

Perfil de egreso en los estudiantes de ingeniería: aportes significativos de la metodología del Aprendizaje Basado en Problemas

Graduate profile in engineering students: significant
contributions of the Problem-Based Learning methodology

Segundo Nicolas Diestra Sánchez^{1,*} ; José Pascual Apolaya Sotelo¹ 

¹ Universidad Nacional del Santa, Av Universitaria S/N, Nuevo Chimbote, Ancash. Perú.

*Autor correspondiente: sdiestra@uns.edu.pe (S. N. Diestra Sánchez).

Fecha de recepción: 08 01 2021. Fecha de aceptación: 02 02 2021

RESUMEN

Este artículo propone como objetivo general: sustentar que el Aprendizaje Basado en Problemas (ABP) es una metodología activa que contribuye en el logro significativo de las competencias del perfil de egreso del estudiante de ingeniería. La metodología es de tipo de revisión de literatura científica; compuesta por cuatro fases: definición de objetivos, búsqueda de información, organización de la información, y análisis de la información. Los resultados obtenidos muestran las características de la metodología ABP para la ingeniería, como son el aprendizaje enfocado en el estudiante, crítico, colaborativo, activo y holístico. Las competencias del estudiante de ingeniería aplicando esta metodología son: resolver problemas, utilizar técnicas y herramientas, y aprender con autonomía en forma continua. Las estrategias del docente para aplicar la metodología en la ingeniería son: diseñar problemas, promover la comunicación, fomentar la investigación continua, y mejorar el aprendizaje colaborativo con motivación. Es necesario que las universidades apliquen la metodología activa ABP para el logro significativo de las competencias del perfil de egreso de los estudiantes de ingeniería ya que estos son fundamentales para el planteamiento de una situación problema en la construcción de temas complejos mediante el análisis en contexto, para promover la indagación y solución del problema con creatividad.

Palabras clave: Aprendizaje basado en problemas; perfil de egreso; ingeniería.

ABSTRACT

This article proposes as a general objective: to sustain that Problem-Based Learning (PBL) is an active methodology that contributes to the significant achievement of the competencies of the engineering student graduation profile. The methodology is of the scientific literature review type; It consists of four phases: definition of objectives, search for information, organization of information, and analysis of information. The results obtained show the characteristics of the PBL methodology for engineering, such as learning focused on the student, critical, collaborative, active and holistic. The engineering student competencies applying this methodology are solve problems, use techniques and tools, and continuously learn autonomously. The teacher's strategies to apply the methodology in engineering are design problems, promote communication, promote continuous research, and improve collaborative learning with motivation. It is necessary that universities apply the active ABP methodology for the significant achievement of the competencies of the graduate profile of engineering students since these are fundamental for the approach of a problem situation in the construction of complex issues through analysis in context, to promote creative inquiry and problem solving.

Keywords: Learning based on problems; graduation profile; engineering.

INTRODUCCIÓN

La actual comunidad universitaria plantea un nuevo escenario en que las metodologías activas tienen protagonismo en los

diferentes niveles de la educación, incluida la educación universitaria, por lo que se convierte en una metodología para adquirir las capacidades y competencias que necesita el ingeniero como profesional. La

enseñanza tradicional universitaria en Latinoamérica como modelo pedagógico se encuentra desligada de la realidad, y se centran en cátedras que generalmente transmiten información teórica, sin contribuir a desarrollar las habilidades, capacidades y competencias de los estudiantes universitarios, situándolos en un segundo plano (Garzón, 2017; Sepulveda, Cabezas, García & Fonseca-Salamanca 2019).

A pesar de que las universidades en el Perú han iniciado un proceso de cambio a un enfoque por competencias, aún no se han logrado en los programas de ingeniería, aplicar metodologías activas que respondan al propósito del ingeniero que es diseñar y solucionar problemas, por tanto, se debe buscar alternativas en otras metodologías que permitan al estudiante conseguir un acercamiento al perfil de egreso del programa de ingeniería.

En el marco de los lineamientos y acciones estratégicas de las políticas que aseguren la calidad de la Educación Superior Universitaria a nivel nacional, la formación académica está orientada a la investigación. El aprendizaje basado en problemas podría ser uno de los factores que contribuye a la investigación mediante la indagación de los problemas del país, pues influye en el fortalecimiento de las competencias de los estudiantes (Ministerio de Educación - MINEDU, 2015). A su vez, el presente estudio se sustenta en los planteamientos de la metodología activa ABP cuya aplicación promueve el fortalecimiento del proceso de indagar y solucionar problemas, alcanzando al ámbito educacional del desarrollo de competencias; los cuales son contradictorios a las metodologías de enseñanza tradicionales basados en la transmisión y adquisición de conocimientos.

Actualmente la metodología ABP ha tomado un rol importante en la educación universitaria, especialmente en el programa de ingeniería. Hay estudios en ingeniería que concluyen en general la existencia de un avance positivo en la aplicación de la metodología aprendizaje basado en problemas con respecto al rendimiento académico (Alejos, 2017; Barreto, 2018; Herrera, 2018; Hussain, Sahudin, Abu Samah, & Anuar, 2019; Nápoles & Loyola, 2018; Rodríguez, 2017; Urrutia-Heinz, Costa-Quintana, & Capuano-da Cruz, 2020; Valencia, 2019); por ello, tomando como referencia estos avances significativos se propone encontrar los aportes que tendría esta metodología en cuanto al perfil de egreso de los estudiantes de ingeniería.

La investigación se justifica, porque se presentan como razones válidas las competencias generales y específicas del perfil de egreso que deben adquirir los

estudiantes de ingeniería. Además, se tiene la certeza que todo ingeniero tiene que investigar y solucionar problemas. Estas razones hacen que el ABP sea una metodología que permita que el estudiante desarrolle sus competencias en un ambiente colaborativo y de construcción de nuevos conocimientos. Se hace referencia a esta metodología como una alternativa ante la realidad de la educación universitaria del programa de ingeniería en cuanto a las necesidades de adquirir las competencias en base a sus experiencias, en un entorno vivencial. Esta metodología ha evolucionado adaptándose a las necesidades de la ingeniería y se aplicado para generar aprendizajes significativos que articulan la teoría con respecto a la práctica para encontrar soluciones (Murgueitio, Burbano, & Moreno, 2019; Rodríguez & Fernández-Batanero, 2017).

La metodología activa propuesta se enmarca dentro del perfil del ingeniero, pues se cimenta en resolver los problemas y la indagación científica, mismo es un cambio de los procesos de aprendizaje por medio del cual se investiga y soluciona problemas. Este artículo propone como objetivo sustentar que el ABP es una metodología activa que contribuye en el logro significativo de las competencias que componen el perfil de egreso del estudiante de ingeniería.

METODOLOGÍA

Para realizar esta revisión se utilizó la metodología adaptada de Gómez-Luna, Fernando-Navas, Aponte-Mayor & Betancourt-Buitrago (2014), que implica cuatro fases: (a) la definición de los objetivos de la investigación, (b) la búsqueda de la información, (c) la organización de la información, y (d) el análisis de la información.

Los objetivos propuestos tienen carácter explicativo y busca sustentar que el ABP es una metodología activa que contribuye en el logro significativo de las competencias que componen el perfil de egreso del estudiante de ingeniería; dichos objetivos se generaron a raíz, que el investigador se planteó las siguientes preguntas: ¿Qué se sabe de la metodología ABP? ¿Qué características presenta la metodología ABP? ¿Qué competencias el estudiante puede fortalecer cuando se aplica la metodología ABP? ¿Qué estrategias puede utilizar el docente para aplicar el ABP? Estas preguntas son las detonantes del inicio de la metodología aplicada.

Una vez definido los objetivos del artículo de revisión se inició la búsqueda de la información, la cual se realizó en forma

estructurada; para ello, se consultó material informativo de libros, revistas de divulgación e investigación científica, fuentes documentales y bases normativas; empleando: buscadores académicos como el Google académico, SciELO, Scopus y Sciencedirect para encontrar revistas indexadas y tesis a nivel internacional; repositorios como Ministerio de educación, Alicia, Renati, La Referencia, para tesis a nivel nacional; y directorio de repositorios de acceso abierto OpenDOAR.

La información obtenida se organiza de manera estructurada para lograr una documentación en forma detallada (Gómez-Luna et al., 2014). Además, el American Psychological Association (2020) presenta el estilo APA como un conjunto de pautas para la redacción académica en forma clara y precisa para lograr una excelente escritura en nuestro campo de la educación, requisito para la lograr la publicación del artículo. Para lograr este proceso de manera eficiente se utiliza la herramienta Mendeley que organiza la información por el nivel de relevancia o en forma jerárquica en carpetas que incluyen autores, año, títulos, tipos de fuentes de información. Además del uso del Mendeley, como gestor de referencias y carpetas (García, 2018), se utiliza para realizar la inserción de las citas con normas APA y para las fuentes referenciales, que se logran mediante su herramienta de librería que permite clasificar los tipos de información en libros, artículos, páginas web y secciones de libro, entre otros.

Finalmente, para el análisis crítico de la información se hizo uso del análisis de contenido mediante la técnica de fichaje y teniendo como instrumento a las fichas sincréticas. Torres, Alvarez & Lemus (2019) afirma que las fichas de contenido es un procedimiento de investigación documental constituido por el acopio seleccionado, sistematizado y de análisis. Estas fichas sincréticas compuestas por el investigador se utilizaron para sistematizar la información y producir nuevos conocimientos como resultado del análisis, y comprenden los siguientes elementos: el tipo de ficha para indicar la forma de redacción, los datos del artículo científico, la referencia bibliográfica, la ubicación en el artículo, la página en la cual se encuentra, y el contenido referido a la forma de redacción.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Moust, Bouhuijs & Schmidt (2019) afirma que para comprender como funciona la metodología ABP, es útil saber que el aprendizaje en general se enmarca en cuatro ideas cruciales: la construcción de

significado, la elaboración, el contexto, y la motivación. Esta metodología fomenta el aprendizaje porque permite los procesos: la discusión inicial del problema para activar el conocimiento, el aprendizaje auto-dirigido para elaborar el tema, la situación del problema en un contexto, y el aumento de la motivación. Asimismo, Cosgrove & O'Reilly (2020) argumentan que ésta epistemología implica que la educación en ingeniería debe contar: en primer nivel con el arte del diseño, en segundo nivel un elemento reflexivo, y en tercer nivel la creatividad.

Díaz-Barriga (2006) señala que "el ABP consiste en el planteamiento de una situación problema, donde su construcción, análisis y/o solución constituyen el foco central de la experiencia, y donde la enseñanza consiste en promover deliberadamente el desarrollo del proceso de indagación y resolución del problema en cuestión". Es así que siendo la ingeniería una disciplina de la creatividad, el diseño de máquinas, y la solución de problemas, necesita de esta metodología activa para plantear una situación problemática que provoque deliberadamente el análisis, la indagación científica y la solución de problemas de la sociedad, en la cual están involucrados los procesos y máquinas.

Barell (2007) señala que "el ABP puede definirse como un proceso de indagación que resuelve preguntas, curiosidades, dudas e incertidumbres sobre fenómenos complejos de la vida. Un problema es cualquier duda, dificultad o incertidumbre que se debe resolver de alguna manera". La ingeniería como programa profesional mediante el perfil de egreso busca la solución de problemas complejos como son las máquinas industriales y procesos en sistemas complejos de entradas y salidas de materia e insumos, para la producción de bienes y servicios, y, por tanto, esta metodología contribuiría a la investigación y solución de problemas.

Labrador & Andreu (2008), señalan que "el ABP es una metodología de aprendizaje en la que el punto de partida es un problema o situación que permite al estudiante identificar necesidades para comprender mejor ese problema o situación". Dado que la ingeniería busca solucionar problemas de la sociedad para el bienestar común, el punto de partida es identificar las necesidades, y a partir de estas se puedan diseñar máquinas y procesos industriales, es decir que la metodología ABP permitiría mejorar las capacidades de los estudiantes en la identificación de situaciones problemas que deben resolverse o mejorarse, a partir de la comprensión de estos.

Gutiérrez, Puente, Martínez & Piña (2013), expresan sobre los lineamientos de la metodología ABP que "las intenciones educativas y los objetivos de cada materia (...), este punto de partida, unido a los resultados que se pretende lograr con el proceso, serán las coordinadas que guiarán el desarrollo crítico y creativo". Los lineamientos de esta metodología deben estar en el mismo camino que el perfil de egreso de la carrera profesional para lograr sus objetivos educativos que sirvan de guía para lograr el desarrollo crítico y creativo de los futuros ingenieros.

Luego de los aportes de los diferentes autores, la conceptualización del ABP que más se adecúa a la ingeniería enmarcada en el proceso de aprendizaje, y la epistemología de la ingeniería, sería que es una metodología activa que consiste tomar como punto de partida del planteamiento de una situación problema en forma de pregunta, la construcción de temas complejos en un aprendizaje autodirigido, el análisis de la situación problema en contexto real tomando como base a la experiencia, y la motivación para promover la indagación y solución del problema con creatividad.

Respecto a las características de esta metodología, Barrett (2017) afirma que la característica que define al ABP es el aprendizaje enfocado en el estudiante más que la enseñanza de los docentes; y que las cuatro características claves de esta metodología son: el problema como provocador de espacio para la observación; el tutorial como un espacio para un conocimiento dialógico; el proceso de la metodología como estar en flujo; y el aprendizaje con diversión.

Para Gonzales & Villamil (2013), la ingeniería es la profesión donde los conocimientos de ciencias y matemáticas se obtienen de la experiencia para aplicar con criterio las formas de utilizar la naturaleza en bien de la sociedad.; donde hay una clara relación entre los elementos de la definición de la ingeniería y el currículo de la ingeniería, es así que el perfil de egreso de estudiantes de ingeniería le permite analizar, comprender y asimilar a través de la energía, las fuerzas, el movimiento, resistencia, trabajo, etc.

Además en las características del ABP en la cual coinciden los autores son: (a) el aprendizaje centrado en el estudiante donde los contenidos y temas deben ser de su interés para ser responsables de la situación problemática; (b) el aprendizaje activo donde el estudiante aprende haciendo en constante actividad a través de un trabajo auto dirigido, (c) el aprendizaje colaborativo donde el estudiante participa en pequeños grupos

en un proceso interactivo de intercambio de conocimientos, (d) el aprendizaje crítico donde el docente alienta al estudiante a razonar y lo guía en el proceso de indagación para que alcance niveles profundos de comprensión, y (e) el aprendizaje holista que organiza el currículo en base a problemas para lograr en los estudiantes aprendizajes significativos e integrados (Díaz-Barriga, 2006; Gutiérrez et al., 2013; Torp & Sage, 1998).

Luego de describir las características de esta metodología se logra identificar según Walker, Leary, Hmelo-Silver & Ertmer (2015) en forma clara el rol del docente como facilitador del aprendizaje, las responsabilidades de los estudiantes de ser autodirigidos y autoregulados en su aprendizaje, y los componentes esenciales en el diseño de problemas que son la fuerza que impulsa la indagación.

En los aprendizajes "tradicional, el punto de partida es proporcionar información y transmitir conocimientos a los estudiantes (...) ABP el estudiante se ve obligado, de manera espontánea y sin presión externa, a formular una respuesta hipotética de acuerdo con sus conocimientos previos" (Gutiérrez et al., 2013). Esta metodología activa por medio de la indagación y solución de problemas busca instaurar una nueva forma de enseñar y aprender, representa una apuesta de las universidades para lograr la investigación, la solución de problemas, el trabajo colaborativo y el desarrollo de las competencias.

De lo expuesto, se encuentran coincidencias en las características más importantes del ABP para la ingeniería como son: (a) el aprendizaje enfocado en el estudiante donde los temas deben ser de su interés, (b) el aprendizaje crítico que aplica el problema como provocador de un espacio que alienta a analizar, comprender y asimilar, (c) el aprendizaje colaborativo en pequeños grupos mediante el tutorial para lograr el conocimiento dialógico, (d) el aprendizaje activo para lograr el proceso en un trabajo autodirigido, y (e) el aprendizaje holístico que integra al currículo para lograr aprendizaje significativo y con motivación.

Las universidades han iniciado un proceso de cambio de un currículo por objetivos a un currículo por competencias. De allí que Villardón-Gallego (2015), refiere que los currículos por competencias se enfocan en el aprendizaje utilizando recursos metodológicos en busca de la investigación mediante la resolución de problemas, para lograr las competencias que se pretenden alcanzar a través de las capacidades de solución de problemas, asimismo, mediante el currículo universitario se ayuda al

estudiante a gestionar sus recursos y conocimientos en el ámbito profesional, y social para que estén preparados para toda la vida.

Tavera (2000) conceptualiza sobre el perfil profesional del ingeniero del siglo XXI, como aquel que tiene la "capacidad para concebir, planear, diseñar, construir, operar y mantener proyectos para el desarrollo de un país, así como manufacturar productos y prestar servicios relacionados con su especialidad, buscando el mejor aprovechamiento de los recursos y la conservación del ambiente". Se puede mencionar la capacidad del ingeniero para diseñar máquinas, sistemas y procesos industriales, además de solucionar problemas de la sociedad; de allí que el perfil profesional del ingeniero que se busca alcanzar toma en cuenta la esencia del ingeniero de diseñar y construir con la tendencia del mundo actual que es la conservación del medio ambiente.

Para Palacios, Núñez & Arnao (2014), el currículo es el medio por el cual las sociedades se informa del perfil profesional de la carrera, tiene carácter prospectivo, es decir señala el camino que se logrará cuando el estudiante egrese de la universidad. Además, el currículo es un instrumento de planificación ejecución y evaluación de la formación del estudiante, que busca a través de sus políticas y plan curricular crear la cultura humana a través de la ciencia y el saber.

La Asociación Iberoamericana de Instituciones de Enseñanza de la Ingeniería (2016) adopta diez competencias genéricas como faro para los países integrantes, las cuales se dividen en dos grupos como son las competencias tecnológicas, y sociales actitudinales. Las competencias tecnológicas son básicamente: resolver problemas; diseñar y desarrollar proyectos planificar y ejecutar proyectos; utilizar técnicas y herramientas de ingeniería; y contribuir al desarrollo tecnológico. Y las competencias sociales actitudinales son: desempeñarse en equipos de trabajo; comunicarse en forma efectiva; actuar con responsabilidad y compromiso social; aprender con autonomía en forma continua; y actuar como emprendedor.

El ABP en la ingeniería responde a una necesidad de una nueva metodología que permita desarrollar las competencias del programa de ingeniería, mejorar el proceso de enseñanza aprendizaje, que se adapte a las exigencias de la globalización en el cual se encuentra inmerso y en constante cambio, teniendo en cuenta la calidad de la educación universitaria. Los modelos pedagógicos en las universidades no están acorde a los cambios de fenómenos como

la globalización y la mundialización, así como el surgimiento de mercados cada vez más globalizados (Garzón, 2017; Lárez & Jiménez, 2019).

La búsqueda de la calidad formativa es un desafío que plantea la enseñanza universitaria donde se destacan hacer replanteamientos metodológicos que tengan incidencia en el perfil de los estudiantes (Gil-Galván, 2018; Parra, Castro, & Amariles, 2018). Las tendencias deben estar alineadas a las exigencias actuales de la sociedad y como toda profesión debe solucionar los problemas propios de las ciencias en las universidades tecnologías, y esto hace evidente la necesidad de un cambio en la concepción de la enseñanza aprendizaje (Maya, González & Ocampo, 2017; Travieso & Ortiz, 2018).

Los estudiantes de ingeniería tienen dificultad para desarrollarse socialmente y busca mejorar estas capacidades para que les permita desarrollarse en esta sociedad actual. De allí que Blanco (2007) concluye en cuanto al perfil del ingeniero del siglo XXI que "es necesario insistir en que los ingenieros deben ser, ante todo, personas que puedan convivir con sus semejantes en un mundo dinámico, con una formación integral que les permita entender los problemas del entorno, proponer soluciones y comunicarlas efectivamente". Por tanto, el ingeniero que necesitamos formar para el futuro es una persona con sensibilidad humana que sepa convivir con los demás, es decir que se adapte rápidamente a los cambios del mundo moderno, por ello para conseguir aterrizar en el perfil del ingeniero que necesita el mundo necesitamos del aporte de metodologías activas como el ABP para formar profesionales de forma integral que entienda los problemas, les dé solución y que sepa comunicarlos.

Las habilidades que deben desarrollar los estudiantes como resultados de la trabajar con la metodología ABP son las siguientes: (a) habilidades de aprender una materia, mediante la abstracción para el manejo de ideas con facilidad, y la adquisición y manejo de la información de diferentes fuentes, (b) habilidades de aprendizaje para la vida, mediante la comprensión de sistemas complejos para encontrar la relación de los sistemas, y la experimentación para plantear hipótesis, probarla y valorar sus resultados, y (c) habilidades de liderazgo, mediante el trabajo cooperativo con interdependencia positiva para la construcción conjunta de nuevos conocimientos (Díaz-Barriga, 2006; Labrador & Andreu, 2008).

Moliner, Cabedo, Royo, Gámez-Pérez, Lopez-Crespo, Segarra & Guraya (2019) afirman que la aplicación del ABP en

estudiantes de ingeniería permitió alcanzar los objetivos: un plan de estudios totalmente integrado para resolver proyectos grandes; la independencia e iniciativa de los estudiantes para descubrir y aprender por sí mismos; la capacidad de los estudiantes para trabajar en grupos; la confianza e iniciativa de los estudiantes para lograr grupos exitosos; y las habilidades de comunicación de los estudiantes al trabajar en grupo aprenden en forma natural a comunicarse entre sí.

Lo anterior plantea a revisar modelos más eficientes como es el estudio de Kolmos, Holgaard & Clausen (2020) que aplican el ABP sistémico en los estudiantes universitarios de ingeniería que desarrollan para su preparación las competencias genéricas y contextuales; afirmando que para lograrlo se debe cumplir: una mezcla equilibrada de la metodología y proyectos, una integración de la metodología con las estrategias y políticas educativas, y un enfoque en las competencias de esta metodología para la reflexión y pensamiento crítico. Asimismo, Beagon, Beagon, Niall & Ní Fhloinn (2019) afirman que, en la aplicación de esta metodología en la ingeniería, los estudiantes tuvieron una actitud positiva considerando que han mejorado en una gama de habilidades, por ello, esta metodología es una pedagogía de enseñanza eficaz para mejorar sus habilidades profesionales.

Por lo expuesto, las competencias que el estudiante de ingeniería necesita para fortalecer el perfil de egreso aplicando metodología ABP están comprendidas en competencias tecnológicas y competencias socio-actitudinales. Las competencias tecnológicas son: (a) resolver problemas para contribuir al desarrollo tecnológico, con habilidades que deben aprender una materia con abstracción, adquisición, manejo de información, (b) utilizar técnicas y herramientas de ingeniería para diseñar y desarrollar, planificar y ejecutar proyectos, con habilidades de aprendizaje para la vida para comprender sistemas complejos, para encontrar relación, experimentar y valorar resultados. Las competencias socio-actitudinales son: (c) desempeñarse en equipos de trabajo comunicándose en forma efectiva, con habilidades de liderazgo, y (d) aprender con autonomía en forma continua para actuar con responsabilidad y compromiso social, con habilidades de cooperación e interdependencia.

Una característica clave para la aplicación del ABP es que a los estudiantes se le presenta la situación problemática al inicio del proceso de aprendizaje antes que los otros insumos y recursos del currículo (Hung,

2016). Barrett (2017) teoriza que utilizar el problema al inicio del aprendizaje motiva a los estudiantes a través del estudio independiente para construir conocimiento con tutoriales e insumos curriculares; por eso, las estrategias de esta metodología permiten al docente: diseñar problemas que amplíe el conocimiento y la identidad profesional de estudiantes; promover el dialogo mediante las tutorías; fomentar la creatividad y la atención de los estudiantes; y mejorar el aprendizaje con diversión.

Wang, Yap & Goh (2017) sostienen que los estudiantes de ingeniería desarrollan habilidades para resolver problemas y moldean sus actitudes profesionales, mediante la aplicación del ABP donde participan en forma más efectiva en el proceso de aprendizaje, esto se logra: con problemas correctamente diseñados; estructuras duras como simulación y guías; y estructuras blandas como la discusión en el aprendizaje autodirigido; estas habilidades blandas son necesarios para formar ingenieros en su profesión, como: la comunicación, el trabajo en equipo y el aprendizaje continuo; los estudiantes inmersos en esta metodología han logrado: una mejor comprensión de las prácticas de la ingeniería, aprender en forma independiente con sus habilidades para resolver problemas.

Chen, Kolmos & Du (2020) afirma que sin importar el nivel hay desafíos que enfrentan los estudiantes y docentes de ingeniería al aplicar cualquier variación del diseño del ABP; las evidencias sugieren que para los docentes de ingeniería se necesita un diseño estructurado de la metodología, capacitación para los estudiantes, y diseño curricular coherente para optimizar las prácticas actuales de esta metodología en la ingeniería.

Hmelo-Silver, Bridges & McKeown (2019) señalan que la facilitación en ingeniería es un aspecto integral del ABP y requieren de tiempo, capacitación y compromiso de aprender del docente; las estrategias del facilitador ayudan a construir un conocimiento colaborativo, a la regulación compartida, y la dinámica de grupo; para ello, utiliza el cuestionamiento y la reflexión como estrategia importante para logra una investigación continua. Los docentes en su experiencia con esta metodología expresan una visión positiva en el enfoque de aprendizaje, identifican la motivación y el compromiso de los estudiantes que comprenden la aplicación de conceptos en situaciones reales; además, los docentes destacan la importancia del fortalecimiento de las habilidades transversales de los estudiantes en su proyecto profesional

(Alves, Sousa, Fernández, Cardoso, Carvalho, Figueiredo & Pereira 2016).

Se destaca el lado positivo de los docentes de superar los desafíos en el cambio pedagógico, esto sirve para estimular para que más docentes universitarios de ingeniería se comprometan con la innovación en la enseñanza y aprendizaje en la formación de los ingenieros (Mann, Chang, Chandrasekaran, Coddington, Scott, et al., 2020). Además, Mohd-Yusof (2017) demuestra que la aplicación del modelo ABP colaborativo es eficaz para grupos pequeños, suficientemente flexible para usarse en asignaturas a nivel universitario con o sin un enfoque curricular completo.

Sin embargo, Wijnia, Loyens & Rikers (2019) señalan que no es posible identificar un modelo ideal de ABP, y que para elegir un modelo los docentes deben empezar preguntándose qué tipo de conocimiento deben aprender los estudiantes y qué tipo de problemas y actividades de aprendizaje son los adecuados para conseguir los objetivos. Asimismo, Orfíz (2015) afirma que la utilización de esta metodología como estrategia problematizadora en la enseñanza tecnológica de las asignaturas, no siempre se puede lograr porque hay una limitada preparación metodológica de algunos docentes.

De los aportes teóricos y de las experiencias de la metodología ABP, se propone las siguientes estrategias del docente para aplicar esta metodología en la ingeniería: (a) diseñar problemas para ampliar la identidad, el conocimiento y perfil profesional del estudiante, mediante la simulación y guías; (b) promover la comunicación y aprendizaje del estudiante mediante tutorías; (c) fomentar la investigación continua, la creatividad y la atención plena en el proceso del ABP; y (d) mejorar el aprendizaje colaborativo con motivación.

CONCLUSIONES

Es necesario que las universidades apliquen la metodología activa ABP para el logro significativo de las competencias del perfil de egreso de los estudiantes de ingeniería ya que estos son fundamentales para el planteamiento de una situación problema en la construcción de temas complejos mediante el análisis en contexto, para promover la indagación y solución del problema con creatividad.

Las características adaptadas para la ingeniería como son: (a) el aprendizaje enfocado en el estudiante con temas deben de su interés, (b) el aprendizaje crítico que aplica el problema para provocar el análisis, la comprensión y la

asimilación, (c) el aprendizaje colaborativo mediante el tutorial para lograr el conocimiento dialógico, (d) el aprendizaje activo para lograr el trabajo autodirigido, y (e) el aprendizaje holístico que integra al currículo en un aprendizaje significativo y con motivación.

Las competencias que el estudiante de ingeniería necesita para fortalecer el perfil de egreso aplicando metodología ABP comprenden las competencias tecnológicas y socio-actitudinales. Las tecnológicas son: (a) resolver problemas para contribuir al desarrollo tecnológico, (b) utilizar técnicas y herramientas de ingeniería para diseñar y desarrollar, planificar y ejecutar proyectos. Las socio-actitudinales son: (c) desempeñarse en equipos de trabajo comunicándose en forma efectiva, y (d) aprender con autonomía en forma continua para actuar con responsabilidad y compromiso social.

Se reconoce las estrategias del docente para aplicar el ABP en la ingeniería, siendo estas: (a) diseñar problemas para ampliar la identidad, el conocimiento y perfil profesional del estudiante, mediante la simulación y guías; (b) promover la comunicación y aprendizaje del estudiante mediante tutorías; (c) fomentar la investigación continua, la creatividad y la atención plena en el proceso del ABP; y (d) mejorar el aprendizaje colaborativo con motivación.

Producto de esta revisión se recomienda: (a) Las características generales del Aprendizaje Basado en Problemas descritas para la ingeniería, podrían convertirse en insumo en las investigaciones que aplique la metodología activa ABP en campos específicos de la ingeniería. (b) Hacer uso del modelo el ABP sistémico que incide en el perfil del ingeniero, para lograr competencias genéricas y contextuales, tomando en cuenta: una mezcla equilibrada ABP y proyectos; la integración del ABP en las estrategias, políticas educativas, y un enfoque por competencias. (c) Destacando el lado positivo de los docentes para superar cambios pedagógicos en la ingeniería y la limitada preparación metodológica de algunos docentes, se recomienda realizar en principio: el diseño estructurado del ABP, la capacitación para los docentes y estudiantes, y el diseño curricular coherente para optimizar prácticas en ingeniería.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alejos, H. Y. (2017). *Aprendizaje basado en problemas para mejorar el rendimiento académico de los estudiantes de ingeniería de sistemas de la universidad autónoma de Ica, en la asignatura de programación, año 2017. [Tesis Maestría, Universidad Autónoma de Ica]*.
- Alves, A. C., Sousa, R. M., Fernandes, S., Cardoso, E., Carvalho, M. A., Figueiredo, J., & Pereira, R. M. S.

- (2016). Teacher's experiences in PBL: implications for practice. *European Journal of Engineering Education*, 41(2), 123-141.
- American Psychological Association. (2020). Style and Grammar Guidelines. <https://apastyle.apa.org/style-grammar-guidelines/index>
- Asociación Iberoamericana de Instituciones de Enseñanza de la Ingeniería. (2016). Competencias y perfil del ingeniero iberoamericano, formación de profesores y desarrollo tecnológico e innovación (Documentos Plan Estratégico ASIBEI) (1a ed.).
- Barell, J. (2007). *Aprendizaje Basado en Problemas. Un enfoque investigativo*. (3a ed.). Buenos aires: Manantial.
- Barreto, E. F. (2018). *El aprendizaje basado en problemas de las matemáticas en la mejora del rendimiento académico en estudiantes del 1er ciclo en la Universidad Tecnológica del Perú, 2017-II*. [Tesis Maestría, Universidad César Vallejo]. Repositorio Institucional UCV.
- Barrett, T. (2017). A New Model of Problem-based learning: Inspiring Concepts, Practice Strategies and Case Studies from Higher Education. In *The British Journal of Psychiatry*, 111, Issue 479.
- Beagon, Ú., Niall, D., & Ni Fhloinn, E. (2019). Problem-based learning: student perceptions of its value in developing professional skills for engineering practice. *European Journal of Engineering Education*, 44(6), 850-865.
- Blanco, L. (2007). Perfil del ingeniero colombiano para el 2020. Fifth LACCEI International Latin American and Caribbean Conference for Engineering and Technology (LACCEI'2007), 136, 1-5.
- Chen, J., Kolmos, A., & Du, X. (2020). Forms of implementation and challenges of PBL in engineering education: a review of literature. *European Journal of Engineering Education*, 46(1), 90-115.
- Cosgrove, T., & O'Reilly, J. (2020). Theory, practice and interiority: an extended epistemology for engineering education. *European Journal of Engineering Education*, 45(1), 38-54.
- Díaz-Barriga, F. (2006). *Enseñanza Situada: Vínculo entre la escuela y a vida*. (1a ed.). México: McGraw-Hill. *Perspectiva Educacional, Formación de Profesores*, (47), 121-122.
- García, M. (2018). Mendeley y APA: cómo utilizar Mendeley para redactar la bibliografía en formato APA 6th: nivel básico (3a ed.). Biblioteca Universidad de León.
- Garzón, F. A. (2017). El aprendizaje basado en problemas. *Revista Educación y Desarrollo Social*, 11(1), 8-23.
- Gil-Galván, R. (2018). El uso del aprendizaje basado en problemas en la enseñanza universitaria: Análisis de las competencias adquiridas y su impacto. *Revista Mexicana de Investigación Educativa*, 23(76), 73-93.
- Gómez-Luna, E., Fernando-Navas, D., Aponte-Mayor, G., & Betancourt-Buitrago, L. A. (2014). Metodología para la revisión bibliográfica y la gestión de información de temas científicos, a través de su estructuración y sistematización. *DYNA*, 81(184), 158-163.
- Gonzales, O., & Villamil, M. (2013). *Introducción a la ingeniería. Una perspectiva desde el currículo en la formación del ingeniero*. (1a ed.). Bogotá: Ecoe ediciones.
- Gutiérrez, J., Puente, G., Martínez, A., & Piña, E. (2013). *Aprendizaje basado en problemas... un camino para aprender a aprender*. (2a ed.). México: Colegio de Ciencias y Humanidades.
- Herrera, N. G. (2018). *El aprendizaje basado en problemas en el desarrollo de capacidades en química orgánica para estudiantes universitarios*. [Tesis de Maestría, Universidad San Martín de Porres].
- Hmelo-Silver, C., Bridges, S., & McKeown, J. (2019). The Problem-Based Learning Process: An Overview of Different Models. In M. Moallem, W. Hung, & N. Dabbagh (Eds.), *The Wiley Handbook of Problem-Based Learning* (1a ed., pp. 297-320).
- Hung, W. (2016). All PBL Starts Here: The Problem. *Interdisciplinary Journal of Problem-Based Learning*, 10(2).
- Hussain, M., Sahudin, S., Abu Samah, N. H., & Anuar, N. K. (2019). Students perception of an industry based approach problem based learning (PBL) and their performance in drug delivery courses. *Saudi Pharmaceutical Journal*, 27(2), 274-282.
- Kolmos, A., Holgaard, J. E., & Clausen, N. R. (2020). Progression of student self-assessed learning outcomes in systemic PBL. *European Journal of Engineering Education*, 46(1), 1-23.
- Labrador, J., & Andreu, A. (2008). *Metodologías activas*. Universidad Politécnica de Valencia. Editorial UPV.
- Lárez, J. H., & Jiménez, M. A. (2019). Problem-Based Learning In (PLB) as a strategy to promote Environmental Educational. *Revista de Investigación*, 43(98), 50-81.
- Mann, L., Chang, R., Chandrasekaran, S., Coddington, A., Daniel, S., Cook, E., Crossin, E., Cosson, B., Turner, J., Mazzurco, A., Dohaney, J., O'Hanlon, T., Pickering, J., Walker, S., Maclean, F., & Smith, T. D. (2020). From problem-based learning to practice-based education: a framework for shaping future engineers. *European Journal of Engineering Education*, 14(1), 27-47.
- Maya, E. U., González, J. G., & Ocampo, J. L. (2017). *Aprendizaje basado en problemas para la enseñanza de los PLC en la Universidad Tecnológica de Altamira*. *RIDE Revista Iberoamericana Para La Investigación y El Desarrollo Educativo*, 8(15), 566-581.
- Ministerio de Educación. (2015). *Política de aseguramiento de la calidad de la educación superior universitaria. Política de Aseguramiento de La Calidad de La Educación Superior Universitaria: Decreto Supremo No. 016-2015-MINEDU*, 36.
- Mohd-Yusof, K. (2017). Sustaining Change for PBL at the Course Level. In: Guerra A., Ulseth R., Kolmos A. (eds) *PBL in Engineering Education*. SensePublishers, Rotterdam.
- Moliner, L., Cabedo, L., Royo, M., Gámez-Pérez, J., Lopez-Crespo, P., Segarra, M., & Guraya, T. (2019). On the perceptions of students and professors in the implementation of an inter-university engineering PBL experience. *European Journal of Engineering Education*, 44(5), 726-744.
- Morales, P., & Landa, V. (2004). *Aprendizaje Basado en Problemas - Based Learning*. *Theoria*, 13, 145-157.
- Moust, J., Bouhuijs, P., & Schmidt, H. (2019). *Introduction to Problem-Based Learning: A guide for Students*. Londres: Routledge Noordhoff.
- Murgueitio, M., Burbano, E. L., & Moreno, E. (2019). The education and formative research in the training of entrepreneurs. Application of learning based on problems PBL Contenido. *Revista Espacios*, 4(9), 1-14.
- Nápoles, E., & Loyola, A. (2018). *Aprendizaje basado en problemas en la asignatura dibujo para ingenieros mecánicos*. *Transformación*, 14, 420-433.
- Palacios, P., Núñez, N & Arnao, M. (2014). *Formación Universitaria Basada en Competencias. Revista de la Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo. Flumen*, 7(1): 3-13.
- Ortiz, A. (2015). *Didáctica problematizadora y aprendizaje basado en problemas*. (1a ed.). Bogotá: Distribbooks Editores.
- Parra, J. E., Castro, C. A., & Amariles, M. J. (2018). *Evaluación del Aprendizaje Basado en Problemas en Ingeniería*. *Lámpsakos*, 20, 77-86.
- Rodríguez, C. A. (2017). *Aplicación de un aprendizaje basado en problemas en estudiantes universitarios de ingeniería del riego y de la construcción*. [Tesis Doctoral, Universidad de Sevilla].
- Rodríguez, C. A., & Fernández-Batanero, J. M. (2017). *Evaluación del aprendizaje basado en problemas en estudiantes universitarios de construcciones agrarias*. *Formacion Universitaria*, 10(1), 61-70.
- Sepulveda, P., Cabezas, M., García, J., & Fonseca-Salamanca, F. (2019). *Problem-based learning: Perception of the teaching-learning process of preclinical sciences by students of Kinesiology*. *Educacion Medica*, 470, 1-7.
- Tavera, F. (2000). *La calidad en la enseñanza de la ingeniería ante el siglo XXI*. (1a ed.). México: Limusa.
- Torp, L., & Sage, S. (1998). *El aprendizaje basado en problemas*. Buenos Aires- Madrid: Amorrortu.

- Torres, M. M., Alvarez, M. K., & Lemus, L. P. (2019). Sistematización científica pedagógica de la contribución de los educadores desde la producción intelectual. *Atenas*, 1(45), 129–144.
- Travieso, D., & Ortiz, T. (2018). Aprendizaje basado en problemas y enseñanza por proyectos: alternativas diferentes para enseñar. *Revista Cubana de Educación Superior*, 1, 125–133.
- Urrutia-Heinz, M., Costa-Quintana, A., & Capuano-da Cruz, A. P. (2020). O uso da aprendizagem baseada em problemas para construção do conhecimento na contabilidade. *Revista Eletrónica Educare*, 24(2), 1–23.
- Valencia, F. (2019). Diseño y uso de la estrategia de Aprendizaje Basado en Problema (ABP) en la enseñanza de Ingeniería en Electricidad. *Revista de Gestión de La Innovación En Educación Superior REGIES*, 4, 137–153.
- Villardón-Gallego, L. (2015). Competencias genéricas en Educación Superior: Metodologías específicas para su desarrollo. Madrid: Narcea.
- Walker, A., Leary, H., Hmelo-Silver, C., & Ertmer, P. (2015). *Essential Readings in Problem-based Learning*. Purdue University Press.
- Wang, J., Yap, C., & Goh, K. (2017). PBL in Engineering Education: Republic Polytechnic's Experience. In A. Guerra, R. Ulseth, & A. Kolmos (Eds.), *PBL in Engineering Education: International Perspectives on Curriculum Change* (1a ed., pp. 69–87).
- Wijnia, L., Loyens, S., & Rikers, M. (2019). The Problem-Based Learning Process: An Overview of Different Models. In Mahnaz Moallem, Woei Hung, Nadda Dabbagh. *The Wiley Handbook of Problem-Based Learning* (pp.273-295). Chapter: 12. Publisher: John Wiley & Sons.