a partir de las correcciones dadas en las devoluciones, la indagación del grupo, etc. Las encuestas de finalización de cada proyecto también nos muestran que los estudiantes perciben el aprendizaje de una forma diferente a otras materias y la satisfacción de lograr mediante el proyecto un producto final de software.

b) Virtualidad

La estrategia del ABP resulta adaptable a la virtualidad, básicamente rediseñando en



JORNADA DE EXPERIENCIAS INNOVADORAS EN EDUCACIÓN EN LA FCEIA

el contenido de la planilla correspondiente a un grupo, a la derecha del formulario, en su página individual. La Figura 10.8b) ejemplifica lo antes dicho. Este tipo de evaluación y exposición asíncrona puede aplicarse tanto en la presencialidad como en la virtualidad sumando al retorno a las clases presenciales aquello que resultó exitoso en la virtualidad.

Menú desplegable para seleccionar grupos de trabajo.

Detalles con los integrantes del grupo de trabajo

Video Explicativo generado por cada grupo.

Formulario para el ingreso de preguntas y respuestas.

Planilla con comentarios

Vidriera Exposición de Protectos
Pagina Principal
(a)

Página de Presentación del Grupo 2
(b)

Figura 10.8. Página Principal de la Vidriera de Exposición de Proyectos

c) Prevención de Plagios

El plagio entre los estudiantes de las ciencias de la computación, y puntualmente dentro de la enseñanza de la programación, se encuentra casi siempre presente, tal cual lo analizan y describen en Araujo (2020) y Fraser (2014). Es importante establecer inicialmente qué entendemos por “plagio de código” o de un “programa” más allá de lo evidente, que sería presentar el trabajo de otra persona como propio. Se considera también como situaciones de plagios en las siguientes circunstancias:

- **Escenario 1.** Obtener el trabajo de un compañero de otro año o período previo dentro de la carrera en la misma institución o fuera de ella y presentarlo como propio cambiando algunas partes para que en apariencia no fuera lo mismo. Los docentes no tienen un acceso rápido al código original.
- **Escenario 2.** Pedir el código a un compañero de la misma cursada, atribuirlo como propio, modificar solo algunas partes para que no resulte igual al del compañero y se detecte la copia rápidamente dado que los docentes conocen o pueden acceder



JORNADA DE EXPERIENCIAS INNOVADORAS EN EDUCACIÓN EN LA FCEIA

rápidamente al mismo.

- Escenario 3. Extraer código parcial o resoluciones completas realizadas por terceros, de fuentes en repositorios en internet públicos o privados, recurriendo a espacios en línea de consulta, como foros, similares a Stack Overflow⁴, Geeks for Geeks⁵, etc., o privados como Chegg⁶ que ofrece clases/consultas en línea pagas y “solicitar” la resolución de un problema propio para luego presentar la misma como respuesta original. Dentro de este escenario también incluimos la acción de buscar en Google la solución y presentarla tal cual como propia. Los docentes no tienen, en estos casos, un acceso tan directo a la información sobre el origen con la cual contrastar el trabajo presentado.

Los escenarios antes detallados categorizan algunas de las situaciones más comunes de copia entre los estudiantes, y se mencionan algunos de los sitios de referencias, aunque los espacios virtuales de discusión y consulta son muchos más. Es importante distinguir que recurrir a terceros (físicamente o por medio de una plataforma en línea, conocidos o desconocidos) para preguntar o indagar sobre una duda algorítmica o sobre el uso de funciones de librería en un lenguaje de programación, no es incorrecto, esto es realmente algo positivo, brinda apoyo entre la comunidad de desarrolladores de software, y se podría categorizar como un tipo de aprendizaje colaborativo, o la búsqueda de un problema similar resuelto previamente por otro para aprender sobre esa solución, como parte de las instancias que tienen las estrategias de resolución de problemas. El problema en el aprendizaje que conllevan los plagios antes descritos, es que transforman el “trabajo propio” en una “fotocopia” de otro, sin ningún tipo de interpretación, explicación, o conocimiento sobre el porqué de su funcionamiento o uso correcto, no existe una experiencia de aprendizaje real, con lo cual podría decirse que el aprendizaje no se ha logrado.

La implementación del ABP llevada adelante en la cátedra unificada del redictado de Programación, encierra un trabajo creativo, grupal, y supervisado semanalmente, donde cada uno de estos aspectos previene la existencia del plagio, o produce que este si fuese detectado por los docentes sea dialogado inmediatamente con los estudiantes. Detallamos cada uno de estos aspectos:

- El hecho que el trabajo a realizar tenga un aspecto creativo lo hace único, y difícilmente encontremos en la web una solución directa a algo que se pensó entre un grupo de

⁴ Ver en línea en: <https://es.stackoverflow.com/>

⁵ Ver en línea en: <https://www.geeksforgeeks.org/>

⁶ Ver en línea en: <https://www.chegg.com/>



JORNADA DE EXPERIENCIAS INNOVADORAS EN EDUCACIÓN EN LA FCEIA

personas bajo las singularidades de cada uno de sus integrantes esto ya pone una barrera al plagio. A su vez, los problemas son pensados por las docentes variando las temáticas año tras año, lo cual hace que las referencias a los años anteriores sean difíciles de encontrar: no hay repositorios de trabajos de cursadas previas.

- El trabajo grupal incentiva a la consulta entre pares como medio de alcanzar conocimiento, de lograr aprender a partir del trabajo conjunto con otro. Esto previene la búsqueda buscando respuestas en otros, los otros forman parte del grupo, y si bien son pares, están en el mismo nivel académico, el trabajo de una forma no aislada tracciona hacia adelante, hacia la resolución del problema, porque no hay una sola persona pensándolo, sino que estamos buscando una solución acompañados.
- La supervisión guiada semanal, bloquea también búsquedas que los estudiantes realizan en terceros para consultar, ya que el encuentro es ese espacio donde preguntar aquello que no se entiende o no se puede resolver por completo. Al encontrarnos para hablar sobre lo realizado y mostrar los avances, aquello que se detecta fuera de lugar, o un tipo de programación no acorde al nivel junior o inicial en el área, resalta rápidamente al ojo del docente. Como los docentes no están disponibles todo el tiempo mientras que los sitios de consulta online sí, esto hace que los estudiantes recurran a estos espacios para buscar respuestas en los tiempos que manejan para trabajar sobre los ejercicios y/o trabajos que deben realizar o entregar. Pero cuando se detecta este tipo de actitud reflejada en el proyecto o aclarado con los estudiantes se dialoga con ellos, y se los interpela a la reflexión al respecto. Verificando qué ese código que se extrajo de un tercero, se comprenda plenamente el porqué, no sea el proyecto en sí, se deba explicar en la exposición a todos los cursantes, y se deba citar apropiadamente en la entrega para atribuir el agradecimiento a quien lo elaboró. Queda el mismo fuera de la calificación, y se considera de igual manera que una funcionalidad de una librería externa del lenguaje, a la cual se recurrió para resolver un problema puntual, un aspecto del proyecto.

Como docentes consideramos que los estudiantes están en formación y pertenecen al ciclo inicial de la universidad por lo cual el espacio de diálogo tiene que ser mayor. No buscamos recurrir a la penalización de estas instancias de deshonestidad, para sentar antecedentes ante estas circunstancias, sino que los estudiantes entiendan que el trabajo carece de validez por la falta de autenticidad, por lo cual los lleva a una instancia inicial o de reparación sobre aquello que se copió para que sea sustituido por una solución



JORNADA DE EXPERIENCIAS INNOVADORAS EN EDUCACIÓN EN LA FCEIA

ciencias de la computación, los beneficios de poder pensar de manera computacional son varios, ya que se pueden aplicar también a otras áreas.

Considerando lo expuesto, es posible señalar que la implementación del ABP ha sido exitosa si consideramos, además, las devoluciones positivas de los participantes de las diferentes cohortes y el alto grado de estudiantes que logran aprobar la asignatura. Los estudiantes terminan nuestro curso entendiendo un poco más cuál es el rol de un profesional en ciencias de la computación, y entienden no solo sobre los conocimientos específicos sino también los actitudinales que resultan fundamentales para un desarrollo profesional integral.

La experiencia positiva de estos años nos anima a continuar explorando nuevas posibilidades, desde una mirada activa que privilegia la reflexión sobre la práctica docente y la búsqueda continua de nuevas estrategias que favorezcan los procesos de enseñanza y aprendizaje en el aula universitaria.

En función de lo expuesto, consideramos que la estrategia que se ha presentado resulta una herramienta pedagógica valiosa, que merece la pena continuar implementando, estudiando e investigando, para poder delinear lineamientos metodológicos innovadores dentro de la didáctica de las ciencias de la computación.

Referencias bibliográficas

- Araujo, G.G. y Kyrilov, A. (2020). Plagiarism prevention through project based learning with GitLab. *Journal of Computing Sciences in Colleges*, 35(10), 53-58. <https://dl.acm.org/doi/10.5555/3417699.3417707>.
- Astudillo, G., Bast, S. y Minetti, Y. (2021). Hacia una propuesta didáctica para la enseñanza de la programación. En P.M. Pesado y C.V. Sanz (Comps.) *XVI Congreso de Tecnología en Educación & Educación en Tecnología* (pp.144-153). Red de Universidades con Carreras en Informática y Facultad de Informática de la Universidad Nacional de La Plata. <https://doi.org/10.35537/10915/121569>.
- Bloch, S. (2010). *Picturing Programs, An Introduction to Computer Programming*. College Publications.
- Colussi, N. y Viale, P. (2019). Actividades de Programación Grupales para Primer año de la Licenciatura en Ciencias de la Computación. Experiencias Didácticas en el Aula. En C. Pairoba, J. Cricco y S. Rius (Comps.). *CyTXIII-2019: libro de resúmenes* (p.196). UNR. <http://hdl.handle.net/2133/17718>.
- Colussi, N. y Viale, P. (2020). Proyecto de Investigación Bienal: Estrategias Didácticas para el Aprendizaje y la Enseñanza del Pensamiento Computacional en el Nivel Académico Universitario (80020190100255UR). FCEIA-UNR.



JORNADA DE EXPERIENCIAS INNOVADORAS EN EDUCACIÓN EN LA FCEIA

- Dapozo, G., Greiner, C., Pedrozo Petrazzini, G. y Chiapello, J. (2014). Vocaciones TIC. ¿Qué tienen en común los alumnos del nivel medio interesados por carreras de informática? En E. Frati (Comp.). *Libro de Actas del IX Congreso de Tecnología en Educación & Educación en Tecnología* (pp.128-138). Universidad Nacional de Chilecito. <http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/37383>.
- Domínguez, J.A., Carod, E.S. y Velilla, M.J. (2008). Comparativa entre el aprendizaje basado en proyectos y el aprendizaje basado en problemas. En *II Jornadas de innovación docente, tecnologías de la información y de la comunicación e investigación educativa*. Universidad de Zaragoza.
- Felleisen, M., Findler, R., Flatt, M. y Krishnamurthi, S. (2001). *How to Design Programs: An Introduction to Programming and Computing*. MIT Press.
- Fraser, R. (2014). Collaboration, collusion and plagiarism in computer science coursework. *Informatics in Education*, 13(2), 179-195. <https://doi.org/10.15388/infedu.2014.10>.
- García Martín, J. y Perez Martínez, J. (2018). Aprendizaje basado en proyectos: método para el diseño de actividades. *Tecnología, Ciencia y Educación*, (10), 37-63. <https://doi.org/10.51302/tce.2018.194>.
- Gómez, B.R. (2005). Aprendizaje basado en problemas (ABP): una innovación didáctica para la enseñanza universitaria. *Educación y Educadores*, (8), 9-19. <https://hdl.handle.net/10495/4102>.
- Heydrich, M., Rojas, M. y Hernández, A. (2010). Aprendizaje basado en proyectos: una experiencia de innovación docente. *Universidad EAFIT*, 46(158), 11-21. <https://publicaciones.eafit.edu.co/index.php/revista-universidad-eafit/article/view/743>.
- Keogh S., Bradnum J. y Anderson E. (2019). Improving professionalism in first year computer science students: Teaching what can't be taught. En *Proceedings of the 3rd Conference on Computing Education Practice* (pp.1-4). Association for Computing Machinery. <https://dl.acm.org/doi/proceedings/10.1145/3294016>.
- Martinez Lopez, P.E. (2013). *Las Bases conceptuales de la Programación: una nueva forma de aprender a programar*. Universidad Nacional de Quilmes. <http://www.gobstones.org/bibliografia/Libros/BasesConceptualesProg.pdf>.
- Polya, G. (1945, 1957, 1973). *How To Solve It: A New Aspect of Mathematical Method*. Princeton University Press.
- Queiruga-Dios, M.A., Sáiz-Manzanares, M.C. y Montero-García, E. (2019). Problemas-Proyectos Adaptativos y Creativos en la enseñanza de las ciencias. Descripción de la metodología y apreciación de los estudiantes involucrados. *Research in Education and Learning Innovation Archives*, 23,1-23. <https://doi.org/10.7203/realia.23.15567>.
- Rueda, S. y García, A. (2003). Análisis y comprensión de problemas. Curso de nivelación para ingresantes. En *IX Congreso Argentino de Ciencias de la Computación* (pp.1217-1228). Fundación Vía Libre.
- Sanchez, P. y Blanco, C. (2012). Implantación de una metodología de aprendizaje basada en proyectos para una asignatura de Ingeniería del Software. En *Actas XVIII JENUI 2012* (pp.41-48). Universidad Nacional de Cantabria. http://bioinfo.uib.es/~joemiro/aenui/procJenui/Jen2012/p41sa_impl.pdf.
- Thompson, S. (1997). Where do I begin? A problem solving approach in teaching functional programming. En H. Glaser, P. Hartel y H. Kuchen (Eds.). *Programming Languages: Implementations, Logics, and Programs. PLILP 1997. Lecture Notes in Computer Science* (Vol. 1292). Springer. <https://doi.org/10.1007/BFb0033832>.
- Wing, J.M. (2006). Computational thinking. *Communications of the ACM*, 49(3), 33-35. <https://doi.org/10.1145/1118178.1118215>.



JORNADA DE EXPERIENCIAS INNOVADORAS EN EDUCACIÓN EN LA FCEIA

TALLER ESTRATEGIAS Y HERRAMIENTAS DE EVALUACIÓN EN ENTORNOS VIRTUALES

*Silvina Ferrara, Paula Curetti y Carlos Perez**

Escuela de Posgrado y Educación Continua. Subsecretaría Informática

Resumen

Este trabajo recupera la experiencia desarrollada en el Taller “*Estrategias y Herramientas de Evaluación en Educación a Distancia con Plataforma Moodle (FCEIA-UNR)*”, reflexionando en torno a las problemáticas que experimentaron los docentes para instrumentar las evaluaciones en entornos virtuales en contexto de emergencia educativa por la pandemia de SARS-CoV-2. El taller se desarrolló en el año 2020 en el marco de las estrategias de acompañamiento a las actividades no presenciales que se implementaron en el período de pandemia en la Facultad de Ciencias Exactas, Ingeniería y Agrimensura de la Universidad Nacional de Rosario. En ese contexto, acompañamos a los docentes desde el “*Espacio de apoyo para aulas virtuales*”, alojado en la plataforma Moodle del Campus Virtual FCEIA, donde recibimos diversas inquietudes en torno a las evaluaciones. Para detectar cuáles eran las situaciones específicas, implementamos un formulario Google que permitía plantear las problemáticas vivenciadas por los docentes. Sobre esta base diseñamos la propuesta desarrollada en el taller, pensando en los ‘exámenes finales’. El taller, configurado como un espacio intensivo y dinámico, en primera instancia abordó las consultas/problemáticas planteadas. Posteriormente se compartieron nuevas experiencias e inquietudes, destinando un último tramo para abordar consultas sobre las configuraciones técnicas en la plataforma Moodle.

Palabras clave

Emergencia educativa. Enseñanza Superior. Evaluación en entornos virtuales. Plataforma Moodle. Pandemia de SARS-CoV-2.

Abstract

This work recovers the experience developed in the Workshop “*Strategies and Evaluation Tools in Distance Education with Moodle Platform (FCEIA-UNR)*”, reflecting on the problems experienced by teachers to implement evaluations in virtual environments in an emergency context education due to the SARS-CoV-2 pandemic. The workshop was held in 2020 within the framework of the accompanying strategies for non-face-to-face activities that were implemented during the pandemic period at the Faculty of Exact Sciences, Engineering and Surveying of the National University of Rosario. In this context, we accompanied teachers from the “*Support space for virtual classrooms*”, hosted on the Moodle platform of the FCEIA Virtual Campus, where we received various concerns they faced when evaluating students. To detect what the specific situations were, we implemented a Google form that allowed us to raise the problems experienced by the teachers. On this basis we designed the proposal developed in the workshop, thinking about the ‘final exams’. The workshop, configured as an intensive and dynamic space, in the first instance addressed the queries/problems raised. Subsequently, new experiences and concerns were shared, allocating a final section to address queries about the technical configurations in the Moodle platform.

Keywords

Educational emergency. Higher education. Evaluation in virtual environments. Moodle Platform. SARS-CoV-2 pandemic.

* sferrara@fceia.unr.edu.ar; pcuretti@fceia.unr.edu.ar; carlospb@fceia.unr.edu.ar



JORNADA DE EXPERIENCIAS INNOVADORAS EN EDUCACIÓN EN LA FCEIA

introdutorias, analizando las potencialidades de diversas herramientas y las opciones de configuración.

Siendo que algunas configuraciones del Campus Virtual FCEIA difieren en ciertos aspectos y/o reciben distinta denominación de las que encontramos en la plataforma Moodle de “Comunidades” (SIED-UNR) que se habían desarrollado en la capacitación previa, y como forma de apuntalar y/o profundizar en la temática, se gesta la propuesta del taller que desarrollamos previo a las mesas virtuales.

Posicionamiento Teórico de la Propuesta

La propuesta de Educación a Distancia (EAD) que sostenemos se sustenta en el modelo pedagógico constructivista propuesto por el Sistema Institucional de Educación a Distancia (SIED-UNR). Entendiendo al SIED como *“el conjunto de acciones, normas, procesos, equipamiento, recursos humanos y didácticos que permiten el desarrollo de propuestas a distancia”* (Resolución MEyD 2641-E/2017, 2017).

Como soporte tecnológico utilizamos la plataforma Moodle del Campus Virtual de la FCEIA y el servicio de videoconferencia sincrónica Meet, brindado por las cuentas corporativas de Google. La utilización de los dispositivos comunicacionales, recursos hipermediales y entornos virtuales de participación sincrónica y asincrónica que ofrece esta modalidad, habilita la flexibilización de tiempos y espacio, requiriendo de propuestas didácticas que dinamizan la participación y el compromiso de los alumnos con su propio proceso de aprendizaje.

Como señala Alberdi (2021), la EAD implica una nueva forma de relación pedagógica, entre quienes enseñan y quienes aprenden, mediatizada a través de diferentes soportes y estrategias de intervención pedagógico-didáctica-comunicacionales que permiten superar los límites espaciales y temporales. Se produce así una ruptura de la triple unidad -vigente durante siglos en los sistemas tradicionales de enseñanza- basada en la convergencia de lugar, tiempo y acción. En este sentido, los entornos virtuales propician situaciones educativas para la construcción social de conocimiento, posibilitando que el aprendizaje sea un trabajo activo de investigación e intercambio de información entre los alumnos y con los docentes/tutores (Alberdi, 2021).

Más aún, la idea de desplazamiento de TIC a TEP (Tecnologías para el Empoderamiento y la Participación) conlleva a tener en cuenta que el aprendizaje no se produce únicamente en las instituciones educativas, sino que cada vez es más ubicuo; y supone que tanto



JORNADA DE EXPERIENCIAS INNOVADORAS EN EDUCACIÓN EN LA FCEIA

docentes como estudiantes sean más proactivos, que no solo consuman información, sino que también la creen (Cabero Almenara, 2015).

La interactividad puede ser pensada como vínculos intersubjetivos mediados por las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC), conformando una red sociotécnica productora de intercambios bidireccionales y multidireccionales de mensajes y objetos en un marco de trabajo colaborativo, abierto, democrático y plural (Guarnieri, 2011).

Un diseño interactivo adecuado, donde se trabaje desde la lógica de la accesibilidad, posibilita el intercambio dialógico y habilita la dimensión participativa de la democracia (Boggino y Boggino, 2013).

Puede decirse, como señala Garbarini (2021), que al pensar los contenidos y la comunicación en el marco del SIED, el propósito central será promover la capacidad de colaboración y favorecer la transición de un aprendizaje centrado en contenidos a otro basado en procesos y habilidades. La labor docente se orienta entonces a educar en la participación y en el intercambio horizontal del conocimiento. En este marco, el material didáctico se configura como guía, orientador del pensamiento y promotor de la construcción de conocimientos, propiciando que los alumnos sean protagonistas de su propio proceso de aprendizaje y que adopten un rol más activo respecto de este proceso tomando decisiones, negociando significados y construyendo conocimientos (Garbarini, 2021).

Maggio (2012) convoca a desarrollar *“la enseñanza poderosa”*, que promueve la comprensión y el deseo de aprender, habilitando la reflexión y reconstrucción de subjetividades y posiciones, la propuesta de construir acuerdos, de plantear alternativas, de construir la cercanía, de fortalecer la continuidad.

A este respecto, Gerlero (2021) invita a recorrer los principios y presupuestos básicos de la pedagogía crítica y de la pedagogía popular latinoamericana, para desde allí apelar a una educación dialógica, problematizadora, transformadora y emancipadora, cuyo desafío sea la inclusión genuina de los estudiantes y el acompañamiento de las trayectorias educativas para promover aprendizajes socialmente significativos y de calidad.

Sostener la educación en tiempos de pandemia enfrenta a los docentes a una revisión permanente de sus metodologías de trabajo. El aprendizaje virtual, como han remarcado diferentes investigadores, pone de manifiesto que:



JORNADA DE EXPERIENCIAS INNOVADORAS EN EDUCACIÓN EN LA FCEIA

para aprender en línea hay que apostar por la innovación metodológica. Una clase magistral de un docente universitario que expone ya no se sostiene. Los tiempos deben ser más breves, con videos de todo tipo: teóricos, de demostraciones, de prácticas; lecturas orientadas, ejemplos ilustrativos, consignas claras y donde los estudiantes tengan una participación activa (Kemelmajer, 2020, párr.7).

A este respecto, Morán et al (2021) señalan que tanto docentes como estudiantes deben estar dispuestos a modificar los modelos tradicionales y vincularse desde roles más participativos, para que la situación que se produjo en la emergencia educativa se traduzca en un cambio que perdure en el tiempo.

En cuanto al proceso de evaluación, Morán Oviedo (2012) afirma que constituye una instancia más amplia, compleja y profunda que la acreditación. En este sentido, la evaluación y acreditación se conciben como procesos diferentes y simultáneos que tienen lugar en la experiencia de aprendizaje, que se implican y complementan en el proceso pedagógico. Mientras que evaluar consiste en una serie de apreciaciones o juicios sobre una experiencia de aprendizaje singular y/o grupal, la acreditación se refiere a constatar ciertas evidencias del aprendizaje. La planeación de la acreditación debe emprenderse desde el inicio de una propuesta educativa, en el momento en que se formulan los objetivos y se hace la selección de contenidos.

La acreditación, además de ser una meta importante por alcanzar, contribuye a que el estudiante cobre conciencia del caso y asuma la responsabilidad tanto de su propio proceso de aprendizaje como de los resultados que obtenga, en vez de esperar ser calificados por el profesor, la institución o la sociedad (Morán Oviedo, 2012, p.105).

Como plantea Belloch (2017), en el contexto de aprendizaje virtual, tanto si se sigue la modalidad e-learning como blended learning (b-learning), toda propuesta de formación debe abarcar no solo la materia de estudio, las teorías de aprendizaje y las estrategias didácticas, sino que también es fundamental considerar el medio tecnológico para generar ambientes de aprendizaje adaptados a la modalidad virtual, concibiendo a las tecnologías como herramientas cognitivas que el alumno va a manejar para construir su conocimiento.

La evaluación constituye una instancia privilegiada para que los alumnos tomen conciencia de lo que saben y de cuánto saben, “visibilizando sus construcciones cognitivas y las habilidades para recrear sus conocimientos en diferentes situaciones, reconocer cuestiones que necesitan revisar para modificar, completar, profundizar y poner en uso lo que aprenden en diferentes contextos” (Anijovich y Cappelletti, 2017, p.67).



JORNADA DE EXPERIENCIAS INNOVADORAS EN EDUCACIÓN EN LA FCEIA

Diseño de la Propuesta de Acompañamiento de las Problemáticas Docentes

En primera instancia y para detectar cuáles eran las situaciones específicas que requerían nuestro acompañamiento, implementamos un formulario de inscripción previa en formato Google que permitía plantear las problemáticas específicas que vivenciaban los docentes de la FCEIA.

De las 80 consultas realizadas en el formulario, el 31% manifestó preocupación por las evidencias de autoría en el examen, la identidad de los alumnos y la problemática de la ‘copia’; el 20% consultó acerca de las herramientas que se pueden usar para la instancia evaluativa; el 11% preguntó acerca del funcionamiento general de la evaluación en el entorno virtual; el 9% expresó preocupación acerca de la masividad; el 7% refirió los problemas de conectividad que se pueden suscitar y cómo proceder en esas instancias; el 7% indagó acerca de los tiempos de duración del examen y el 6% manifestó interés en la combinación de estrategias/herramientas a la hora de evaluar (Figura 11.1). Otras situaciones que manifestaron preocuparles fueron: los tiempos de corrección, el acceso a los recursos tecnológicos, cómo desarrollar una evaluación no tradicional, cómo replicar el examen presencial en entornos virtuales, los problemas de comunicación e interacción con los alumnos y la privacidad de los alumnos.

Inquietudes y problemáticas manifestadas por los docentes de la FCEIA

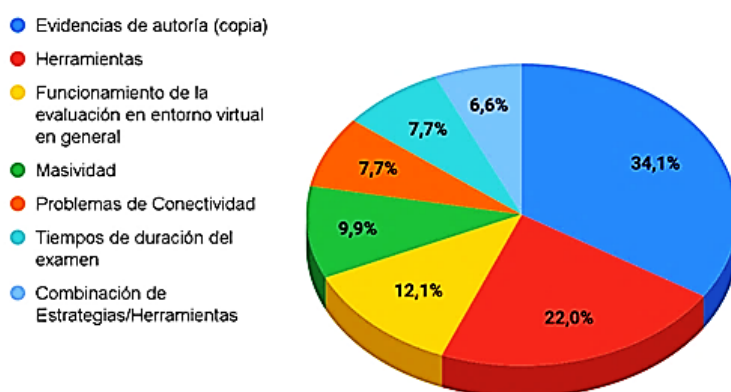


Figura 11.1. Resultados de las consultas realizadas en el formulario Google

Sobre la base de los problemas detectados en el formulario, diseñamos la propuesta desarrollada en el taller, pensando específicamente en los ‘exámenes finales’, es decir, en instancias de evaluación sumativa. En este sentido, es importante resaltar que enfocamos todo nuestro trabajo en la emergencia educativa en contexto de pandemia, por eso es que hablamos de ‘evaluación final’ y no de evaluación en general o de evaluación en contextos virtuales.



JORNADA DE EXPERIENCIAS INNOVADORAS EN EDUCACIÓN EN LA FCEIA

La propuesta de acompañamiento en modalidad de taller nos pareció la más adecuada de utilizar, teniendo presente que propicia un espacio de acompañamiento y escucha de las inquietudes, problemáticas y necesidades específicas que enfrentan los docentes del nivel de enseñanza superior; pero, además, permite vernos, darnos un espacio de encuentro (virtual) con otros, posibilitando el desarrollo de las actividades y el intercambio de conocimientos y experiencias entre todos los participantes.

La Experiencia del Taller

El taller, configurado como un espacio intensivo y dinámico, en primera instancia abordó las consultas y problemáticas planteadas. Posteriormente se compartieron nuevas experiencias e inquietudes, destinando un último tramo para abordar consultas inherentes a las configuraciones técnicas en la plataforma Moodle del Campus Virtual de la FCEIA.

La actividad se llevó a cabo el día 31 de Julio de 2020 a través del servicio de videoconferencia sincrónica Meet, brindado por las cuentas corporativas de Google. Además, para darle continuidad a la experiencia y posibilitar la difusión de la misma al cuerpo docente, se creó el espacio de *“Taller Estrategias y Herramientas de Evaluación en Educación a Distancia”* en la plataforma Moodle del Campus Virtual de la FCEIA, donde acompañando la demanda docente nos centramos en desarrollar las herramientas cuestionario y tarea, abordando tanto sus características como los tipos de configuraciones de las mismas.

Debemos aclarar que este taller fue pensado en la urgencia de los exámenes finales en el contexto de la pandemia SARS-CoV-2, por lo tanto, se centró en el asesoramiento sobre la evaluación sumativa, dejando de lado la evaluación diagnóstica y la formativa de una asignatura que fuera planificada y desarrollada desde el inicio en un entorno virtual. Seguidamente se presentan las problemáticas abordadas con algunos de los planteos centrales trabajados en el espacio del taller.

Problemática: Identidad del estudiante y copia

Los tres puntos principales que abordamos para minimizar esta problemática se basan en: verificar la identidad de los estudiantes, emplear herramientas tecnológicas de apoyo y sostener estrategias de ‘evaluación auténtica’. Antes que nada, aclaramos que todas las estrategias planteadas son falibles, sirven para disminuir las posibilidades de copia/fraude,



JORNADA DE EXPERIENCIAS INNOVADORAS EN EDUCACIÓN EN LA FCEIA

pero no eliminan por completo el riesgo de copia o de validación de la identidad del estudiante.

Con referencia a la verificación de la identidad de los alumnos, elaboramos un procedimiento que facilita la tarea docente, para lo cual sugerimos seguir determinados pasos. En primer lugar, se debe solicitar que los alumnos acrediten su identidad, tal como estipula la Resolución N° 352/2020 CD. El procedimiento sugerido es que una vez que sean admitidos todos los alumnos a la videoconferencia, se constate la asistencia de los mismos. Seguidamente se debe solicitar al alumno presente que se identifique mostrando alguna credencial: Libreta estudiantil o DNI [Documento Nacional de Identidad] (siendo necesario tapar el número de trámite de dicho documento, de acuerdo a la Resolución N° 352/2020 CD). En esa instancia se puede pasar a pantalla completa al alumno para una mejor visualización.

Con respecto al empleo de herramientas tecnológicas de apoyo, es fundamental considerar aquellas que son compatibles con la plataforma Moodle y que controlan las posibilidades de uso del ordenador, tales como Safe Exam Browser (SEB) y Respondus Lockdown Browser; además de otras que evalúan el plagio como Compilatio y Turnitin. Por último, se dispone de aquellas que se pueden utilizar para supervisar las acciones de los alumnos, como Respondus Monitor, que es una supervisión completamente automatizada para exámenes en línea. Es fundamental mencionar que durante el taller aclaramos que el empleo de este tipo de herramientas que se integran a Moodle requiere -en muchos casos- el pago de una suscripción (como ser, el LockDown Browser, que es pago), existiendo algunas otras que son open source (por ejemplo, el SEB que es gratuito).

La implementación de alguna de estas herramientas tecnológicas implica una política institucional que a nuestro criterio debe ser ampliamente discutida por toda la comunidad educativa de la FCEIA, quienes estuvimos frente a este taller explicitamos durante el encuentro que no acordamos con el uso de herramientas de vigilancia.

Ahora bien, en cuanto al sostenimiento de estrategias de 'evaluación auténtica', nos referimos al hecho de evaluar situaciones de aprendizaje auténticas, es decir, situaciones de aprendizaje significativas para el alumnado; evaluando aprendizajes contextualizados y cuestiones relevantes para la práctica profesional. Consideramos que la evaluación auténtica constituye, por lo tanto, una evaluación por competencias, una evaluación que favorece la autonomía en el aprendizaje y en la metacognición (Maggio, 2012). Este tipo de evaluación es coherente con las actuales corrientes pedagógicas que empoderan al



JORNADA DE EXPERIENCIAS INNOVADORAS EN EDUCACIÓN EN LA FCEIA

alumno, es una evaluación que aprende del error; pero, por encima de todo, la evaluación auténtica diferencia a la evaluación de la calificación, rompiendo ese vínculo de asociación que todavía perdura entre ambas. Ya no interesa tanto la acumulación de conocimientos repetitivos, lo que el alumno sabe o no sabe, sus conocimientos, sino lo que sabe hacer, crear, construir o argumentar; es decir, todo aquello que le va a permitir adquirir competencias, destrezas y habilidades que no se conseguirían de otra forma.

Este tipo de evaluación es aplicable a estudiantes autónomos, pudiendo resultar difícil pensarla y aplicarla en el marco de las materias que se cursan en los primeros años de las carreras de la FCEIA, y especialmente si se trata de ingresantes. En estos primeros años, un diseño para evitar la copia incluye un amplio abanico de ejercicios, problemas y/o preguntas, a fin de que, de manera aleatoria, los exámenes estén personalizados -en mayor o menor medida- dependiendo de cada caso en particular.

Las estrategias de evaluación que propongamos definirán en gran medida los tiempos, tanto de la duración del examen como de la corrección del mismo.

Nos detuvimos a analizar también algunos aspectos de los exámenes con respuestas cerradas versus los exámenes con respuestas abiertas y muchas posibilidades de resolución. Los exámenes de respuestas cerradas tienden a solicitar la repetición de información, de datos, de definiciones. Son fácilmente configurables con la herramienta cuestionario con evaluación automática. En el segundo caso, estamos frente a un examen en donde se espera que los alumnos resuelvan problemas, realicen análisis críticos, aborden un caso, emitan un juicio de valor, ejemplifiquen, es decir, apliquen los conocimientos. La respuesta al examen es larga y compleja y la corrección es personalizada. Una u otra opción y todas las posibilidades que encontremos entre estos extremos son una decisión que debe tomar cada cátedra, teniendo siempre presente que los tiempos que se requieran serán acorde a ello y proporcional a la cantidad de alumnos a cargo. Este último punto está directamente relacionado con los problemas de masividad, que también fueron abordados durante el taller y sobre los que nos focalizaremos más adelante.

Problemática: Conectividad y acceso a recursos tecnológicos

Para el abordaje de esta problemática se elaboraron recomendaciones a tener en cuenta frente a los posibles inconvenientes que se puedan presentar al momento del examen. En primer lugar, es primordial realizar una breve encuesta a los alumnos para conocer su situación en relación con la disponibilidad de recursos y tipo de conectividad con la que



JORNADA DE EXPERIENCIAS INNOVADORAS EN EDUCACIÓN EN LA FCEIA

cuentan. Además, hay que informar con anticipación la forma y los procedimientos de la evaluación (por correo o en el aula virtual), indicando las herramientas que serán necesarias para resolver el examen. En caso de que un alumno no disponga de alguna de las herramientas requeridas, tendrá tiempo de gestionarla; por eso es tan importante que conozcamos la situación de cada uno, así podremos acompañarlos y sugerir soluciones.

La Resolución N° 352/2020 CD establece que para la habilitación de la actividad evaluativa es necesario que el alumno disponga de una cámara de video, internet y micrófono en condiciones adecuadas, si los docentes responsables de la asignatura así lo solicitaran para desarrollar la instancia evaluativa. Esto dependerá de las estrategias y herramientas que la cátedra proponga para el examen. También es importante informar el tiempo de duración del examen.

Los tiempos de examen deben ser pautados con claridad previo al inicio del mismo. Cada cátedra dispone de la estimación de tiempo que resulta apropiada para la resolución de un cuestionario, actividad y/o la exposición oral (lectura/presentación consignas, planteo y revisión). A ello debe sumarle un tiempo extra, se trata del tiempo que requiere la identificación de los alumnos y los tiempos que requiere la interacción con la tecnología.

Por otra parte, es fundamental remarcar que los problemas de conectividad son problemas impredecibles que podemos tener tanto los docentes como los estudiantes. La Resolución N° 352/2020 CD establece en el artículo 8° d. que:

Si durante el transcurso del examen fallare la conexión de audio y/o video, la/el docente dará un tiempo de tolerancia de 10 minutos a la espera de que se solucione el desperfecto. De persistir el problema, la/el docente responsable de la mesa podrá optar por cerrar la videoconferencia computándose ese examen como ausente o continuarlo en otra instancia según los términos del artículo 4.

Asimismo, “Se recomienda establecer un medio que esté al alcance de estudiantes y docentes, para que, en el caso que durante la realización del examen la/el estudiante pierda la conexión, pueda avisar de tal inconveniente con la mayor celeridad posible” (Resolución N° 352/2020 CD, 2020).

Problemática: Masividad

El problema de la masividad es la masividad misma, cualquiera sea la modalidad en que se desarrolle una asignatura. El tipo de situación que genera repercute directamente en la formación de los alumnos.



JORNADA DE EXPERIENCIAS INNOVADORAS EN EDUCACIÓN EN LA FCEIA

La modalidad de educación en línea tiene muchas ventajas para dar respuesta a este problema, especialmente en el desarrollo del cursado y con respecto a la evaluación formativa. Sin embargo, frente a la evaluación sumativa (exámenes finales) esto se complejiza cuando se pone en juego la problemática de la copia y de la evaluación auténtica.

Así, frente a la problemática de la masividad, hay que considerar que, en los exámenes orales, el tiempo destinado es el mismo en la modalidad presencial u online; mientras que, en los exámenes escritos, el problema se presenta en los tiempos destinados a la revisión, retroalimentación y calificación, dependiendo de la complejidad del examen.

Moodle presenta la herramienta cuestionario que permite para casi todas las opciones de preguntas la corrección automática (a excepción del ensayo); se ajusta a evaluaciones con respuestas cerradas. También se pueden extender los tipos de preguntas por defecto usando plugins.

Una sugerencia para los espacios de cátedra que cuenten con varios docentes, es que la totalidad de los docentes cumplan con el rol de tutor, independientemente de su categoría. Esta puesta implica una cátedra preocupada por la formación de los auxiliares, una cátedra horizontal, que se contrapone a la estructura verticalista que tiene nuestra universidad. Para llevar a cabo esta organización al interior de cada cátedra, existen diversas herramientas que se pueden diseñar, protocolos y rúbricas de evaluación.

Problemática: Estrategias y Herramientas

La propuesta de evaluación no implica una única elección en cuanto a estrategias, sino que podemos combinar lo sincrónico con lo asincrónico, lo formativo (si lo hicimos durante el cuatrimestre) con lo sumativo, lo individual con lo grupal; teniendo siempre presente que cuánto más combinemos estaremos mucho más cerca de lograr evaluar aquello que nos proponemos evaluar (Figura 11.2).

Para exámenes sincrónicos sugerimos la videoconferencia y se recomienda el uso de Google Meet. Recordar los aspectos que mencionamos previamente: tomar asistencia y verificar identidad con libreta o DNI, para posteriormente, presentar las consignas y modalidad del examen. Por otra parte, hay que tener presente que, si el examen es escrito y se desarrolla en la plataforma Moodle, se cuenta con una configuración del tiempo de duración. Hay que darle inicio el temporizador, es decir, poner a disposición el examen luego de finalizados los pasos anteriores.



JORNADA DE EXPERIENCIAS INNOVADORAS EN EDUCACIÓN EN LA FCEIA

Combinación de Estrategias y Herramientas para la Evaluación Final



Figura 11.2. Principales estrategias y herramientas que pueden combinarse en los exámenes

Respecto a los exámenes asincrónicos, lo que llamamos en el caso de la evaluación formativa: parciales domiciliarios, son instancias que si bien se realizan -en el caso de los exámenes finales- el día en que está programada la fecha de la mesa, los alumnos tienen la posibilidad de elegir el momento del día para hacerlo de acuerdo a sus realidades. El examen puede pautarse en un tiempo de duración concreto de una o dos horas, o desarrollarse durante ese día, requiriendo que los alumnos analicen y resuelvan casos, pongan en juego el pensamiento crítico, donde la producción que se espera es compleja.

Hicimos hincapié en la importancia de proponer una combinación entre lo sincrónico y lo asincrónico, por ejemplo: entrega de un escrito (cuestionario/tarea) asincrónico grupal y un examen oral sincrónico individual. Pero, además, las estrategias de evaluación tienen que tener coherencia con lo que se enseñó a lo largo de la materia. Con referencia a esto, se dispone de un amplio abanico que va desde los cuestionarios más simples hasta propuestas más complejas. Para proponer evaluaciones auténticas se requiere de haber planificado contenidos y actividades que permitan al estudiante nutrirse de las herramientas necesarias para poder resolver este tipo de examen en una instancia final. Generalmente son aplicables en el ciclo de formación profesional, pero no siempre pueden implementarse a ingresantes o primeros años de las carreras.

Pensamos que, si bien hay muchas más herramientas para la evaluación, en el momento en que nos encontrábamos -plena emergencia educativa-, de exámenes finales, de evaluación sumativa, las principales herramientas, y las más empleadas, son: tarea, cuestionario y videoconferencia por Google Meet. Como lo expresa un documento elaborado por el Ministerio de Educación de la Provincia de Santa Fe (2017, p.25):



JORNADA DE EXPERIENCIAS INNOVADORAS EN EDUCACIÓN EN LA FCEIA

planear las evidencias de los aprendizajes requiere seleccionar los instrumentos que permitirán tener indicios sobre los aprendizajes. Por otro lado, es primordial establecer criterios para que el estudiante pueda adoptar una postura autónoma frente a su proceso de aprendizaje y de sus posibilidades de acreditación.

Será necesario, asimismo, que desde el inicio se expongan con claridad los criterios que determinarán la aprobación de la evaluación.

Es a lo que nos referimos cuando hablamos de caja de herramientas, definir los tipos de herramientas tecnológicas utilizadas y la finalidad de las mismas, teniendo en cuenta la factibilidad de su implementación y contemplándose acciones previas a la utilización de las mismas, a fin de que los alumnos tengan los conocimientos tecnológicos necesarios para poder desarrollar la práctica evaluativa y cuenten con el dispositivo conveniente.

Para la herramienta cuestionario ofrecemos una lista de recomendaciones a tener en cuenta a la hora de utilizarlo para exámenes finales, a saber:

- a) *Tiempo límite.* Al utilizar un tiempo límite previamente preestablecido se deja pocas posibilidades a los estudiantes que no se prepararon lo suficiente para buscar en libros y/o en internet la respuesta correcta.
- b) *Un banco de preguntas.* Tener un banco de preguntas mayor a la cantidad de preguntas que se van a utilizar en un cuestionario y sumando muchas variantes con la misma complejidad de una misma pregunta, y por último agregar dichas variantes aleatoriamente, va a generar un escenario adecuado para evitar exámenes grupales.
- c) *Una pregunta por página.* Si bien en una pregunta por página todavía es posible que los alumnos realicen una impresión de pantalla para luego compartirla, el tiempo límite del cuestionario logrará desalentar esa práctica.
- d) *Opciones de revisión.* Si configuramos el cuestionario para que la revisión (respuestas correctas y la retroalimentación) pueda realizarse una vez que haya pasado la fecha de cierre del examen, los estudiantes no tendrán oportunidad de pasarse las respuestas.

Para la herramienta tarea invitamos a considerar que el tiempo límite sea acorde al tipo de examen, pudiendo utilizarse de manera asincrónica en evaluaciones complejas y extensas. Además, la tarea brinda la posibilidad de emplear una diversidad de formatos para su presentación (texto, imágenes, gráficos, video, audio), contando con espacios de retroalimentación y de calificación, pudiendo combinarse con otras herramientas, como ser la defensa oral.



JORNADA DE EXPERIENCIAS INNOVADORAS EN EDUCACIÓN EN LA FCEIA

Consideraciones Finales

En el momento en que llevamos a cabo el taller optamos por no implementar una encuesta de evaluación conjunta de la actividad desarrollada con el grupo de docentes que participaron, debido a que a lo largo de esos meses se los había saturado con encuestas de todo tipo y convocadas desde diferentes espacios. Consideramos que sería fundamental retomar la experiencia en función de pensar un futuro en donde los entornos virtuales se conviertan en verdaderos espacios de enseñanza-aprendizaje en complemento a la tradicional enseñanza presencial.

Lo que podemos afirmar es que la demanda fue mayor en torno al tema evaluación que hacia las problemáticas vinculadas al empleo de las herramientas de Moodle, teniendo en cuenta no solo este taller sino también la capacitación previa que brindó SIED-UNR. Vale enfatizar que el tipo de acompañamiento que brindamos fue en la emergencia educativa, pensando en andamiar y formar en los aspectos centrales en que tenían que desenvolverse los docentes, con soluciones artesanales a los problemas que iban surgiendo y en un contexto de inmediatez y urgencia para sostener la realización de las evaluaciones finales. A modo de reflexión final, consideramos que las prácticas de evaluación están atravesadas por múltiples dimensiones, que transitan desde las propuestas curriculares, reglamentadas y reguladas institucionalmente, hasta los modelos teóricos que las guían. Sostenemos, siguiendo a Placci (2021), que interpelarnos acerca de la evaluación en la modalidad a distancia, no es un debate que deba darse únicamente sobre el eje del cambio en las tecnologías, sino en el uso que hagamos de ellas en función de nuestras concepciones filosóficas y pedagógicas. Repensar la evaluación, en contexto de pandemia, invita a desnaturalizar los modos en que se instrumenta y se concibe, visibilizando la potencialidad de renovación que brindan los entornos virtuales.

Referencias bibliográficas

- Alberdi, C. (2021). *Educación a distancia... Educación sin distancias*. Diplomatura de Posgrado en Estudios Avanzados en Entornos Virtuales de Enseñanza y Aprendizaje. Universidad Nacional de Rosario.
- Anijovich, R. y Capelletti, G. (2017). *La evaluación como oportunidad*. Paidós.
- Belloch, C. (2017). *Diseño instruccional*. Unidad de Tecnología Educativa de la Universidad de Valencia. <http://biblioteca.udgvirtual.udg.mx/jspui/handle/123456789/1321>.
- Boggino, N. y Boggino, P. (2013). *Pensar una Escuela Accesible para Todos*. Homo Sapiens.



JORNADA DE EXPERIENCIAS INNOVADORAS EN EDUCACIÓN EN LA FCEIA

- Cabero Almenara, J. (2015). Reflexiones educativas sobre las tecnologías de la información y la comunicación (TIC). *Tecnología, Ciencia y Educación*, (1), 19-27. <https://doi.org/10.51302/tce.2015.27>.
- Garbarini, L. (2021). *El SIED como Marco Normativo de la Educación a Distancia en las Universidades argentinas*. Diplomatura de Posgrado en Estudios Avanzados en Entornos Virtuales de Enseñanza y Aprendizaje. Universidad Nacional de Rosario.
- Gerlero, C. (2021). *Diseño Conceptual de las Aulas Virtuales*. Diplomatura de Posgrado en Estudios Avanzados en Entornos Virtuales de Enseñanza y Aprendizaje. Universidad Nacional de Rosario.
- Guarnieri, G. (2011). *El Modo Interactivo del Dispositivo Hipermedial Dinámico* [Tesis de Doctorado]. Universidad Nacional de Rosario.
- Kemelmajer, C. (2020). *Educación en tiempos de pandemia: Consejos de especialistas para enriquecer las aulas virtuales*. Noticias CONICET. <https://www.conicet.gov.ar/educacion-en-tiempos-de-pandemia-consejos-de-especialistas-para-enriquecer-las-aulas-virtuales/>.
- Maggio, M. (2012). *Enriquecer la enseñanza*. Paidós.
- Ministerio de Educación de la Provincia de Santa Fe (2017). *Evaluación Educativa. Reflexiones sobre la evaluación de los aprendizajes, la enseñanza y las instituciones*. Autor. <https://campuseducativo.santafe.edu.ar/wp-content/uploads/EVALUACION-EDUCATIVA.pdf>.
- Morán, L., Álvarez, G. y Manolakis, L. (2021). Experiencias de aprendizaje estudiantil en la pandemia. Un análisis acerca de la sincronía y asincronía en la formación universitaria. *Virtualidad, Educación y Ciencia*, 24(12), 49-71. <https://revistas.unc.edu.ar/index.php/vesc/article/view/36311>.
- Morán Oviedo, P. (2012). *La evaluación cualitativa en los procesos y prácticas del trabajo en el aula*. Instituto de Investigaciones sobre la Universidad y la Educación de la UNAM. <http://www.acuedi.org/ddata/11345.pdf>.
- Placci, N. (2021). *Modelos evaluativos*. Diplomatura de Posgrado en Estudios Avanzados en Entornos Virtuales de Enseñanza y Aprendizaje. Universidad Nacional de Rosario.
- Resolución Ministerio de Educación y Deportes (MEyD) 2641-E/2017. (2017). *Opción pedagógica y didáctica de Educación a Distancia*. MEyD. https://www.coneau.gob.ar/archivos/form09posg/ResMED2641_17.pdf.
- Resolución N° 352/2020 CD. (2020). *Pautas para la realización de exámenes e instancias de evaluación virtuales*. Consejo Directivo FCEIA-UNR.



JORNADA DE EXPERIENCIAS INNOVADORAS EN EDUCACIÓN EN LA FCEIA

EXPERIENCIA MULTIPLICADORA DEL VÍNCULO CON EL INSTITUTO GULICH EN CARÁCTER DE UNIDAD DE DESARROLLO

*Laura Balparda y Diego López**
Escuela de Agrimensura. Área de Sensores Remotos

Resumen

Hoy en día, los modelos digitales de elevación obtenidos mediante técnicas interferométricas están en auge debido al incipiente desarrollo en Argentina de los radares de apertura sintética, y más precisamente, a partir del lanzamiento del satélite SAOCOM-1A (2018). Dado el interés del Área de Sensores Remotos, perteneciente a la Escuela de Agrimensura (Facultad de Ciencias Exactas, Ingeniería y Agrimensura, Universidad Nacional de Rosario), en desarrollar estos modelos, se encontró como una opción válida la de aplicar, en el año 2017, como Unidad de Desarrollo con funciones de tutoría o asesoramiento a estudiantes de la Maestría en Aplicaciones de Información Espacial del Instituto Gulich (Comisión Nacional de Actividades Espaciales y Universidad Nacional de Córdoba). El objetivo del presente documento es describir la trayectoria realizada en la temática de interés incluyendo el proceso de vinculación y las experiencias posteriores. Los acuerdos y actividades realizados, así como los resultados obtenidos desde el momento que el área se constituyó en Unidad de Desarrollo para la maestría, dejan en evidencia un nuevo modo de concretar en nuestra área una idea inicial: el desarrollo de modelos digitales de elevación utilizando datos satelitales de radar y la técnica interferométrica.

Palabras clave

Unidad de Desarrollo. Vinculación. Innovación. Modelo Digital de Elevación. Interferometría radar.

Abstract

Nowadays, digital elevation models obtained by interferometric techniques are booming due to the incipient development in Argentina of synthetic aperture radars, and more precisely, since SAOCOM-1A satellite launching (2018). Given the Remote Sensing Area interest, belonging to the School of Surveying (Faculty of Exact Sciences, Engineering and Surveying, Rosario National University) in developing these models, it was found as a valid option to apply, in 2017, as a Development Unit with tutoring or advisory functions to students of the Master in Spatial Information Applications of the Gulich Institute (National Commission of Space Activities and Córdoba National University). The objective of this document is to describe the carried out trajectory in the interest topic, including the linking process and subsequent experiences. The agreements and carried out activities, as well as the obtained results from the moment the area became a Development Unit for the master's degree, show a new way of realizing in our area the initial idea: the development of digital elevation models using radar satellite data and the interferometric technique.

Keywords

Development Unit. Link. Innovation. Digital Elevation Model. Radar Interferometry.

* balparda@fceia.unr.edu.ar; dlopez@fceia.unr.edu.ar



JORNADA DE EXPERIENCIAS INNOVADORAS EN EDUCACIÓN EN LA FCEIA

Introducción

Aproximadamente, a partir del año 2010, el Área de Sensores Remotos (ASR), actualmente perteneciente a la Escuela de Agrimensura, de la Facultad de Ciencias Exactas, Ingeniería y Agrimensura (FCEIA), de la Universidad Nacional de Rosario (UNR), ha tenido el interés de desarrollar modelos digitales de elevación haciendo uso de datos disponibles en las imágenes satelitales de radar.

El abordaje del ASR en materia de análisis de datos de radar de apertura sintética (SAR) para diferentes aplicaciones, junto a la asistencia de cursos específicos de capacitación realizados a principios del 2010, se constituyeron en antecedentes que dieron lugar al deseo de adentrarse en la temática de modelización de la superficie de la tierra tanto en el ámbito de la investigación como de la docencia.

El ASR encontró como una nueva forma de concretar este objetivo, la de vincularse con una unidad educativa enfocada específicamente en la aplicación de datos espaciales, reconocida a nivel nacional e internacional. Esta relación posibilitó y desencadenó una serie de acontecimientos y experiencias que dieron lugar a modificar o conjugar de un modo diferente algunos elementos del accionar cotidiano, posibilitando la concreción de objetivos académicos.

En relación con los hechos y logros subsecuentes a la vinculación, la política del ASR ha sido y es la de difundir síntesis de informes iniciales, así como también resultados parciales y finales en diferentes ámbitos académicos y gubernamentales, según corresponda o a las posibilidades de sus integrantes. No obstante, se considera que aún queda mucho por hacer en materia de difusión de los datos resultantes de la investigación, siguiendo estándares y principios planteados a nivel internacional.

El presente documento tiene por objeto describir brevemente la temática de interés para el ASR (modelos digitales de elevación obtenidos a través de interferometría radar), los antecedentes que posibilitaron la vinculación, las experiencias que se dieron a consecuencia de la misma, cuáles fueron las oportunidades de difusión, los resultados más importantes y las acciones pendientes en las cuales el ASR se encuentra comprometida.

Modelo digital de elevación de interferometría radar

Un modelo digital de elevación (MDE) o también conocido como DEM (por su sigla del inglés *digital elevation model*) refiere, de manera genérica, a los datos topográficos digitales captados o relevados a través de distintos procedimientos, así como también, al



JORNADA DE EXPERIENCIAS INNOVADORAS EN EDUCACIÓN EN LA FCEIA

método para interpretar a las elevaciones entre las observaciones (Maune et al, 2001). Con un MDE se pueden describir las características y elementos, tanto naturales como antrópicos, presentes sobre la superficie terrestre (Figura 12.1).

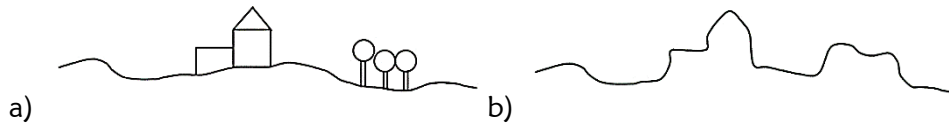


Figura 12.1. Perfil: a) esquema del mundo real; b) MDE (modificado de Fuentes et al, 2012)

Un MDE es una grilla regular digital georreferenciada donde a cada celda le corresponde un valor de altura. Se suelen utilizar en aplicaciones en distintas áreas tales como: agricultura, aeronáutica, redes de infraestructura, exploración de petróleo y gas, así como también para el desarrollo de mapas de riesgo ante diversas amenazas (inundaciones, deslizamientos, incendios, entre otros). Estos datos resultan de interés y utilidad tanto para el sector público, como para el privado (Figura 12.2) (Dirección de Geodesia, 2019).

132.90	133.90	135.60	139.20	140.60	144.40
126.80	128.50	131.40	133.90	135.90	139.90
122.30	124.10	125.80	128.50	131.80	135.60
118.70	119.90	121.90	124.30	128.20	131.50

Figura 12.2. Modelo digital de elevación (Olaya, 2020)

En la generación de un MDE existen distintos métodos que se pueden utilizar, a saber: estereoscopia óptica, mediciones en terreno o interpolación a partir de datos en una cartografía; cada uno de ellos con su correspondiente precisión. No obstante, hoy en día, una de las técnicas más exitosas es la interferometría aplicada a datos obtenidos desde sensores satelitales radar de apertura sintética (InSAR), que permite extraer información tridimensional topográfica a partir de los datos de fase de la señal radar y la conversión de fase a altura (Figura 12.3). Esta técnica ha sido aplicada ampliamente en la generación de MDE y en la edición de mapas topográficos a muy bajo costo y alta precisión (Zhou et al, 2012).

La interferometría a partir de imágenes radar se “basa en los patrones de interferencia que se construyen a partir de dos imágenes radar coherentes de una misma zona tomadas desde



JORNADA DE EXPERIENCIAS INNOVADORAS EN EDUCACIÓN EN LA FCEIA

ángulos diferentes” (Euillades et al, 2003, p.2). Los datos de altura se obtienen de estos patrones que están directamente relacionados con la topografía de la zona (Figura 12.4).

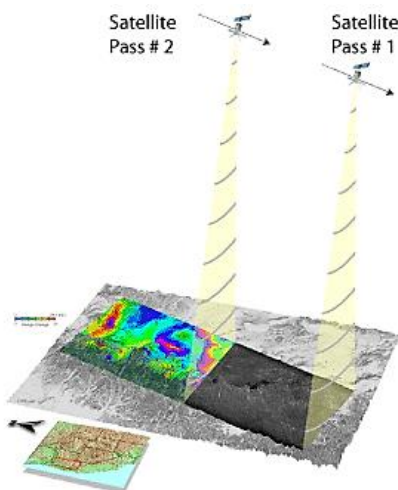


Figura 12.3. Simulación de captura de los datos (USGS, s/f)

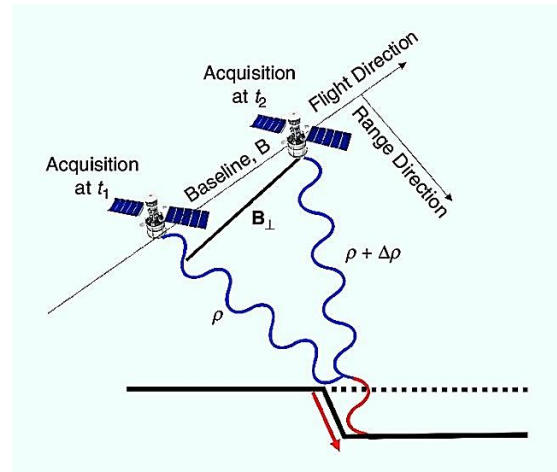


Figura 12.4. Geometría de captura de los datos (Lee et al, 2020)

Al seleccionar el par interferométrico (dos imágenes radar), para generar un MDE, resulta pertinente contemplar diferentes características que se constituyen en factores que influyen en la señal radar retrodispersada y que condicionan el resultado final, a saber, características de la cubierta (rugosidad del terreno y constante dieléctrica) y condiciones de adquisición de la señal (ángulo de incidencia, longitud de onda y polarización), entre otras. Así, por ejemplo, los sensores de radar en longitud de onda más bien pequeña (banda X o C) recogerán información sobre el comportamiento de la superficie de los objetos de la tierra, es decir, en zonas con vegetación la señal retornará información sobre la canopia de la misma. En tanto que longitudes de onda más bien largas (banda L), con un alto grado de penetración en la vegetación, proporcionarán información del sotobosque (Chuvieco, 2010).

Teniendo presente las características inherentes de los datos utilizados para la creación de los MDE, previo a su publicación es necesaria la evaluación de los modelos para determinar su precisión a nivel de georreferenciación en X, Y y Z. Esta tarea se puede realizar en función de distintas metodologías, una de las cuales fue planteada y utilizada por Euillades y Vénere (2003). La misma consiste en realizar ajustes rígidos en el plano X,Y teniendo en cuenta el valor de la cota Z; posteriormente, se ajusta en elevación por mínimos cuadrados, finalizando el proceso con un ajuste fino usando métodos de interpolación.

A partir de un MDE es posible calcular un modelo digital de terreno (MDT). La principal diferencia radica en que este último modelo no incluye las características o elementos



JORNADA DE EXPERIENCIAS INNOVADORAS EN EDUCACIÓN EN LA FCEIA

antrópicos (Figura 12.5), y solo considera “los valores de elevación de los puntos más bajos de una superficie (terreno)” (Fuentes et al, 2012).

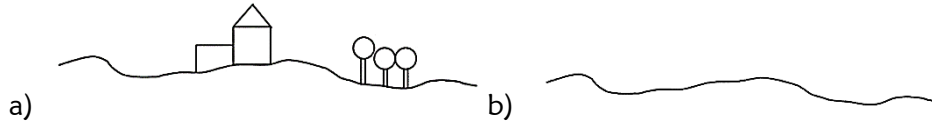


Figura 12.5. Perfil: a) esquema del mundo real y b) MDT (modificado de Fuentes et al, 2012)

En Argentina, la obtención de MDE mediante técnicas InSAR, así como de MDT y otros productos derivados, actualmente está en auge debido al desarrollo de los radares de apertura sintética (SAR), y más precisamente, a partir del lanzamiento del satélite SAOCOM-1A, en octubre de 2018⁷. El satélite fue diseñado por la Comisión Nacional de Actividades Espaciales (CONAE) y construido en conjunto con organismos y empresas del sistema científico-tecnológico nacional⁸. Dicho satélite, actualmente junto al segundo puesto en órbita, SAOCOM-1B, forman parte del Sistema Ítalo Argentino de Satélites para la Gestión de Emergencias (SIASGE), cuyo fin es el de obtener información actualizada de desastres ambientales⁹.

Antecedentes del área

Un referente a nivel mundial en la temática InSAR es el profesor Ramón Hanssen¹⁰, graduado en ingeniería aeroespacial y geodésica (M.Sc. 1993) en *Delft University of Technology*, Holanda. Durante su doctorado se centró en el análisis geodésico de la interferometría de radar espacial con énfasis en la propagación de errores, vinculándose con investigadores de la *Universität Stuttgart* (1996), el *Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt* (DLR, 1997) y la *Stanford University* (1997-1998). Desarrolló el programa *Delft Object-Oriented Radar Interferometric Software* (DORIS). Publicó el libro “*Radar Interferometry: Data Interpretation and Error Analysis*” (2001), así como también un número importante de *papers* en diferentes revistas.

⁷ Comisión Nacional de Actividades Espaciales (CONAE). Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación. SAOCOM. <https://www.argentina.gob.ar/ciencia/conae/misiones-espaciales/saocom>.

⁸ Comisión Nacional de Energía Atómica (CNEA), INVAP SE y VENG.

⁹ El SIASGE está compuesto por los dos satélites SAOCOM de la CONAE y los cuatro satélites de la Agencia Espacial Italiana que conforman la Constelación Italiana COSMO-SkyMed. <https://www.argentina.gob.ar/ciencia/conae/misiones-espaciales/siasge>.

¹⁰ Ramón Hanssen. <https://www.tudelft.nl/en/ceg/about-faculty/departments/geoscience-remote-sensing/staff/scientific-staff/profdrir-rf-ramon-hanssen>.



JORNADA DE EXPERIENCIAS INNOVADORAS EN EDUCACIÓN EN LA FCEIA

Un primer acercamiento del ASR a la temática InSAR se dio en el año 2010, cuando su director¹¹ asistió en calidad de estudiante al curso “Teleobservación y procesamiento digital de imágenes satelitales aplicada al estudio de nieves y glaciares: Curso de Interferometría Aplicada”, organizado por CONAE y dictado por el profesor Hanssen del 12 al 16 de abril de 2010, en Buenos Aires (Argentina).

En un esfuerzo conjunto entre la *European Space Agency* (ESA), la Comisión Nacional de Investigación y Desarrollo Aeroespacial de Perú (CONIDA) y la Universidad Nacional Mayor de San Marcos de Perú, se llevó a cabo el encuentro “*The International Workshop-Course of Radar Interferometry*” en Lima (Perú) del 24 al 28 de octubre de 2011. En este contexto, el profesor Hassen dictó un taller de interferometría radar, donde fue posible la asistencia en calidad de estudiante de un integrante¹² del ASR. Esta participación constituye la segunda oportunidad importante en que el área tomó contacto con la temática InSAR para la producción de MDE.

Si bien siempre se consideró un tema de suma importancia a desarrollar en investigación y docencia, recién a principios de 2017 se comenzó a incluir entre las prioridades de la agenda académica del ASR.

Unidad de desarrollo

A los fines de abordar la técnica MDE InSAR, el ASR encontró como una opción válida, la de aplicar como Unidad de Desarrollo (UD)¹³ de la Maestría en Aplicaciones de Información Espacial (MAIE).

La MAIE se dicta en el Instituto de Altos Estudios Espaciales “Mario Gulich” (IG)¹⁴, dependiente de CONAE y de la Facultad de Matemática, Astronomía, Física y Computación (FAMAF) de la Universidad Nacional Córdoba (UNC). Cabe mencionar que el IG es un centro de formación de recursos humanos y de investigación de excelencia destinado al soporte y desarrollo de proyectos, orientado a la generación de conocimiento y a la producción de aplicaciones innovativas en la temática espacial. Sus instalaciones se encuentran en el Centro Espacial Teófilo Tabanera en la localidad de Falda de Cañete, provincia de Córdoba (Figura 12.6).

¹¹ Arq. Carlos Cotlier, director del Área de Sensores Remotos, FCEIA-UNR. Período 2003-2016.

¹² Prof. Diego Alejandro Germán López.

¹³ Unidad de Desarrollo FCEIA-UNR Área de Sensores Remotos. <https://ig.conae.unc.edu.ar/idades-de-desarrollo/#FCEIA-UNR>.

¹⁴ Instituto de Altos Estudios Espaciales “Mario Gulich”. <https://ig.conae.unc.edu.ar/>.



JORNADA DE EXPERIENCIAS INNOVADORAS EN EDUCACIÓN EN LA FCEIA



Figura 12.6. Centro Espacial Teófilo Tabanera, Falda de Cañete, provincia de Córdoba
(<https://docplayer.es/76152020-Actividades-espaciales-en-la-argentina.html>)

Con el objetivo de aplicar como UD, el ASR presentó sus antecedentes en docencia, investigación y extensión correspondientes al período 2003-2016. La aceptación fue informada el 31 de julio de 2017, donde se consideraron no solo los antecedentes del área, sino también las vinculaciones académicas previas de su coordinadora¹⁵ con el IG.

Esta incorporación del área como UD de la MAIE permitió la postulación del Ing. Agrim. Jorge Guillermo O'Connor para cursar la maestría en calidad de becario, con un plan de trabajo titulado *"Modelos Digitales de Elevación aplicando Interferometría SAR a partir de datos SIASGE (SAOCOMy COSMO-SkyMed), para la provincia de Santa Fe"*. Dicho plan fue creado por el maestrando, bajo la dirección de la Dra. María Cristina Pacino y contó con el asesoramiento y revisión del ASR. El plan de trabajo incluyó una breve presentación del problema a abordar, objetivos generales y específicos a alcanzar, materiales y métodos a utilizar, el lugar de trabajo del becario (IG y UD), factibilidad, pertinencia del tema y bibliografía propuesta.

El 22 de febrero de 2018, por resolución nro. 04/2018, el director del IG Dr. Leonardo de Ferrariis resolvió la admisión y beca del estudiante Ing. O'Connor a la carrera MAIE. Posteriormente, desde el 1 de abril y hasta el 30 de septiembre de 2019, realizó una pasantía becada¹⁶ en la *Agenzia Spaziale Italiana (ASI)* para concluir sus estudios y comenzar con su tesis de maestría bajo la supervisión de la Dra. Ing. Francesca Cigna y el Dr. Deodato Tapete.

En el período comprendido entre el 16 de mayo de 2017 hasta el 2 de septiembre de 2020, el ASR como UD de la MAIE, en relación al becario O'Connor, aportó:

¹⁵ Lic. Laura Balparda, coordinadora del Área de Sensores Remotos, Escuela de Agrimensura, FCEIA-UNR. Período 2017 al presente.

¹⁶ Becario CONAE. Beca por el convenio ASI-CONAE. Beca por la Federación Argentina de Agrimensores (FADA).



JORNADA DE EXPERIENCIAS INNOVADORAS EN EDUCACIÓN EN LA FCEIA

- Asesoramiento para cumplimentar con la documentación a presentar en la convocatoria a beca.
- Asesoramiento en la definición del tema y plan de trabajo.
- Acompañamiento en la toma de algunas de las decisiones vinculadas a la concreción del plan de trabajo.
- Revisión y discusión del algoritmo (flujograma) de trabajo.
- Revisión de un artículo científico.
- Gestión ante la Escuela de Agrimensura (FCEIA-UNR) y la Dirección de Cartografía Digital de la Municipalidad de Rosario, para la concreción del relevamiento GPS en la ciudad de Rosario (gestión de recursos profesionales y materiales).
- Coordinación con la Estación permanente UNRO (FCEIA-UNR) para el procesamiento de los datos GPS.
- Coordinación de jornadas de trabajo con expertos en la temática.
- Discusión y verificación técnica vinculada al procesamiento interferométrico InSAR usando datos COSMO-SkyMed y el software SNAP.

Anuncio de oportunidad

Durante el cursado de la MAIE, el becario Ing. O'Connor logró vincularse satisfactoriamente con docentes e investigadores en la temática InSAR, situación que se extendió y retroalimentó al ASR dada su condición de UD. En este contexto y con el interés en profundizar en el tema, el ASR participó en la convocatoria Anuncio de Oportunidad AO-SAOCOM-DEM¹⁷ (diciembre de 2019), organizada por CONAE en conjunto con el Instituto Geográfico Nacional (IGN), donde la Dra. Laura Frulla es la investigadora principal de la Misión SAOCOM (CONAE) y la constelación SIASGE.

Se presentó un proyecto bajo el título *“Desarrollo de un Modelo Digital de Terreno urbano, utilizando Modelos Digitales de Elevación Interferométricos ajustados y validados mediante datos GNSS. Caso Rosario-Argentina”*. El equipo de trabajo quedó conformado por docentes e investigadores de FCEIA-UNR¹⁸, becario de IG y pasante de ASI¹⁹, profesor de IG y profesional de INVAP SE²⁰, profesor de IG y responsable de la Unidad de

¹⁷ AO-SAOCOM-DEM. Anuncio de Oportunidad para el Desarrollo de Modelos Digitales de Elevación y su Uso en Aplicaciones SAR. CONAE - IGN. <https://www.argentina.gob.ar/ciencia/conae/misiones-satelitales/ao-saocom-dem>.

¹⁸ Balparda, L.; López, D.; Pacino, C.; Delorenzi, D. y Noguera, G.

¹⁹ O'Connor, J.

²⁰ Platzeck, G.



JORNADA DE EXPERIENCIAS INNOVADORAS EN EDUCACIÓN EN LA FCEIA

Emergencias y Alertas Tempranas de CONAE²¹, docente e investigador del Centro de Investigación y Estudios de Matemática del CONICET-UNC²² y profesionales de la Dirección de Cartografía Digital de la Municipalidad de Rosario²³.

El proyecto fue aceptado junto a otras 32 propuestas²⁴ presentadas por diferentes universidades y áreas gubernamentales de Argentina posibilitando:

- Acceder a imágenes de radar de los satélites SAOCOM-1A y COSMO-SkyMed, disponibles solo bajo convenio con CONAE.
- Asistir a cursos de capacitación en la temática InSAR, dirigidos a investigadores principales e integrantes de los equipos de proyectos aprobados en el AO.
- Presentar el proyecto en las reuniones de inicio y avances del AO.

En el proyecto del ASR se planteó obtener modelos digitales de elevación (MDE) a partir de pares de imágenes interferométricas ALOS-PALSAR²⁵ y COSMO-SkyMed, considerando diferentes parámetros de las imágenes satelitales, tales como modo de adquisición, polarización y sentido de órbita, para la ciudad de Rosario en el año 2019. Dada la existencia en la ciudad de una Red Geodésica para el año 2011 (Acosta et al, 2011), se propuso densificar la misma, llevando adelante una campaña de relevamiento cinemático PRK o RTK de puntos de control. A continuación, los MDE generados serían georreferenciados en X, Y, Z utilizando el 70% de los datos de la Red Geodésica de la ciudad de Rosario densificada, siguiendo los métodos propuestos por Euillades y Vénere (2003) y Zhou et al (2012). Posteriormente, se realizaría una validación usando el 30% restante de la red. Para cada uno de los MDE ajustados y validados se obtendrían indicadores de bondad de ajuste, calculando estadísticas básicas y un error cuadrático medio. Asimismo, se previó realizar los mismos cálculos a los modelos desarrollados por el IGN, a saber: MDE-Ar IGN (30 m) y aerofotogramétrico IGN (5 m). Finalmente, a partir del MDE con el mejor indicador de bondad de ajuste, se propuso seleccionar los datos de altura elipsoidal correspondientes a las intersecciones de ejes de calles para derivar un modelo digital de terreno (MDT), empleando alguna de las técnicas de interpolación, tales como: kriging, spline u otra.

²¹ Lanfri, M.

²² Pilotta, E.

²³ Dannenberg, G. y Ramirez, N.

²⁴ Proyectos aceptados. AO-SAOCOM-DEM. CONAE-IGN.
<https://www.argentina.gob.ar/ciencia/conae/misiones-satelitales/proyectos-aceptados>.

²⁵ La propuesta inicial respetó las bases de la AO. Posteriormente, en la reunión de inicio, el 3 de junio de 2019, se habilitó a los PI a solicitar imágenes SAOCOM.



JORNADA DE EXPERIENCIAS INNOVADORAS EN EDUCACIÓN EN LA FCEIA

Si bien en primera instancia se pensó que la ejecución del proyecto favorecería al ASR y a la Escuela de Agrimensura en su conjunto en materia de docencia, investigación y extensión, también se visualizó el potencial del trabajo interdisciplinario con la Dirección de Cartografía de la Municipalidad de Rosario al plantear un intercambio de conocimiento y saberes entre lo académico y lo profesional-operativo en las distintas etapas de la investigación. También, se identificaron como posibles beneficiarias otras reparticiones de la municipalidad usuarias de MDE o MDT, como el área de Defensa Civil, que lleva adelante el desarrollo de un mapa de Riesgo Multiamenaza. Por último, se esperaba que el proyecto tuviera un impacto positivo en la comunidad profesional y científico-técnica, al plantear que los resultados estuviesen disponibles en un portal de datos abiertos y en una infraestructura de datos espaciales (IDE).

Difusión de avances y producciones

Durante las distintas etapas del proceso de abordaje de la temática MDE InSAR, el ASR con la aprobación y apoyo de la Escuela de Agrimensura, impulsó y llevó a cabo la difusión de los avances realizados en eventos académicos o institucionales. A continuación, se mencionan los mismos y se presenta una breve reseña.

La II Jornada de difusión del Área de Sensores Remotos (FCEIA-UNR) se realizó en Rosario, el 20 de diciembre de 2018. Dado el carácter local de la jornada se aprovechó la oportunidad para presentar una síntesis del informe de inicio de tesis del Ing. O'Connor, donde se incluyeron los objetivos planteados y la metodología a utilizar.

En la Reunión²⁶ de inicio AO SAOCOM DEM (CONAE-IGN) realizada en Buenos Aires, el 3 y 4 de junio de 2019, se presentó²⁷ la propuesta de trabajo del ASR, donde estaban identificados los integrantes del equipo de trabajo, los objetivos generales y específicos, los antecedentes del ASR (trabajos relevantes en radar y capacitaciones en InSAR), una síntesis del proyecto, el área de estudio, los datos de entrada a utilizar. También se mencionaron los puntos más relevantes en cada una de las 8 etapas del proyecto, el cronograma inicial, los beneficiarios y el impacto del proyecto en la comunidad (Figura 12.7).

²⁶En la reunión de inicio y las sucesivas reuniones de avance, participan las autoridades del AO SAOCOM DEM, el investigador principal y uno/dos integrantes de cada proyecto. Las presentaciones quedan solo accesibles a usuarios habilitados, con el fin de preservar el avance de los trabajos aún no publicado de los autores.

²⁷Expositora: PI Balparda L.



JORNADA DE EXPERIENCIAS INNOVADORAS EN EDUCACIÓN EN LA FCEIA



Figura 12.7. Autoridades del AO SAOCOM DEM e integrantes del equipo de trabajo ASR/FCEIA/UNR, 4 de junio de 2019, Buenos Aires

En el XII Congreso Nacional de Agrimensura 2019, organizado por la Federación Argentina de Agrimensura (FADA), llevado a cabo en Mendoza, el 8 de octubre de 2019, el Ing. O'Connor presentó el trabajo “*Ajuste y validación de DEMs CSK InSAR en áreas urbanas mediante datos GNSS medidos en campo*” con la co-autoría de sus tutores en la ASI²⁸, el trabajo a distancia de su director de tesis²⁹, así como también de integrantes del ASR³⁰ y de la Dirección de Cartografía de la Municipalidad de Rosario³¹. Esta fue la primera vez que se presentaron resultados del trabajo del becario a nivel nacional (Figura 12.8), a saber: la idea general del procesamiento de las imágenes satelitales, justificación de la elección del par interferométrico, mapas que evidencian el procesamiento realizado (obtención del interferograma, aplicación del filtro del Goldstein, multilooking y procesamiento de fase a elevación) y el principal resultado, un MDE InSARCSK de resolución espacial de 10 m (a partir de datos COSMO-SkyMed, año 2010). También, mostró mapas y estadísticas básicas resultantes de la etapa de ajuste y validación aplicados al MDE InSAR CSK 10 m, obtenidos de realizar un desarrollo de programación usando el *software* Python versión 3.7.



Figura 12.8. Expositor Ing. O'Connor, el 8 de octubre de 2019, Mendoza (FADA, 2019)

La III Jornada de difusión del Área de Sensores Remotos (FCEIA-UNR) se realizó el 12 de diciembre de 2019 en Rosario (Figura 12.9). En esta oportunidad se dio a conocer el

²⁸ Cigna F. y Tapete D.

²⁹ Pilotta A.

³⁰ Balparda L. y López D.

³¹ Ramires N. y Dannenberg G.



JORNADA DE EXPERIENCIAS INNOVADORAS EN EDUCACIÓN EN LA FCEIA

informe de inicio del proyecto AO SAOCOM N° 2 correspondiente al Anuncio de Oportunidad SAOCOM DEM (CONAE-IGN), así como también los avances finales en la tesis de Ing. O'Connor.



Figura 12.9. Expositor Ing. O'Connor y organizadores de la jornada, 12 de diciembre de 2019, Rosario

La I Reunión de avance AO SAOCOM DEM (CONAE-IGN) se realizó en la modalidad virtual (27 al 29 de mayo de 2020); a poco menos de 3 meses de iniciado el período de Aislamiento Social Preventivo y Obligatorio (ASPO), a causa de la pandemia covid-19 y por *Decreto de Necesidad y Urgencia 297/2020*³². El ASR participó con tres de sus integrantes residentes en Trelew (Chubut), Rosario (Santa Fe) y Victoria (Entre Ríos). En este contexto, el Ing. O'Connor expuso de manera sucinta el desarrollo de su tesis y el Prof. López se refirió a los problemas en la selección de imágenes COSMO-SkyMed en portales abiertos de internet, así como también a las actividades pendientes y a las modificaciones en el cronograma de trabajo.

La II Reunión de avance AO SAOCOM DEM (CONAE-IGN) ocurrió en Buenos Aires (del 9 al 11 de diciembre de 2020), bajo la modalidad virtual. En esta oportunidad el área informó sobre la revisión realizada al producto “*DEM InSAR COSMO-SkyMed ajustado y validado usando los datos GNSS-V1.0'*”, obtenido por el Ing. O'Connor. Este proceso se desarrolló en un marco de trabajo interdisciplinario con la participación de un integrante de la Dirección de Cartografía de la Municipalidad de Rosario (modalidad virtual *home office*), donde se habilitó la transferencia e intercambio de conocimientos teóricos y prácticos en la temática MDEInSAR. En esta etapa se usaron dos equipos informáticos con sistemas operativos y hardware diferentes, a saber: 1) equipo AMD Ryzen 7 3700X 32GB RAM, Windows 10y 2) notebook Lenovo v110-15ast, Lubuntu 20.4. Con el primer equipo se obtuvo un nuevo producto con mejoras, en tanto que usando *software* libre se presentó un error que no fue posible sortear. También se presentaron los avances realizados con

³² Boletín Oficial de la República Argentina. Aislamiento social preventivo y obligatorio. Decreto 297/2020. <https://www.boletinoficial.gob.ar/detalleAviso/primera/227042/20200320>.



JORNADA DE EXPERIENCIAS INNOVADORAS EN EDUCACIÓN EN LA FCEIA

relación al análisis geoestadístico de la altura elipsoidal (GNSS-V1.0)³³, donde se emplearon técnicas del Análisis Exploratorio de Datos Espaciales (AEDE), modelado de la variabilidad espacial y predicción kriging³⁴. A continuación, se mencionaron las actividades de capacitación y transferencia vinculadas principalmente a la geoestadística^{35,36}. Por último, se notificó sobre los problemas referidos a la selección de pares interferométricos COSMO-SkyMeden portales de internet.

El 2 de septiembre de 2020, el Ing. O'Connor realizó su defensa de tesis en la MAIE (IG/CONAE/FAMAF-UNC) con el título "Metodología para ajuste y validación de DEMsInSAR en áreas urbanas con datos GNSS". Bajo la dirección del Dr. Elvio Pilotta, la co-dirección de la Dra. Ing. Francesca Cigna, el asesoramiento metodológico del Dr. Deodato Tapete, la UD Área de Sensores Remotos (FCEIA-UNR) y el apoyo-acompañamiento de un amplio conjunto de personas e instituciones. En la tesis se propone una metodología para obtener un modelo digital de elevaciones mediante interferometría con radar de apertura sintética, ajustado y validado utilizando datos del Sistema Global de Navegación por Satélite (GNSS) medidos en campo; así como también los resultados de la aplicación de la metodología en el área urbana de la ciudad de Rosario.

Resultados

Se obtuvieron diversos resultados desde el momento en que el ASR se constituyó en UD de la MAIE. En lo que respecta a productos cartográficos elaborados, seguidamente se presentan los más relevantes.

A partir de la metodología desarrollada por O'Connor (2020) y de la aplicación a datos COSMO-SkyMed año 2010, se obtuvo un primer MDE InSAR CSK de resolución espacial de 10 m, ajustado y validado usando los datos GNSS-V1.0 (Figura 12.10).

³³ GNSS-V1.0 incluye: a) Acosta et al (2011), b) Puntos de apoyo aerofotogramétricos (2011), medidos en el relevamiento fotométrico realizado por la empresa Aeroterra en conjunto con la Municipalidad de Rosario y c) Datos GNSS (marzo, 2019), trabajo de campo de Mgtr. Ing. O'Connor en colaboración con ASR/FCEIA/UNR y Dirección Cartografía de la Municipalidad de Rosario.

³⁴ Schmidt Strano, E. y Balparda, L. (2019). Análisis geoestadístico de la altura elipsoidal. Monografía aprobada en el curso de doctorado Estadística Espacial (FCEyE-UNR), a cargo de Dra. Ojeda (2019). Material no publicado.

³⁵ Asignatura Geoestadística, de la Especialidad Infraestructura de Datos Espaciales (IDE- EPEC-FCEIA-UNR). Agosto, 2020. Docentes: Dr. Pagura, Mgtr. Borra y Lic. Balparda.

³⁶ Tesinista Marina Suarez, estudiante de Lic. Estadística, Facultad de Ciencias Económicas y Estadística, UNR (inicio agosto 2020). Tema: *Estudio del comportamiento de la variable altura elipsoidal de la ciudad de Rosario, utilizando el Análisis Exploratorio de Datos Espaciales (AEDE)*. Directora: Mgtr. Lic. Balparda. En desarrollo.



JORNADA DE EXPERIENCIAS INNOVADORAS EN EDUCACIÓN EN LA FCEIA

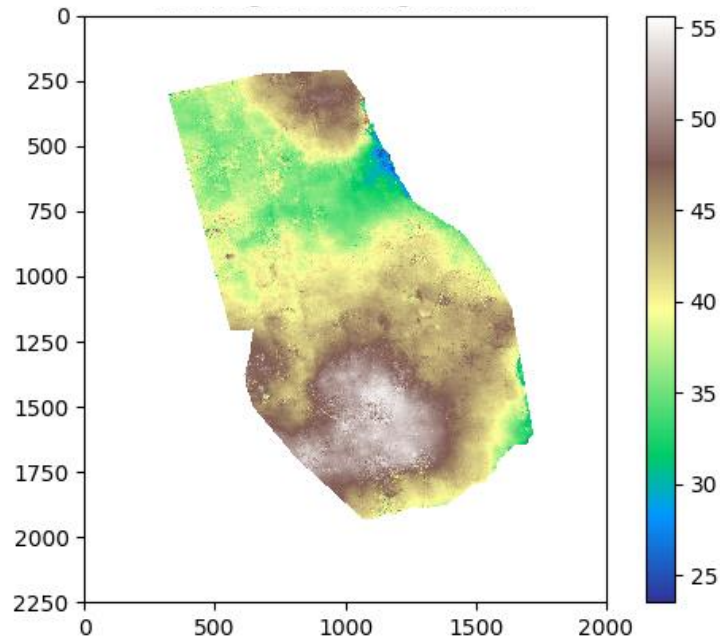


Figura 12.10. MDEInSAR CSK, ajustado y validado con datos GNSS-V1.0. Ciudad de Rosario, Santa Fe, Argentina, 2010 (O'Connor, 2020)

En la etapa de ajuste, específicamente en el proceso de georreferenciación (traslación en X,Y por mínimos cuadrados), el MDE InSAR CSK se desplazó 10 m a la derecha. En tanto que el desplazamiento en la coordenada Z se estimó en 1,66 m (desvío standard = 3,66; min= -9,73 y máx =9,09)³⁷. En el proceso de validación se utilizaron los 38 puntos restantes del GNSS-V1.0, donde se obtuvo un valor promedio de 0,85 m (desvío standard = 2,19; min= -3,19 y máx =6,02). Estos resultados muestran que el modelo MDE InSAR CSK ajustado está más próximo a la realidad de la superficie topográfica, con un menor error respecto al MDE InSAR CSK original, tomando como referencia los datos medidos en campo (O'Connor, 2020).

Un segundo MDE InSARCSK-V2.0 se consiguió del proceso de revisión del trabajo de O'Connor (2020), utilizando para el ajuste y validación el conjunto de puntos GNSS-V1.0, marco de referencia POSGAR 94 Faja 5 (Figura 12.11).

En un análisis visual se puede observar que las Figuras 12.10 y 12.11 guardan concordancia al considerar la variabilidad de los valores de la altura elipsoidal en relación con sus referencias cartográficas. No obstante, en una comparación numérica de los dos productos en sitios testigos, usando el *software* QGIS, se encontraron mejoras en el MDE InSAR CSK-

³⁷ Valores resultantes de realizar la diferencia promedio entre los valores de altura elipsoidal del MDE InSAR CSK (original) y sus homólogos en los 58 puntos GNSS-V1.0.



JORNADA DE EXPERIENCIAS INNOVADORAS EN EDUCACIÓN EN LA FCEIA

V2.0 en función del conocimiento del terreno que tienen los investigadores y técnicos involucrados en el proceso de desarrollo del producto.

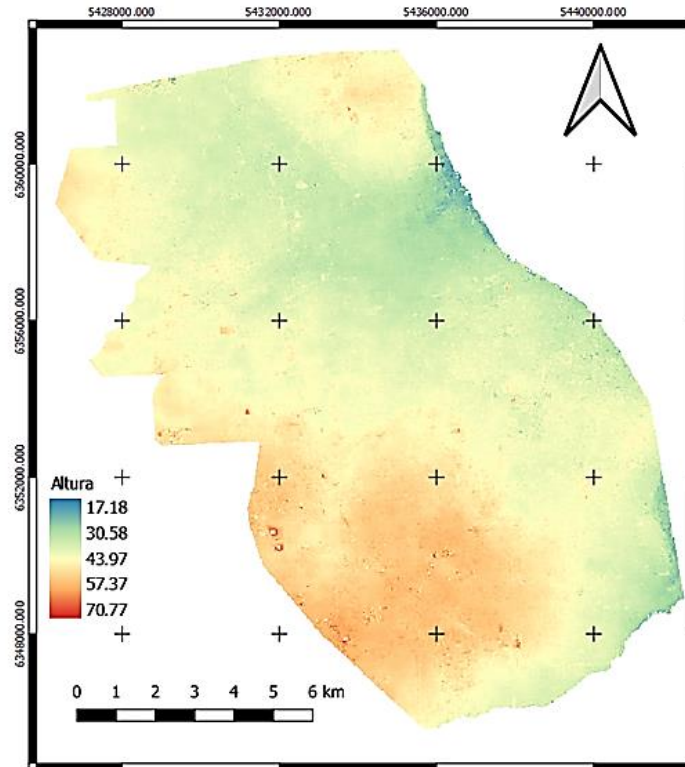


Figura 12.11. MDEInSARCSK-V2.0, ajustado y validado con datos GNSS-V1.0. Ciudad de Rosario, Santa Fe, Argentina, 2010 (ASR-FCEIA-UNR, 2021)

En la caracterización de la altura elipsoidal en el MDE InSAR CSK-V2.0, utilizando técnicas del AEDE, se elaboró el mapa LISA para datos puntuales ubicados en las intersecciones de ejes de calles (Figura 12.12).

En la Figura 12.12 se presenta el mapa LISA que corresponde a una representación cartográfica de la estadística de Moran Local, donde los puntos en color rojo (1) indican valores altos de la altura elipsoidal rodeados de puntos vecinos con valores altos de esta variable. Los puntos en color azul (3) refieren a localizaciones con una altura elipsoidal baja rodeada principalmente de valores bajos de la misma variable. En tanto que los puntos en color fucsia o rosa intenso (4), corresponden a intersecciones de ejes de calles donde la altura elipsoidal es alta y las intersecciones más cercanas (vecinas) tienen valores bajos; la situación inversa se presenta en los puntos en color violeta (2). Por último, los puntos en color gris (5) no son significativos para la estadística de Moran Local.

Por último, el AEDE aplicado a los datos de altura elipsoidal en las intersecciones de ejes de calleen el modelo MDE InSAR CSK-V2.0 permitió describir y visualizar las distribuciones



JORNADA DE EXPERIENCIAS INNOVADORAS EN EDUCACIÓN EN LA FCEIA

espaciales, identificar ubicaciones atípicas, descubrir formas de asociación espacial de carácter global/local e identificar la estructura espacial subyacente. Estos hallazgos se constituyen en datos de entrada que se traducen en parámetros a incluir en el proceso de modelación y estimación (kriging) en la obtención de un MDT para la ciudad de Rosario.

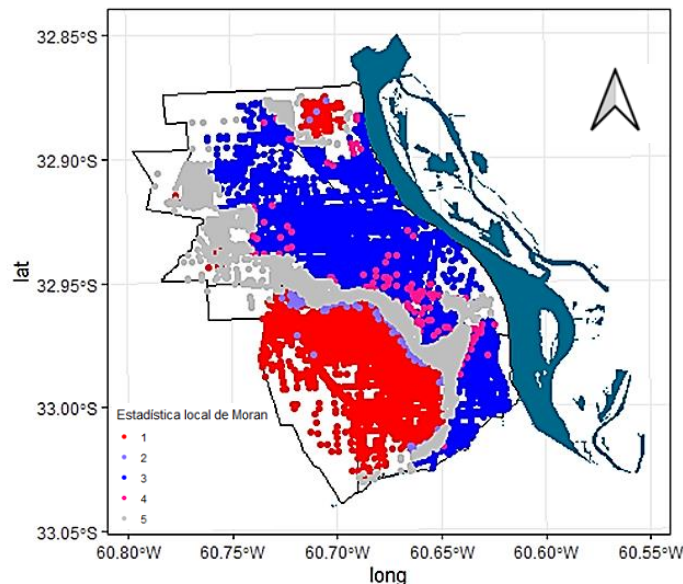


Figura 12.12. Mapa LISA de la altura elipsoidal en las intersecciones de ejes de calles de la ciudad de Rosario, Santa Fe, Argentina. Año 2010 (Suarez, 2022)

Difusión de productos a la comunidad

Una serie de tratados, resoluciones y pactos^{38,39,40} han convenido garantizar desde el año 1948: “la libertad de información como un derecho humano fundamental”⁴¹. No obstante, la iniciativa de Datos Abiertos comienza a tomar auge en EEUU, Gran Bretaña y Canadá principalmente debido a la noción de *Open Government* introducida por el presidente Barack Obama en su discurso⁴² del 21 de enero de 2009 (Aguzzi et al, 2017; Cotino Hueso, 2020).

³⁸ Organización de las Naciones Unidas (ONU). Nueva York. Declaración Universal de Derechos Humanos, Resolución 217 A (III) artículo 19. <http://www.un.org/es/universal-declaration-human-rights/>.

³⁹ Organización de las Naciones Unidas (ONU). Ginebra. Derechos Humanos (ACNUDH), Pacto Internacional de Derechos Civiles y Políticos, Resolución 2200 A (XXI)/1966 artículo 19.2. <http://www.ohchr.org/SP/ProfessionalInterest/Pages/CCPR.aspx>.

⁴⁰ Organización de los Estados Americanos (OEA). Washington, D.C. Departamento de Derecho Internacional (DDI), Convención Americana sobre Derechos Humanos, Tratado Internacional Pacto de San José artículo 13.1/1969. https://www.oas.org/dil/esp/tratados_b-32_convencion_americana_sobre_derechos_humanos.htm.

⁴¹ Organización de las Naciones Unidas. Nueva York. Asamblea General, Resolución 59(I)/1946. <http://www.un.org/es/documents/ag/res/1/ares1.htm>.

⁴² Obama, B. (21 de enero de 2009). *Transparency and Open Government*. <https://obamawhitehouse.archives.gov/the-press-office/transparency-and-open-government>.



JORNADA DE EXPERIENCIAS INNOVADORAS EN EDUCACIÓN EN LA FCEIA

Si bien, en Argentina, la Constitución Nacional garantiza el principio de publicidad de los actos de Gobierno y el derecho a la información pública, en el ámbito académico es la ley 26899/2013⁴³ la que establece desarrollar repositorios digitales institucionales de acceso abierto (propios o compartidos). Esta norma plantea que deberá quedar disponible y accesible la producción científico-tecnológica, resultado del trabajo, formación y/o proyectos (financiados, total o parcialmente, con fondos públicos) de investigadores, tecnólogos, docentes, becarios de posdoctorado y estudiantes (maestría y doctorado). Incluye artículos de revistas, trabajos técnico-científicos, tesis académicas, entre otros, resultantes de las actividades de investigación. En su artículo 2º plantea establecer políticas para el acceso público a datos primarios de investigación (datos en bruto sobre los que se basa cualquier investigación, pero que son los que fundamentan un nuevo conocimiento).

A nivel internacional empiezan a cobrar importancia los valores que se toman en consideración a la hora de publicar datos, es decir, principios y elementos que guían y establecen las condiciones de difusión. Así, en un taller en Lorentz en el año 2014⁴⁴, y luego en la revista Nature⁴⁵ (2016), se publican los 15 principios FAIR, que plantean que los datos han de ser localizables (*Findability*), accesibles (*Accessibility*), interoperables (*Interoperability*) y reutilizables (*Reusability*) (Cotino Hueso, 2020).

Teniendo en cuenta este contexto y los principios FAIR, el ASR actualmente se encuentra comprometida en la difusión de los productos obtenidos en este trabajo en el Repositorio de Datos Académicos de la Universidad Nacional de Rosario (RDA-UNR) y estima que a la brevedad los mismos puedan ser fácilmente localizables en internet, se puedan acceder sin necesidad de contactar al/a los autor/es, sean interoperables y estén en un formato que pueda ser usado por otro usuario de la comunidad académica, profesional o civil.

Por último, dado que prácticamente todos los productos cuentan con la componente espacial (coordenadas geodésicas o planas), el ASR junto a docentes y estudiantes de la Especialidad Infraestructura de Datos Espaciales (IDE)⁴⁶, se encuentran abocados en la implementación de un Nodo IDE Universitario UNR⁴⁷. Desarrollo que propiciaría no solo

⁴³ Ley 26.899 de 2013 [con fuerza de ley]. Repositorios digitales institucionales de acceso abierto. Sancionada: noviembre 13 de 2013. Promulgada: diciembre 3 de 2013. en:<https://www.argentina.gob.ar/normativa/nacional/ley-26899-223459/texto>.

⁴⁴ Force11 (s/f). The FAIR Data Principles. <https://force11.org/info/the-fair-data-principles/>.

⁴⁵ Wilkinson, M., Dumontier, M., Aalbersberg, I. et al. "The FAIR Guiding Principles for scientific data management and stewardship". *Sci Data* 3, 160018 (2016). <https://doi.org/10.1038/sdata.2016.18>.

⁴⁶ Escuela de Posgrado y Educación Continua (EPEC). FCEIA-UNR.

⁴⁷ IDERA (2018). *Recomendaciones para la creación de un Nodo IDE Universitario u Organismo Científico*. https://www.idera.gob.ar/images/stories/downloads/documentos/guias/GTAyC_RecomNodoUniversitariouOrgCientifico.pdf.



JORNADA DE EXPERIENCIAS INNOVADORAS EN EDUCACIÓN EN LA FCEIA

la difusión de los productos en un ambiente cartográfico óptimo, sino la posibilidad de que el usuario pueda interactuar estos datos con otras capas temáticas disponibles, así como también hacer uso de los recursos de una IDE.

Comentarios finales

Desde el año 2010 el ASR tuvo la “idea” de abordar el desarrollo de modelos digitales de elevación haciendo uso de técnicas interferométricas y datos obtenidos desde imágenes satelitales radar. No obstante, recién en el año 2017, con un cambio en las prioridades en la agenda y la aceptación del ASR como Unidad de Desarrollo para la Maestría en Aplicaciones de Información Espacial (Instituto Gulich), se generaron las condiciones que posibilitaron pasar de una “idea” o deseo al logro de los objetivos.

Si bien la incorporación como Unidad de Desarrollo habilitó en primera instancia a la presentación de un becario en la MAIE, sin lugar a dudas, este vínculo fue el punto de inicio para la concreción de una serie de acuerdos, sucesos, experiencias y participaciones en eventos académicos/gubernamentales, que propiciaron el desarrollo de nuevos conocimientos en la temática InSAR en el ámbito local de la investigación y la docencia, así como también han conducido a modificar algunos paradigmas y a generar valor agregado en el ASR.

Agradecimientos

Desde el Área de Sensores Remotos perteneciente a la Escuela de Agrimensura (FCEIA-UNR) agradecemos a cada uno de los docentes, investigadores, profesionales, gestores e instituciones, quienes nos han acompañado y con su trabajo han apoyado al logro de los objetivos y al abordaje de la técnica InSAR para la obtención de MDE, a saber: Alfonso Luis, Belaga José, Cigna Francesca, Dannenberg Guillermo, Delorenzi Dardo, Diez Rodriguez Alicia, Ferral Anabella, Frulla Laura, Garibay María Teresa, Lanfri Mario, Noguera Gustavo, O'Connor Jorge Guillermo, Pacino María Cristina, Pilotta Elvio Ángel, Platzeck Gabriel, Ramires Néstor, Suarez Marina, Tapete Deodato, Utges Graciela. *Agenzia Spaziale Italiana (ASI)*, Comisión Nacional de Actividades Espaciales Argentina (CONAE), Escuela de Agrimensura (FCEIA-UNR), Dirección General de Topografía y Catastro de la Municipalidad de Rosario, Dirección de Cartografía de la Municipalidad de Rosario, Federación Argentina de Agrimensura (FADA), Instituto de Altos Estudios Espaciales “Mario Gulich” (IG), INVAP SE, Maestría en Aplicaciones de Información Espacial (MAIE/IG/CONAE/UNC).



JORNADA DE EXPERIENCIAS INNOVADORAS EN EDUCACIÓN EN LA FCEIA

- Suarez, M. (2022). *Estudio del comportamiento de la variable altura elipsoidal de la ciudad de Rosario, utilizando el Análisis Exploratorio de Datos Espaciales (AEDE)* [Tesina de Grado] Escuela de Estadística, Facultad de Ciencias Económicas y Estadística. En desarrollo.
- USGS (s/f). <https://www.usgs.gov/programs/VHP/insar-satellite-based-technique-captures-overall-deformation-picture>.
- Zhou, H., Zhang, J., Gong, L. y Shang, X. (2012). Comparison and Validation of Different DEM Data Derived from InSAR. *2011 International Conference on Environmental Science and Engineering. Procedia Environmental Sciences*, 12(Parte A), 590-597, <https://doi.org/10.1016/j.proenv.2012.01.322>.



JORNADA DE EXPERIENCIAS INNOVADORAS EN EDUCACIÓN EN LA FCEIA

“BUENAS Y BUENOS DOCENTES”: UN DISPOSITIVO ARTICULADOR QUE CUMPLE 20 AÑOS EN EL PROFESORADO EN MATEMÁTICA

*Mariela Cirelli y Natalia Sgreccia**

Escuela de Ciencias Exactas y Naturales. Departamento de Matemática. Profesorado en
Matemática. Práctica Profesional Docente

Resumen

En la carrera Profesorado en Matemática, desde la implementación de su segundo plan de estudios (año 2002), se viene aplicando el dispositivo “Buenas y Buenos Docentes” de modo transversal al trayecto de la Práctica Profesional Docente. A través de graduales actividades, las/os estudiantes revisan su biografía escolar para reconocer marcas que sus docentes dejaron en ellas/os, y proyectarse como futuras/os profesoras/es en Matemática. En particular, el primer día de clase cada estudiante consigna por escrito tres cualidades de cada una/o de las/os dos mejores profesoras/es que recuerda de su escolaridad. Así es que se cuenta con 5655 cualidades emergentes -además de 92 que solo dicen “buen profesor”- a partir de las/os 890 ingresantes a la carrera de los 20 años de existencia de esta actividad. Las cualidades se procesan y analizan mediante cinco dimensiones conceptuales: cómo motivan a las/os estudiantes; cómo preparan las clases; cómo gestionan las clases; cómo tratan a las/os estudiantes; cómo evalúan. Resulta llamativa la renovada vigencia de algunas de ellas a través de los años y, de este modo, se genera un material que se constituye en insumo tanto a nivel de docencia como de investigación, que retorna y fortalece la práctica en el aula de formación.

Palabras clave

Biografía Escolar. Profesorado en Matemática.

Abstract

In the Teaching Mathematics career, from the implementation of its second study plan (year 2002), the application of the “Good Teachers” device arises transversally to the path of Professional Teaching Practice. Through gradual activities, students review their academic biographies to recognize the traces of their teachers in their studies and project themselves as future Mathematics teachers. In particular, on the first day of class, each student writes down three qualities of each of the two best teachers that he/she remembers from their schooling. Thus, there are 5655 emerging skills -in addition to 92 that only say “good teacher”- of the 890 entrants to the career of the 20 years of existence of this activity. The qualities are processed and analyzed through five conceptual dimensions: how they motivate their students; how they prepare their classes; how they manage their classes; how they treat their students; how they evaluate. It is striking the renewed validity of some of them over the years and, in this way, a material will be generated that constitutes both at the level of teaching and research, which returns and strengthens the practice in the classroom of training.

Keywords

School Biography. Teacher in Mathematics.

* marielabcirelli@gmail.com; sgreccia@fceia.unr.edu.ar



JORNADA DE EXPERIENCIAS INNOVADORAS EN EDUCACIÓN EN LA FCEIA

Contextualización de la experiencia

El Profesorado en Matemática (PM) de la Universidad Nacional de Rosario (UNR) es uno de los 30 Profesorados Universitarios de esta disciplina en el país. En la Facultad de Ciencias Exactas, Ingeniería y Agrimensura radica en la Escuela de Ciencias Exactas y Naturales, en conjunción con tres Licenciaturas (Ciencias de la Computación, Física y Matemática) y otro Profesorado (Física).

En particular, el PM fue creado en el año 1988 (Resolución CS UNR 115/88) como tercera carrera de la Escuela, momento en que las Licenciaturas en Física y Matemática tenían un poco más de 20 años. A 15 años de su creación, en el año 2002, se implementa un nuevo plan de estudios (Resolución CS UNR 217/02) mediante el que incorporan espacios curriculares relativos a la Práctica Docente desde el primer año de la carrera. En el 2018, cumplidos otros 17 años, entra en vigencia el tercer y actual plan de estudios (Resolución CS UNR 027/18) que enfatiza la transversalidad de la Práctica Profesional Docente a lo largo de los cuatro años de formación.

Este Campo, junto a los Campos de Formación Disciplinar Específica, Pedagógica y General, conforman la propuesta curricular de acuerdo a los lineamientos nacionales (Resolución CIN 856/13). Transversalmente, el trabajo en terreno en instituciones educativas comprende una gradual inmersión en diversas realidades contextuales en marcos interinstitucionales.

Dispositivos de formación docente

En Sgreccia (2019) se reconoce una tipología de dispositivos (Sanjurjo, 2009) en términos de tareas especialmente poderosas (Maggio, 2012) en el trayecto de la Práctica Profesional Docente (PPD) que, sucintamente, comprende tres grupos:

Transversales durante el desarrollo de cursado, a modo de escenario:

- aula taller, donde las producciones se van desplegando en el momento mismo de la clase;
- comunidad de práctica, en la que las/os involucradas/os se constituyen en un equipo de colegas que cooperan;
- evaluación compartida, entre estudiantes y docentes, mediante *feedback* personalizado;
- escritura académica, sostenida en el tiempo con intencionalidades según los momentos y destinatarias/os;



JORNADA DE EXPERIENCIAS INNOVADORAS EN EDUCACIÓN EN LA FCEIA

- portafolio de producciones, como herramienta metacognitiva que recorre lo realizado en cierto período de tiempo.

Más allá del aula de formación, mediante trabajos en terreno en instituciones educativas asociadas:

- relevamiento de información, a través de entrevistas, observaciones de clases y análisis documental;
- rol activo con estudiantes, de manera gradual, mediante acompañamiento, consultas y clases reales;
- extracurriculares, tales como de extensión a la comunidad e investigación educativa en Matemática.

Relativas a tópicos específicos, entre los que se encuentra el de interés en este trabajo:

- *biografía escolar*, en tanto posibilidad de reconstrucción de las vivencias como estudiantes por parte de las/os futuras/os profesoras/es (Zárate, 2016). Se analizan experiencias significativas, se ahonda en marcas y huellas que perduran en las/os futuras/os profesoras/es en Matemática y se reconoce a aquellas/os docentes consideradas/os memorables (Álvarez et al, 2011);
- otros tópicos especialmente destacados son: guion conjetural, clases simuladas, videos de prácticas docentes, proyectos escolares, estudio de casos, recursos didácticos, ciudadana/o crítica/o, resolución de problemas.

Dimensiones del quehacer de las/os buenas/os profesoras/es

Al preguntarse qué hacen las/os mejores profesoras/es y luego de un abundante trabajo empírico, Bain (2007) delimita cinco dimensiones para ayudar a entender sus prácticas:

¿Cómo motivan a las/os estudiantes? Persiguen que estén interesadas/os, que les importe conocer lo que se está tratando. Para ello generan inquietudes genuinas sobre el asunto, donde la intriga, la preocupación y la duda se constituyen en motores que movilizan la curiosidad. Las/os estudiantes disfrutan de su educación cuando son protagonistas en su propio proceso de aprendizaje, habilitadas/os desde la confianza que estas/os buenas/os profesoras/es les tienen. En efecto, mantienen su ilusión cuando se tienen expectativas superadoras acerca de ellas/os y se valora su trabajo.

¿Cómo preparan las clases? Las/os docentes destacadas/os saben definir la cuestión más importante a la que se enfrenta el curso, así como las preguntas factibles a abordar de acuerdo a los conocimientos previos de las/os estudiantes, sus características y expectativas



JORNADA DE EXPERIENCIAS INNOVADORAS EN EDUCACIÓN EN LA FCEIA

acerca de la asignatura. Invitan a las/os estudiantes a aprender juntas/os y se disponen a proporcionarles situaciones adecuadas para que sean capaces de razonar y brindar respuestas. También averiguan la forma en que están aprendiendo las/os estudiantes, cuáles son sus modelos mentales, y les informan qué se espera de ellas/os.

¿Cómo gestionan las clases? Guían la enseñanza a través de la creación de entornos para el aprendizaje crítico, convocan y sostienen a las/os estudiantes en la tarea. Precisamente, comienzan con las/os estudiantes en lugar de con la disciplina, con el propósito de ayudarlas/os a aprender a aprender y atraerlas/os al razonamiento disciplinar. Todo ello a través de una buena oratoria, un lenguaje cálido, explicaciones pertinentes y dándoles lugar a las/os estudiantes.

¿Cómo tratan a las/os estudiantes? Confían en que las/os estudiantes desean y quieren aprender, asumen que pueden hacerlo y se lo comunican. Se genera un clima en el que las/os estudiantes se animan a participar, son protagonistas, se sienten seguras/os y vencen el miedo de cometer errores. En ese marco, las/os profesoras/es son abiertas/os, humildes, muestran entusiasmo por la enseñanza, así como seguridad ante los retos que se les presenten.

¿Cómo evalúan? Conciben a la evaluación como una herramienta para favorecer el aprendizaje, con un lugar clave para animar y ayudar a las/os estudiantes. La vinculan con un proceso de desarrollo a través del tiempo, que engloba tanto a las/os estudiantes como al proceso de enseñanza. Explican claramente cuáles son los criterios de evaluación que se implementan, según los objetivos de aprendizaje, con relevancia también a la autoevaluación.

Recolección de los datos de interés

El primer día de clase de la actividad curricular de primer año Práctica de la Enseñanza I (años 2002 a 2017), actualmente denominada Práctica Profesional Docente I (desde 2018), se convoca a las/os estudiantes ingresantes a recordar a las/os dos mejores docentes de su historia escolar mediante una ficha de 8 cm x 6 cm (Figura 13.1).

De este modo, resumidamente, cada estudiante reporta dos docentes, donde cada una/o de ellas/os puede ser caracterizada/o a través de una terna de cualidades que la/o connotan en su biografía como un/a profesor/a destacada/o o memorable. En esta ocasión se consigna lo reportado en los 20 años (2002 a 2021) de implementación de la actividad. Se



JORNADA DE EXPERIENCIAS INNOVADORAS EN EDUCACIÓN EN LA FCEIA

cuenta, para ello, con las respuestas de las/os 890 ingresantes a la carrera, quienes asociaron 5655 cualidades (además de 92 generales, del tipo “buen profesor”).

PRÁCTICA DE LA ENSEÑANZA I - AÑO

Docente 1: Nombre.....
 Asignatura.....Año.....
 Tres características positivas.....

Docente 2: Nombre.....
 Asignatura.....Año.....
 Tres características positivas.....

Figura 13.1. Ficha que completan lxs ingresantes al Profesorado en Matemática

Se realiza un análisis de contenido del material (Boronat, 2005), mediante el que se asocia cada respuesta a una dimensión de Bain (2007). A su vez, en cada dimensión ha sido posible ir delimitando un conjunto de familias de cualidades, que agrupan conceptualmente cualidades semánticamente afines.

Tendencias en los resultados

En la Tabla 13.1 se presenta la distribución de cualidades en las cinco dimensiones de interés (Bain, 2007). Se puede advertir cuántas se reportaron en total por dimensión, así como cuántas son distintas entre sí y en cuántas familias se han ido agrupando. Así es que se observa una marcada relevancia al trato docente-estudiante, así como a lo que acontece en clase desde la gestión en aula. Con menor frecuencia, aunque no despreciable, fue reconocida la preparación de cada clase, material o consigna que cada docente realiza pensando en cada grupo y cada estudiante, con alusiones también a los modos de evaluar y motivar.

Tabla 13.1. Distribución de las cualidades de las/os docentes especialmente recordadas/os

Dimensiones	Cualidades	Distintas	Familias
¿Cómo motivan a las/os estudiantes?	422	91	8
¿Cómo preparan las clases?	873	170	10
¿Cómo gestionan las clases?	1828	175	11
¿Cómo tratan a las/os estudiantes?	2022	176	17
¿Cómo evalúan?	510	54	6

Entre las familias de cualidades que comprenden cada dimensión se encuentran:

¿Cómo motivan a las/os estudiantes? Disfruta de su tarea como profesor/a; la materia genera interés; las/os estudiantes son invitadas/os a dar lo mejor de sí; están motivadas/os



JORNADA DE EXPERIENCIAS INNOVADORAS EN EDUCACIÓN EN LA FCEIA

como profesoras/es; captan la atención de las/os estudiantes; las/os estudiantes aprenden de manera significativa; son profesionales comprometidas/os.

¿Cómo preparan las clases? Con conocimiento; con responsabilidad; con dedicación; procurando la accesibilidad del conocimiento; de manera diferente; con eficiencia; para contribuir al pensamiento de las/os estudiantes; con actividades vinculadas a la realidad; con actividades y materiales para el estudio.

¿Cómo gestionan las clases? Explicando y enseñando bien; destinando tiempo para el aprendizaje; siendo claras/os; siendo concisas/os; propiciando un ritmo adecuado; expresándose de manera adecuada; propiciando un clima agradable; propiciando herramientas transversales; promoviendo la participación estudiantil; con presencia imponente.

¿Cómo tratan a las/os estudiantes? Con amabilidad y gracia; con comprensión; con compañerismo y demostrando que sus estudiantes les importan; con calidad humana; con alegría; de manera estricta; promoviendo respeto y disciplina; con generosidad; con apertura; de manera personalizada; con sinceridad; siendo carismáticas/os; con afecto; estableciendo límites claros; siendo flexibles; siendo humanas/os.

¿Cómo evalúan? Siendo exigentes; siendo equitativas/os; dando oportunidades; de manera continua; mediante ciertos modos valorados.

Trabajos que vuelven al aula

En el devenir de los años, se realizaron varias producciones que asumieron aristas específicas del tema que se fueron perfilando en función a los sucesivos hallazgos. Entre ellas, se recuperan aquí las que se emplearon en el ciclo superior del trayecto de la Práctica Profesional Docente en el PM.

En Sgreccia et al (2015) se puso énfasis en reconocer a modo de tipología aquellas cualidades que, por su frecuencia, sobresalían del resto. Puntualmente se encontró que seis características destacadas por las/os estudiantes estaban en esta situación:

- Explica bien

Yo creo que ante que todo que tenga paciencia, entonces vos le podés preguntar todas las veces que quieras y te lo va a explicar, explicar, explicar hasta que vos realmente lo entiendas y también que dé ejemplos sobre el tema que se esté hablando (testimonio de Virginia, una estudiante en etapa de finalización del nivel secundario e inicio del nivel superior, año 2015).



JORNADA DE EXPERIENCIAS INNOVADORAS EN EDUCACIÓN EN LA FCEIA

- Exigente

Quiere que todos avancen, para que les importe, que le den bolilla al tema que se esté hablando, para que lo entiendan bien (testimonio de Virginia, año 2015).

- Paciente

Que te explique, que te vuelva a explicar, es lo fundamental, no todos cuando explican algo se entiende, no se puede entender de una sola única forma... entonces cuando te lo explican bien, con paciencia y todo, es importante y lo entendés mejor (testimonio de Virginia, año 2015).

- Buena persona

Vos estás mucho tiempo con los profesores y a veces se mezclan las cosas de la familia o la vida personal, entonces los vas conociendo por temas que van saliendo, los distintos días que van pasando... y te das cuenta cómo es, lo ves casi siempre entonces vos lo vas conociendo... Y también de la forma en que te ayuda y que le importás, que se preocupe, que realmente le interese, en lo que estás haciendo (testimonio de Virginia, año 2015).

- Clara/o

Que diga lo justo... Es una característica buena porque está tranquilo, te lo explica bien, que lo vas a entender... Se necesita que te explique... Para entenderlo bien y que después no tengas que volver a ver el tema o buscar en otro lugar alguna información extra necesitás que sea bien claro (testimonio de Virginia, año 2015).

- Comprensiva/o

Que entienda que no todas/os pueden entender un mismo tema de la misma forma y hay algunas/os que lo pueden entender de otra forma o que no lo entienden (testimonio de Virginia, año 2015).

Incluso, las tres primeras cualidades (explica bien, exigente y paciente) fueron reconocidas como “la terna de las ternas”, en alusión a las tres más mencionadas. En efecto, las/os ingresantes destacaron la cualidad exigente en cada una de las ternas que conforman la tipología. A su vez, al ensamblarla con las dos cualidades restantes, dejan en claro que no se trata de una exigencia absurda o desmedida. Esta exigencia, favorablemente ponderada, se basa en lo que la/el docente les brinda en cada encuentro a través de sus buenas explicaciones y su paciencia.

Estas cualidades que acompañan mayoritariamente a “exigente” (...) dan cuenta de un/a docente que, si bien exige, “da”: se brinda hacia sus estudiantes desde la explicación, claridad, paciencia, comprensión y calidad humana. Se puede decir que se



JORNADA DE EXPERIENCIAS INNOVADORAS EN EDUCACIÓN EN LA FCEIA

valora a la/el docente que exige cuando procura, por todos los medios posibles, sacar lo mejor de sus alumnas/os (Sgreccia et al, 2015, p.12).

También se ha interpelado qué peculiaridades asume la/el profesor/a en Matemática que es especialmente recordada/o en las huellas que portan quienes han decidido, a su vez, dedicarse a esta profesión. Se ha advertido que un/a buen/a profesor/a en Matemática es un/a profesional que comprende cuatro “P”:

- Persistente: explica, exige...

La imagen del gesto que salva al ahogado, el puño que tira de ti hacia arriba a pesar de tu gesticulación suicida, esa ruda imagen de vida de una mano agarrando firmemente el cuello de una chaqueta es la primera que me viene a la cabeza cuando pienso en ello (Pennac, 2008, p.149).

- Paciente: explica de diversas maneras, se pone en el lugar del otro...

Tomaban en consideración tanto a sus buenas/os como a sus malas/os alumnas/os, y sabían reanimar en los segundos el deseo de comprender. Acompañaban paso a paso nuestros esfuerzos, se alegraban de nuestros progresos, no se impacientaban por nuestras lentitudes, nunca consideraban nuestros fracasos como una injuria personal (Pennac, 2008, p.149).

- Presente: se puede contar con ella/él, prepara sus clases...

La presencia de la/el profesor/a que habita plenamente su clase es perceptible de inmediato. Las/os alumnas/os la sienten desde el primer minuto del año, todas/os lo hemos experimentado: la/el profesor/a acaba de entrar, está absolutamente allí, se advierte por su modo de mirar, de saludar a sus alumnas/os (Pennac, 2008, p.75).

- (con) Pasión: le gusta lo que hace, transmite entusiasmo...

Desde sus primeras palabras, nos adentrábamos en las matemáticas. ¿Con qué estaba hecha aquella hora que tanto nos retenía? Esencialmente con la materia que el señor Bal enseñaba y que parecía habitarle, lo que le convertía en un ser curiosamente vivo, tranquilo y bueno (Pennac, 2008, p.147).

Esta pasión la puede tener alguien que domina fuertemente su materia. Decimos que un/a profesor/a en Matemática con esta característica tiene un *conocimiento matemático para la enseñanza* (Ball et al, 2008) altamente desarrollado. Resumidamente, este tipo de interpretaciones y relaciones entre cualidades se fomentan desde la toma de conciencia en el trayecto de formación inicial.



JORNADA DE EXPERIENCIAS INNOVADORAS EN EDUCACIÓN EN LA FCEIA

Actividades en el aula de formación

A modo de ejemplo, se comparten a continuación las consignas de trabajo que se desprenden de aquella consigna inicial (Figura 13.1) y que se van proponiendo a las/os estudiantes durante el trayecto de la Práctica Profesional Docente.

Práctica de la Enseñanza I / Práctica Profesional Docente I

Luego de un primer procesamiento de los datos vertidos en la ficha que se muestra en la Figura 13.1, que se realiza con las docentes de la cátedra y estudiantes voluntarias/os, para el año de cursado respectivo, en sucesivas clases durante el primer mes de cursado se plantea:

Análisis de las cualidades (grupal; las cualidades en la consigna varían pues dependen de los datos obtenidos en cada año)

- Desde la cualidad “Clara/o” hasta la cualidad “Justa/o” (inclusive): pensar, discutir en el grupo, acordar y explicitar cuál es la importancia que reviste, en el ejercicio de la docencia, cada una de estas cualidades, emergidas de la encuesta.
- Para las cualidades “Se preocupa porque las/os alumnas/os entiendan”, “Inteligente”, “Mucho conocimiento disciplinar”, “Exigente”, “Perseverante”, “Versátil”, “Clases participativas” y “Clases divertidas”: analizar cada una y explicitar si la consideran menos importante que las anteriores. En caso afirmativo, explicar por qué. En caso negativo, tratar de interpretar y explicar por qué creen que fue poco mencionada por las/os alumnas/os encuestadas/os.

Análisis de la naturaleza de las cualidades positivas de las/os “Buenas/os Docentes” (grupal)

- Analizar, debatiendo en el grupo, para cada una de las cualidades indicadas en la tabla, con cuál de los siguientes aspectos está más fuertemente vinculada (o de cuál depende en forma más marcada):
 - 1) Formación disciplinar (en la materia o disciplina que se enseña)
 - 2) Formación pedagógica
 - 3) Personalidad del docente
 - 4) Actitud o voluntad del docente
- Completar la siguiente tabla para mostrar la conclusión de ese análisis.

Cualidad	N° de aspecto con el cual se vincula más fuertemente
Clara/o	
Compañera/o	

Ideas vertidas en la interpretación de los resultados de la encuesta “Buenas/os Docentes” (grupal)



JORNADA DE EXPERIENCIAS INNOVADORAS EN EDUCACIÓN EN LA FCEIA

- Buscar, en las respuestas a las preguntas de los trabajos anteriores, ideas comunes vertidas por los diferentes grupos, explicitar esas ideas asignándoles una descripción breve que sintetice lo expresado e indicar, en cada caso, cuál o cuáles fueron los grupos que hicieron referencia a esa idea (como se hizo en clase). Indicar también, si hay, alguna idea que discrepe totalmente de las comunes.
- Efectuar el mismo análisis que en el ítem anterior para las cualidades “Inteligente”, “Mucho conocimiento disciplinar” y “Exigente”.

Yo, futuro docente (individual)

- De las cualidades de las/os Buenas/os Docentes surgidas de la encuesta realizada en este curso el primer día de clases, elegir y mencionar a lo sumo cinco que te gustaría tener como docente, explicando el porqué de tu elección.
- De las cualidades elegidas:
 - ¿Cuáles crees que ya has desarrollado?
 - ¿Cuáles crees que puedes desarrollar a lo largo de la carrera del Profesorado?
 - ¿Qué crees que debería enseñarse en la carrera para que logres alcanzar o mejorar esas cualidades?

Práctica de la Enseñanza II / Práctica Profesional Docente III

El primer día de clase se llevan las fichas con datos de docentes memorables (Figura 13.1), completadas durante los últimos años, separadas en sobres según cohorte. Cada estudiante extrae la ficha que completó cuando cursó Práctica de la Enseñanza I / Práctica Profesional Docente I (la busca y la reconoce, pues había sido completada de manera anónima). A continuación, se solicita que:

- Cada una/o lea en voz alta lo escrito.
- Intenten reconocer los sentidos de esas palabras, es decir, qué habrán querido decir con esas palabras.
- Comenten si hoy volverían a elegir a esas/os profesoras/es con esas cualidades y por qué.
- Cuáles cualidades reconocen hoy en sí mismas/os como profesoras/es en formación.
- Debido a qué creen que se las han ido incorporando. Cuánto tuvieron que ver las/os docentes memorables reconocidas/os en Práctica de la Enseñanza I / Práctica Profesional Docente I. Cuánto, la carrera Profesorado en Matemática.
- Si un/a alumna/o ingresante al Profesorado en Matemática reconocería a alguna/o de ustedes (ya siendo profesor/a), ¿qué cualidades creen que destacarían? Escribirlas.



JORNADA DE EXPERIENCIAS INNOVADORAS EN EDUCACIÓN EN LA FCEIA

- Compartan las cualidades escritas, con sus sentidos y reconozcan el trabajo que les demandan poseerlas.

De tarea, realizar un Informe individual destacando:

- ¿Qué cualidades son imprescindibles para un/a buen/a profesor/a, en general y en Matemática en particular?
- ¿Cómo consideran que se desarrollan?

En la siguiente clase las/os docentes realizan una devolución de cada producción en el grupo-clase, a modo de retroalimentación, y se comparten los aportes de Bain (2007) así como algunos hallazgos del equipo de investigación que las autoras integran.

Residencia / Práctica Profesional Docente IV

En el primer día de clase se solicita a las/os residentes responder, de manera escrita e individual, las siguientes preguntas:

1. ¿Cómo te ves como profesor/a en Matemática? Enumerar características e indicar a qué crees que se debe que las tienes desarrolladas.
2. ¿Has tenido docentes en tu escolaridad (preescolar, primaria, secundaria, universitaria) con tales características? ¿O todo lo contrario? Indicar el nivel educativo, la asignatura y una breve descripción.
3. ¿Qué cualidades te gustaría tener como futura/o profesor/a en Matemática que en la actualidad todavía no posees? ¿Por qué te parece importante incorporarlas?

Se trabaja un par de lecturas (Alliaud, 2004; Jackson, 1999) y se proyectan videos de tres clases de Matemática de nivel secundario, con la intención de reconocer elementos constituyentes del accionar de la/el profesor/a y establecer relaciones con las propias experiencias de las/os residentes. También se ponen a disposición los listados de cualidades indicadas por las/os estudiantes en Práctica de la Enseñanza I / Práctica Profesional Docente I durante los últimos 10 años. A partir del trabajo inicial y de estos materiales, se solicita escribir un informe que contemple, en un texto único, los siguientes puntos, que se ofrecen a modo de guía:

- Cualidades más valoradas (entre tres y cinco) por las/os estudiantes del PM al ingresar a la carrera. Para cada cualidad, intentar dar una interpretación de la misma.
- Coincidencias y diferencias con las cualidades valoradas por las/os residentes. Si se detectaran diferencias, intentar dilucidar a qué se debe.
¿Hay cualidades, que ustedes valoran hoy, que no aparecen en las encuestas? De ser así, ¿a qué creen que se debe?



JORNADA DE EXPERIENCIAS INNOVADORAS EN EDUCACIÓN EN LA FCEIA

¿La valoración de cualidades de un/a docente ha variado a lo largo de los años analizados? De ser así, ¿qué ha cambiado?, ¿a qué creen que se debe?

¿Hay algunas cualidades que les han llamado la atención? ¿Por qué?

- ¿Recuerdan ustedes alguna cualidad que valoraban al inicio de la carrera y ahora ya no?
¿A qué creen que se debe?
- ¿Creen que la reflexión sobre la biografía escolar es importante para la formación docente? De ser importante, ¿en cuál o cuáles de las etapas de la misma lo es?, ¿por qué?
- Conclusiones y reflexión final.

Para finalizar, entre los ejes de análisis para el ensayo monográfico de cierre del trayecto como residente, se propone consignar de qué modo consideras que tu biografía escolar condicionó/posibilitó tus prácticas docentes en tu experiencia como residente.

Reflexiones finales

Estos hallazgos permiten reconocer cualidades favorables de docentes, principalmente de nivel secundario, por parte de aspirantes a profesor/a en Matemática. Se rescata el potencial de estudios de este tipo, basados en opiniones de estudiantes sobre sus profesoras/es, por considerarse una fidedigna y valiosa fuente de información. Sus posibles aportes se ramifican en propuestas de formación -inicial y continua- de profesoras/es, mediante espacios de discusión sobre las cualidades emergentes y su relación con dimensiones más amplias del ámbito educativo.

La biografía escolar, en tanto dispositivo transversal al proyecto articulador de la Práctica Profesional Docente en la carrera, se materializa como tal a través de las actividades intencionadas que se ponen en práctica en los distintos años de formación. Dispositivos de este tipo, con potencial para exteriorizar y socializar concepciones, saberes, emociones... resultan acordes para la construcción del conocimiento e identidad profesional de la/el profesor/a.

En particular, la terna de cualidades que caracteriza a cada docente memorable conjuga un interesante equilibrio del estilo del descripto por Flores et al (2013):

La enseñanza contiene muchas exigencias morales para las/os docentes: deben estar muy bien informadas/os, pero ser respetuosos de quienes son ignorantes; ser amables y consideradas/os, pero también estrictas/os y exigentes en ocasiones; estar libres de prejuicios, pero ser justas/os en su trato con las/os estudiantes; responder a las



JORNADA DE EXPERIENCIAS INNOVADORAS EN EDUCACIÓN EN LA FCEIA

un espacio experiencial transformador cuando en ella se conjugan la docencia y la investigación.

Referencias bibliográficas

- Alliaud, A. (2004). La experiencia escolar de maestros “inexpertos”. Biografías, trayectorias y práctica profesional. *Revista Iberoamericana de Educación*, 34(3), 1-12. <https://doi.org/10.35362/rie3412888>.
- Álvarez, Z., Porta, L. y Sarasa, M.C. (2011). Buenas prácticas docentes en la formación del profesorado: Relatos y modelos entramados. *Revista de Currículum y Formación del Profesorado*, 15(1), 241-252. <https://revistaseug.ugr.es/index.php/profesorado/article/view/20173>.
- Bain, K. (2007). *Qué hacen los mejores profesores universitarios*. Universitat de València.
- Ball, D., Thames, M. y Phelps, G. (2008). Content Knowledge for Teaching. What Makes It Special? *Journal of Teacher Education*, 59(5), 389-407. <https://doi.org/10.1177/0022487108324554>.
- Boronat, J. (2005). Análisis de contenido. Posibilidades de aplicación en la investigación educativa. *Revista Interuniversitaria de Formación del Profesorado*, 19(2), 157-174. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=27419209>.
- Branda, S. y Porta, L. (2012). Maestros que marcan. Biografía personal e identidad profesional en docentes memorables. *Revista de Currículum y Formación del Profesorado*, 16(3), 231-243. <https://recyt.fecyt.es/index.php/profesorado/article/view/42712>.
- Ferrero, L. (2014). ¿Cómo y por qué investigar profesores memorables de Historia en la Universidad? *XV Jornadas Nacionales y IV Internacionales de Enseñanza de la Historia*. Universidad Nacional del Litoral.
- Flores, G., Álvarez, Z. y Porta, L. (2013). La buena enseñanza en la educación superior: profesores memorables y valores memorables. *Revista Magistro*, 7(13), 81-108. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=4798371>.
- Jackson, P. (1999). *Enseñanzas implícitas*. Amorrortu.
- Maggio, M. (2012). *Enriquecer la Enseñanza. Los ambientes con alta disposición tecnológica como oportunidad*. Paidós.
- Osorio, M. (2012). Profesores universitarios memorables, a través de sus relatos autobiográficos. *Revista Hallazgos*, 9(18), 97-117. <https://doi.org/10.15332/s1794-3841.2012.0018.06>.
- Pennac, D. (2008). *Mal de escuela*. Mondadori.
- Sanjurjo, L. (Coord.) (2009). *Los dispositivos para la formación en las prácticas profesionales*. Homo Sapiens.
- Sgreccia, N. (2019). ¿Cómo practicamos para ser profesores en Matemática? Algunos ejemplos desde el trayecto de la Práctica Profesional Docente. En J. Aguirre, L. Proasi y C. De Laurentis (Comps.). *Memorias del Congreso Latinoamericano Prácticas, problemáticas y desafíos contemporáneos de la Universidad y del Nivel Superior* (pp.304-311). Asociación Iberoamericana de Docencia Universitaria. <http://hdl.handle.net/2133/17668>.
- Sgreccia, N., Cirelli, M. y Vital, M.B. (2015). Docentes memorables destacados por ingresantes al Profesorado en Matemática. Hacia una tipología de análisis. En C. De Laurentis, S. Pereyra y S. Branda (Comps.). *Actas de las VIII Jornadas Nacionales y I Congreso Internacional sobre la Formación del Profesorado* (pp.1-21). Universidad Nacional de Mar del Plata.



JORNADA DE EXPERIENCIAS INNOVADORAS EN EDUCACIÓN EN LA FCEIA

- Sgreccia, N., Cirelli, M. y Vital, M.B. (2019). Cualidades de profesores en Matemática recordados como buenos por futuros profesores en Matemática. *Revista Iberoamericana de Educación Superior*, 10(27), 172-193. <https://doi.org/10.22201/iisue.20072872e.2019.27.346>.
- Zárate, M.J. (2016). La biografía escolar como instrumento para la reflexión de los conocimientos previos y construidos durante la formación docente en torno al “cómo enseñar”. *Ensayos Pedagógicos*, 11(2), 83-97. <https://doi.org/10.15359/rep.11-2.4>.



JORNADA DE EXPERIENCIAS INNOVADORAS EN EDUCACIÓN EN LA FCEIA

INCORPORACIÓN DE DINÁMICAS DE GRUPO Y ACTIVIDADES LÚDICAS EN LAS CLASES VIRTUAL DE INGLÉS EN FCEIA

*Marisa Galimberti y Viviana Valenti**

Escuela Ingeniería Industrial. Departamento de Formación Integral. Inglés

Resumen

Con anterioridad a la pandemia, la cátedra de inglés en la FCEIA había realizado modificaciones en el enfoque metodológico. Esto condujo al diseño e implementación de actividades y técnicas bajo un enfoque metacognitivo que favorece la generación de un contexto donde el aprendiente construye conocimiento a partir del descubrimiento y la reflexión, a partir del desarrollo estrategias cognitivas y metacognitivas. De este modo, se abandonó el método de “traducción gramatical” que se basa en la presentación explícita de estructuras gramaticales por parte de un docente que transmite su conocimiento de manera unidireccional a una audiencia pasiva. Si bien el rendimiento del alumnado fue notablemente superior con la aplicación del nuevo enfoque metodológico, la pandemia produjo la ruptura total del esquema de enseñanza clásico de la triple unidad (lugar-tiempo-acción). En el año 2020 se dictaron clases virtuales con la apoyatura del aula virtual (Moodle) basada en una metodología metacognitiva. El análisis de los resultados, condujo a una nueva toma de decisiones pedagógicas y didácticas en el 2021 para incrementar la participación y los niveles de motivación. Durante las clases virtuales, se incorporaron actividades lúdicas y se implementaron mejoras en las dinámicas de interacción para generar espacios intersubjetivos que promuevan la construcción social del conocimiento.

Palabras clave

Gamificación. Dinámicas de grupo. Motivación. Metacognición. Retroalimentación.

Abstract

Prior to the pandemic, the University Chair in English at FCEIA had made changes to the methodological approach. This led to the design and implementation of activities and techniques following a metacognitive approach that favors the generation of a context where the learner builds knowledge from discovery and reflection, taking as the starting point the development of cognitive and metacognitive strategies. In this way, the Grammar Translation method was left behind, thus abandoning the explicit presentation of grammatical structures by a teacher who transmits knowledge in a unidirectional way to a passive audience. Although the students' performance was notably better with the implementation of the new methodological approach, the pandemic caused the complete rupture of the classic teaching scheme of the triple unit (place-time-action). In the year 2020, virtual classes were delivered with the support of the virtual campus (Moodle) based on a metacognitive methodology. The analysis of the results led to new pedagogical and didactic decisions in 2021 to increase the participation and the motivational levels. During the virtual classes, recreational activities were incorporated and improvements in group dynamics were implemented to generate intersubjective spaces that promote social construction of knowledge.

Keywords

Gamification. Group Dynamics. Motivation. Metacognition. Feedback.

* galimber@fceia.unr.edu.ar; valenti@fceia.unr.edu.ar



JORNADA DE EXPERIENCIAS INNOVADORAS EN EDUCACIÓN EN LA FCEIA

Introducción

La inclusión del inglés en los planes de estudio de las carreras de ingenierías, licenciaturas y profesorado en la Facultad de Ciencias Exactas, Ingeniería y Agrimensura (FCEIA) obedece a la necesidad de ayudar a los alumnos a que desarrollen una herramienta que les permita mantenerse actualizados y enfrentar situaciones académicas y laborales futuras en un mundo donde el inglés se ha transformado en el lenguaje de la ciencia y la tecnología en la sociedad de la información (Millán, 2000). La acotada carga horaria otorgada a la asignatura (64 h) para que los más de 300 alumnos cursantes por cuatrimestre logren adquirir el conocimiento lingüístico y desarrollar las habilidades de lecto-comprensión y traducción (nivel ALTE B1.2), ha sido un factor determinante que llevó a la cátedra a implementar, en distintas etapas y hace ya varios años, una modalidad de enseñanza mixta a través de la construcción y puesta en marcha de un aula virtual en el campus de la FCEIA primero en la plataforma e-educativa y luego en Moodle.

Cuando hablamos de la enseñanza de una lengua, ya sea en modalidad presencial, mixta o a distancia, uno de los primeros obstáculos a vencer, son los preconceptos asociados a este proceso de enseñanza-aprendizaje. Es común pensar en una lengua como una simple nomenclatura que permite aprender equivalencias y fórmulas. Se observa que muchos docentes se apoyan en esta falsa creencia y aún optan por el Método de Traducción Gramatical que se basa en la presentación explícita de estructuras gramaticales. Como dice Shokounhi (2005), es una realidad que en la enseñanza del Inglés con Fines Específicos (IFE) persiste la tendencia a implementar enfoques y métodos que conducen a resultados poco satisfactorios. Es simplista creer que un conocimiento basado en reglas, desarrollado de manera atomizada, pueda combinarse de manera natural y espontánea con el conocimiento especializado de los alumnos para ayudarlos en su proceso de construcción del aprendizaje. Toda lengua es un sistema de signos que transmiten la manera en que una comunidad lingüística categoriza la realidad circundante. Aprender una lengua implica, entonces, un proceso de descubrimiento y de recategorización conceptual que solo puede abordarse con la puesta en juego de todo el potencial estratégico cognitivo (Recordemos la taxonomía de Bloom de 1956 y la forma piramidal en que ubica las estrategias para recordar, entender, aplicar, analizar, evaluar y crear - Figura 14.1). Si inglés como espacio curricular se entendiera de esta manera, permitiría valorar este aprendizaje como una instancia de desarrollo cognitivo que hace a la formación integral del alumno y no como un simple complemento en la carrera.



JORNADA DE EXPERIENCIAS INNOVADORAS EN EDUCACIÓN EN LA FCEIA

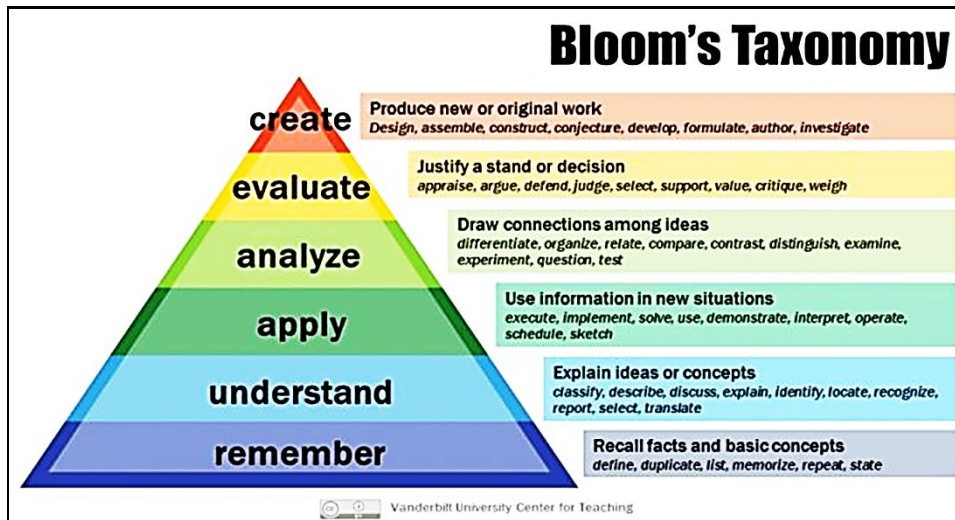


Figura 14.1. Taxonomía de Bloom (1956)

Otra problemática a abordar es el tipo de conocimiento previo del inglés que muchos alumnos poseen cuando comienzan a cursar. Es muy común observar aprendizajes rígidos que no permiten una visión más reflexiva y amplia de las múltiples funciones que una estructura puede llegar a tener. Esto significa que, en muchos casos, para poder aprender se deberá primero “desaprender”.

Cambios realizados durante la pandemia

El inicio de la pandemia condujo a la ruptura total de los sistemas de enseñanza tradicionales clásicos basados en la triple unidad “lugar-tiempo-acción” al convertirse la Educación a Distancia (EaD) en la única modalidad de enseñanza posible y puso a la cátedra ante un nuevo desafío: el de combinar las clases virtuales con el uso de la plataforma Moodle, que ya se venía utilizando durante el cursado presencial. Se evitó el simplismo de pensar que la tecnología *per se* puede asegurar un buen proceso enseñanza-aprendizaje. Con el objetivo principal de garantizar un aprendizaje de calidad, se adhirió a García Aretio (2020), quien reformula el modelo TPACK (Mishra y Koehler, 2006) que plantea el desafío de conjugar decisiones pedagógicas y didácticas mediadas por la tecnología. Este autor considera que no es suficiente saber sobre una disciplina y conocer sobre las tecnologías educativas, sino que es imprescindible e irrenunciable la intersección de múltiples saberes (saber disciplinar, pedagógico, tecnológico y de investigación) y compromisos docentes (laboral/profesional, social, colaborativo, ético, de gestión y formativo) (Figura 14.2).



JORNADA DE EXPERIENCIAS INNOVADORAS EN EDUCACIÓN EN LA FCEIA

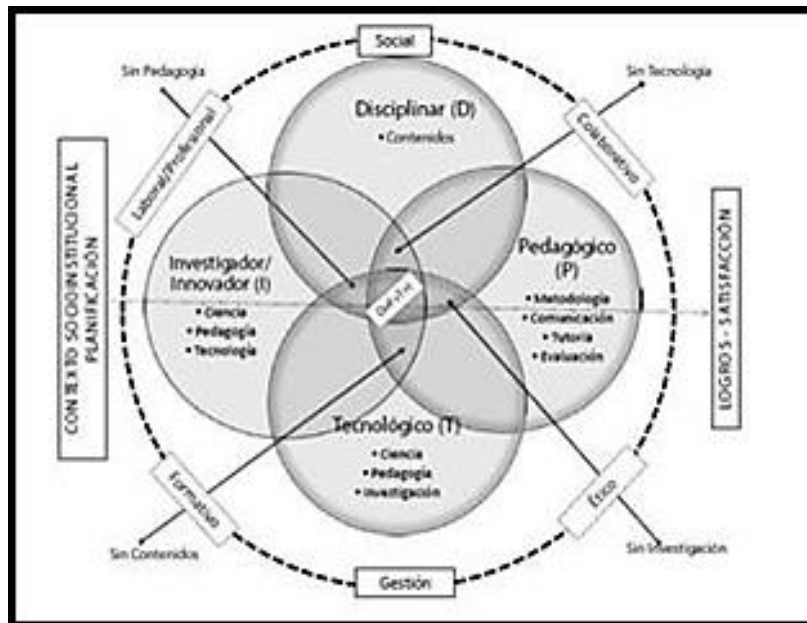


Figura 14.2. Reformulación del modelo TPACK (García Aretio, 2020)

Respetando este modelo, la generación del trabajo en plataforma fue entendido desde un inicio como la resultante de la relación directa del uso de las tecnologías con una teoría de cognición que las soporte. Como enfatiza Gerlero (2018), “con su promesa de facilitar la enseñanza, no quiere decir que las tecnologías educativas reemplacen los roles y compromisos docentes ni su valiosa tarea de enseñar”. No se trata de trasladar a los entornos virtuales propuestas pedagógicas clásicas en donde el docente tiene un rol central y dominante en la presentación y explicación de los temas, sino de generar un espacio en donde el aprendiente sea considerado como un sujeto pensante capaz de construir conocimiento (Litwin, 2005). En otras palabras, no debe limitarse la función de la tecnología a un mero instrumento para transmitir información (Tecnologías de la Información y la Comunicación - TIC) sino que debe revalorizarse la construcción del conocimiento a partir de las tecnologías (Tecnologías para el Aprendizaje y el Conocimiento - TAC) y reconsiderar la dimensión social enfatizando la colaboración para construir y reconstruir conocimiento (Tecnologías para el Empoderamiento y la Participación - TEP).

Siguiendo el enfoque anteriormente mencionado se fue reformulando la forma de trabajo por etapas sobre la base del análisis de los resultados obtenidos. En la primera mitad del 2020, se diseñaron presentaciones PowerPoint como apoyatura de las clases virtuales. Se incluyeron actividades interactivas que planteaban “problemas a solucionar”, los cuales eran discutidos, analizados y reflexionados por chat/micrófono con el grupo. Al no estar



JORNADA DE EXPERIENCIAS INNOVADORAS EN EDUCACIÓN EN LA FCEIA

acostumbrados a la modalidad virtual, en un principio, motivar a los alumnos no fue sencillo ya que se mostraron muy pasivos pese a las propuestas interactivas de trabajo. La evaluación planteó a su vez un nuevo problema ya que los textos utilizados para interpretación y traducción podían ser fácilmente copiados y traducidos con software. Si bien se intentó realizar los exámenes por plataforma y controlar a los alumnos con los celulares conectados a Zoom, la evaluación no se consideró la apropiada por la libre navegación que tenían los alumnos. Era imprescindible tener control sobre los dispositivos electrónicos usados por los alumnos.

Sobre esta primera experiencia y en base a las problemáticas vividas, en el segundo cuatrimestre 2020 comenzamos a realizar cambios estratégicos para mejorar la interacción en clase y la calidad evaluativa. Se incrementó el uso de las salas reducidas (*break-out rooms* en Zoom) para fomentar la socialización y el intercambio de ideas y reflexión, se dejaba un “desafío” al finalizar la clase virtual para ser corregido al comienzo de la siguiente clase. El desafío consistía en un problema a solucionar: primero los alumnos debían comparar un texto en inglés con su posible traducción en español que podía o no contener errores; luego, poniendo en uso los temas dados en clase, los estudiantes debían encontrar y justificar si estaba correcto o no utilizando metalenguaje, y finalmente proveer la traducción correcta al español. Esta práctica permitió cambiar el tipo y modalidad de exámenes parciales y finales para una mejor validación de conocimiento ya que las producciones finales eran totalmente personales. Para mejorar la “confiabilidad” de la evaluación se trabajó en una plataforma sueca (*exam.net*) que permitía subir los exámenes en formato pdf. Estos se mostraban en pantalla dividida (superior: el texto - inferior: la ejercitación) facilitando su realización. Esta plataforma exigía el uso del SEB (*Safe Exam Browser* - un controlador de navegación seguro) y tenía una organización interna muy buena que permitía decidir qué herramientas activar y mostraba permanentemente la actividad de los participantes, así como el estado de su conexión. Los exámenes se realizaron con dos dispositivos: celular conectado a Zoom, para ver el entorno del estudiante y verificar su identidad, y la computadora resguardada por SEB. Este formato de examen se mantuvo durante el 2021 pero ya en la plataforma Moodle que también permite la descarga y el uso del SEB. Una vez terminado el año 2020, se realizó un estudio comparativo de este año con los años de cursado presencial pre pandémicos (2018-19) respecto al número de alumnos que llegaban al finalizar la cursada y aprobar la materia. Se concluyó que, pese a la adaptación del formato de actividades y exámenes, el número de



JORNADA DE EXPERIENCIAS INNOVADORAS EN EDUCACIÓN EN LA FCEIA



Figura 14.3. Taxonomía de Bloom revisada por Churches (2009)

Nuevamente, se pensó en la utilización de los recursos tecnológicos con la debida apoyatura teórica. Para alcanzar el objetivo fundamental de que los alumnos construyan su propio conocimiento y logren gradualmente autonomía, se debe proveer un andamiaje adecuado (Vygotsky, 1934, 1986) que ponga en uso distintas dinámicas interactivas de acuerdo al momento del desarrollo temático y/o a la dificultad que plantea la actividad. Si bien el trabajo individual permite respetar el ritmo personal de cada estudiante (Alonso, 2005) durante los procesos de descubrimiento y los procesos reflexivos (Garrison y Kanuka, 2004), el trabajo de a pares o en grupo es esencial para promover la interactividad y así favorecer la construcción del conocimiento de manera dialógica y horizontal. Estas dinámicas interactivas (docente-alumno / alumno-alumno) deben estar secundadas por la guía del docente para garantizar que el proceso de enseñanza-aprendizaje sea enriquecedor. Según Wiggins (2012), décadas de investigación en la educación han demostrado que dar más retroalimentación y de mejor calidad conduce a un mejor aprendizaje. Este autor plantea que la retroalimentación es efectiva no solo si se enfoca en el objetivo, es comprensible, aplicable y continua, sino también si favorece a la formación de un estudiante más autónomo y reflexivo con su propio trabajo -es decir, consciente de qué aprende y cómo se aprende, y que sea capaz de reconocer sus fortalezas y debilidades- para que finalmente pueda planear la ruta apropiada para mejorar su desempeño.



JORNADA DE EXPERIENCIAS INNOVADORAS EN EDUCACIÓN EN LA FCEIA

La Tabla 14.2 muestra la manera en que se implementó el sistema de andamiaje, que ejemplificaremos luego de la explicación. Este implica el manejo de dos variables: el tipo de interacción (dinámicas de grupo) y el grado de desafío cognitivo (grado de dificultad de la actividad). Se entiende por “dinámicas de grupo” los tipos de interacción que se pueden dar entre alumno/alumno y alumno/docente y por “desafío cognitivo” cualquier tipo de ejercicio práctico que desarrolla la capacidad cognoscitiva al poner en juego el pensamiento crítico, la comprensión y creatividad para la resolución de problemas.

Tabla 14.2. Manera en que se implementó el sistema de andamiaje

Patrón de interacción	Desafío cognitivo
Trabajo con toda la clase	Presentación de una actividad que requiera la resolución de problemas
Grupos reducidos	Problema similar al anterior con única solución
Grupos reducidos (con o sin rotación de participantes)	Problema común a todos con distintas soluciones o incremento de desafío cognitivo explicitado antes de realizar la actividad o agregado durante la concreción de la misma
Pares	Problema común a todos los pares con única solución
Pares (con o sin rotación de participantes)	Problema común a todos con distintas soluciones o incremento de desafío cognitivo explicitado antes de realizar la actividad o agregado durante la concreción de la misma
Individual	Problema común a todos con única solución o con incremento de desafío cognitivo

Las dinámicas de grupo siempre siguen el siguiente patrón: trabajo con 1- clase completa, 2- grupos reducidos (tres a cinco integrantes), 3- de a pares, 4- individual, como se pueden observar en la primera columna de la Tabla 14.2. Es solo durante el trabajo con la clase completa que el docente asume un rol de guía, conductor, para poder enfatizar y encauzar en los alumnos los recursos estratégicos para la realización de la actividad propuesta. La utilización de los sucesivos patrones de interacción implicará que gradualmente habrá una menor intervención del accionar docente que quedará relegado al rol de monitor hasta que el alumno logre un trabajo autónomo. Llamamos a este proceder “retiro gradual de andamiaje”. Es importante aclarar que pueden usarse varios de estos patrones en una misma clase o a lo largo del desarrollo de una unidad temática. Ahora bien, lo importante es la manera en que estas dinámicas se combinan con la otra variable: el grado de desafío cognitivo para asegurar el desarrollo de la autonomía del alumno. Todo este proceso se relaciona con lo que Vygotsky (1934, 1986) denomina la Zona de Desarrollo Próximo, entendido este como la distancia entre el nivel de desarrollo actual determinado por la resolución de problemas de manera individual e independiente y el nivel potencial de desarrollo que determina la solución de problemas bajo la guía de un adulto o



JORNADA DE EXPERIENCIAS INNOVADORAS EN EDUCACIÓN EN LA FCEIA

colaboración con pares más capaces. En otras palabras, sostiene que los individuos aprenden mejor si trabajan de manera colaborativa con individuos con mayor habilidad. Ello facilita el aprendizaje e internalización de nuevos conceptos, herramientas psicológicas y habilidades. Se solicita trabajo de manera individual solo cuando ya se ha trabajado colaborativamente en la solución de sucesivos problemas. Puede suceder que se elija el patrón de interacción utilizando solo el trabajo en grupos o solo el trabajo de a pares, de acuerdo a la complejidad del tema que se esté abordando.

Antes de expandir esta propuesta, vale aclarar la manera en que se manipulan las variables. Obsérvese cómo las flechas en la Figura 14.4 indican que, al reducir el control y pasar a un formato de interacción que comienza a dar más libertad de acción, se repite el nivel de desafío cognitivo de la actividad propuesta. En otras palabras, se vuelven a dar consignas similares para ser trabajadas con una nueva dinámica de grupo con menor andamiaje y más libertad en la toma de decisiones para la resolución de los problemas propuestos. Será solo con la repetición del patrón interactivo que se elevará la dificultad de la actividad.

A mayor nivel de desafío → igual patrón interactivo

A un patrón interactivo más libre → igual nivel de desafío

PATRÓN DE INTERACCIÓN	DESAFÍO COGNITIVO
Trabajo con toda la clase	Presentación de una actividad que requiera la resolución de problemas
Grupos reducidos	Problema similar al anterior con única solución
Grupos reducidos (con o sin rotación de participantes)	Problema común a todos con distintas soluciones o incremento de desafío cognitivo explicitado antes de realizar la actividad o agregado durante la concreción de la misma
Pares	Problema común a todos los pares con única solución
Pares (con o sin rotación de participantes)	Problema común a todos con distintas soluciones o incremento de desafío cognitivo explicitado antes de realizar la actividad o agregado durante la concreción de la misma.
Individual	Problema común a todos con única solución o con incremento de desafío cognitivo

Figura 14.4. Andamiaje gradual en la propuesta

Claramente esto se ve en la Figura 14.4 cuando el cambio de color indica la manipulación de una variable (interacción o desafío cognitivo). Las flechas muestran el recorrido posible para retirar el andamiaje gradualmente y colaborar así con el desarrollo de la autonomía



JORNADA DE EXPERIENCIAS INNOVADORAS EN EDUCACIÓN EN LA FCEIA

del alumno. El trabajo individual fue implementado con actividades lúdicas, como se desarrollará más adelante.

A esta altura, debemos tener en cuenta que todo tipo de actividad colaborativa conlleva al desarrollo de lo que denominamos “habilidades blandas o suaves” que son una combinación de habilidades sociales, habilidades de comunicación, y atributos personales y profesionales que facultan a las personas a moverse de manera afectiva en distintos entornos. Estas tienen relación con lo que se conoce como inteligencia emocional ya que la relación y comunicación efectiva se ve afectada principalmente por la capacidad de conocer y manejar las emociones, tanto en nosotros mismos como en los demás. Es una realidad que se puede tener mucho conocimiento de un área dada y no poseer las habilidades para desenvolverse en el mundo real.

Ejemplos de estas habilidades blandas son: creatividad, persuasión, colaboración, adaptabilidad, gestión de tiempo, empatía, capacidad de comunicarse de manera efectiva, motivar a los demás, capacidad de liderar, asumir un rol dentro de un grupo, agilidad entre otras. El hecho que estas habilidades se pongan en juego junto con las habilidades específicas del aprendizaje que se pretende en la asignatura inglés, dependerá directamente del abordaje metodológico seleccionado. El hecho mismo de sostener una metodología basada en la metacognición que provee práctica con formatos interactivos variables y actividades basadas en la resolución de problemas con demanda cognitiva creciente, dará lugar al desarrollo de las habilidades blandas de manera simultánea (Tabla 14.3).

Tabla 14.3. Desarrollo de habilidades blandas

Patrón de interacción	Desafío cognitivo	Habilidades blandas
Trabajo con toda la clase	Presentación de una actividad que requiera la resolución de problemas	Creatividad
Grupos reducidos	Problema similar al anterior con única solución	Persuasión
Grupos reducidos (con o sin rotación de participantes)	Problema común a todos con distintas soluciones o incremento de desafío cognitivo explicitado antes de realizar la actividad o agregado durante la concreción de la misma	Adaptabilidad
Pares	Problema común a todos los pares con única solución	Capacidad de liderar
Pares (con o sin rotación de participantes)	Problema común a todos con distintas soluciones o incremento de desafío cognitivo explicitado antes de realizar la actividad o agregado durante la concreción de la misma	Colaboración
Individual	Problema común a todos con única solución o con incremento de desafío cognitivo	Gestión de tiempo
		Capacidad de comunicar
		Capacidad para motivar a los demás



JORNADA DE EXPERIENCIAS INNOVADORAS EN EDUCACIÓN EN LA FCEIA

El factor motivacional también fue tenido en cuenta al momento de diseñar las actividades colaborativas. Ello implicó el uso de diferentes recursos como se ejemplificará a continuación y la implementación de consignas y/o actividades inesperadas que actuaron como un factor sorpresa. Las siguientes son ejemplos de actividades propuestas trabajadas colaborativamente en la virtualidad:

- Los alumnos trabajaron en aulas reducidas (“*break out rooms*” en Zoom) con un problema lingüístico dado. La consigna debía llevarse a cabo generando un documento digital que sería discutido con toda la clase. Sorpresivamente, mientras estaban trabajando en la resolución de problemas, se producía una rotación de integrantes que los obligaba a volver a discutir críticamente las soluciones que habían planteado con el grupo anterior. Finalmente, se solicitaba la exposición clara de la resolución de los problemas. Los alumnos debían mostrar su documento, y dar explicaciones completas. Los resultados obtenidos de la implementación de este tipo de actividad fueron altamente satisfactorios. La interesante manera en que se arribó a distintas categorizaciones y la forma en que se explicitaron las soluciones dieron cuenta de la importancia de los debates colaborativos en los que habían participado como así también la manera organizada en que presentaron el documento en pantalla (uso de colores, resaltadores, gráficos).
- Se utilizaron de manera inesperada videos muy cortos en donde un ingeniero exponía un tema acompañado del correspondiente texto escrito que permitía la lectura de lo expuesto. Cada vez que el video se volvía a ver, se agregaba sorpresivamente una consigna de identificación lingüística. Al terminar, los alumnos trabajaban de a pares comparando sus listados y corrigiéndolos para volcar sus apreciaciones en un debate general.
- Se hizo uso del pizarrón digital. Se les solicitó a los alumnos que trabajaran en grupos reducidos y navegaran con las computadoras y los celulares. La consigna era buscar textos de temas técnicos en inglés que podían estar abordando en otras asignaturas o que fueran de su interés y encontrar en ellos ejemplos lingüísticos determinados. Cada grupo elegía un vocero quien volcaba en el pizarrón digital el resultado de la búsqueda. Luego, todo el grupo discutía el tipo de información lingüística presentada visualmente. Fue muy satisfactorio observar cómo los alumnos se involucraban y aplicaban los conocimientos a medida que se llenaba el pizarrón digital con ejemplos en distintos colores.



JORNADA DE EXPERIENCIAS INNOVADORAS EN EDUCACIÓN EN LA FCEIA

a resolver (Figura 14.8) en un determinado tiempo y con un determinado puntaje. Una vez realizada la actividad, se cliqueaba en la correspondiente respuesta (KEYS) (Figura 14.9) y se evacuaban dudas. Finalmente, cada alumno sumaba su puntaje final.

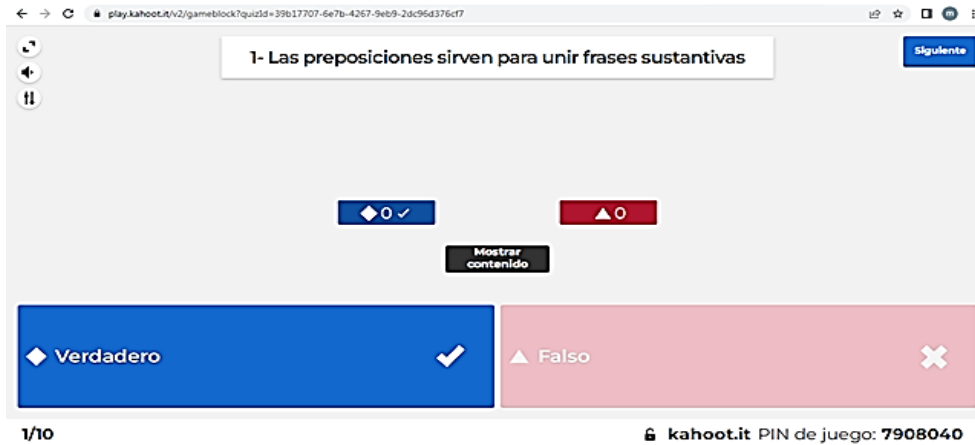


Figura 14.5. Ejercicio en Kahoot

#	Question	Question Type	Question Accuracy	Average Time per Question (mm:ss)	Correct	Incorrect	Unattempted	Jackson (Jackson)
1	Los tiempos simples expresan	Multiple Choice	47%	00:08	9	5	5	Hechos reales
2	En la fórmula de los tiempos continuos los verbos	Multiple Choice	78%	00:07	15	0	4	-ing
3	La palabra SE se agrega a la traducción para indicar	Multiple Choice	57%	00:12	11	5	3	Una acción refl
4	Al traducir, un verbo en pasado simple admite	Multiple Choice	63%	00:11	12	3	4	2 posibles trad
5	Inglés forma el tiempo futuro	Multiple Choice	78%	00:12	15	1	3	Usando modak
6	LET	Multiple Choice	78%	00:12	15	0	4	Puede combina
7	La negación requiere ayudarse con un auxiliar en e	Multiple Choice	47%	00:16	9	6	4	Presente Simpl
8	Solo se puede agregar NOT para formar la negaci	Multiple Choice	42%	00:15	8	9	2	Modales y tiem
9	Let D be a rectangle and ... Se traduce como	Multiple Choice	78%	00:11	15	0	4	Sea D un rectár
10	La siguiente palabra "repaired" puede traducirse c	Multiple Choice	52%	00:18	10	6	3	Reparaba - rep.
11			62%	02:02	119	35	36	100%

Figura 14.6. Resultados obtenidos en un juego en quizizz.com

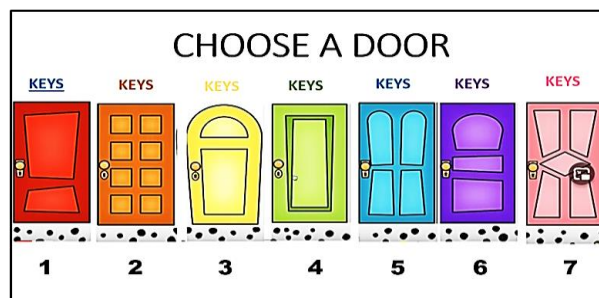


Figura 14.7. Puertas a elegir por los alumnos, que conducen al problema a resolver



JORNADA DE EXPERIENCIAS INNOVADORAS EN EDUCACIÓN EN LA FCEIA

<https://quizizz.com/join?gc=29690638>

estuvo bueno
De Giuliana Echavarría para todos: 09:25 AM

me re gustó

De Pablo Algacibir para todos: 09:25 AM
Me faltó agilidad para asociar rápido la regla gramática

Muy entretenido el juego, me gusto...
De Pablo Algacibir para todos: 09:23 AM

muy bueno!!

Me faltó agilidad para asociar rápido la regla gramatical

muchas palabras son las que vimos en clase como nuclei, nucleus
De Kevin Santiago para todos: 09:25 AM

me di cuenta que me falta un poco mas de seguridad, cuando el tiempo pasa divertido
De Joaquín Gómez para todos: 09:25 AM

Figura 14.11. Devolución de estudiantes por chat privado

Siempre que se terminaba una de las nuevas actividades diseñadas, se les solicitó a los alumnos hacer una devolución por chat privado (Figuras 14.10 y 14.11). Fue alentador también recibir correos que los alumnos enviaron de motus propio (Figura 14.12).

RETROALIMENTACION	
<p>La verdad que una linda cátedra y materia bien dada. Gracias y que tengas un buen fin de año. Saludos</p>	<p>Buen día profe,</p> <p>Muchas gracias, realmente aprendí muchísimo durante el cursado, también lamento que no se haya reflejado en el examen de traducción pero creo que fue muy poco el tiempo para realizarlo. Gracias por cada clase, por tratar de hacer más llevadero el cursado virtual y traer maneras divertidas de aprender. Me dieron ganas de seguir aprendiendo durante el año que viene.</p>
<p>Hola Profe, buenos días. Te quería hacer llegar este email para agradecerte por el cursado de inglés. Me encantó como dictaba las clases, el material que había era abundante para practicar, todo muy bien organizado. Además te quería consultar si me recomendás algún instituto o algún lugar para seguir aprendiendo inglés en Rosario.</p>	

Figura 14.12. Devolución de estudiantes por correo

Conclusión

Todas las mejoras que se implementaron en el 2021 a partir de la combinatoria de dinámicas de grupo y desafíos cognitivos mediadas por las TIC siempre soportadas por un enfoque metodológico que prioriza la metacognición y autorregulación del conocimiento nos sirvieron para analizar el impacto que tuvieron en los estudiantes y revisar nuestra práctica docente. Definitivamente, los cambios propuestos sirvieron para incentivar nuestro rol de docente/investigador propuesto en el modelo TPACK anteriormente mencionado abriendo camino a nuevas investigaciones que permitan generar nuevas propuestas



JORNADA DE EXPERIENCIAS INNOVADORAS EN EDUCACIÓN EN LA FCEIA

didáctico-pedagógicas de calidad que estimulen la construcción social del conocimiento mediado por las TIC entendidas como TRIC.

Referencias bibliográficas

- Alonso, C. (2005). *Aplicaciones educativas de las nuevas tecnologías de la información y la comunicación*. Secretaría General Técnica. Subdirección General de Información y Publicaciones. <https://sede.educacion.gob.es/publiventa/PdfServlet?pdf=VP12019.pdf&area=E>.
- Bloom, B.S. y Krathwohl, D.R. (1956). Taxonomy of Educational Objectives: The Classification of Educational Goals, by a committee of college and university examiners. *Handbook I: Cognitive Domain*. Longmans, Green & Co.
- Churches, A. (2009). *Bloom's Digital Taxonomy*. REDuteka. <https://www.yumpu.com/en/document/read/31996905/blooms-digital-taxonomy-educational-origami-wikispaces>.
- Cornellà Canals, P. y Estebanell, M. (2018). GaMoodlification: Moodle al servicio de la gamificación del aprendizaje. *Campus Virtuales*, 7(2), 9-25. <http://www.uajournals.com/campusvirtuales/es/revistaes/numerosanteriores.html?id=210>.
- Gabelas-Barroso, J. y Marta-Lazo, C. (2020) *La Era TRIC: Factor R-Elacional y Educomunicación. Colección Comunicación e Información Digital*. Egregius.
- García Aretio, L. (2020). Los saberes y competencias docentes en educación a distancia y digital. Una reflexión para la formación. *Revista Iberoamericana de Educación a Distancia*, 23(2), 9-30. <http://dx.doi.org/10.5944/ried.23.2.26540>.
- Garrison, D.R. y Kanuka, H. (2004). Blended learning: Uncovering its transformative potential in higher education. *The Internet and Higher Education*, 7(2), 95-105. <http://dx.doi.org/10.1016/j.iheduc.2004.02.001>.
- Gerlero, C. (2018). El compromiso social universitario en la era digital. Un escenario a construir. En S. Copertari y N. Sgreccia (Comps.). *Políticas Universitarias, Comunidades Virtuales y Experiencias Innovadoras en Educación* (pp.175-209). Laborde y UNR. <http://hdl.handle.net/2133/14120>.
- Guarnieri, G. (2011). *El Modo Interactivo del Dispositivo Hipermedial Dinámico* [Tesis de Doctorado]. Universidad Nacional de Rosario.
- Koehler, M. y Mishra, P. (2006). Technological Pedagogical Content Knowledge: A Framework for Teacher Knowledge. *Teachers College Record*, 108(6), 1017-1054. <https://doi.org/10.1111/j.1467-9620.2006.00684.x>.
- Lantolf, J.P. (2000). *Sociocultural Theory and Second Language Learning*. Oxford University.
- Lantolf, J.P. (2002). La enseñanza de la lengua como comunicación. En *La lengua, vehículo cultural multidisciplinario. Aulas de verano* (pp.83-95). Instituto Superior de Formación del Profesorado. Ministerio de Educación, Cultura y Deporte.
- Litwin, E. (2005) (Comp.). *Tecnologías Educativas en tiempos de Internet*. Amorrortu.
- Maggio, M. (2012). *Enriquecer la enseñanza: los ambientes con alta disposición tecnológica como oportunidad*. Paidós.
- Millán, J. (2000). *La lectura en la sociedad del conocimiento*. Federación de Gremios de Editores de España. <http://jamillan.com/lecsoco.htm>.
- Shokouhi, H. y Adel, M.R. (2005). Applying SPSE model to reading comprehension. *Iranian Journal of Applied Linguistics*, 7(2), 97-120. <https://www.sid.ir/en/Journal/ViewPaper.aspx?ID=40205>.

