

Revista Difusiones, ISSN 2314-1662, Num. 23, 2(2) julio-diciembre 2022, pp.5-29
Fecha de recepción: 04-10-2022. Fecha de aceptación: 18-10-2022

Aprendizaje Basado en Retos: una estrategia para la integración de saberes en asignaturas de proyecto final de carreras de ingeniería

Challenge-Based Learning: a strategy for the integration of knowledge in final project subjects in engineering careers

Ignacio Terenzano¹, ignacio.terenzano@uner.edu.ar
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2576-0287>
Universidad Nacional de Entre Ríos, Entre Ríos, Argentina

Javier Fornari², javier.fornari@unraf.edu.ar
Universidad Nacional de Rafaela, Santa Fe, Argentina

Héctor Pedro Liberatori³, hliberatori@hotmail.com
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7027-2242>
Universidad Católica de Santiago del Estero, Departamento Académico
San Salvador, Jujuy, Argentina

Rossana Sosa Zitto⁴, rossana.e.sosa.zitto@gmail.com
Universidad Nacional de Entre Ríos, Entre Ríos, Argentina

Julio Ariel Rossini Scarlata⁵, julio.a.rossini@gmail.com
Código ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4804-3141>
Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Buenos Aires,
Buenos Aires, Argentina

¹ Especialista en Gestión de la Innovación y Vinculación Tecnológica - Facultad de Ciencias de la Administración, Universidad Nacional de Entre Ríos (UNER) - GTEC Centro Oeste (Programa GTEC – FONARSEC). Ingeniero de Alimentos - Facultad de Ciencias de la Alimentación (UNER).

Actualmente cursando la Maestría en Gestión Internacional de la Tecnología y la Innovación. Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de Mar del Plata. Responsable del Nodo Concordia de Vinculación Tecnológica – VINCTEC UNER. Profesor titular de Formulación y evaluación de proyectos en Ingeniería en Mecatrónica (UNER). Profesor adjunto de Evaluación de proyectos en Ingeniería Industrial, Facultad Regional Concordia de la Universidad Tecnológica Nacional (UTN FRCon). Director de los proyectos “Preparar 4.0” y “Laboratorio de I+D+i y servicios de Industria 4.0 al sector agroindustrial”.

² Especialista en gestión y uso de la tecnología en diversos ámbitos. Conocimientos y experiencia en innovaciones en transformación digital aplicadas a la industria y a la educación superior. Dedicado a la docencia en el ámbito universitario en las temáticas relacionadas a las tecnologías aplicadas, informática y computación. En materia de gestión se ha desempeñado en diversas instituciones realizando asesoramiento e implementando planes estratégicos de tecnología. Participa de entidades gremiales empresarias y organizaciones sin fines de lucro como consultor para proyectos de nuevas tecnologías aplicadas al ámbito industrial y educativo. Desarrolla actividades en investigación científica publicando documentos científicos y académicos a nivel nacional e internacional y participando como expositor y conferencista.

³ Docente de Grado en la Universidad Católica de Santiago del Estero - Departamento Académico San Salvador (Bases de Datos 1 y 2, Programación Aplicada) y la Universidad Nacional de Jujuy - Facultad de Ingeniería (Bases de Datos 1 y 2, Lógica Computacional). Docente de Postgrado en la Universidad Católica de Salta (Especialización en Administración de Bases de Datos) y la Universidad Nacional de Jujuy (Especialización en Educación Superior. Docente Investigador Categoría 3. Docente Evaluador de CONEAU.

⁴ Vicerrectora Universidad Autónoma de Entre Ríos. Ingeniera en sistemas de información. Especialista en Ingeniería en sistemas de información. Materia fundamentos de programación. Facultad de Ciencia y Tecnología UADER.

⁵ Ing. en Sistemas de Información. Analista universitario en sistemas. Técnico en electrónica. Profesor adjunto en la materia Teoría de control, Dto. de Ing. en sistemas de Información UTN-FRBA. Profesor invitado en el curso de ingreso en UTN FRBA.

Coordinador de Práctica Profesionalizante - Instituto de Formación Técnico Profesional 32 - CABA. Coordinador de Práctica Profesionalizante - Instituto 13 de julio - CABA. Asesor del departamento de tecnología informática - Instituto 13 de julio - CABA.

Gerente de proyectos de Tecnología Informática en Side IT Solutions SRL

Maestrando en la maestría en Docencia Universitaria de la Escuela de Posgrado de UTN FRBA.

Participa actualmente del Proyecto de Investigación y Desarrollo “Desarrollo de un proceso de reingeniería para el cambio educativo y la mejora continua de la educación en ingeniería en la UTN”

Resumen

La transición desde la era industrial a la posindustrial cuestiona tanto modelos como prácticas establecidas en su capacidad para resolver eficazmente los desafíos que plantea la sociedad del conocimiento.

En el modelo educativo, cobra relevancia la formación por competencias como un enfoque educativo que podría resultar acorde a las demandas actuales. En Argentina, CONEAU incorpora, para las acreditaciones de carreras de ingeniería, elementos basados en la formación por competencias.

Del intercambio con docentes y estudiantes avanzados respecto a las capacidades desarrolladas durante la carrera y a su aplicación en situaciones análogas a las del ejercicio profesional se identifican, como dificultades concretas, inconvenientes para delimitar un problema en un escenario real y la falta de práctica para priorizar e integrar saberes en pos de establecer un criterio para resolverlo.

El presente trabajo evalúa la implementación de un piloto de Aprendizaje Basado en Retos (ABR), en el que se utiliza el Pensamiento de Diseño (PD) como metodología didáctica para el abordaje del proyecto final de Ingeniería en Mecatrónica, con el propósito de mejorar la articulación del conocimiento y su implementación en la resolución de problemas complejos.

A partir de los entregables generados por los estudiantes, se puede inferir que para su desarrollo debieron ponerse en juego habilidades del pensamiento de orden superior. Además, debieron interactuar de forma frecuente con diferentes docentes y con el usuario externo para compatibilizar plazos académicos con los de desarrollo del prototipo.

Se concluye que el PD resulta apropiado para guiar el proceso de ABR. Por su parte, este último, al abordar desafíos reales, eleva el nivel de dificultad de implementación, pero ofrece aspectos decisivamente positivos como: centrarse en el aprendizaje, promover en el estudiante el aprendizaje autónomo, facilitar el trabajo cooperativo entre profesores y alumnos, generar y estimular espacios multi y transdisciplinarios.

Palabras clave

Competencias, ingeniería, Aprendizaje Basado en Retos (ABR), pensamiento de diseño (PD).

Abstract

The transition from the industrial to the post-industrial era examines models and established practices in their ability to meet the challenges that the knowledge society effectively poses.

In the educational model, skill-based training becomes relevant as an educational approach that could be aligned with current demands. In Argentina, the CONEAU incorporates elements founded on skill-based training for the accreditation of engineering university careers.

From the exchange with teachers and advanced students regarding the skills developed

during the course and their application in situations similar to those of professional practice, the following are identified as specific difficulties: hardships in delimiting a problem in a real scenario and the lack of preparation in prioritizing and integrating knowledge to establish a criterion to solve it.

This paper evaluates the implementation of a pilot project of Challenge-Based Learning (Aprendizaje Basado en Retos, ABR), using Design Thinking (Pensamiento de Diseño, PD) as a didactic methodology to approach the final project of Mechatronics Engineering, to improve the articulation of knowledge and its implementation in the resolution of complex problems.

From the deliverables generated by the students, it can be inferred that higher-order thinking skills had to be put into practice. In addition, students often had to interact with different teachers and with external users to make academic deadlines compatible with the prototype development's deadlines.

Consequently, the finding is that the PD is appropriate for guiding the ABR process. By addressing real-life challenges, the latter is more difficult to implement but offers decisively positive aspects, such as focusing on learning, promoting autonomous education in the student, facilitating cooperative work between teachers and students, and generating and stimulating multi and transdisciplinary spaces.

Key Words

Skills, engineering, Challenge-Based Learning, Design Thinking.

Introducción

Contexto de la problemática

La enseñanza en carreras STEM (de sus siglas en idioma castellano: Ciencia, Tecnología, Ingeniería y Matemática), en particular lo referente a la enseñanza de la ingeniería, por su carácter habilitante para la profesión y, por tratarse de profesiones reguladas por el Estado, Ley de Educación Superior - Ley N° 24.521 , en sus artículos 42 y 43, respectivamente, está sometida a una continua tensión entre el nivel de rigurosidad de los estándares académicos que se requieren para el posterior ejercicio de la actividad, y la demanda de los sectores socioproductivos respecto a las competencias que de estos profesionales se espera. Debido a este último factor y, por su inherente y profunda relación con la tecnología, esta tensión se ha intensificado en función del incremento de la velocidad con que los cambios tecnológicos, y las demandas asociadas a los mismos por parte de la sociedad, están sucediendo en esta nueva era, que algunos autores denominan Sociedad o Economía del Conocimiento (Drucker, 1969) (Bell, 2001) (Drucker, 1993).

En su artículo Aronson (2013), analiza el efecto y los desafíos del tránsito desde la sociedad industrial a la sociedad del conocimiento para la profesión académica, y para la universidad, en este nuevo contexto o paradigma, diferenciando las capacidades laborales requeridas por el industrialismo y las competencias demandadas por la economía del conocimiento. Además, menciona que en el primer caso, para aspirar a un puesto de trabajo era necesario poseer habilidades manuales, conocer el manejo de las máquinas y de las reglas técnicas de manipulación de materiales y procesos, una adquisición que se obtenía a lo largo del tiempo y que posibilitaba progresar en el continuo jerárquico de posiciones. Hoy en día, en cambio, se solicitan competencias para responder autónomamente a las exigencias de la tarea cotidiana, por lo que la independencia y la capacidad de organizar por sí mismo el trabajo resultan aptitudes indispensables (Arnold, 1999). El perfil reclamado es el de un individuo confiable, creativo, innovador, preparado para integrarse a equipos de trabajo, portador de un alto nivel de automotivación y realización, en situación de concebir el cambio como oportunidad más que como contratiempo (Alhama Belamaric, 2006) y dispuesto a tolerar la inherente incertidumbre del mundo del trabajo.

Por su parte, (World Economic Forum, 2020) (Whiting, 2022) identifican, ordenan y clasifican las quince habilidades que resultarán las más requeridas por los empleadores en el 2025. En la Tabla 1, se presentan las diez primeras y su clasificación.

Nº	Habilidad	Clasificación
1	Pensamiento analítico e innovación	Resolución de problemas
2	Aprendizaje activo y estrategias de aprendizaje	Autogestión
3	Resolución de problemas complejos	Resolución de problemas
4	Pensamiento crítico y análisis	Resolución de problemas
5	Creatividad, originalidad e iniciativa	Resolución de problemas
6	Liderazgo e influencia social	Trabajo en equipo
7	Uso, monitoreo y control de la tecnología	Uso y desarrollo de tecnología
8	Diseño y programación de tecnología	Uso y desarrollo de tecnología
9	Resiliencia, tolerancia al estrés y flexibilidad	Autogestión
10	Razonamiento, resolución de problemas e ideación	Resolución de problemas

Tabla 1 – Elaboración propia a partir (World Economic Forum, 2020) (Whiting, 2022)

Si se compara lo mencionado por (Aronson, 2013), con lo identificado por el informe (World Economic Forum, 2020), se puede apreciar una alineación casi completa de los perfiles requeridos para los egresados que conformarán la fuerza laboral de cara a la presente década.

En la misma dirección, en la Declaración (Consejo Federal de Decanos de Ingeniería, 2022) se acuerdan las 10 Competencias Genéricas de Egreso del Ingeniero Iberoamericano. En Argentina estos lineamientos son promovidos por el Consejo Federal de Decanos de Ingeniería (CONFEDI) mediante la Propuesta de estándares de segunda generación para la acreditación de carreras de ingeniería en la República Argentina, “Libro Rojo de CONFEDI” (Consejo Federal de Decanos de Ingeniería, 2022), en el cual se agregan las competencias específicas relacionadas con las actividades reservadas de las diferentes carreras de ingeniería en Argentina. Estos estándares de segunda generación, basados en competencias, son incorporados por el Ministerio de Educación en 2021 en las nuevas resoluciones que regulan 26 carreras de ingeniería en el país, y cuyo proceso de acreditación queda a cargo de la Comisión Nacional de Acreditación Universitaria (CONEAU).

Sin embargo, tanto en el análisis realizado por (Aronson, 2013), como en el documento (Salazar Contreras, 2014), respecto a la Declaración de Valparaíso, se encuentran pasajes que invitan a la reflexión en profundidad respecto de la intencionalidad de las competencias. (Aronson, 2013) invita a “no confundir competencias académicas con empleabilidad”, y a entender que “el avance del conocimiento no se liga exclusivamente a la aceptación de su función económica o a la aplicación según los requerimientos productivos. La creación de conocimiento se relaciona con la búsqueda de soluciones, pero también indica curiosidad intelectual, reflexión y problematización de lo real, materias para las que no alcanza el solo “saber hacer””. En tanto que, (Salazar Contreras, 2014) menciona “Para algunos calificados analistas de la educación, las competencias son una manera de

entenderla. En principio, las competencias no son buenas ni malas. De las competencias podríamos decir lo mismo que afirma Mario Bunge hablando de la ciencia: son intrínsecamente neutras. Su valoración depende de cuál es su orientación. No es lo mismo que estén exclusivamente dirigidas al mercado laboral, o que estén orientadas a la creación de conocimiento, o a la formación integral de las personas”.

Por su parte (Wagner, 2012) identifica siete habilidades o competencias de supervivencia que también resultan coincidentes con las identificadas por (World Economic Forum, 2020) y las seleccionadas por (Consejo Federal de Decanos de Ingeniería, 2022). En la Tabla 2 se presenta una comparativa de las competencias mencionadas por las distintas fuentes.

N°	Foro Económico Mundial		ASIBEI - CONFEDI	Dr. Tony Wagner
	Habilidad	Clasificación	Competencias genéricas	
1	Pensamiento analítico e innovación	Resolución de problemas	Identificar, formular y resolver problemas de ingeniería Contribuir a la generación de desarrollos tecnológicos y/o innovaciones tecnológicas	Pensamiento crítico y resolución de problemas
2	Aprendizaje activo y estrategias de aprendizaje	Autogestión	Aprender en forma continua y autónoma	Saber buscar y analizar información
3	Resolución de problemas complejos	Resolución de problemas	Identificar, formular y resolver problemas de ingeniería	Pensamiento crítico y resolución de problemas
4	Pensamiento crítico y análisis	Resolución de problemas		Pensamiento crítico y resolución de problemas
5	Creatividad, originalidad e iniciativa	Resolución de problemas	Actuar con espíritu emprendedor	Curiosidad e imaginación Iniciativa y espíritu emprendedor
6	Liderazgo e influencia social	Trabajo en equipo	Desempeñarse de manera efectiva en equipos de trabajo	Colaboración a través de redes y liderar por influencia
7	Uso, monitoreo y control de la tecnología	Uso y desarrollo de tecnología	Utilizar de manera efectiva las técnicas y herramientas de aplicación en la ingeniería	
8	Diseño y programación de tecnología	Uso y desarrollo de tecnología	Gestionar, planificar, ejecutar y controlar proyectos de ingeniería	
9	Resiliencia, tolerancia al estrés y flexibilidad	Autogestión		Agilidad y adaptabilidad
10	Razonamiento, resolución de problemas e ideación	Resolución de problemas	Concebir, diseñar y desarrollar proyectos de ingeniería	Pensamiento crítico y resolución de problemas
11			Comunicarse con efectividad	Comunicación efectiva oral y escrita
12			Actuar con ética, responsabilidad profesional y compromiso social, considerando el impacto económico, social y ambiental de su actividad en el	

Tabla 2 – Elaboración propia.

Quizás a este respecto, focalizando en la formación integral de las personas, el aporte de (Wagner, 2012) permite ampliar el alcance o la intencionalidad del enfoque por competencias, al indicar que no solo serán necesarias “para conseguir y mantener un buen trabajo en la economía del conocimiento global” sino que serán requeridas para poder ejercer nuestros derechos y responsabilidades como ciudadanos activos e informados en el siglo XXI, “y de hecho, son esas las mismas competencias que necesitarán para la ciudadanía y para el aprendizaje continuo”, en resumen “saber hacer complejo e integrador” (Lasnier, 2000).

Problemática identificada

El presente trabajo se enmarca en la materia Formulación y Evaluación de Proyectos, asignatura final de la carrera Ingeniería en Mecatrónica de la Facultad de Ciencias de la Alimentación de la Universidad Nacional de Entre Ríos. Dicha asignatura, correlativa a todas las asignaturas del plan de estudio, procura la integración de conocimientos y habilidades adquiridas durante todo el trayecto académico en un proyecto de ingeniería, promoviendo la articulación frecuente con los docentes de las demás asignaturas durante la elaboración del mismo. A través del proyecto, se pretende que el futuro profesional demuestre capacidad para, identificar problemas u oportunidades del contexto y, para desarrollar una solución técnica pertinente al mismo. Resulta necesario, por lo tanto, que el estudiante aplique criterios que le permitan evaluar la factibilidad técnica de la solución, con una mirada holística que incluya en consideración el análisis de viabilidad desde otros aspectos relevantes (comercial, económica, legal, social y ambiental) en el marco de un trabajo colaborativo con otras disciplinas.

Para lograr estos objetivos, resulta necesario identificar problemáticas que posibiliten al estudiante su abordaje mediante las competencias adquiridas durante la formación, con el objetivo de elaborar una solución de ingeniería. Estas problemáticas pueden ser propuestas por los estudiantes, provenir de demandas específicas de alguna organización, o surgir durante las visitas que se realizan a distintos establecimientos industriales. Durante los primeros meses del cursado resulta necesario delimitar y definir las características del problema que puede ser abordado mediante un proyecto final, definiendo de esta manera el alcance de este.

Se mencionan a continuación, algunas dificultades que se observan en los estudiantes al iniciar esta etapa final de la carrera:

- Inconvenientes para delimitar el alcance de un problema, y por ende de la solución.
- Falta de práctica para integrar, priorizar y aplicar conocimientos adquiridos en pos del desarrollo de una metodología y/o criterio para resolver un problema y planificar la solución. Esta consecuencia podría atribuirse en parte a que todavía la enseñanza universitaria sigue basada en un enfoque por contenidos disciplinares por asignaturas que

frecuentemente se mantienen como casilleros estancos, sin una concreta integración horizontal y vertical.

- Procrastinación para tomar decisiones.

Asimismo, los propios estudiantes manifiestan dudas, indecisiones y “miedos” respecto a sus capacidades (competencias) para encarar y resolver problemas reales de la profesión, que pueden estar basados en los factores mencionados.

Por otra parte, debido al esquema de correlatividades antes mencionado, y por tratarse de una carrera de ingeniería de reciente creación (Plan 2015), la asignatura posee actualmente una baja cantidad de estudiantes por docente (menor a 10 en la actualidad). Esta característica, que posibilita un mayor nivel de personalización y acompañamiento al estudiante, convierte a Formulación y Evaluación de Proyectos en un ámbito efectivo para explorar innovaciones en las metodologías enseñanza-aprendizaje. Asimismo, su característica de asignatura final, le concede la oportunidad de generar vínculos entre estudiantes próximos a recibirse (talento con un alto nivel de capacitación) y empresas u organizaciones de la región que identifican problemáticas cuya solución requiere un esfuerzo de ingeniería. Por último, esta interacción ofrece elementos que permiten analizar el tipo de formación que está ofreciendo la carrera.

Fundamento pedagógico de la asignatura

Basado en lo expresado anteriormente, considerando la característica sistémica e integradora de la materia, su inherente, e inminente, relación con el quehacer profesional, y el impostergable advenimiento de estándares de acreditación basados en el Libro Rojo, en 2019 se decidió, desde la cátedra, diseñar una planificación basada en la formación por competencias, por considerar que atiende los rasgos principales de un enfoque educativo capaz de afrontar los desafíos de la sociedad del conocimiento. Al respecto, (Férrandez March, 2006) señala lo siguiente:

De modo sintético, los rasgos principales del modelo educativo hacia el que nos dirigimos y que le convierten en un modelo más eficaz para los desafíos a los que hay que responder son:

- Centrado en el aprendizaje, que exige el giro del enseñar al aprender, y principalmente, enseñar a aprender a aprender y aprender a lo largo de la vida.
- Centrado en el aprendizaje autónomo del estudiante tutorizado por los profesores.
- Centrado en los resultados de aprendizaje, expresadas en términos de competencias genéricas y específicas.
- Que enfoca el proceso de aprendizaje-enseñanza como trabajo cooperativo entre profesores y alumnos.
- Que exige una nueva definición de las actividades de aprendizaje-enseñanza.
- Que propone una nueva organización del aprendizaje: modularidad y espacios curriculares multi y transdisciplinarios, al servicio del proyecto educativo global (plan de estudios).

- Que utiliza la evaluación estratégicamente y de modo integrado con las actividades de aprendizaje y enseñanza y, en él, se debe producir una revaloración de la evaluación formativa-continua y una revisión de la evaluación final-certificativa...

...Los rasgos característicos de este nuevo modelo educativo exigen el desarrollo de un perfil profesional, de unos roles y unas actividades diferentes a las tradicionales en los estudiantes y los profesores. El perfil apropiado del estudiante viene caracterizado por los siguientes elementos: aprendiz activo, autónomo, estratégico, reflexivo, cooperativo, responsable.

Además, como también señala (Fernández March, 2010):

“La formación por competencias se basa en el reencuentro de dos corrientes teóricas en las ciencias de la educación: el cognitivismo y el constructivismo. El cognitivismo se ocupa de la manera en la que el aprendiz adquiere y aplica los conocimientos y las habilidades (Lasnier, 2000). Por lo tanto, propone estrategias de formación susceptibles de favorecer la construcción gradual de los conocimientos en el estudiante tomando en cuenta los elementos afectivos, cognitivos y metacognitivos de los mismos...

... La formación por competencias se apoya de igual forma en el constructivismo ya que hace hincapié en el papel activo del aprendiz como primer artesano de su aprendizaje. Bajo esta perspectiva, el constructivismo sostiene que los nuevos conocimientos se adquieren progresivamente relacionándolos con los conocimientos anteriores. Asimismo, el constructivismo propone fomentar la autonomía y la iniciativa del aprendiz, de presentarle tareas que le signifiquen algo, de favorecer el aprendizaje por medio de la manipulación del material y la interacción con los demás, de apoyar al aprendiz y de guiarlo en su aprendizaje y, finalmente, de poner al aprendiz en acción para llevarlo a construir sus conocimientos, su saber ser y su saber hacer (Lasnier, 2000). Este modelo formativo, bien comprendido, permite abordar los desafíos mundiales a los que todos nosotros nos enfrentamos y preparar personas competentes que conozcan su campo de especialidad; personas solidarias; personas capaces de analizar los retos actuales y personas listas para comprometerse concretamente y expresarse”.

Alineado con este contexto teórico, la asignatura en 2020 decide sustentar proceso de enseñanza-aprendizaje en metodologías didácticas con una fuerte impronta constructivista como “aprender haciendo”, “aprendizaje basado en proyectos” y “aula invertida o flipped classroom”. Estas metodologías, de carácter predominantemente práctico, propician desplazar el foco del proceso de enseñanza-aprendizaje del que enseña al que aprende, para que éste último pueda construir, y reflexionar, a partir de su estructura de conocimientos previos. El hecho de que la actividad constructiva del estudiante se aplique a unos contenidos de aprendizaje preexistente, interpela el papel tradicional del docente, que se convierte en un facilitador, aunque no se agota simplemente en esa función, debe asumir también el compromiso de guiar al alumno a la reflexión. En el rol de

facilitador debe propiciar el encuentro entre problemas, preferentemente reales, pero no delimitados, los conocimientos, y las preguntas significativas para los alumnos. En el rol de guía para el aprendizaje reflexivo, debe favorecer que el alumno aprenda a interrogar e interrogarse, a cuestionar situaciones y formas de hacer, con espíritu crítico y distintos enfoques, basado en información contrastada, con criterios elaborados.

En tal sentido, (Cukierman, 2018) señala “En cambio, en el Aprendizaje Centrado en el Estudiante (ACE), el foco está puesto en lo que el estudiante hace para aprender y el profesor es el guía o “facilitador” ya que, desde su conocimiento y experiencia, tanto de su papel docente como de la disciplina de que se trate, configura las estrategias y acciones necesarias para que sea el alumno el que construya el conocimiento”

Y también menciona que “En cuanto a la efectividad de este enfoque, existen muchas y variadas investigaciones que demuestran que el ACE les permite a los estudiantes alcanzar un aprendizaje más auténtico y de mayor significación y persistencia, a la vez que permite desarrollar habilidades de pensamiento de orden superior (pensamiento crítico, creatividad, análisis, conceptualización, evaluación y autoevaluación, etc.), lo que es particularmente cierto en la educación superior”

En función de lo expresado, las clases se realizan siguiendo la forma de ateneos didácticos. “El ateneo es una estrategia de desarrollo profesional que redundará en el incremento del saber implicado en la práctica a partir del abordaje y la resolución de situaciones singulares que la desafían en forma constante” (Alen, 2008). Esta definición amplia podría ser tomada para diferentes profesionales, pero la mención de la “práctica”, en nuestro caso, hace referencia a la práctica de enseñar, razón por la cual utilizaremos la denominación de “ateneos didácticos”. El hecho de que los ateneos han sido pensados como dispositivos a través de los cuales los profesionales socializan y revisan sus prácticas y casos concretos a la luz de los aportes teóricos permite visualizarlos como valiosos para la formación en la práctica docente, tanto inicial como continua. Es un espacio de encuentro en el cual se intercambian saberes en relación con las prácticas de enseñanza desde un abordaje reflexivo; se trata de un contexto grupal de aprendizaje en el que se debaten alternativas de resolución a problemas específicos y situaciones singulares” (Sanjurjo, 2009).

Otras características relevantes de los ateneos para la estrategia pedagógica de la asignatura se explican en (Ministerio de Educación de la Provincia de Córdoba, 2015):

- Requiere un abordaje metodológico que favorezca la ampliación e intercambio de perspectivas (de los estudiantes, del docente, de expertos) sobre el caso/situación en cuestión. La clave del ateneo es la discusión crítica colectiva.
- Resulta útil en instancias finales de procesos por lo cual posee un alto potencial como dispositivo de integración y evaluación de aprendizajes.
- El trabajo en ateneo incluye (en múltiples combinaciones posibles) actividades vinculadas con: actualización (momentos informativos); análisis y reflexión de situaciones; diseño de

alternativas o proyectos, entre otras.

Los ateneos se complementan con talleres para abordar los proyectos elegidos, y se invita a profesionales y/o expertos en las temáticas seleccionadas para discutir el problema, las alternativas de solución y el prototipado.

Innovación en la estrategia pedagógica

En el año 2021, se decide implementar y evaluar en la cátedra, una prueba piloto basada en el Aprendizaje Basado en Retos (ABR) como propuesta pedagógica, y en el Pensamiento de Diseño (PD) como metodología didáctica. Motivan esta decisión, diferentes objetivos: mejorar la articulación del conocimiento y su implementación para la resolución de problemas complejos, estimular tanto el espíritu crítico como el trabajo colaborativo, y abordar desde otras perspectivas los resultados de aprendizaje ubicados en los niveles superiores de la taxonomía de Bloom (1956), es decir partiendo de la Aplicación, enfocar el trabajo en el Análisis, Síntesis y Evaluación o si nos basamos en (Krathwohl, 2002) Anderson/Krathwohl, Analizar, Evaluar y Crear.

Aprendizaje basado en retos (ABR)

En la búsqueda de antecedentes y definiciones, se puede apreciar que el Aprendizaje Basado en Retos (ABR) o Challenge Based Learning (CBL) resulta una metodología de relativamente reciente difusión. La búsqueda en Google Académico⁶ para el periodo comprendido entre los años 1950 y 2000 mostraba 12 resultados, mientras que, si se repite la búsqueda para el periodo comprendido entre 2000 y 2022, arroja 5740 resultados⁷, de los cuales el 5490, es decir el 95,6%, fue publicado en los últimos 10 años⁸. Estos datos muestran evidencia de un crecimiento relevante de la difusión de metodología, que permite inferir un mayor interés y aplicación de la misma.

No se profundiza en el presente artículo, en desarrollar una definición propia de la metodología, ya que no es el objetivo del mismo, aunque si se contextualizará con referencias que se ajustan al marco de la propuesta, provenientes de otros ámbitos universitarios. En (Universidad Politécnica de Madrid, 2020) se precisa:

El Aprendizaje Basado en Retos (ABR) es un enfoque de aprendizaje activo que pretende el desarrollo integral de competencias específicas y de habilidades transversales, mediante un proceso colaborativo en el cual se genera conocimiento aplicado y multidisciplinar entre iguales. Con el apoyo del equipo docente, y en ocasiones con la implicación de otros expertos y

⁶ https://scholar.google.es/scholar?q=%22Aprendizaje+basado+en+retos%22+OR+%22Challenge+based+learning%22&hl=es&as_sdt=0%2C5&as_ylo=1950&as_yhi=2000

⁷ https://scholar.google.es/scholar?q=%22Aprendizaje+basado+en+retos%22+OR+%22Challenge+based+learning%22&hl=es&as_sdt=0%2C5&as_ylo=2000&as_yhi=2022

⁸ https://scholar.google.es/scholar?q=%22Aprendizaje+basado+en+retos%22+OR+%22Challenge+based+learning%22&hl=es&as_sdt=0%2C5&as_ylo=2012&as_yhi=2022

entidades del ámbito profesional y del entorno, en una experiencia de ABR el aprendizaje tiene lugar en un recorrido vivencial en el que a partir de una problemática sociotécnica amplia y real se identifica un reto significativo, y se analizan, diseñan, implementan y divulgan soluciones.

Los precursores principales del ABR son el Aprendizaje Basado en Problemas y el Aprendizaje Orientado a Proyectos (ABP, AOP, en inglés PBL), metodologías activas en las que equipos de estudiantes desarrollan un proyecto o dan solución a un problema de diagnóstico, diseño o investigación.

Sin embargo, el ABR eleva el nivel de dificultad pues aborda desafíos reales y sociales; es inherentemente multidisciplinar; el ABR tiene el objetivo declarado de que las soluciones no solo deben proponerse, sino también aplicarse, han de ser prototipadas o validadas con audiencias auténticas siempre que sea posible; el ABR suele combinar objetivos de sostenibilidad ambiental y socio-económica con el desarrollo empresarial e industrial; y en ocasiones, el reto plantea alcanzar resultados en plazos reducidos.

Mientras que De La Cruz Velazco et al. (2022) resalta “La característica de esta estrategia pedagógica es un modo flexible, holístico, multidisciplinario y vivencial (Rodríguez et al., 2021). Como consecuencia el estudiante se apropia de su proceso de aprendizaje en forma autónoma y autorregulada (Cejas et al., 2019)”.

Pensamiento de diseño (PD) o Design Thinking (DT)

De la misma forma que se procedió para la búsqueda de antecedentes para el Aprendizaje Basado en Retos (ABR) se relevó la difusión del Pensamiento de Diseño (PD) o Design Thinking. La búsqueda en Google Académico⁹ para el periodo comprendido entre los años 1950 y 2000 mostraba 2860 resultados, mientras que si se repite la búsqueda para el periodo comprendido entre 2000 y 2022, arroja 14800 resultados¹⁰, de los cuales 14500, es decir el 98,0%, fue publicado en los últimos 10 años¹¹. Se puede observar, de la comparación de datos con los resultados de la búsqueda de ABR, un crecimiento relevante, en porcentaje similar, de la difusión del PD, pero partiendo de un número base mayor de publicaciones, es decir que resultaba más difundida que el ABR.

El Pensamiento de diseño o Design Thinking, es una metodología de las consideradas ágiles, promueve un enfoque basado en el problema y en el usuario, y una forma de trabajo colaborativa y, de manera recomendada, multidisciplinar.

Cabe destacar que las metodologías ágiles surgen en el año 2001, ante la necesidad de crear

⁹ https://scholar.google.es/scholar?hl=es&as_sdt=0%2C5&as_ylo=1950&as_yhi=2000&q=%22Pensamiento+de+Dise%C3%B1o%22+OR+%22Design+Thinking%22&btnG=

¹⁰ https://scholar.google.es/scholar?q=%22Pensamiento+de+Dise%C3%B1o%22+OR+%22Design+Thinking%22&hl=es&as_sdt=0%2C5&as_ylo=2000&as_yhi=2022

¹¹ https://scholar.google.es/scholar?hl=es&as_sdt=0%2C5&as_ylo=2012&as_yhi=2022&q=%22Pensamiento+de+Dise%C3%B1o%22+OR+%22Design+Thinking%22&btnG=

un producto en el menor tiempo posible, a través de metodologías flexibles que admitan modificaciones durante todo el proceso de desarrollo, a diferencia de los modelos tradicionales, que son más rígidos e inflexibles.

Dentro de sus premisas se encuentra valorar al individuo y las interacciones del equipo de desarrollo sobre el proceso y las herramientas, colaborar con el cliente sobre la negociación de un contrato, plantea una relación continua entre usuario/negocio y el equipo de desarrollo y responder a los cambios más que seguir estrictamente un plan.

Pensamiento de Diseño o Design Thinking es definida por (Dschool Stanford, 2022) como una metodología para la resolución creativa de problemas. Esta metodología es parte de la filosofía de Diseño Centrado en las Personas o Human Centered Design que pretende entender a profundidad al usuario y/o beneficiario de nuestra propuesta de solución, como explica (Ibarra).

Esta filosofía queda reflejada en las etapas que componen el proceso de Pensamiento de Diseño (Stanford University):

- **Empatizar:** Trabaja para comprender completamente la experiencia del usuario para el que estás diseñando. Haz esto a través de la observación, la interacción y sumergiéndote en sus experiencias.
- **Definir:** Procesa y sintetice los hallazgos de su trabajo de empatía para formar un punto de vista del usuario que abordará con su diseño.
- **Idear:** explora una amplia variedad de posibles soluciones generando una gran cantidad de diversas soluciones posibles, lo que te permite ir más allá de lo obvio y explorar una variedad de ideas.
- **Prototipar:** Transforme sus ideas en una forma física para que pueda experimentarlas e interactuar con ellas y, en el proceso, aprender y desarrollar más empatía.
- **Probar:** pruebe productos de alta resolución y use observaciones y comentarios para refinar prototipos, aprender más sobre el usuario y refinar su punto de vista original.

Un preciso resumen del encuadre del PD para la innovación propuesta para el proceso de enseñanza-aprendizaje en la asignatura para 2021, se puede encontrar en (Torres-Gordillo, García-Jiménez, & Herrero-Vázquez, 2020) “Aplicado al ámbito académico, DT se encuadra dentro del constructivismo, puesto que parte de que el aprendizaje se construye socialmente (Tschimmel, 2012). Se fundamenta en el aprendizaje basado en retos, que es una evolución del aprendizaje basado en problemas con una perspectiva más dinámica y abierta de las soluciones (Malmqvist, Rådberg & Lundqvist, 2015). El proceso DT obliga al alumnado a tomar conciencia de la complejidad social y a tener apertura a soluciones creativas que respondan a las necesidades reales de personas o colectivos concretos (Charosky et al., 2018; Leinonen & Durall, 2014; Munyai, 2016; Renard, 2014; Valentine, Kroll, Bruce, Lim & Mountain, 2017). Este proceso facilita el desarrollo de competencias de las personas implicadas (Deaner & McCreery-Kellert, 2018)”

Resumiendo, para llevar adelante el piloto, se adoptó la metodología de Pensamiento de

diseño o Design Thinking como guía para la identificación de problemáticas y el desarrollo de soluciones. Se busca facilitar instancias de interacción con usuarios o demandantes externos (rol central e imprescindible) a través de visitas a establecimientos y/o entrevistas que permitan al estudiante identificar y delimitar problemas concretos en un contexto real, en el cual el problema existe, pero no está definido (Aprendizaje basado en Retos). Estas instancias permiten que los estudiantes desarrollen aprendizajes experienciales, al mismo tiempo que recurren de forma frecuente con los docentes de otras asignaturas, aplicando, integrando y poniendo en tensión saberes y distintos enfoques de solución. Asimismo, establecen un contacto fluido y frecuente con los usuarios, quienes son los que definen los requerimientos del desarrollo, que los estudiantes durante las etapas de Empatía, Definir e Idear, deben transformar en especificaciones técnicas del producto o desarrollo.

Presentación y discusión de resultados

Experiencia 2021

El proceso inicia con la inducción de los estudiantes al Aprendizaje Basado en Retos y al Pensamiento de Diseño, procurando promover en ellos, el compromiso, la curiosidad y la motivación para desarrollar el proyecto final.

Para el Aprendizaje Basado en Retos es imprescindible encontrar un usuario real que nos presente una problemática factible de ser abordada mediante una solución de ingeniería en mecatrónica, y las visitas a industrias resultan una buena oportunidad para lograr ese cometido.

En marzo de 2021, se realiza una visita de docentes y estudiantes a una planta industrial ubicada en Concordia. La visita es organizada por las profesoras de la asignatura Gestión Ambiental, quienes articulan con los docentes de las cátedras de Electrónica de Potencia y de Formulación y Evaluación de Proyectos, con el objetivo de aprovechar esta situación didáctica para realizar un ejercicio de integración horizontal. Se puede analizar la integración, dividiendo la visita en tres momentos:

- Previo iniciar el recorrido por la planta industrial, cada docente, plantea una guía de interrogantes a los estudiantes referidos a sus cátedras, a modo de relevamiento.
- Durante el recorrido, los operarios de diferentes procesos de la planta (usuarios) comentan problemáticas o situaciones factibles de ser optimizadas en sus respectivos sectores, y debaten con docentes y estudiantes los impactos de estas y posibles estrategias de abordaje, considerando los distintos enfoques disciplinares de las cátedras presentes.
- Finalizado el recorrido (cierre de la visita), docentes y estudiantes realizan una puesta en común y debaten las observaciones realizadas, las oportunidades de mejora, y los posibles hallazgos que podrían ser abordados mediante un proyecto. Se identifica una

problemática concreta en el sector de tratamiento de efluentes líquidos, en el cual tanto la efectividad de la aireación de la pileta aeróbica como la eficiencia de los motores asociados a los aireadores, presentan un potencial de mejora relevante. Como puede observarse, la problemática detectada está asociada a las especificidades de las cátedras presentes durante el recorrido.

Para la asignatura Formulación y Evaluación de Proyectos, la visita se enmarcó en las actividades de la etapa de Empatía del Pensamiento de Diseño.

Además, durante esta etapa, y ante la solicitud del área de extensión de la facultad, estudiantes y docente, realizan una entrevista con la asesora técnica de una cooperativa agropecuaria apícola y granjera, que requiere el diseño, fabricación y puesta en marcha de una máquina para trabajar el compost en campo.

A comienzos de abril, los cinco estudiantes que cursan Formulación y Evaluación de Proyectos ya disponen de dos retos para trabajar:

1. Diseñar, desarrollar y fabricar una volteadora de compost para una cooperativa productora de bioinsumos.
2. Proponer una solución que mejore la problemática de consumo y eficiencia de la pileta aeróbica de tratamiento de efluentes de la empresa visitada.

Los cinco estudiantes inician abordando en conjunto el primer reto, por haber sido presentado semanas previas a la identificación del segundo. Analizan y debaten la problemática, avanzan en el diseño conceptual de una solución que termina en un diseño preliminar elaborado con herramientas de Diseño Asistido por Computadora (CAD), con el correspondiente análisis de resistencia de la estructura propuesta. Al finalizar el cuatrimestre, los estudiantes deciden no continuar con el reto, el cual es tomado por la asignatura de cuarto año Mecanismos y elementos de Máquinas, para seguir trabajándolo a partir de los avances realizados por los estudiantes de quinto. En este punto, dos de los estudiantes habían iniciado, en simultáneo, el análisis del reto 2 y eligen encararlo como proyecto final. Los otros tres estudiantes por su situación académica con materias pendientes deciden no continuar la cursada.

Los estudiantes transitan las distintas fases del PD para trabajar el reto. Se mantienen reuniones periódicas de consultas con el usuario identificado en la empresa (Fase de Empatía), para definir los requerimientos de la solución (Fase Definir). Simultáneamente, se idean, proponen, descartan y modifican alternativas de solución (Fase Idear). Ante la imposibilidad técnica, económica y operativa, de desarrollar e implementar en el corto plazo la solución a escala; y siguiendo los lineamientos del Pensamiento de Diseño, se procede al diseño, desarrollo y evaluación de una solución en modo prototipo funcional (Fase Prototipar y Fase Evaluar).

Para llevar a cabo la construcción del prototipo, se requieren dos tipos de recursos de índole diferente: recursos tangibles (materiales e insumos para el prototipo) y recursos intangibles

(conocimiento y talento humano). Este nuevo requerimiento conlleva a la formulación y presentación de dos Proyectos de Innovación e Incentivo a la Docencia (PIID) en la convocatoria 2021, los cuales resultan aprobados. Se obtiene de esta manera el financiamiento para los materiales e insumos, y el compromiso de los docentes de las asignaturas que participan en los mismos. Se detallan a continuación los proyectos aprobados y las cátedras intervinientes:

- Prototipar para aprender. Asignatura responsable: Formulación y Evaluación de Proyectos. Asignaturas involucradas: Automatización industrial, Electrónica de potencia y Sistemas operativos y redes de comunicación.
- Tecnologías IoT aplicadas al Control Industrial. Asignatura responsable: Sistemas operativos y redes de comunicación. Asignaturas involucradas: Automatización industrial, Electrónica de potencia y Formulación y Evaluación de Proyectos.

Los estudiantes, acompañados por los docentes de las asignaturas mencionadas, avanzan con la definición de las especificaciones técnicas que requiere cumplir el prototipo, para resultar representativo del sistema a escala que debería instalarse en la planta. El ensamble del hardware y la programación del software del prototipo les permite “vivenciar” dificultades propias del proceso de desarrollo, y prever posibles situaciones a resolver durante el escalado. También, a partir de la experiencia práctica de prototipar, pudieron constatar los plazos de desarrollo, lo que les permitió realizar una mejor estimación de los tiempos de implementación en planta.

En las últimas etapas, disponiendo ya del prototipo funcional, desde la asignatura Microcontroladores, el docente les propone generar una simulación de la respuesta del sistema de control diseñado, a partir de las fórmulas estudiadas del proceso real. Con esta simulación en el prototipo, con los planos esquemáticos del sistema a instalar en planta y el cálculo de la inversión correspondiente, se da por finalizado el proyecto en junio de 2022.

Análisis de los resultados de la experiencia

En función de los objetivos planteados para la experiencia de innovación para el proceso enseñanza-aprendizaje 2021, se agrupan e identifican los principales aspectos que se consideran como resultados e impactos relevantes del piloto.

Objetivo:

- Mejorar la integración del conocimiento y su aplicación para la resolución de problemas complejos.

Resultados:

- Aumento de las instancias de interacción de estudiantes con el usuario, sector de la empresa demandante de la solución.
- De la interacción con el usuario, los estudiantes acompañados por los docentes transformaron una lista de requerimientos en especificaciones técnicas para la solución mecatrónica.

- Los estudiantes abordaron el estudio del proceso a intervenir (comportamiento de las burbujas de aire en la pileta de aireación de efluentes), determinando las fórmulas que rigen el proceso para poder con estos datos de entrada simular la salida en el software del prototipo.

- Se obtuvieron avances concretos del proyecto final, durante la cursada del mismo.

- Integración de los conocimientos de cinco cátedras mediante proyectos. En el Gráfico 1 se puede apreciar un esquema representativo, de las etapas de PD y la interacción entre cátedras.

Objetivo:

· Estimular el espíritu crítico y el trabajo colaborativo.

Resultados:

- Elaboración y ejecución de dos proyectos intercátedras en la convocatoria 2021 de Proyectos de Innovación e Incentivo a la Docencia (PIID).

- Aumento de la interacción de los estudiantes con docentes de cátedras relacionadas con el desarrollo tecnológico. Desde la asignatura Microcontroladores se procedió a realizar el proceso de tutorización en forma constante durante el desarrollo de la solución, y se estimuló a los estudiantes a la realización de la simulación en el software del prototipo.

Objetivo:

· Abordar de una mejor manera los resultados de aprendizaje ubicados en los niveles superiores de la taxonomía de Bloom.

Resultados:

- Desarrollo, montaje y prueba de un prototipo funcional, con simulación del proceso estudiado.

- Presentación de un proyecto final de grado que incluye además del desarrollo y evaluación del prototipo, el análisis técnico y económico de la solución en las condiciones del proceso en planta.

- Integración de saberes propios, los estudiantes generaron un repositorio propio mediante GitHub para su proyecto y el avance del mismo.

Si se evalúa la experiencia en función de los resultados obtenidos para los objetivos planteados, a entender de la cátedra, el impacto de la implementación del ABR y del PD es satisfactorio. Además, basados en (Krathwohl, 2002), si se analizan los entregables generados por los estudiantes, se puede inferir que para el desarrollo de estos debieron ponerse en juego habilidades del pensamiento de orden superior, las cuales se ubican en los elementos taxonómicos de: Analizar, Evaluar y Crear.

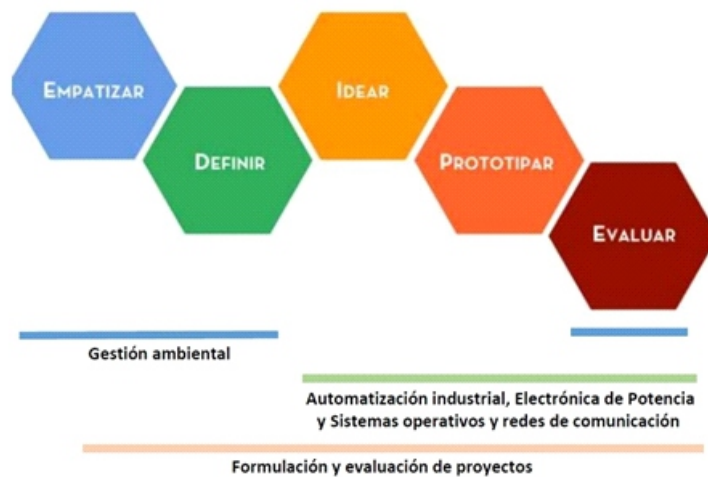


Gráfico 1 – Integración de las asignaturas durante el proceso de Pensamiento de Diseño para abordar el reto elegido para el proyecto final.

Analizada la experiencia, mediante una herramienta propia de la disciplina de gestión de proyectos, el triángulo de hierro, resultan evidentes las dificultades que deben tenerse en cuenta para la implementación del ABR:

- Desde el punto de vista del alcance: la dificultad de compatibilizar el alcance del reto con un estándar de requisitos para las actividades reservadas,
- Desde el punto de vista de recursos: el costo de los materiales o acceder a ellos limita los prototipos factibles de desarrollarse en el plazo de la elaboración del proyecto final. Una alternativa en este sentido es el financiamiento de los recursos necesarios, por el demandante de la solución, o mediante proyectos como los mencionados, o a través de ventanillas de distintos ministerios: Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación, Ministerio de Educación, ex Ministerio de Desarrollo Productivo, o también Proyectos de Desarrollo Tecnológico y Social (PDTs). Es importante mencionar en estos casos el desafío extra que conlleva sincronizar tiempos de presentación y ejecución efectiva de los financiamientos provenientes de esas alternativas, con el plazo para la elaboración, presentación y aprobación de un proyecto final de carrera. En ningún caso este último debiera quedar sujeto a los plazos de los anteriores.
- Desde el punto de vista de tiempo: compatibilizar plazos académicos con plazos de desarrollo esperado para la escala prototipo o solución escalable.

En función de estas dificultades, y del elevado tiempo de trabajo uno a uno que requiere el ABR, una incógnita que surge de la aplicabilidad de la metodología, es si resulta válida, o mejor dicho adaptable, para asignaturas con mayor número de estudiantes por docente.

Para el caso expuesto, los estudiantes pudieron integrar y aplicar conocimientos, interactuando con diferentes docentes y con un usuario externo, con quien pudieron

compatibilizar plazos académicos con plazos de desarrollo esperado para la escala prototipo, factor, este último, no menor a consideración de los autores del presente trabajo.

Conclusiones

El mundo se encuentra en una situación de transición desde la era industrial a la post industrial, también llamada sociedad del conocimiento. En este escenario, tanto modelos como prácticas aceptadas y establecidas en la era industrial se encuentran cuestionadas, ya sea desde aspectos de la vigencia de su capacidad para resolver eficazmente los desafíos de la nueva era, como así también desde la aceptación social y ambiental de las mismas. El sistema educativo y sus modelos de enseñanza y aprendizaje no son ajenos a estos cuestionamientos.

En particular lo referente a la enseñanza de la ingeniería, por su carácter habilitante para la profesión y por tratarse de profesiones reguladas por el Estado, está sometida a una continua tensión entre el nivel de rigurosidad de los estándares académicos que se requieren para el posterior ejercicio de la profesión y la demanda de los sectores socioproductivos respecto a las competencias que de estos profesionales se espera. Sin embargo, es importante remarcar que en esta transición, por su inherente y profunda relación con la tecnología, esta tensión se ha intensificado en función del incremento de la velocidad con que los cambios tecnológicos suceden y de las demandas asociadas a los mismos por parte de la sociedad.

En este contexto, cobra relevancia en los últimos años, la formación por competencias como un enfoque educativo que podría resultar acorde a las demandas de la sociedad del conocimiento. En las fuentes analizadas se encuentran ciertas coincidencias respecto a la definición de competencias e incluso a cuáles resultan las de mayor relevancia para el desempeño laboral efectivo en los próximos años. Sin embargo, es importante rescatar lo que surge en (Salazar Contreras, 2014) de las discusiones en el marco de la ASIBEI, en lo referido a la intencionalidad u orientación de la formación por competencias, “no es lo mismo que estén exclusivamente dirigidas al mercado laboral, o que estén orientadas a la creación de conocimiento, o a la formación integral de las personas”. En un sentido similar, (Aronson, 2013) alerta de “no confundir competencias académicas con empleabilidad”. Para este trabajo se adoptó, como concepto de competencia, lo resumido por Lasnier un “saber hacer complejo e integrador”, orientado a la formación integral de las personas, basados en los aportes de (Wagner, 2012) que indica que no solo serán necesarias “para conseguir y mantener un buen trabajo en la economía del conocimiento global” sino que serán requeridas para poder ejercer nuestros derechos y responsabilidades como ciudadanos activos e informados en el siglo XXI, “y de hecho, son esas las mismas

competencias que necesitarán para la ciudadanía y para el aprendizaje continuo”.

Sin perder de vista, la importancia filosófica, social y política de estas observaciones, en el plano operativo inmediato, CONEAU incorpora, para sus próximas evaluaciones de acreditaciones de carreras de ingenierías, elementos basados en la formación por competencias, más precisamente, las indicaciones que figuran en el Libro Rojo elaborado por CONFEDI y CONEAU.

En este contexto, la cátedra de Formulación y Evaluación de Proyectos de la carrera de Ingeniería en Mecatrónica de la Facultad de Ciencias de la Alimentación de la Universidad Nacional de Entre Ríos decide en el 2021, implementar el Aprendizaje Basado en Retos (ABR) como propuesta pedagógica, utilizando el Pensamiento de Diseño (PD) como metodología didáctica. Se procura con esta innovación, mejorar la articulación del conocimiento y su implementación para la resolución de problemas complejos, estimular tanto el espíritu crítico como el trabajo colaborativo, y abordar desde otras perspectivas los resultados de aprendizaje ubicados en los niveles superiores de la taxonomía de Bloom.

Analizada la experiencia, mediante el triángulo de hierro, resultan evidentes las dificultades que deben tenerse en cuenta para la implementación del ABR: determinación del alcance, compatibilización de tiempos académicos y de desarrollo, consecución de recursos para el prototipado. Resulta por lo tanto necesario incorporar herramientas metodológicas que faciliten la delimitación del alcance del reto, adecuándolo a las exigencias académicas basadas en las actividades reservadas, a los recursos disponibles o asequibles, y a plazos académicos y de desarrollo aceptables.

Para el caso expuesto, los estudiantes pudieron integrar y aplicar conocimientos, interactuando con diferentes docentes y con un usuario externo, con quien pudieron compatibilizar plazos académicos con plazos de desarrollo esperado para la escala prototipo. Al respecto es importante mencionar que resulta imprescindible desarrollar competencias de comunicación asertiva entre docentes, estudiantes y usuarios, para acordar pautas concretas en cuanto a actividades, resultados, plazos y manejo de la información.

La implementación de la experiencia, en vista de los resultados obtenidos, es satisfactoria para alcanzar los objetivos planteados. Además, si se analizan los entregables generados por los estudiantes, se puede inferir que para el desarrollo de estos debieron ponerse en juego habilidades del pensamiento de orden superior, las cuales se ubican en los elementos taxonómicos.

De la experiencia se concluye que, el Pensamiento de Diseño, resulta una metodología didáctica útil para abordar y guiar el proceso de Aprendizaje Basado en Retos. Por su parte, este último al abordar desafíos reales, eleva el nivel de dificultad de implementación, pero ofrece aspectos decisivamente positivos como: centrarse en el aprendizaje, promover en el estudiante el aprendizaje autónomo tutorizado por los profesores, facilitar el trabajo

cooperativo entre profesores y alumnos, generar y estimular espacios multi y transdisciplinarios.

En función de las dificultades antes mencionadas, y del elevado tiempo de trabajo uno a uno que requiere el ABR, una incógnita que surge de la aplicabilidad de la metodología, es si resulta válida, o mejor dicho adaptable, para asignaturas con mayor número de estudiantes por docente.

Para finalizar, se considera necesario, de no surgir naturalmente durante el proceso, incorporar intervenciones específicamente diseñadas para promover el espíritu crítico (tesis, antítesis, síntesis), que faciliten el análisis reflexivo de los futuros profesionales, con una visión sistémica que busque sintetizar aristas disímiles, en muchos casos contrapuestas, respecto a lo requerido por el mercado, la sociedad y el cuidado ambiental. La integración con asignaturas como Gestión Ambiental, o con temáticas relacionadas a la ética profesional, como así también la promoción de proyectos que atiendan problemáticas enmarcadas en los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), o surgidos de otros espacios universitarios como extensión, o investigación más específicamente los Proyectos de Desarrollo Tecnológico y Social (PDTs), o provenientes de Organizaciones No Gubernamentales, o ámbitos del Estado, permitirán orientar la formación por competencias en nuestras universidades a la formación integral de personas comprometidas con un desarrollo más justo e inclusivo, como bien identifica el Libro Rojo del CONFEDI, en la octava de las competencias genéricas "Actuar con ética, responsabilidad profesional y compromiso social, considerando el impacto económico, social y ambiental de su actividad en el contexto local y global"

A medida que la ingeniería se vuelve más importante en la conformación de la sociedad, es cada vez más necesario que los ingenieros practiquemos la introspección. Más que confiar simplemente en nuestros éxitos técnicos, debemos intensificar nuestros esfuerzos para explorar, definir y mejorar los fundamentos filosóficos de nuestra profesión

Samuel L. Florman, *The Civilized Engineer*, 1987

Agradecimientos

A las profesoras Paola Sinner y Norma Sanabria, de la asignatura Gestión Ambiental de la carrera de Ingeniería en Mecatrónica de la Universidad Nacional de Entre Ríos (UNER) por su pasión y compromiso para con los estudiantes y con el proceso de aprendizaje, por promover el trabajo articulado entre cátedras y con el sector socioproductivo, y por sus aportes en la identificación del reto.

A los estudiantes, hoy Ingenieros en Mecatrónica, Gabriel Aguirre y Gianluca Lovatto por asumir el desafío de abordar el reto, por su dedicación, curiosidad y constancia para investigar, desarrollar y prototipar una solución tecnológica pertinente.

A los docentes de Ingeniería en Mecatrónica: Alcides Burna, Ernesto Miranda y Daniel Gamero por sumarse a la iniciativa de trabajar colaborativamente en el reto y en los Proyectos de Innovación e Incentivo a la Docencia (PIID), y en especial a Germán Hachmann por sus aportes al desarrollo del prototipo y su constante estímulo intelectual para los estudiantes.

A Juan María Palmieri por su guía y empatía para acompañarnos en el proceso de ideación y elaboración del presente artículo.

A Leticia Gallo, Lyda Leibovich y a María Alicia Sbresso, por la lectura, revisión y sugerencias para este trabajo.

A la Facultad de Ciencias de la Alimentación de la Universidad Nacional de Entre Ríos, que a través de la convocatoria a Proyectos de Innovación e Incentivo a la Docencia (PIID) posibilitó que los estudiantes pudieran acceder a los elementos necesarios para el prototipado.

Bibliografía

Alen, B., & Allegroni, A. (2009). Los inicios en la profesión. Buenos Aires: Ministerio de Educación.

Aronson, P. P. (2013). La profesión académica en la sociedad del conocimiento. (N. B. (Caicyt-Conicet), Ed.) Trabajo y Sociedad - Sociología del trabajo - Estudios culturales - Narrativas sociológicas y literarias(20).

Bell, D. (2001). El advenimiento de la sociedad post-industrial. Un intento de pronosis social. Madrid: Alianza.

Bloom, B., Englehart, M., Furst, E., Hill, W., & Krathwohl, D. (1956). Taxonomy of educational objectives: The classification of educational goals. Handbook I: Cognitive domain. New York and Toronto: David McKay Co Inc.

Consejo Federal de Decanos de Ingeniería. (Septiembre de 2022). <https://confedi.org.ar/>. Obtenido de https://confedi.org.ar/download/documentos_confedi/Declaracion-de-Valparaiso-Nov2013VF.pdf

Consejo Federal de Decanos de Ingeniería. (Septiembre de 2022). <https://confedi.org.ar/>. Obtenido de https://confedi.org.ar/download/documentos_confedi/LIBRO-ROJO-DE-CONFEDI-Estandares-de-Segunda-Generacion-para-Ingenieria-2018-VFPublicada.pdf

Cukierman, U. R. (2018). ace: un enfoque imprescindible para la educación en ingeniería. En A. Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería, & C. Consejo Federal de Decanos de Ingeniería, Aseguramiento de la Calidad y Mejora de la Educación en Ingeniería: Experiencias en América Latina (págs. 27-39). Bogotá: ACOFI.

De La Cruz Velazco, P. H., Poquis Velasquez, E., Valle Chavez, R. A., Castañeda Sánchez, M. I., & Sánchez Anastacio, K. R. (2022). Aprendizaje basado en retos en la educación superior:

Una revisión bibliográfica. Horizontes. Revista de Investigación en Ciencias de la Educación, 6(25), 1409-1421.

Drucker, P. (1969). *The Age of Discontinuity*. New York: Harper & Row.

Drucker, P. (1993). *The Rise of Knowledge Society*. *Wilson Quarterly*, 17(2).

Dschool Stanford. (Septiembre de 2022). dschool.stanford.edu. Obtenido de <https://dschool.stanford.edu/resources/getting-started-with-design-thinking>

Fernández March, A. (2006). Metodologías activas para la formación de competencias. *Educatio siglo XXI*, 35-56.

Fernández March, A. (2010). La evaluación orientada al aprendizaje en un modelo de formación por competencias en la educación universitaria. *Revista de Docencia Universitaria*, 11-34.

Ibarra, N. (s.f.). Centro de Innovación Social de Alto Impacto de Jalisco | CISAI. Recuperado el Agosto de 2022, de <https://cisai.iteso.mx/disenio-centrado-en-las-personas-vs-design-thinking/>

Krathwohl, D. R. (2002). A Revision of Bloom's Taxonomy: An Overview. *Theory Into Practice*, 41(4), 212-218.

Lasnier, F. (2000). *Réussir la formation par compétences*. Montréal (Quebec): Guérin, éditeur ltée.

Ministerio de Educación de la Provincia de Córdoba, S. (2015). *Educación secundaria encuadre general - 2011-2015*. Córdoba. Recuperado el Septiembre de 2022

Salazar Contreras, J. (Abril de 2014). Competencias Genéricas de egreso del Ingeniero Iberoamericano. *Revista Argentina de Ingeniería*, III(3).

Sanjurjo, L. (2009). *Los dispositivos para la formación en las prácticas profesionales*. Rosario: Homo Sapiens Ediciones.

Senado y Cámara de Diputados, d. (Agosto de 2022). Infoleg. Obtenido de Información legislativa: <http://servicios.infoleg.gob.ar/infolegInternet/anexos/25000-29999/25394/texact.htm>

Stanford University. (s.f.). <https://web.stanford.edu/>. Recuperado el Agosto de 2022, de https://web.stanford.edu/class/me113/d_thinking.html

Torres-Gordillo, J. J., García-Jiménez, J., & Herrero-Vázquez, E. A. (2020). Contributions of technology to cooperative work for university innovation with Design Thinking. *Píxel-BIT Revista de Medios y Educación*(59), 27-64. Recuperado el Marzo de 2022

Universidad Politécnica de Madrid, S. (2020). *Guía de Aprendizaje Basado en Retos*. Madrid: Universidad Politécnica de Madrid. Recuperado el Agosto de 2022, de <https://innovacioneducativa.upm.es/sites/default/files/guias/GUIA-ABR.pdf>

Wagner, T. (2010). *The Global Achievement Gap: Why Even Our Best Schools Don't Teach the New Survival Skills Our Children Need-And What We Can Do About It*. INGRAM PUBLISHER SERVICES US.

Wagner, T. (30 de Mayo de 2012). Play, passion, purpose. New York, USA.

Whiting, K. (Septiembre de 2022). <https://es.weforum.org/>. Obtenido de <https://es.weforum.org/agenda/2020/10/estas-son-las-10-principales-habilidades-laborales-del-futuro-y-el-tiempo-que-lleva-aprenderlas/>

World Economic Forum. (2020). The future of Jobs Reports. Cologny/Geneva: World Economic Forum.