



Artículo original

Propuesta de Aprendizaje Basado en Retos en proyectos de finalización de carrera

Proposal about Challenge-Based Learning and competition in final degree projects

Proposta de Aprendizagem Baseada em Desafios em projetos de conclusão de carreira

Sonia Itati Mariño¹



<http://orcid.org/0000-0003-3529-7003>

Romina Y. Alderete¹



<http://orcid.org/0000-0002-3432-6813>

¹Universidad Nacional del Nordeste.
Argentina



simarinio@yahoo.com,
ary_59@hotmail.com

Recibido: 08 de julio 2021.

Aceptado: 02 de diciembre 2021.

RESUMEN

El Aprendizaje Basado en Retos se presenta como una estrategia activa que aporta a la empleabilidad, dado que los estudiantes en su entorno deben identificar y solucionar un problema de la realidad. El objetivo del artículo es presentar una propuesta de aprendizaje basada en retos y competencias de los estudiantes que realizan sus proyectos de finalización de carrera en la disciplina Informática. Desde lo metodológico se analizaron las competencias definidas para el perfil del Ingeniero en Sistemas, según el Consejo Federal de Decanos de Ingeniería; se seleccionó la denominada "Identificar, formular y resolver problemas de Ingeniería", y se adaptó al perfil del Licenciado en Sistemas de Información. Se analizó la metodología activa Aprendizaje Basado en Retos y se diseñó una propuesta en consonancia con las competencias profesionales para el perfil del egresado. Esta propuesta activa basada en retos consiste en una secuencia didáctica y su correspondiente rúbrica de evaluación. Se desarrolló una investigación descriptiva. La propuesta se validó en el ciclo lectivo 2020. En el contexto de Aislamiento Social, Preventivo y Obligatorio se aprobaron los proyectos de finalización de carrera de 12 estudiantes, de los cuales tres se defendieron en diciembre de 2020, dos en el primer trimestre de 2021, y dos en proceso de defensa. Se concluye que esta modalidad de aprendizaje fomenta la solución de problemas del contexto, aportando al desarrollo desde la universidad al medio e innovando con procesos y productos mediados por las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones, al tiempo que logra que los estudiantes finalicen sus carreras.

Palabras clave: Aprendizaje Basado en Retos; competencias profesionales; competencias de la disciplina Informática; proyectos de finalización de carrera.

ABSTRACT

Challenge-Based Learning is presented as an active strategy that contributes to employability, since students in their environment must identify and solve a problem in reality. The objective of the article is a learning proposal based on the challenges and competencies of the students who carry out their final degree projects in Computer Science discipline. From the methodological point of view, the competencies defined for the profile of the Systems Engineer according to Consejo Federal de Decanos de Ingeniería were analyzed and the one called "Identify, formulate and solve Engineering problems" was selected, and it was adapted to the profile of the Graduate in Information Systems. The active Challenge-Based Learning methodology was analyzed and a proposal was designed in line with the professional competencies for the graduate's profile. This active challenge-based proposal consists of a didactic sequence and its corresponding evaluation rubric. The proposal was validated in the 2020 school year. A descriptive research was developed. In the context of Social, Preventive, and Compulsory Isolation, final projects of twelve students were approved, 3 were defended in December 2020, 2 in the first quarter of 2021 and 2 students are in the defense process. Finally, it is concluded that this learning promotes the solution of problems in the context, contributing to development from the university to the environment and innovating with processes and products mediated by ICT, while ensuring that students finish their careers.

Keywords: Challenge-Based Learning; professional competencies; Computer discipline competencies; degree completion projects.

RESUMO

A Aprendizagem Baseada em Desafios apresenta-se como uma estratégia ativa que contribui para a empregabilidade, uma vez que os alunos em seu ambiente devem identificar e resolver um problema na realidade. O objetivo do artigo é apresentar uma proposta de aprendizagem baseada nos desafios e competências dos alunos que realizam seus projetos de conclusão de curso na disciplina de Ciência da Computação. Do ponto de vista metodológico, foram analisadas as competências definidas para o perfil do Engenheiro de Sistemas, segundo o Conselho Federal de Reitores de Engenharia; A chamada "Identificar, formular e resolver problemas de Engenharia" foi selecionada, e foi adaptada ao perfil do Graduado em Sistemas de Informação. Foi analisada a metodologia ativa de Aprendizagem Baseada em Desafios e desenhada uma proposta alinhada às competências profissionais para o perfil do egresso. Esta proposta ativa baseada em desafios consiste em uma sequência didática e sua correspondente rubrica de avaliação. Foi desenvolvida uma investigação descritiva. A proposta foi validada no ano letivo de 2020. No âmbito do Isolamento Social, Preventivo e Compulsório, foram aprovados os projetos de conclusão de 12 alunos, dos quais três defendidos em dezembro de 2020, dois no primeiro trimestre de 2021, e dois em o processo de defesa. Conclui-se que essa modalidade de aprendizagem estimula a solução de problemas do contexto, contribuindo para o desenvolvimento da universidade para o meio ambiente e inovando com processos e produtos mediados pelas Tecnologias da Informação e Comunicação, ao mesmo tempo em que garante que os alunos finalizem suas carreiras.

Palavras-chave: Aprendizagem Baseada em Desafios; habilidades profissionais; Competências da disciplina de informática; projetos de conclusão de curso.

INTRODUCCIÓN

Los espacios de Educación Superior continuamente presentan retos para afrontar innovaciones que reflejen los requerimientos del contexto, el desarrollo de competencias en la formación de profesionales insertos en una economía del conocimiento cada vez más compleja y dinámica. En este artículo se explicita el Aprendizaje Basado en Retos (ABR) en un contexto de competencias profesionales definidas e ilustradas en la asignatura Proyecto Final de Carrera (PFC) de la carrera Licenciatura en Sistemas de Información (LSI), cuyo objetivo es la definición y realización de un proyecto de finalización de carrera o PFC, que representa la tesina. Algunos autores que tratan los retos como metodología activa son: Icaza (2015), Gaskins *et al.* (2015) y Olmos (2015), Probert (2015), Gibert Delgado *et al.* (2018), Demuth & Sánchez (2019), Rodríguez Borges *et al.* (2021). En Rowe & Klein-Gardner (2007) se describe el ciclo STAR Legacy recuperado en el ABR.

Contextualización

La propuesta se sitúa en la asignatura de grado Proyecto Final de Carrera. Su régimen de cursado es anual y corresponde al quinto año de la carrera Licenciatura en Sistemas de Información, Plan de Estudios 2009. Esta asignatura integra numerosos conceptos y métodos orientados hacia la especificación, diseño y desarrollo de soluciones informáticas para organizaciones o proyectos de I+D contribuyendo a la generación o transferencia de conocimientos en el campo de la Informática (Plan de Estudio Carrera LSI, 2009). Esto establece el requisito de proyecto final exigido para la titulación, el cual para su aprobación debe ser defendido ante un tribunal evaluador. Este espacio completa la formación del Licenciado en Sistemas de Información abordando cuestiones profesionales y sociales inherentes al desempeño profesional. Para

defender su proyecto final, los estudiantes deben tener todas las asignaturas aprobadas (Plan de Estudio Carrera LSI, 2009).

Por consiguiente, el diseño y desarrollo este proyecto de finalización constituye una práctica pedagógica de la actividad profesional abordable desde un modelo por competencias sostenido en la comprensión y en el aprendizaje significativo. Algunas ideas desarrolladas en cada PFC se basan en el modelo sustentado en la comprensión propuesto por Pozo y Pérez Echeverría (2009) como son: evitar preguntas y tareas que permitan respuestas reproductivas; favorecer el uso de materiales en la evaluación; aplicar la evaluación continua; valorar las ideas personales de los estudiantes y admitir distintas soluciones ante una problemática. Así, el estudiante avanzado debe poner en juego un comportamiento competente dado que se involucra su ser y hacer respecto a un tema de estudio (Gibert Delgado *et al.*, 2018).

Además, el desarrollo de este proyecto de finalización de carrera implica diseñar y construir una solución ante un verdadero problema, y así la integración de saberes previos con aquellos requeridos ante las tecnologías emergentes.

El modelo de competencias en el Proyecto Final de Carrera

La asignatura Proyecto Final de Carrera ilustra un caso especial del modelo de competencias establecido por Miller (1990), que promueve distintos niveles de competencias en el estudiante próximo a graduarse. Se presentan algunos ejemplos; se debe notar que cada nivel incluye a otros.

Desde el *saber ser*:

- Argumentar con solidez las opiniones al momento de tomar decisiones en torno a las distintas etapas del

desarrollo del proyecto de PFC, respetando distintas posiciones planteadas individual o grupalmente para la resolución de retos similares.

- Integrar la ética y la responsabilidad social en los proyectos planteados.

Desde el *saber hacer*:

- Integrar conocimientos disciplinares adquiridos en asignaturas previas y temas emergentes para elaborar el proyecto, aplicando eficaz y correctamente conceptos, métodos, técnicas y herramientas para la resolución de problemas.
- Aplicar principios, metodologías y ciclos de vida de la disciplina para la solución de abstracciones de problemas reales innovando en el entorno socioeconómico-cultural.
- Diseñar artefactos de las TIC utilizando métodos y herramientas de la disciplina para la solución de abstracciones de problemas reales que integren aspectos éticos y sociales.

En la compleja sociedad del conocimiento, es menester atender al contexto en que se desenvuelven los estudiantes como futuros profesionales. Algunas estrategias de aprendizaje que aportan al logro de los objetivos son:

- Brindar una visión clara y entendible de los objetivos de aprendizaje, permitiendo que los alumnos identifiquen hacia dónde se dirigen sus actividades y logren mayor entendimiento cuando el docente o sus compañeros los retroalimenten y señalen sus fortalezas y debilidades. Instancia que también brinda elementos para autoevaluarse. Además, se plantean el reglamento y programa de PFC, que contemplan la elaboración del Plan del proyecto

(anexo II) y del Informe final (anexo III), documentos integrados al reglamento. Estos sintetizan la integración de saberes previos, nuevos conocimientos y el saber hacer que se refleja en la redacción, según el formato Introducción, Método, Resultados y Discusión (IMRD).

- Retroalimentar desde un enfoque formativo de evaluación ayuda a que los alumnos respondan ¿dónde estoy ahora? Para favorecer el aprendizaje se monitorean hasta tres versiones del proyecto realizando una devolución personalizada y otra general. Actividad que se reitera en los avances del producto tecnológico que deriva del proyecto y en el informe final.
- Dar protagonismo al alumno en la evaluación, con propósitos de mejorar el aprendizaje. Implica su transformación precisa y frecuente, como motivador, al reconocer lo que puede hacer y promover la adopción de alternativas de acción.

Estas estrategias se relacionan, siendo su implementación progresiva. Es decir, el docente ofrece una visión clara y entendible de los objetivos de aprendizaje, paulatinamente se modela el proyecto, se involucra a los alumnos en la autoreflexión, monitoreo e intercambio del aprendizaje con sus pares y docentes (Coordinación de Desarrollo Curricular y Gestión de Calidad, 2018) y así se orienta al desarrollo de competencias y evaluación continua en el proceso de enseñanza para lograr aprendizajes significativos que contribuyan a su formación profesional.

El sistema de evaluación es formativo, continuo y globalizado, basado en el e-portafolio. El producto del PFC es un artefacto propuesto a través de un proyecto (proyecto de intervención, intervención implementada, diseño y desarrollo de un producto TIC). Por

lo tanto, este producto integra saberes específicos de un área de la disciplina, el "saber cómo", dado que se planifica o diseña un artefacto; estas competencias se reflejan en un producto tecnológico que resuelve una problemática del contexto del orden social, económico, cultural, educativo o profundiza en temas de la disciplina Informática. Estos temas objeto de especialización disciplinar se aplican para el desarrollo de un producto tecnológico que además resuelve una situación y genera innovaciones en ese contexto.

El sistema de evaluación adopta una modalidad de e-portafolio sustentada en los avances de las distintas versiones del proyecto, y en que los docentes sugieren, indican, analizan y monitorean para abordar la temática. En la propuesta, el e-portafolio se representa en el espacio de aula virtual asignado a la entrega y devolución del anexo II. Así se desarrolla una evaluación auténtica, según Tardiff (1993) (citado en Demuth & Sánchez, 2019) implica "...necesariamente una evaluación de la competencia. Los problemas reales a resolver, ensayos, proyectos de investigación, simulaciones, actividades de laboratorio, etc. son situaciones de evaluación auténtica" (p. 3).

Aschbacher & Winters (1992) (citado en Demuth & Sánchez, 2019) sostienen que "demanda que los estudiantes resuelvan activamente tareas complejas y auténticas mientras usan sus conocimientos previos, el aprendizaje reciente y las habilidades relevantes para la solución de problemas reales" (p. 2).

En este caso, el e-portafolio se conforma a partir de distintas versiones del proyecto con sus correspondientes revisiones, en donde interviene el profesor orientador y los docentes de PFC, las demostraciones de sus productos tecnológicos, la retroalimentación que surge de la autocrítica constante entre lo proyectado y lo viable de construir,

incorporando también la visión del profesor orientador y la asignatura.

Por lo expuesto, el objetivo del artículo es una propuesta de aprendizaje basado en retos a partir de la competencia *Identificar, formular y resolver problemas de ingeniería* orientada a los estudiantes, quienes realizan sus proyectos de finalización de carrera.

Una problemática que sustenta esta indagación se debe a que numerosos estudiantes se desempeñan laboralmente antes de graduarse, así como la necesidad de contar con un mayor número de recursos humanos en la industria de las TI. Por ello, el Aprendizaje Basado en Retos en la asignatura Proyecto Final de Carreras se presenta como una estrategia que vincula a la academia con su contexto.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se desarrolló una investigación descriptiva y transversal, situada en un contexto real como es la asignatura Proyecto Final de Carrera. La población de estudio abarcó a los estudiantes que cursaron el año 2020 en el contexto del Aislamiento Social Preventivo y Obligatorio. Se diseñaron y aplicaron distintos instrumentos en línea para registrar los datos generados: planilla de asistencia, actividades en el aula virtual, participación en clases sincrónicas, observaciones directas sincrónicas. Los datos relevados se procesaron y analizaron con la finalidad de argumentar cómo el Aprendizaje Basado en Retos en relación a la competencia genérica de egreso "Identificar, formular y resolver problemas de Ingeniería" se aborda en la asignatura Proyecto Final de Carrera.

El diseño de la propuesta de aprendizaje basado en retos integrando el modelo de competencia se sustentó en lo expuesto en

Mariño & Alfonzo (2020) y Demuth & Sánchez (2019), que implicó:

- Revisión de los lineamientos definidos por el Libro Rojo (Consejo Federal de Decanos de Ingeniería, 2018) en torno a las competencias del profesional informático.
- Definición de competencias profesionales, centrándose en aquellas inherentes al perfil de la carrera Licenciatura en Sistemas de Información, adecuándolas desde el perfil de Ingeniero en Sistemas según el Libro Rojo (Consejo Federal de Decanos de Ingeniería, 2018).
- Selección de la competencia "Identificar, formular y resolver problemas de Ingeniería", considerando que el proyecto y producto generado en el PFC responde a la mismas integralmente.
- Estudio y profundización de metodologías activas, en particular, desde el Aprendizaje Basado en Retos.
- Selección de contenidos de esta asignatura, objeto de análisis y tratamiento desde el enfoque centrado en retos.
- Elaboración de una secuencia didáctica con miras a explicitar el desarrollo desempeñado desde la asignatura.
- Elaboración de elementos de evaluación. Se construyó una rúbrica para evaluar el proyecto de final de carrera. Además, se integraron una variedad de herramientas de evaluación alternativas. La decisión se basó en favorecer el fortalecimiento de aprendizajes previos, la adquisición de nuevos conocimientos, integrando cuestiones disciplinares para la resolución de las situaciones reales seleccionadas.

Entre las herramientas de evaluación promovidas para facilitar y documentar experiencias auténticas de aprendizaje están los e-portafolios, también llamados portafolios electrónicos o virtuales. En este caso el e-portafolio se construye como una colección digital de evidencias, que incluyan las distintas versiones del proyecto y del producto que constituye la solución al reto planteado en el marco del PFC. Además, se realizó un pormenorizado registro de las cuestiones indicadas para la sustantiva mejora.

Por ello, como recurso alternativo a la evaluación, el e-portafolio permite: registrar el progreso del aprendizaje, evidenciar logros, documentar autoevaluaciones, explorar la construcción del conocimiento que se plasma en el proyecto y producto como solución al problema. Con este recurso es posible construir una evaluación más integral y que contemple, tanto competencias disciplinares como transversales.

La retroalimentación recibida por parte del actor externo ofrece una experiencia de aprendizaje para los estudiantes. En este sentido, se debe considerar la vinculación universidad-entorno, plasmada en la solución de problemas reales que son evaluados por entidades externas al ámbito académico. La evaluación de implementaciones con este acercamiento frecuentemente recurre a expertos en la disciplina, críticos, jurados, clientes, industria, gobierno o a la sociedad civil.

Adicionalmente, la resolución de retos se puede evaluar a través de concursos y competencias entre los estudiantes. Como ejemplos se mencionan las becas de finalización de estudios, becas de iniciación a la investigación, la participación de programas de emprendimiento a nivel provincial, las convocatorias de Agentia, entre otras generadas desde esta asignatura.

Tiempo total de desarrollo. La competencia seleccionada se desarrolló en tres meses, aproximadamente cinco horas semanales, 20 horas mensuales, ascendiendo a un total de 60 horas. Además, el estudiante destinó igual número de horas para el trabajo independiente a fin de avanzar, cumplimentar las metas previstas y finalizar su proyecto en el marco del PFC.

Espacios físicos necesarios. La propuesta implicó la definición de espacios virtuales, presenciales o híbridos considerando la nueva situación causada por la pandemia COVID-19. En particular, se optó por la modalidad virtual sincrónica y asincrónica. Estas actividades incluyeron disertaciones de expertos y demostraciones de soluciones TIC. En instancias presenciales, previas a 2020, el aula virtual complementaba las actividades, así como el correo electrónico.

Recursos materiales. Se asignó un tiempo entre las actividades para que los alumnos aprendan a usar los recursos de modo que aporten al logro de los objetivos. Los recursos humanos implicados en el proyecto son los docentes de la asignatura Proyecto Final de Carrera. También se involucra a los profesores orientadores, quienes son elegidos por los estudiantes al iniciar el PFC; en general coincide que estos profesionales son especialistas en el área disciplinar desde la cual se plantea la solución a la problemática definida como reto. Otros recursos humanos implícitamente involucrados podrán ser los sujetos del contexto, quienes plantean una problemática y los destinatarios del producto que derivará de la ejecución del proyecto de PFC. Entre algunos recursos se mencionan: proyector, computadoras, repositorios, fuentes de información, normativas o estándares relacionados desde lo conceptual o empírico en el desarrollo del PFC.

RESULTADOS

Los resultados abordan la definición y desarrollo de la experiencia en el año 2020 en la asignatura, en medio del Aislamiento Social Preventivo y Obligatorio. La experiencia considera la competencia seleccionada, el Aprendizaje Basado en Retos como estrategia de enseñanza y aprendizaje y las estrategias de evaluación.

Identificación de competencias asociadas al perfil del Licenciado en Sistemas

Las competencias implican el ser, el saber y el saber hacer. Este último aspecto se evidenció en los PFC que integran el ser y el saber. El "saber hacer" referencia a las competencias prácticas, es decir, al desarrollo de las destrezas necesarias para el desarrollo de competencias que permiten alcanzar los objetivos propuestos en la asignatura y así concretar la graduación del estudiante.

Para determinar los aportes de la asignatura en la formación de las competencias enunciadas en el Libro Rojo (Consejo Federal de Decanos de Ingeniería, 2018), considerando el Perfil Profesional del futuro egresado, se seleccionó el Punto 23: Ingeniero en Sistemas de Información/Informática. El análisis permite afirmar que se evidencia un alto grado de vinculación entre las Competencias Genéricas y Específicas especificadas por el CONFEDI y las estrategias y acciones definidas por la asignatura.

En esta propuesta se optó por la Competencia Genérica de Egreso: "Identificar, formular y resolver problemas de Ingeniería" (Consejo Federal de Decanos de Ingeniería, 2018, p. 21). Esta competencia se adaptó a la asignatura para lograr que el alumno identifique, formule y resuelva una problemática real diseñando y

construyendo una solución tecnológica orientada a su contexto.

Como competencias específicas se plantean:

- Elaboración de un proyecto tecnológico de investigación aplicada, desarrollo experimental e innovación I+D+i que proponga una solución al contexto socioeconómico-cultural en que se incluyan los temas 1, 2, 3 del programa.
- Situación en que el estudiante demuestre su logro (actividad evaluativa). En proceso, elaboración del producto tecnológico, del anexo II y del anexo III, que responden a la normativa de esta asignatura.
- Modalidad de evaluación en proceso, con retroalimentación al alumno y al profesor orientador. Sistematización de la información en el ámbito de la asignatura.

En la tabla 1 se observan los contenidos seleccionados siguiendo el Programa de la asignatura PFC y que atañen a la elaboración de la propuesta.

Tabla 1- Contenidos de la asignatura PFC objeto de estudio

Contenidos	Descripción
Conceptuales	Tema 1. Introducción al PFC. Importancia y alcance del PFC en las licenciaturas. El reglamento del PFC. Orientación y seguimiento del PFC. Roles del Profesor Coordinador y del Profesor Orientador. Líneas de trabajo pertinentes en el marco de la carrera Licenciatura en Sistemas de Información. Tema 2. Nociones de metodología de la investigación en Informática. Fundamentos de Metodología de la Investigación. Métodos de investigación usuales en el campo de la Informática. Tema 3. Elaboración del PFC: introducción a la elaboración de proyectos. Revisión bibliográfica. Contenido de acceso abierto.

	Secciones componentes del PFC. La presentación del PFC. El proceso de aceptación y aprobación.
Procedimentales	Búsqueda, selección y procesamiento de la información obtenida. Normas de presentación del PFC. El proceso de aceptación y aprobación.
Actitudinales	Trabajo Colaborativo (equipo). Respeto de normas. Constancia.

Estrategia de enseñanza y aprendizaje

Se optó por el Aprendizaje Basado en Retos (Gibert Delgado *et al.*, 2018; Demuth & Sánchez, 2019; Rodríguez Borges *et al.*, 2021) como estrategia de enseñanza y aprendizaje. Este enfoque pedagógico involucra activamente al estudiante en una situación problemática real, relevante y de vinculación con su entorno, la cual implica la definición de un reto y la implementación de una solución.

En este contexto, el ciclo STAR Legacy provee un escenario que permite a los estudiantes implicarse de manera colaborativa en la resolución de un problema o reto relevante para ellos, al tiempo que brinda la oportunidad de autoevaluarse (Rowe & Klein-Gardner, 2007). Los elementos considerados y asociados a este ciclo son:

- Reto: problemática y definición. Asociada al proyecto PFC.
- Generar ideas: primeras reflexiones sobre el reto, dirigido a resolver una problemática del contexto.
- Múltiples perspectivas: diferentes acercamientos sobre el reto y posibles formas de abordarlo. Enfoques distintos pueden requerir diversas tecnologías conocidas o emergentes.
- Investigar y revisar: participación en actividades de indagación, investigación y revisión de datos e

información, antecedentes, enfoques para la resolución.

- Probar la destreza: autoevaluación formativa por parte del estudiante. Es decir, cuán hábiles son para proponer soluciones ante el reto seleccionado.
- Publicar la solución: publicación de los productos y resultados logrados. Elaboración de informe impreso, defensa oral de la solución. En algunos casos estos productos son validados previamente en los beneficiarios de la solución.

En la tabla 2 se observa la secuencia didáctica planteada. Las acciones indicadas en las columnas desarrollo y finalización involucran hasta tres iteraciones para lograr un proyecto viable que responda al reto planteado y aporte un aprendizaje significativo al estudiante.

Por lo tanto, los estudiantes deben explotar su creatividad, vencer obstáculos, acercarse a la realidad de la comunidad, fortalecer el trabajo en equipo y el liderazgo, comprender en profundidad los temas de interés, generar redes de colaboración con gente especializada en el área, elementos que aportan a su crecimiento como futuros profesionales de las TIC.

Estrategias de evaluación

El Aprendizaje Basado en Retos se relaciona con la evaluación. Se pueden identificar estrategias comunes aplicadas por docentes, líderes académicos e investigadores para valorar los procesos y productos de las soluciones diseñadas y desarrolladas y algunas de ellas en proceso de implementación. Se destaca que la retroalimentación de las soluciones de quienes colaboran e intervienen en la experiencia de aprendizaje de los estudiantes contribuyen a las habilidades profesionales.

Al inicio del cursado de la asignatura se dan a conocer las modalidades de evaluaciones formativas, sumativas aplicadas en la asignatura. Considerando las estrategias e instrumentos para una evaluación auténtica se respondieron a las interrogantes planteadas en Demuth & Sánchez (2019), donde en la tabla 3 se tratan los requerimientos para PFC considerando la claridad de propósitos, criterios para determinar y criterios para valorar.

Tabla 2- Secuencia didáctica desarrollada en ciclo lectivo 2020

Actividades		
Inicio (duración aproximada: 1 mes)	Desarrollo (duración aproximada: 1 mes y medio)	Finalización (duración aproximada: 15 días)
<ul style="list-style-type: none"> • Se disponen de recursos: calendario, reglamento, programa y material de los contenidos, en el aula virtual. • El docente presenta los temas 1, 2 y 3 en sesiones presenciales. • Se indaga en torno a ideas proyectos que podrían desarrollarse en el marco del PFC. • Se promueve 	<ul style="list-style-type: none"> • Los estudiantes inician el desarrollo de la idea proyecto. La evidencia muestra que se asocian en equipos de dos personas para desarrollar en conjunto o avanza en un tema de interés para luego diseñar proyectos individuales 	<ul style="list-style-type: none"> • Se realiza una exposición de los distintos proyectos en tres instancias pautadas por la asignatura y comunicadas al estudiante. • En cada exposición se realizan indicaciones con miras a mejora. Esta retroalimentación positiva tiende a mejorar la producción. • Los estudiantes

<p>compartir : experiencias previas, desarrollos en el marco de emprendimientos, asignaturas, proyectos de investigación, entre otros.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Se invita a profesionales y graduados para difundir las producciones factibles de abordar. • Se invita a consultar los trabajos defendidos y disponibles en la FaCENA. • Se invita a recuperar de repositorios publicaciones vinculadas a las áreas temáticas de interés. • Se dan a conocer los documentos o anexos a 	<p>ales donde los conocimientos disciplinares se aplican a distintos ámbitos .</p> <ul style="list-style-type: none"> • Los estudiantes comparten sus avances con sus pares y con los docentes en las siguientes tres clases presenciales. • Los docentes fomentan la búsqueda de soluciones tecnológicas a fin de resolver retos del contexto, tanto en modo presencial en días y horas establecidos como vía correo 	<p>es realizan la entrega de las distintas versiones del anexo II, se devuelve cada proyecto con las observaciones. Además, se copia el documento comentado al profesor orientador a fin de promover el trabajo responsable y en equipo.</p> <ul style="list-style-type: none"> • El estudiante responde una encuesta en línea referente al Proceso de Enseñanza-Aprendizaje, se intenta recuperar sus hallazgos en el desempeño conceptual, procedimental, actitudinal. • Se comparte 	<p>completar según la normativa vigente.</p> <ul style="list-style-type: none"> • El estudiante responde una encuesta en línea. • Se invita a los estudiantes a avanzar en la idea proyecto. • Se desarrollan sesiones referidas al uso de herramientas de apoyo a formulación de proyectos . 	<p>electrónico.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Se completa el anexo II considerando las unidades temáticas 1, 2 y 3. • Se fomenta: la lectura crítica, la búsqueda y selección de información de fuentes de reconocido valor científico, tecnológico o académico, la capacidad expositiva y defensa de ideas y propuestas, la producción escrita en que se valora el buen uso de los recursos tecnológicos 	<p>n en el aula virtual las exposiciones de los alumnos con el fin de fomentar el trabajo colaborativo.</p>
--	---	--	--	--	---

	<p>para presentaciones de calidad profesional, exigiendo el cumplimiento de los formatos.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Se realizan acciones tutoriales personalizadas y para grupos pequeños. 	
--	--	--

	<p>retroalimentación docente para alcanzar el reto. Estos documentos, en sus distintas versiones, se archiva en el e-portafolio. El e-portafolio almacena las evidencias generadas en este Proceso de Enseñanza-Aprendizaje. Contiene indicaciones del docente con fechas de entrega y condiciones de presentación, producto del estudiante, devolución detallada del docente que también se comunica al profesor orientador.</p>
Criterios para valorar	<p>El trabajo se valora en lo individual y grupal o equipo de dos integrantes. Además, al equipo se suma el profesor orientador y los docentes de la asignatura. La evaluación se realiza en proceso. Desde la idea inicial del PFC plasmada por conversaciones hasta la concreción del anexo II. Para lograr esta versión final del anexo II se avanza en la construcción del producto o solución TI y así se corrobora la factibilidad del PFC. El instrumento seleccionado para evaluar son las rúbricas de seguimiento (tabla 4). Se utiliza como modalidad la:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Heteroevaluación: seguimiento pormenorizado a los estudiantes desde la asignatura y de terceros externos, demandantes del reto. • Autoevaluación: generada en el marco de la retroalimentación, mediada a través de distintos avances de la propuesta. • Coevaluación: informal, si los estudiantes

Tabla 3- Requerimientos para el PFC, basado en Demuth y Sánchez (2019)

Requerimientos	Interrogantes
Claridad de propósitos	<p>El propósito de la intervención se sustenta en un espacio formativo y sumatorio, definiendo como estrategia el ABR. Se contextualiza al diseño y desarrollo del PFC la competencia: concebir, diseñar y desarrollar proyectos de ingeniería. Los procesos involucrados ilustran el avance desde la idea inicial hasta el proyecto que luego se aprueba por resolución, por ello se evalúan desde lo sumatorio, formativo y metacognitivo. Los insumos de análisis constituyen los proyectos presentados en el anexo II, se valida la viabilidad de la propuesta.</p>
Criterios para determinar	<p>Las evidencias constituyen los documentos generados por los estudiantes con</p>

	consultan con sus pares en torno a las propuestas que se generan; formal, si se realizan presentaciones frente a sus pares, puede generarse un espacio de consultas o debate.
--	---

La tabla 4 ejemplifica la rúbrica diseñada para evaluar el proyecto de PFC, donde se realizaron hasta tres presentaciones preliminares con fechas de entrega y devolución, pautadas y comunicadas a los estudiantes.

Tabla 4- Rúbrica para evaluar el proyecto de PFC en 2020 ⁽¹⁾

Elementos	Excelente	Muy buena	Buena o Aceptable	Incorrecta	Negativa
Presentación (según Reglamento de la asignatura)	Cumple pautas establecidas. Presentación que invita a su lectura.	Respetar las pautas establecidas.	Presentación mínima adecuada. Cumple la mayoría de pautas establecidas.	Incorrecto uso de herramientas. Incorrecta aplicación de pautas establecidas.	Incorrecto uso de herramientas. Incorrecta aplicación de pautas establecidas. Incorrecta fecha de presentación.
Expresión escrita	Se incorporan reflexiones que aportan en el contexto.	Carencias en la expresión escrita. Incorpora opiniones al contenido.	Expresión correcta. Claridad en las ideas.	Incorrecta expresión. Frases resumidas, Falta claridad de ideas, opiniones o críticas. Faltas de ortografía.	Frases no entendibles. Sintaxis incorrecta. Semántica incorrecta. Datos inconexos. Numerosas faltas de ortografía.

Contenido del proyecto(2)	Contenido s tratados con exhaustividad y precisión Incluye detalles, descripciones, antecedentes. Evidencia conocimiento del tema. Incluye referencias actualizadas.	Contenido básico en los elementos del anexo II. Incluye referencias actualizadas.	Contenido básico en cada uno de los elementos del anexo II. Viable de mejorar.	Contenido mínimo. Carece de referencias actuales.	Contenido mínimo. Presenta evidencias incorrectas. Carece de referencias actuales.
Contenido s(3) Aportes externos Redes	Se contribuye al campo profesional, con implicación social, económica o cultural. Dispone aval institucional. Se incorporan aportes de la disciplina.	Se contribuye al campo profesional con implicación social, económica o cultural. Dispone aval institucional.	Se contribuye al campo profesional con implicación social, económica o cultural.	Carece de contribución al campo profesional con implicación social, económica o cultural.	El proyecto no modifica la visión convencional del campo profesional.

Aclaraciones referentes al contenido de la tabla 4:

- (1) Se realizan hasta tres presentaciones con fechas pautadas y comunicadas al estudiante.
- (2) Introducción, metodología, ámbito de trabajo, recursos, desarrollos propuestos, resultados esperados, referencias bibliográficas.
- (3) Se tratan competencias específicas como el trabajo en equipo y colaborativo.

Respecto a la rúbrica de evaluación, al finalizar las tres iteraciones el contenido de los proyectos respondió en los dos enfoques solicitados: el disciplinar, dado que implica la

adquisición o profundización de conocimientos en un área de la Informática y la innovación o mejora al contexto, considerando que los proyectos aplican conocimientos específicos para resolver problemas identificados por los estudiantes. Por ello, el aporte de los externos y la conformación de redes es un elemento que emerge de este proceso. Además, es menester destacar que se abordan competencias específicas como el trabajo en equipo y colaborativo. Una cuestión a resaltar es que en todos los proyectos se contemplaron cuestiones deontológicas y en acuerdo a la Ley N° 25.326 de Datos Personales en Argentina.

Es notable mencionar que los proyectos respondieron al cumplimiento de pautas de presentación, la expresión escrita mejoró incrementalmente incorporando cuestiones semánticas y sintácticas, y se avanzó en la aplicación correcta del estándar IEEE en citas y referencias, según lineamientos del Reglamento de la asignatura. Lo expuesto se evidencia a partir de un análisis del e-portafolio de los proyectos complementados por la rúbrica aplicada para evaluar el proyecto de PFC en 2020 (tabla 4). En futuro se cuantificará la heteroevaluación por parte de los terceros asociados al reto, la autoevaluación, la coevaluación asociada a los proyectos.

Evaluación formativa

La evaluación formativa prepara a los estudiantes para comprender significativamente y aplicar la retroalimentación recibida de cada versión del anexo II. Por ello, para asegurar aprendizajes significativos, se programan momentos regulares de avance del proyecto, tanto con el equipo como individualmente.

Lo expuesto favorece la clarificación de los objetivos, fases del proceso y plazos, así como promueve la reflexión acerca de la

propuesta para afrontar el reto tecnológico. En particular, en esta asignatura se difunden las fechas en que se debe realizar los avances del proyecto y del producto, también las fechas y el modo en que se retroalimentará a los integrantes de cada proyecto. Además, se solicita que los estudiantes dispongan del aval del profesor orientador, con la finalidad de mantener una constante comunicación y acuerdos en el equipo de trabajo que se conforma asociado a cada reto.

Cabe destacar que en esta modalidad de aprendizaje los estudiantes asumen una gran responsabilidad. Sin embargo, es relevante el rol de los profesores orientadores y de la asignatura. Es decir, se realiza un pormenorizado seguimiento de cada equipo, la retroalimentación y cómo se mejora la solución que aportan a lograr el reto o resultado esperado.

Evaluación sumativa

La evaluación sumativa de esta propuesta implicó elaborar una solución con validación en el mundo real. Se brindó a los estudiantes retroalimentación directa e inmediata que deriva en progresivas mejoras planteadas a través de sucesivas versiones del proyecto final. Lo expuesto ilustra la validez de este método activo de aprendizaje en el contexto de PFC, dado que se insta a los estudiantes a identificar y proponer soluciones tecnológicas requeridas en el contexto de actuación.

Entre el modo de evaluar a los estudiantes se mencionan las instancias individuales y grupales. El conocimiento en torno al contenido se refleja en las reflexiones que se promueven desde el cuerpo docente, evaluaciones orales, exposición del reto y su defensa, identificación del rol que desempeñaron en el equipo de PFC conformado voluntariamente, entre otras.

Evaluación con elementos metacognitivos

La propuesta se validó en el ciclo lectivo 2020. Esta estrategia activa, como es el Aprendizaje Basado en Retos, favorece la inclusión de elementos metacognitivos en el proceso de evaluación. Los estudiantes, a través de la realización de las prácticas y las sucesivas exposiciones, disponen de elementos para reflexionar sobre los aprendizajes logrados en este proceso activo. En este caso, se plasma en los documentos y en las exposiciones orientadas a defender la propuesta del proyecto. Los proyectos y sus paulatinos avances se incorporaron en el aula virtual y los estudiantes expusieron la síntesis de sus avances en un tiempo de 5 a 10 minutos. De la observación directa aplicada a los trabajos prácticos resueltos e incorporados como tareas del espacio virtual y de las exposiciones, el plantel docente realizó retroalimentación personalizada y elaboró una síntesis general que se entregó a los asistentes.

En esta instancia de la carrera se da una especial importancia a la formación social y profesional que constituye todo proyecto tecnológico, considerando las implicancias de las TIC en las dimensiones bio-psico-sociales-económicas.

En el contexto del Aislamiento Social, Preventivo y Obligatorio se aprobaron los proyectos de finalización de carrera de 12 estudiantes. Cabe aclarar que tres proyectos individuales se defendieron en diciembre de 2020, dos en el primer trimestre de 2021 y en el segundo trimestre de 2021 la propuesta de un equipo. Del total de estudiantes que defendieron o se encuentran en la fase final, número que asciende a 7, un proyecto defendido corresponde a una alumna.

Estas evidencias dan cuenta de que la integración de la metodología activa Aprendizaje Basado en Retos, que contempló

la secuencia didáctica diseñada para la competencia *Identificar, formular y resolver problemas de Ingeniería*, la evaluación sumativa, formativa, incorporando elementos metacognitivos, la rúbrica, y que involucró a distintos actores como son el estudiante, el profesor orientador y los docentes de la asignatura, contribuyen a la realización del PFC. Todo esto dado a que más del 50 % de los estudiantes concretaron o están con fecha de defensa de su PFC como máximo a los siete meses de concluir el cursado, considerando los 45 días que se carecen de actividades académicas dado las vacaciones.

DISCUSIÓN

En el marco de una propuesta universitaria basada en competencias y siguiendo los lineamientos establecidos en el Libro Rojo (Consejo Federal de Decanos de Ingeniería, 2018) se sostiene que el modelo educativo de la asignatura Proyecto Final de Carreras se convalida en un marco de metodología activa.

En la línea expuesta en Icaza (2015), Gaskins *et al.* (2015) y Olmos (2015), en la asignatura PFC, los estudiantes se enfrentaron como mayor desafío a la escritura científica y académica para comunicar los logros derivados de esta producción de fin de carrera.

El ABR desarrollado implicó una comprensión más profunda de los temas tratados en asignaturas previas y tecnologías emergentes y el desarrollo de competencias sustanciales como el pensamiento crítico, el diseño de proyectos innovadores, la competencia de investigación y las competencias de comunicaciones orales y escritas.

Por ello, se coincide que algunos beneficios para los estudiantes involucrados en la experiencia son:

- Lograr una comprensión más profunda de los temas, aprenden a diagnosticar y definir problemas y su viabilidad antes de proponer soluciones, así como también desarrollan su creatividad (Icaza, 2015).
- Involucrarse tanto en la definición del problema a ser abordado como en la solución que desarrollan para resolverlo (Gaskins *et al.*, 2015).
- Sensibilizarse ante una situación dada, desarrollar procesos de investigación, crear modelos y materializarlos, trabajar colaborativa y multidisciplinariamente (Olmos, 2015).
- Acercarse a la realidad de su comunidad, establecer relaciones con gente especializada contribuyendo a su crecimiento profesional (Probert, 2015).

El Aprendizaje Basado en Retos en la asignatura se llevó a cabo resolviendo una problemática del mundo real. Los estudiantes plantearon una idea de su interés o problemática a resolver y la desarrollaron durante el cursado con el acompañamiento y guía de los profesores (Orientador, Coordinador, Equipo de cátedra).

Aplicando la técnica ABR se logró un aprendizaje significativo ya que los estudiantes trabajaron con los profesores y expertos de la comunidad (a través de charlas y seminarios promovidos por la asignatura), además abordaron problemáticas reales para desarrollar un conocimiento más profundo de los temas que estaban estudiando. Es el propio reto lo que motiva la obtención de nuevo conocimiento y los recursos o herramientas necesarios (aquí se destaca el uso de conocimientos tanto

previos como nuevos y herramientas tecnológicas nuevas o ya utilizadas a lo largo de la carrera). Con este enfoque se destaca que al finalizar el proyecto el estudiante logra resolver una problemática real. Durante el proceso los estudiantes analizan, diseñan, desarrollan y ejecutan la mejor solución para abordar el reto en una manera que ellos y otras personas pueden verlo y medirlo en un producto tecnológico concreto.

Se continuará analizando otras metodologías activas con miras a identificar y explicitar cuáles se desarrollan en otros momentos de formación previas y que contribuyen con esta asignatura de final de carrera.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Consejo Federal de Decanos de Ingeniería-CONFEDI. Giordano Lerena, R.; Cirimelo, S. (Eds). (2018). *Propuesta de estándares de segunda generación para la acreditación de carreras de Ingeniería en la República Argentina. Libro Rojo*. Mar del Plata. Universidad FASTA.

Coordinación de Desarrollo Curricular y Gestión de Calidad (2018). *Estrategias creativas para incidir en el éxito del proceso de aprendizaje*. Universidad Modular Abierta Vicerrectoría: San Salvador.

Demuth, P. B. & Sánchez, E. Y. (2019). *Aprender a planificar por competencias: del plan de estudios al programa y de la profesión a la disciplina. Taller Formación por competencias: Propuestas de Reorganización Curricular*, FaCENA-UNNE (inédito).

- Gaskins, W. B., Johnson, J., Maltbie, C. & Kukreti, A. (2015). Changing the Learning Environment in the College of Engineering and Applied Science Using Challenge Based Learning. *International Journal of Engineering Pedagogy (iJEP)*, 5(1), 33-41. <http://journals.sfu.ca/onlinejour/index.php/i-jep/article/view/4138>
- Gibert Delgado, R. P., Rojo Hernández, M., Torres Morales, J. G. & Becerril Mendoza, H. (jul-dic 2018). Aprendizaje Basado en Retos, *Revista Electrónica ANFEI Digital*, (9), 1-11, Recuperado de: <https://anfei.mx/revista/index.php/revista/article/view/465#:~:text=El%20Aprendizaje%20Basado%20en%20Retos,a%20un%20tema%20de%20estudio>
- Facultad de Ciencias Exactas y Naturales y Agrimensura. Universidad Nacional del Nordeste. (2009). Plan de Estudio Carrera Licenciatura en Sistemas de Información. Argentina. Recuperado de: <http://exa.unne.edu.ar>
- Honorable Congreso de la Nación Argentina. (2020). Ley Nº 25.326, Ley de Datos Personales, Argentina. Recuperado de <https://www.argentina.gob.ar/normativa/nacional/ley-25326-64790>
- Icaza, J. (2015). Beneficios del Aprendizaje basado en retos. En: Observatorio de Innovación Tecnológica del Tecnológico de Monterrey (Ed.). *Aprendizaje basado en retos*, pp. 13. <http://observatorio.itesm.mx/edutrenndsabr/>
- Mariño, S., & Alfonzo, P. (2020). Conocimientos disciplinares. Aportes desde la universidad a la Industria del Software. *Mendive. Revista de Educación*, 18(2), 254-265. Recuperado de <https://mendive.upr.edu.cu/index.php/MendiveUPR/article/view/1887>
- Miller, G. E. (1990). The Assessment of Clinical Skills/Competence/Performance. *Academic Medicine*, 65(9), 63-67. <http://dx.doi.org/10.1097/00001888-199009000-00045>
- Olmos O. (2015). Aprendizaje Basado en Retos en el Tecnológico de Monterrey. En: Observatorio de Innovación Tecnológica del Tecnológico de Monterrey (Ed.). *Aprendizaje basado en retos*, pp. 23. <http://observatorio.itesm.mx/edutrenndsabr/>
- Pozo, J. I & Pérez Echeverría, M. del P. (2009), Aprender para comprender y resolver problemas. En Pozo, J. I. y Pérez Echeverría, M. del P. (Coords.), *Psicología del aprendizaje universitario: La formación en competencias*, pp. 31-53, Editorial Morata.
- Probert, L. (2015). Aprendizaje Basado en Retos en el Tecnológico de Monterrey. En: Observatorio de Innovación Tecnológica del Tecnológico de Monterrey (Ed.). *Aprendizaje basado en retos*, pp. 26. <http://observatorio.itesm.mx/edutrenndsabr/>
- Rodríguez Borges, C. G., Pérez Rodríguez, J. A., Bracho Rodríguez, A. M., Cuenca Álava, L. A. & Henríquez Coronel, M. A. (Julio-Septiembre 2021). Aprendizaje Basado en Retos como estrategia enseñanza-aprendizaje de la asignatura resistencia de los materiales, *Dom. Cien.*, 7(3), 82-97.

Rowe, C. & Klein-Gardner, S. (junio-2007),
*A Study Of Challenge Based Learning
Techniques In An Introduction To*

Engineering Course. 2007 Annual
Conference & Exposition, Honolulu,
Hawaii. 10.18260/1-21520

Conflicto de intereses:

Los autores declaran no tener conflictos de intereses.

Contribución de los autores:

Los autores han participado en la redacción del trabajo y análisis de los documentos.



Esta obra está bajo una licencia de Creative Commons Reconocimiento-NoComercial 4.0 Internacional
Copyright (c) Sonia Itati Mariño, Romina Y. Alderete