

APRENDIZAJE BASADO EN PROYECTOS EN MATERIAS AVANZADAS DE INGENIERÍA: APLICACIÓN E IMPACTO EN DIFERENTES ASIGNATURAS EN UNIVERSIDADES DE ARGENTINA

Mielnicki, Diana Matilde ^a; Lerzo, Pablo Eduardo ^b; Alcar, Héctor Leandro ^c; Britos, Luis ^d

^a Instituto de Investigación e Ingeniería Ambiental, UNSAM

^b Instituto de Desarrollo Económico e Innovación, UNTDF

^c Ingeniería Industrial, Fundación UADE

^d Facultad Regional Santa Fe, UTN

Resumen

La realización de proyectos en las carreras de ingeniería pone al estudiante frente a situaciones que deberá enfrentar en su vida profesional. Además del Proyecto Final de carrera, en muchas asignaturas de materias avanzadas de ingeniería se utiliza la realización de un Proyecto como metodología de aprendizaje activo centrado en el estudiante, utilizando un problema y condiciones semejantes a las reales como forma de lograr una mejor motivación, desarrollar el trabajo en grupos, el autoaprendizaje y la administración del tiempo de los estudiantes. Esta metodología se conoce como Aprendizaje Basado en Proyectos. El objetivo de este trabajo ha sido analizar las características del dictado de cuatro asignaturas que utilizaron esta metodología en materias del ciclo superior de ingeniería de distintas universidades argentinas, pertenecientes a distintas regiones del país: Capital, Gran Buenos Aires, Santa Fe y Ushuaia; y a distintas carreras de ingeniería: Industrial, Civil y Ambiental; dictadas en forma virtual en el 2do cuatrimestre de 2021. La información sobre las características de las cursadas fue proporcionada por los docentes mediante cuestionarios abiertos. Los estudiantes respondieron voluntariamente a una encuesta enviada mediante formularios con preguntas de opciones múltiples al finalizar la cursada. Entre otros resultados encontramos que estos docentes aplican el Aprendizaje Basado en Proyectos desde hace entre 4 y 30 años, pero ninguno conocía el nombre de la metodología (y por lo tanto no contaron con bibliografía de apoyo) cuando iniciaron su aplicación en base a su experiencia como estudiantes o su experiencia laboral.

Palabras claves:

APRENDIZAJE BASADO EN PROYECTOS; INGENIERÍA; ARGENTINA

Abstract

Carrying out projects in engineering careers puts the student in front of situations that will have to face in his professional life. In addition to the Final Degree Project, in many subjects of advanced career stages the creation of a Project is used as an active learning methodology, student centered, using a problem and similar conditions to the real ones to achieve a better motivation, develop team working, self-learning and self-time management. This methodology is known as Project Based Learning. The objective of this work has been to analyze the characteristics of

classes in four subjects that used this methodology in advanced subjects of engineering studies from different Argentine universities. These subjects belong to different regions of the country: Capital, Gran Buenos Aires, Santa Fe and Ushuaia; and to different careers: Industrial, Civil and Environmental Engineering; dictated in virtual form in the 2nd semester of 2021. Information on the characteristics of the courses was provided by the teachers through open questionnaires. Students voluntarily responded to a survey sent through forms with multiple choice questions at the end of the course. Among other results we found that these teachers have been applying Project-Based Learning for between 4 and 30 years, but none of them knew the name of the methodology (and therefore did not have supporting literature) when they started their application based on their experience as students or their work experience.

Keywords

PROJECT BASED LEARNING; ENGINEERING; ARGENTINA

1.Introducción

La realización de proyectos en las carreras de ingeniería es una metodología que pone al estudiante frente a situaciones que deberá enfrentar en su vida profesional. La elaboración del proyecto requiere la aplicación de conceptos técnicos aprendidos en distintas asignaturas, así como la integración y evaluación de elementos sociales, económicos, ambientales y legales entre otros. La realización de un Proyecto Final Integrador es parte de los estándares de acreditación de las carreras de ingeniería desde su incorporación al art 43 de la Ley de Educación Superior (ver por ejemplo la RM 1232/2002), pero el Proyecto Final es una práctica habitual en las carreras de ingeniería desde su creación¹.

Además del Proyecto Final Integrador de fin de carrera, en muchas asignaturas de materias avanzadas de ingeniería se utiliza la realización de un Proyecto como metodología de aprendizaje activo centrado en el estudiante, utilizando un problema y condiciones semejantes a las reales como forma de lograr una mejor motivación, desarrollar el trabajo en grupos, el autoaprendizaje y la administración del tiempo de los estudiantes. Esta metodología se conoce como Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP).

La aplicación de este método, forma parte de las nuevas estrategias pedagógicas tendientes a la formación basada en competencias, proceso que surgió del Tuning Europeo (2000), el cual ponía énfasis en las estructuras y contenidos de la educación superior y cuyo propósito era promover una formación universitaria basada en competencias (Suirá, 2010). A ese proyecto le siguió el Tuning Latinoamericano (2004-2007) y el proyecto 6x4 UEALC (2003-2007). Este enfoque surgió como respuesta a la inadecuada relación que existía entre los programas de educación y las necesidades del mundo laboral. En este contexto surgieron el proyecto DeSeCo (1997) de la OCDE, cuyo objetivo era proporcionar un marco conceptual para la identificación de competencias clave, fortalecer evaluaciones internacionales y ayudar a los objetivos generales de los sistemas educativos. En nuestro país, alineado por completo con estos nuevos paradigmas, se proponen los estándares de segunda generación para la acreditación de carreras de ingeniería en "Libro Rojo de CONFEDI", aprobado por la Asamblea del Consejo Federal de Decanos de Ingeniería de la República Argentina, en Rosario el 1 de junio de 2018.

El mundo es cada vez más complejo y cambiante, esto genera una demanda de mejores resultados de aprendizaje de las escuelas (Spady, 1994) haciendo que muchas universidades e

¹ Elisa Bachofen , primera ingeniera argentina y de América Latina, graduada en 1918 presentó en su tesis el diseño de una "Fábrica de hilados y tejidos de algodón" (Yann, 2020)

instituciones educativas adopten modelos o técnicas basados en competencias, entendiendo por “Competencia”, a la integración de conocimientos, habilidades, actitudes y valores que permite a una persona desenvolverse de manera eficaz en diversos contextos y desempeñar adecuadamente una función, actividad o tarea. Las competencias facilitan el desarrollo de una educación integral ya que engloban todas las dimensiones del ser humano: saber, saber hacer, y saber ser y estar (Blanco, 2009).

El ABP es ampliamente utilizado en diversos campos: medicina, ingeniería, economía, negocios, educación, entre otros. Hay mucha bibliografía sobre la aplicación de esta metodología en escuelas del nivel medio (Capraro, 2013; Betancourt, 2006). Por otra parte, se encuentran numerosas descripciones de aplicación en distintas asignaturas de las ingenierías tanto en Argentina, como en otros países (Ruiz-Meza, *et al.*, 2021) sin embargo, seguramente por las características particulares de las distintas disciplinas de las ingenierías y las distintas universidades en que se practican, no encontramos bibliografía que analice las características generales de la utilización del ABP en universidades argentinas.

Muchas veces se confunde el ABP con el Aprendizaje Basado en Problemas (ABP), sin embargo, estas metodologías no son equivalentes. Mientras que un problema de ABP puede requerir conocimientos de distintas disciplinas para resolverlo, en general tiene una única solución. En los proyectos de ABP para las ingenierías normalmente se deben resolver diferentes problemas, teniendo en consideración cuestiones técnicas, pero también sociales, económicas, ambientales y legales, dando como resultado múltiples soluciones posibles, con distintas fortalezas y debilidades, que es necesario priorizar (Capraro, 2013; Rodríguez-Sandoval, *et al.*, 2010).

En este trabajo analizamos las características generales del ABP, que tomamos de diversas publicaciones, para evaluar su aplicación y el impacto que tiene esta metodología sobre los estudiantes en diferentes asignaturas avanzadas (4to año en adelante) de distintas carreras de ingeniería de Argentina.

2. Metodología

En este trabajo se analizan las características del dictado de cuatro asignaturas que utilizaron ABP en materias del ciclo superior de ingeniería de distintas universidades argentinas, las cuales se presentan en la Tabla 1. Las materias pertenecen a distintas terminales de ingeniería, tres son universidades públicas y una privada y se encuentran ubicadas en distintos lugares del país. Estas asignaturas se dictaron en el segundo cuatrimestre de 2021, utilizando clases sincrónicas mediadas por tecnología (“clases virtuales”) debido a las restricciones impuestas por la pandemia de COVID-2019.

Tabla 1

Asignaturas que utilizaron ABP analizadas

Asignatura	Carrera /Universidad/ (Ubicación)	Cantidad de estudiantes 2do cuatrimestre 2021	Descripción de la asignatura
(CIIHS) Cátedra Interdisciplinaria e Interinstitucional de Hábitat Social: - Prefabricación (4to año) - Hábitat desde una perspectiva interdisciplinaria (3er año)	Ing. Civil UTN-FRSF (Santa Fe, Santa Fe)	28	Luego de adquiridos los conocimientos de los materiales, del diseño y cálculo estructural y de ir incorporando simultáneamente los contenidos necesarios referidos a las instalaciones complementarias, en esta asignatura se desarrollan las aplicaciones de todos ellos en el campo específico de la construcción industrializada en sus distintas modalidades. Las aplicaciones de la prefabricación, como solución a los problemas que debe resolver la Ingeniería Civil, abarcan no sólo las obras edilicias sino también aquellas relacionadas con la ramas viales e hidráulica, por lo tanto, se abordan temas específicos vinculados con las tres especialidades.

(MI) Mantenimiento Industrial (4to año)	Ing. Industrial UNTF (Ushuaia, Tierra del Fuego)	4	La asignatura repasa las distintas etapas por las que ha transcurrido la Revolución Industrial y cómo esto ha impactado en las modalidades de la Terotecología, o Ingeniería del Mantenimiento, desde la etapa artesanal, al mantenimiento netamente reactivo, para arribar, de la mano de las nuevas tecnologías aportadas por la Industria 4.0, a la Gestión de Activos , apoyada exclusivamente en técnicas de diagnóstico avanzado, en línea u off line, comúnmente denominada CBM (Condition Based Maintenance). Una vez asimilados estos conceptos, el desafío de los alumnos, basado en la realización de un proyecto final de asignatura, siguiendo los lineamientos del ABP, es modificar un plan de gestión de activos, ya existente, poco eficiente, basado en las técnicas tradicionales, o crear uno nuevo, basándose en la aplicación de una o varias de las nuevas técnicas de diagnóstico estudiadas.
(DG) Desarrollo Gerencial	Ing. Industrial Fundación UADE (Buenos Aires)	50	La materia cobra importancia dentro de la carrera de Ingeniería Industrial, ya que sus contenidos aproximan al futuro profesional a su inserción dentro de la cultura "entrepreneur" para la creación y puesta en marcha de una empresa, así como también la visión de "intrapreneur" como líder de proyectos o nuevos negocios dentro de una empresa ya en marcha. En este sentido, también se hace hincapié en brindar al alumno las herramientas adecuadas para lograr un seguimiento y control de las actividades para mitigar los riesgos y buscar el mayor éxito posible de los proyectos que se ideen o encaren. La aplicación de casos y la disertación de "practitioners" referentes del sector ayudan al estudiante a la cabal comprensión de este proceso. El ABP se enfoca en la creación de las denominadas "empresas B".
(PFQIA) Procesos Físicoquímicos en Ingeniería Ambiental (4to año)	Ing. Ambiental UNSAM (San Martín, AMBA)	26	El objetivo de la materia es que los alumnos conozcan y apliquen los fundamentos de las distintas operaciones y procesos industriales involucrados en los tratamientos físicoquímicos de la contaminación ambiental. Se enseñan los conceptos teóricos -prácticos de cada proceso, siguiendo un orden secuencial en función de cómo un ingeniero ambiental los plantearía en un sistema de tratamiento completo. Se plantean al inicio de la cursada dos proyectos integradores grupales que se deben ir desarrollando a medida que se van dando los temas en las clases teórico-prácticas. Los proyectos son los siguientes: -Diseño de planta de tratamiento de un efluente industrial -Diseño de planta de potabilización de una ciudad Las condiciones iniciales de los proyectos son seleccionadas y adoptadas por cada grupo: proceso productivo industrial, describir cada etapa y determinar los puntos de generación de efluentes, volúmenes y características de los mismos. Luego deben diseñar el sistema a medida que se explican las distintas unidades.

La información sobre las características de los ABP realizados fue proporcionada por los docentes (de los cuales dos son coautores de este trabajo) mediante cuestionarios abiertos durante la cursada. Los temas a tratar se propusieron tomando distintas características del ABP analizadas en (I.T. Monterrey, 2000; UPM, 2008; Valero García, 2010; Gavin, 2011 y Capraro, 2013).

Por otra parte, los estudiantes respondieron voluntariamente a una encuesta enviada mediante formularios con preguntas de opciones múltiples con escala tipo Likert al finalizar la cursada. Esta

encuesta permite analizar la experiencia de cursada de ABP. Las preguntas fueron adaptadas siguiendo a (Gavin, 2011). Respondieron a la encuesta 48 estudiantes sobre un total de 108. Dado que no se observaron diferencias significativas entre los distintos cursos, estas encuestas se analizan en conjunto.

3.Resultados: características del ABP en las asignaturas estudiadas

Para un mejor análisis de las características de aplicación del ABP, estas se agruparon según características de organización general, las referidas a los proyectos, a los grupos de trabajo y a la evaluación. Otro punto de interés es el relacionado a los docentes: cómo decidieron utilizar esta metodología y el conocimiento que tenían de la misma al iniciarla.

3.1 Características de organización general

Las características de organización general del ABP descriptas en la bibliografía y la forma concreta en que se desarrollaron en las asignaturas analizadas se presentan en la Tabla 2.

Tabla 2.
Características de organización general en el ABP

Características generales	Asignaturas analizadas
La organización del Proyecto puede tener distintas formas dentro de una carrera: realizarse dentro de una única asignatura, por participación de varias asignaturas del mismo año, o por mediante asignaturas de distintos años de la misma carrera.	En 3 de los casos analizados se desarrolla en única asignatura, mientras que en el restante se realiza en dos asignaturas de años subsiguientes.
La asignatura puede tener clases teóricas previas al inicio o simultáneas con el Proyecto, o puede no tener clases teóricas. La duración del Proyecto puede ser variable.	Es diferente en cada materia: pocas clases teóricas, teóricas al comienzo de la cursada, teóricas simultáneas con el Proyecto. Los Proyectos se realizan en varias semanas o a través del todo el cuatrimestre.
El flujo de información puede ser controlado por el docente (provee todos los materiales) o por los estudiantes (deben buscar la información).	En general se dan ambas modalidades. El docente proporciona herramientas teóricas, pero la información específica necesaria para los Proyectos debe ser buscada por los estudiantes
Temas teóricos clave: puede haber contenidos que si no son entendidos correctamente lleven a un mal desarrollo del Proyecto.	En las tres materias más técnicas hay contenidos que deben ser entendidos y aplicados correctamente para el buen desarrollo del Proyecto, mientras que DG permite una dinámica más flexible.
Presentaciones de expertos	En dos de las asignaturas se invitan a expertos. En las otras dos los docentes son expertos en los temas relacionados con los Proyectos.

3.2 Características del proyecto

Una de las preguntas clave que se hizo a los docentes es: ¿Qué distingue al ABP de la realización de un trabajo práctico convencional? En todos los casos, las respuestas apuntan a la importancia de la toma de decisiones de los estudiantes y a la vinculación con la realidad. El hecho de que los estudiantes deben definir las condiciones del Proyecto (tipo de empresa, tipo de proceso productivo, ubicación, entre otras) hacen que todos los Proyectos resulten diferentes entre sí,

entre los distintos grupos e incluso año a año. Esto lo diferencia de un trabajo práctico convencional en el cual los resultados o, al menos la estructura general, son repetitivos en el transcurrir de las cursadas.

En las guías para docentes se definen diferentes etapas del desarrollo del ABP, tanto en el diseño del mismo por los docentes como en el desarrollo del Proyecto por los estudiantes (I.T.Monterrey, 2000; UPM, 2008), que pueden estar ligadas a puntos de evaluación. Sin embargo, en las asignaturas analizadas solo uno de los docentes indica puntos de evaluación definidos. En otro caso se utiliza una evaluación continua mediante el uso de una wiki (https://docs.moodle.org/all/es/Actividad_de_wiki). Otro de los docentes utiliza el Design Thinking (<https://www.designthinking.es/inicio/index.php>) y las etapas de evaluación se corresponden con las etapas del mismo. En otro de los casos se entiende que los estudiantes pueden seguir diferentes caminos por lo que las entregas parciales no son tan estrictas.

En las materias analizadas no se requieren espacios físicos especiales, aunque en algunas se utilizan espacios de laboratorio para la realización de prácticas requeridas por el Proyecto, o software de uso libre.

Otra característica importante es el grado de libertad que se otorga a los estudiantes para la definición del Proyecto. A medida que los estudiantes avanzan en la carrera se pueden imponer condiciones restrictivas más exigentes y más cercanas a la realidad, en cuanto a los materiales a utilizar, capital humano y financiero disponible, espacio, entre otros. Entre estas materias, MI exige que el resultado sea superador respecto al plan de mantenimiento actual de la empresa elegida y PFQIA requiere que se cumplan los límites de vuelco o de uso como resultado final del diseño de los procesos. Estas condiciones solo pueden ser cumplidas por estudiantes avanzados. En todas las asignaturas se realizan presentaciones finales orales ante todos los compañeros, en algunos casos ante autoridades de la carrera u otros docentes y en el caso de MI ante la empresa a la cual pertenece el plan de mantenimiento original. En todos los casos se pide también una presentación escrita del Proyecto. En PFQIA el escrito debe incluir memorias descriptivas, memorias de cálculo, diagramas de flujo y planos; lo que contribuye a la preparación de los estudiantes para la realización del Proyecto Final Integrador de la carrera.

3.3 Características de los grupos de trabajo

En los casos analizados, los grupos se forman por afinidad con 4 a 6 estudiantes. Solo en el caso de DS los estudiantes tienen roles asociados y el seguimiento se realiza mediante Trello (<https://blog.trello.com/es/como-usar-trello>). En MI el seguimiento es continuo mediante un recurso Wiki en Moodle. En las otras materias el seguimiento se realiza mediante reuniones semanales o quincenales. Todos los docentes encuentran que el número de grupos a manejar por un docente debe ser de tres o cuatro como máximo.

3.4 Características de la evaluación

Los docentes utilizan distintas formas de evaluación en las materias analizadas: la nota final del proyecto no constituye por sí sola la evaluación de la materia. Parciales, trabajos prácticos, evaluaciones de entregas parciales del proyecto forman parte de evaluaciones formativas y sumativas. Solo en dos de las materias, DG y MI se utilizan rúbricas en la evaluación final del proyecto, lo que puede estar relacionado con una mayor capacitación en temas pedagógicos de los docentes. Las distintas estrategias buscan evaluar tanto el trabajo individual como el grupal, los conocimientos y el desarrollo de competencias. El ABP implica el desarrollo de las Competencias Genéricas de Egreso establecidas en el Libro Rojo de CONFEDI, tanto las tecnológicas como las sociales, políticas y actitudinales, aunque solo recientemente y a través de distintas capacitaciones, los docentes comienzan a incorporarlas en sus evaluaciones. Sin

embargo, el trabajo en grupo y la defensa del Proyecto implican la evaluación de estas competencias de manera implícita.

3.5 Características de los docentes

Los docentes consultados indican que aplican esta metodología desde hace 30, 5, 4 y 8 años para CIIHS, MI, DG y PFQIA respectivamente. En ninguno de los casos conocían el nombre de la metodología cuando comenzaron a utilizarla. La pregunta que surge de esto es ¿entonces cómo decidieron aplicarla?: el docente de CIIHS manifiesta que ya la había utilizado como alumno, y dado los 30 años de aplicación nos indican un uso extendido en el tiempo del ABP en carreras de ingeniería en Argentina. El docente de MI conoció posteriormente la metodología, y dictó cursos de profesionalización en la UNAM, con una experiencia y resultados superadores, cada año de su aplicación. La docente de PFQIA indica que eligió esta metodología desde el inicio del dictado de su materia por su experiencia laboral de supervisión, al reconocer la necesidad de que los futuros profesionales integren conocimientos y se entrenen en la defensa de sus proyectos. El docente de DG aplica la metodología por observación propia y en función de las necesidades del grupo de alumnos. Como cada grupo es totalmente distinto, el docente adapta la necesidad y los requerimientos de la metodología en función del mismo

4. Análisis de la encuesta a estudiantes

La encuesta a estudiantes consistió en cinco preguntas en las que se evaluaron 31 ítems referidos al aprendizaje de los temas teóricos, las competencias practicadas, la demanda de tiempo y esfuerzo individual, el trabajo grupal y la evaluación. Además se incluyó un espacio para comentarios. Fue respondida por el 44% de los estudiantes involucrados en las materias analizadas.

La mayor parte de los estudiantes (83%) consideró que la realización del proyecto contribuyó a la comprensión de los temas teóricos.

En promedio, 88% de los estudiantes respondieron que consideraron como “muy importantes” o “importantes” los siguientes elementos del ABP: la aplicación práctica, el trabajo en equipo, la motivación, las habilidades comunicacionales, el razonamiento individual, el aprendizaje entre pares, la administración del tiempo disponible, la interacción con los docentes, la retroalimentación de las soluciones, la adquisición de conocimientos y la facilidad para recordar y asimilar lo aprendido.

En cuanto a la demanda en tiempo y esfuerzo, el 84% de los estudiantes indica la carga de trabajo y el trabajo en equipo como “muy demandantes” o “demandantes”. Un número menor de estudiantes, pero todavía la mayoría, 69%, incluye en esas categorías de alta demanda a la realización de la presentación y esquemas, aplicación y cálculo, autoaprendizaje y estudio individual y consensuar diferentes opiniones y opciones de diseño.

Cuando se preguntó por la importancia que atribuían los estudiantes a distintos elementos del ABP en general, 96% consideró “muy importante” o “importante” a la calidad del trabajo en grupo, el desarrollo de habilidades de comunicación y de competencias individuales, a la orientación por parte del docente, la organización del tiempo y la satisfacción por el trabajo realizado. Respecto al proceso de evaluación y al nivel de dificultad del material entregado el 74% lo consideró en esas mismas categorías, mientras que 24% lo consideró “poco importante”.

Hubo una mayor dispersión en las preguntas restantes. Respecto al grado de acuerdo en que el trabajo en grupo mejoró su performance individual, 73% se mostró de acuerdo, 21% lo consideró neutral y 6% estuvo en desacuerdo.

Por último, se preguntó si consideraban interesante la aplicación del ABP en materias posteriores, con lo cual 90% de los estudiantes estuvieron de acuerdo, 6% se manifestaron neutrales y 4% estuvo en desacuerdo.

En cuanto a las respuestas abiertas, hubo pocos comentarios, mayormente referidos a dificultades con el trabajo en grupo, esfuerzos desparejos, falta de dedicación de algún integrante. Sin embargo, en esos mismos comentarios se valora la realización del proyecto.

5.Posibilidad de Mejoras a partir de la formación docente

Está claro que el uso del ABP se ha difundido y se utiliza en asignaturas de terminales de ingeniería en distintos niveles, pero, generalmente, se realiza de modo intuitivo, desconociendo que se está aplicando una herramienta sobre la que existe abundante bibliografía y una metodología particular para su aplicación y posterior evaluación de resultados.

Muchas veces se establece claramente la consigna, a modo de un “Trabajo Final”, pero no se realiza un seguimiento del proceso, no se pautan metas intermedias, no se realiza una evaluación de los avances o se guía a los estudiantes, detectando si están enfocados o encaminados en un camino divergente hacia los objetivos planteados.

La formación docente y el perfeccionamiento en el uso formal de estas técnicas, conlleva a que la rúbrica final de evaluación sea mucho más objetiva y a que el docente se enfoque más en el proceso que en el producto final.

La utilización de rúbricas para la evaluación permite analizar diferentes dimensiones del trabajo realizado en el proyecto, incluyendo distintas competencias y actitudes y no solo conocimientos. Es posible incluir una entrevista con los referentes de las empresas donde los estudiantes acudieron en busca de información o ejemplos concretos y datos para la realización de su proyecto. En esta instancia, se evalúa el nivel de lenguaje técnico, profundidad, precisión y asertividad con que los estudiantes se vincularon con los referentes de estas empresas.

Cuando se realiza el seguimiento del proceso los alumnos se interesan en el resultados final de sus proyectos, su presentación ante pares y profesores de otras asignaturas, los cuales, por lo general son invitados a presenciar las defensas de estos proyectos, con los cuales los alumnos regularizan o promocionan la cursada de las asignaturas (cuando hay otras evaluaciones en la cursada ya han sido aprobadas al llegar a este punto).

De esta manera, los alumnos toman su proyecto con absoluta seriedad. Se involucran con procesos que a veces no conocen en profundidad, prestan extrema atención a los detalles, e incluso intentan trasladar los conceptos vistos en clase, círculos de mejoras continua, cumplimiento de regulaciones nacionales o internacionales, estandarización, etc., demostrando una alto estándar del nivel de análisis.

Un posible aspecto a considerar, en aplicaciones de esta metodología, es la influencia de la conformación de los grupos, ya sea conformación propia, azarosa o mediante criterios, por ejemplo , agrupaciones mixtas o según grupos, con modelos de Kolb.

En el caso de la asignatura MI, luego de relevar los planes de mantenimiento reales de la empresa visitada, los alumnos mutan el concepto de “Mantenimiento” hacia el de “Gestión de Activos”, hoy impuesta por la ISO 55.000, buscando incluso los vasos comunicantes necesarios que le den realismo a su propuesta, de modo tal de pensar en una seria implementación de un programa mejorado, el cual es ofrecido a la empresa, como retribución por el aporte de Jefes y Gerentes que aportaron su tiempo y conocimiento en el desarrollo del proyecto.

Este nivel de interacción proactiva y participativa, sólo puede provenir de docentes altamente motivados y con un profundo conocimiento de los objetivos, posibilidades y dificultades a allanar en la utilización de la metodología del ABP.

En el caso de Desarrollo Gerencial, la propuesta de de ABP se aplica en forma continua durante toda la materia terminando en un Proyecto Final Integrador (PFI) grupal. Este PFI tiene como fin

el de “Crear una Empresa Triple Impacto” aplicando todas las enseñanzas desarrolladas durante la cursada. Este nuevo enfoque estructural de las instancias de validación de conocimientos por parte del alumno fue implementado en función los conocimientos de conceptos de Enseñanzas Basado en el Estudiante. El impacto y el cambio por parte de los alumnos, ha sido significativo.

6.Conclusiones

Está claro que el contacto, cuanto más prematuro posible, de los alumnos avanzados de ingeniería, con casos reales del mercado y hacerlos sentir que pueden ser responsables y autores de un ciclo de mejora, aplicable, real y “adoptable” por parte de las empresas, es una poderosa herramienta que hace que los conocimientos impartidos excedan el ámbito de las aulas, se impongan como ideas posibles, involucren a los alumnos con problemas reales del mercado y les dé “sentido de pertenencia” a la carrera por la que han optado.

Las respuestas de los estudiantes encuestados muestran claramente que consideran como MUY IMPORTANTE (56% de las respuestas), el impacto que ha tenido en su formación profesional, en el desarrollo de cada una de sus asignaturas, el aplicar la metodología del ABP, permitiéndoles, cómo ya se ha expresado, un contacto mucho más directo con la realidad del mercado, las dificultades de implementar cambios y modificaciones a procesos existentes, los pasos internos dentro de las estructuras de cada empresa, para que estas modificaciones se hagan efectivas, etc. Asimismo, y como era esperable, encuentran esta actividad como MUY DEMANDANTE (58% de las respuestas), puesto que el desarrollo de esta metodología, los “saca” del entorno áulico, los lleva a realizar trabajo de campo, trasladarse, interpretar la necesidad del uso de EPP (Elementos de Protección Personal), esperar la interacción con sus referentes en cada empresa, tomar notas, fotografías, relevar datos, proyecciones y estadísticas, para luego procesarlas, adaptarlas a su propuesta, cotejarlas con la teoría vista en clase, y diseñar propuestas de mejora atractivas y factibles. Luego esas propuestas deben ser validadas con las empresas, criticadas, modificadas y adaptadas a la realidad que cada empresa interpreta como “cumplible”.

Sentirse parte de la solución de un problema, con aportes intelectuales, producto de una sinergia cognitiva, surgida de un trabajo grupal serio y bien orientado, nos garantizará mejores profesionales, curvas de adaptación y de aprendizaje más rápidas, menor deserción y una mejor tasas de empleabilidad de los estudiantes que desde estas participaciones, ya se hacen conocer ante potenciales y futuros empleadores.

En el caso de las materias donde se han utilizado metodologías ágiles como eje transversal de la cursada y con un objetivo de entregar un “producto”, fundamental en el ABP, ha motivado a los alumnos a una respuesta real y validada. En varios de los casos de éxito se han seguido desarrollando luego de la cursada y se convirtieron en emprendimientos concretos.

El resultado concreto de un trabajo realizado en clase impulsa al alumno a relacionarse con la realidad que le espera como profesional en forma más directa.

La utilización de ABP es muy bien recibida por los alumnos y nos brinda a los docentes herramientas para poder ser más creativos en nuestras cátedras.

La devolución positiva por parte de los alumnos, no solamente en resultados de encuestas, sino también en comentarios posteriores a las cursadas son muy significativas y gratificantes para nuestra tarea como docentes.

7.Agradecimientos

Agradecemos al curso CIIE-UTN por haber reunido a los autores, de distintos puntos del país, a los docentes Ing. Ruth Rodríguez e Ing. Ariel González por su colaboración aportando

información sobre sus asignaturas y a la Fundación UADE a través de su Director Ing. Santiago Arakaki, por permitir trabajar sin restricciones y acompañar continuamente.

Referencias Bibliográficas

Blanco Fernández, A. (2009) Desarrollo y Evaluación de Competencias en Educación Superior. España: Narcea.

Betancourt, C. (2006). Aprendizaje basado en problemas una experiencia novedosa en la enseñanza de la ingeniería. Revista Educación en Ingeniería. Universidad de Ingeniería. Colombia. (2), p 47-51

Capraro, C. (2013) STEM Project Based Learning. Boston. Taipei: Sense Publishers

Gavin, K. (2011) Case Study of a Project-Based Learning Course in Civil Engineering Design, European Journal of Engineering Education, 36:6, p 547-558

I.T. Monterrey (2000) Las Técnicas Didácticas en el Tecnológico de Monterrey. Dirección de Investigación y Desarrollo Educativo del Sistema. Vicerrectoría Académica.

Ruiz-Meza, J., Castellanos-Adarme, M., Alzate-Ortiz, F. y Florez-Gutierrez, A. (2021) Aplicación del Aprendizaje Basado en Problemas en el Programa de Ingeniería Industrial: Caso de estudio aplicado en el curso de cadenas de Suministro. Revista Científica, 41, p169-183

Rodríguez-Sandoval, E., Vargas-Solano, E., Luna-Cortés, J. (2010) Evaluación de la Estrategia "Aprendizaje Basado En Proyectos". Educación y Educadores. P13-25

Spady, W. G. (1994). Outcome-based education: Critical Issues and Answers. Arlington, VA. American Association of School Administrators.

Universidad Politécnica de Madrid (2008) Aprendizaje Orientado a Proyectos. Servicio de Innovación Educativa.

Valero García, M. (2010) El Aprendizaje Basado en Proyectos, en los Estudios de Ingeniería. Cuadernos de Pedagogía Nº403. P52-55.

Fuentes electrónicas:

La Teoría de los Modelos de Aprendizaje de David Kolb:

<https://webdelmaestrocmf.com/porta/la-teoria-de-los-estilos-de-aprendizaje-de-david-kolb/>

Gestión de Proyectos a través de Trello:

<https://blog.trello.com/es/como-usar-trello>

Uso de herramientas colaborativas WIKI:

https://docs.moodle.org/all/es/Actividad_de_wiki

Uso del concepto del Design Thinking:

<https://www.designthinking.es/inicio/index.php>

Utilización de escalas tipo LIKERT:

<https://www.questionpro.com/blog/es/ejemplos-de-escalas-likert/>

Sobre los autores:

- a- Ingeniera química, licenciada en Ciencias de la Atmósfera, Magister en Gestión Ambiental. Correo electrónico: dianamiel@gmail.com
- b- Ingeniero aeronáutico, Magister en Administración y Gestión Aeroportuaria, Magister en Gestión y Administración Ambiental. Correo electrónico: pablo.lerzo@mac.com
- c- Ingeniero en Electrónica, doctorando en Ingeniería, docente universitario y conferencista internacional. Correo electrónico: prof.hectoralcar@gmail.com
- d- Ingeniero civil. Magister en Project Management, Magister en Ingeniería y Negocio de Oil/Gas. Especialista en Calidad. Correo electrónico: luis1989_edc@hotmail.com