

UTILIZACIÓN DEL ABP EN LA ASIGNATURA DISEÑO DE ELEMENTOS DE MÁQUINAS DE UN PROGRAMA DE INGENIERÍA MECÁNICA

USE OF PBL IN THE DESIGN OF MACHINE ELEMENTS SUBJECT OF A MECHANICAL ENGINEERING PROGRAM

Alfonso Santos Jaimes

Universidad Pontificia Bolivariana, Bucaramanga (Colombia) • alfonso.santos@upb.edu.co

Resumen

En este artículo se presentan los aspectos asociados a la aplicación de la metodología del aprendizaje basado en problemas (ABP), en la asignatura diseño de elementos de máquinas de la Facultad de Ingeniería Mecánica de la Universidad Pontificia Bolivariana Seccional Bucaramanga. La metodología permitió a través del diseño, construcción y prueba de un vehículo, que los estudiantes lograran el aprendizaje de contenidos, desarrollaran habilidades para pensar analíticamente y trabajar eficazmente como parte de un equipo colaborativo, permitiendo el auto-aprendizaje y la auto-formación. El 68% de los estudiantes, durante el proceso de autoevaluación de la metodología, afirmaron que el ABP propicia un aprendizaje más significativo, basado principalmente en un mayor interés por parte de ellos y la aplicabilidad de los conceptos teóricos desarrollados en la asignatura. Los resultados obtenidos durante la implementación y desarrollo de la metodología del ABP, permitieron comprobar que se adapta muy bien al desarrollo de asignaturas propias de las Ingenierías, de manera específica aquellas que pertenecen al ciclo básico profesional.

Palabras clave: diseño, aprendizaje basado en problemas, ABP, autoaprendizaje, enseñanza – aprendizaje

Abstract

This paper presents the issues associated with the application of the methodology of learning based in problems (PBL), in the subject of design of machine elements of the Mechanical Engineering Faculty at the Universidad Pontificia Bolivariana, campus Bucaramanga. The methodology through design, construction and testing of a vehicle allowed students to achieve the learning of content, to develop their skills think analytically and to work effectively as part of a collaborative team, as well, self-learning and self-training. 68% of students in the process of self-assessment methodology, claimed that PBL fosters

a more meaningful learning, based primarily in increased interest from them and the applicability of theoretical concepts developed in the subject. The results obtained during the implementation and development of PBL methodology let us to prove that it is well adaptable to the development of modules of the engineering, specifically those that belongs to the professional basic cycle.

Keywords: design, problem-based learning, PBL, self-learning, teaching-learning

Introducción

Una de las misiones de la Universidad es mejorar continuamente la calidad de la educación que brinda a sus estudiantes; de tal forma que ésta permita desarrollar en ellos habilidades para evaluar argumentos, analizar situaciones particulares del mundo real y pensar como profesionales, pero que además satisfagan sus necesidades individuales y sociales.

Según Morales y Landa (2004), el modelo tradicional de educación se focaliza en los contenidos, priorizando los conceptos abstractos sobre los ejemplos concretos y las aplicaciones; se privilegia la memorización sobre la comprensión, transformando los estudiantes en receptores pasivos del conocimiento. Esto origina desmotivación en el estudiante y monotonía en el desarrollo de las clases por parte del profesor.

Las teorías del procesamiento de información equiparan el aprendizaje con la codificación y almacenamiento en la memoria; según Schunk (1997) en el proceso de aprendizaje no sólo es crucial la memoria, sino también la forma de adquirir una información determinada y como ésta se almacena y se recupera.

Moreira (2000) propone que una buena enseñanza debe ser constructivista y facilitadora del aprendizaje significativo. Es probable que la práctica docente aún tenga mucho de conductismo pero el discurso sea constructivista. Según Romero et al., (2011) al vivir la experiencia del *ABP* los estudiantes integran una metodología propia para lograr conocimientos y reflexionan sobre su proceso de aprendizaje. Los conocimientos se van construyendo en relación directa con el problema y no de manera aislada y fragmentada. Con esta metodología el alumno observa su avance en el desarrollo de conocimientos y habilidades tomando conciencia de su proceder intelectual.

Cualquiera que sean los contenidos y la complejidad de la asignatura, todos los problemas tienen ciertos factores en común: un estado inicial –estado actual de conocimientos de quienes van a resolver el problema- y una meta –lo que el sujeto pretende lograr-. Schunk (1997) define que las estrategias para resolver problemas pueden ser generales o específicas, las generales se aplican a problemas de diversas áreas, cualquiera que sea su contenido y las específicas se emplean sólo en áreas particulares.

En el proceso de enseñanza–aprendizaje, en la escuela colombiana la resolución de problemas y ejercicios, se destaca, esencialmente, como medio de fijación al finalizar el contenido de un tema o como medio de motivación de forma aislada y no como medio para el aprendizaje, como un mecanismo para dirigir el pensamiento y conformar un modo de actuación generalizado en el alumno.

El método de aprendizaje basado en problemas es una modalidad de enseñanza que busca simultáneamente lograr el aprendizaje del contenido y desarrollar habilidades para pensar analíticamente y trabajar eficazmente como parte de un equipo colaborativo; está basado en investigaciones que indican que: enseñar en forma expositiva no funciona para la mayoría de los alumnos, los estudiantes que son parte de una comunidad interactiva muestran ser más exitosos y gozan de apropiarse del material cuando se les da una oportunidad de construir su propia comprensión.

Según Fasce, et al., (2001) los resultados de la evaluación de conocimientos, realizados mediante un control escrito y aplicado simultáneamente a los estudiantes con el método tradicional y del método *ABP*, permiten concluir que el rendimiento obtenido por los alumnos es similar, pero el grado de satisfacción es mucho mayor con *ABP* que con el método tradicional.

El reconocimiento, por investigadores de diferentes tendencias y en diferentes sistemas educativos, de que el método tradicional de enseñanza no logra preparar de forma óptima a los jóvenes para solucionar problemas, ocupa hoy el centro de interés en la mayoría de los eventos y foros internacionales en la discusión de la temática, lo que ha conducido al estudio y la búsqueda de alternativas para estructurar el proceso de enseñanza aprendizaje de tal forma que resolver problemas sea objeto de enseñanza y de aprendizaje.

Resolver problemas es considerado, actualmente, una actividad de especial importancia, por su valor instructivo y formativo. Lo esencial para comprender la particularidad de esta actividad es que está fundamentada en la idea que resolver un problema es hacer lo que se hace cuando no se sabe qué hacer, pues si se sabe lo que hay que hacer ya no hay problema.

Esto, evidentemente, rompe con la idea de que sea una actividad basada en la repetición de acciones o estrategias ya asimiladas y deja claro el reto de que el individuo se enfrenta a situaciones que lo deben poner a prueba, por su novedad, por la diversidad de posibilidades al cambiar las condiciones en que se manifiesta esa situación (Rebollar et al., 2007).

Herrán et al., (2006), comentan que en la actualidad algunas de las instituciones que vienen implementando esta metodología en muchos de sus cursos y programas son las universidades de Delaware, Wheeling, West Virginia en los Estados Unidos, Universidad de British Canadá; la Pontificia Universidad Católica del Perú, la Universidad de los Andes, la Universidad Javeriana, la Fundación Universitaria San Martín en Colombia y la Universidad Autónoma de Occidente en Cali, Colombia.

En la actualidad otras universidades a través de sus escuelas han adoptado el enfoque pedagógico ABP, bien sea total o parcialmente, en diversas áreas del conocimiento; diferentes organizaciones respaldan este enfoque y lo recomiendan como una herramienta útil en el proceso de enseñanza aprendizaje.

En el ABP se fomenta la autonomía cognoscitiva, se enseña y se aprende a partir de problema que tienen significado para los estudiantes, se utiliza el error

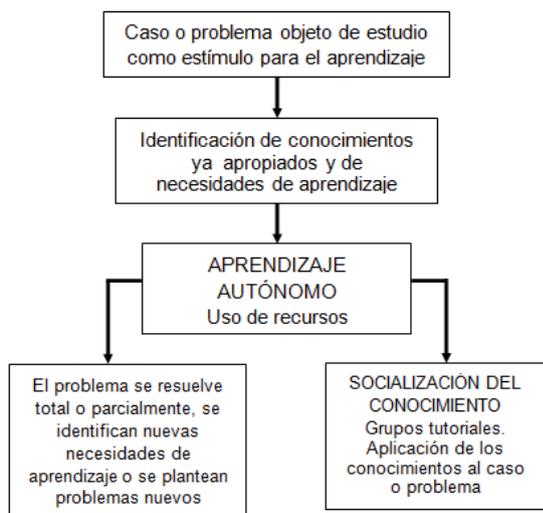
como una oportunidad más para aprender y no para castigar y se le otorga un valor importante a la auto evaluación y a la evaluación formativa, cualitativa e individualizada.

El estudiante es quien decide cuáles contenidos o tópicos deberá estudiar para resolver los problemas, porque ante una situación problemática el estudiante reconoce que tiene ciertas necesidades de aprendizaje, las que traduce en contenidos que deberá abordar con diferentes grados de profundidad para comprender el problema y dar soluciones totales o parciales a los interrogantes planteados por él o por el mismo problema. Lo anterior implica: que el estudiante se acerca al problema con unos conocimientos o experiencias previamente apropiadas que le permiten comprenderlo en parte; que hay elementos que el estudiante desconoce (terminología, definiciones, conceptos); que al identificar las necesidades de aprendizaje, el estudiante se traza unos objetivos de aprendizaje y de formación propios e individuales; y que como resultado de la búsqueda de información, surgen nuevas necesidades de aprendizaje.

En este enfoque el estudiante tiene la oportunidad de autoevaluar su aprendizaje y la adquisición de habilidades, competencias y actitudes. En efecto, no es lógico adoptar una nueva concepción del proceso de enseñanza-aprendizaje y seguir con los esquemas y métodos evaluativos de la enseñanza tradicional. Salinas (1997) define que el enfoque de ABP otorga una gran importancia a la autoevaluación, como ejercicio autocrítico, libre y responsable, aunque siempre sujeto al contraste con la opinión de los demás. Lo anterior implica que el estudiante debe ser evaluado además por sus pares y por sus tutores de manera formativa, cualitativa e individualizada.

En la figura 1 se observa una dinámica de trabajo implícita, que permite facilitar el proceso de aprendizaje y desarrollar habilidades, actitudes y valores importantes para mediar en la formación del estudiante. Esa dinámica se refiere al trabajo pedagógico que los tutores hacen durante el proceso desde que inicia hasta que finaliza, en otras palabras, al trabajo pre-curso, durante el curso y post-curso.

Figura 1. Modelo del enfoque pedagógico del ABP



El trabajo pre-curso se refiere a todas las actividades que los tutores hacen en la etapa de diseño del curso que tendrá un enfoque de ABP. Entre estas actividades se encuentran: Identificación de la población destinataria, definición de los objetivos del curso, definición de los métodos pedagógicos, identificación de los medios y recursos, elaboración de guías de trabajo, diseño de propuestas e instrumentos de evaluación, definición del papel de los tutores y elaboración de guías del tutor.

En el trabajo durante el curso se contemplan las siguientes actividades: presentación del curso o del eje del problema y explicación del enfoque pedagógico, dinámica de las discusiones en grupo, asignación de espacio y tiempo para las tutorías de los estudiantes y aplicación de las propuestas de evaluación formativa y evaluación de los medios y recursos.

En contraste con el modelo de enseñanza conductista tradicional, en el ABP primero se presenta el problema al estudiante, éste elabora un diagnóstico de sus propias necesidades de aprendizaje, busca la información necesaria y regresa de nuevo al problema para analizar y sintetizar la información y plantearse nuevas necesidades de aprendizaje. En este proceso, los estudiantes trabajan de manera cooperativa, comparte la información y las experiencias de aprendizaje y tienen la oportunidad de desarrollar habilidades como consecuencia de la observación y reflexión de las situaciones de la vida real. De este modo, los conocimientos se apropian en relación directa con los

problemas y no de manera parcelada y sin relaciones aparentes.

El objetivo general de este trabajo es desarrollar y aplicar una metodología que permita mediante la resolución de un problema general abordar los temas pertinentes a la asignatura diseño de elementos de máquinas, en la facultad de Ingeniería Mecánica de la Universidad Pontificia Bolivariana seccional Bucaramanga. El alcance del trabajo consiste en el diseño, construcción y prueba de un vehículo, accionado mediante un motor de combustión interna; el cual busca simultáneamente lograr el aprendizaje del contenido, desarrollar habilidades para pensar analíticamente y trabajar eficazmente como parte de un equipo colaborativo, permitiendo el auto-aprendizaje y la auto-formación, procesos involucrados en la dinámica del enfoque y la concepción constructivista de la metodología.

Metodología

Durante el desarrollo de la metodología del aprendizaje basado en problemas, se realizaron actividades encaminadas a: determinar el grado de satisfacción de los estudiantes de Ingeniería Mecánica con respecto al método tradicional de enseñanza, impartido en la mayoría de las cátedras; y la búsqueda de herramientas que permitieran la implementación del ABP en la asignatura diseño de elementos de máquinas I.

La selección de esta asignatura para la implementación del ABP, buscaba aprovechar las herramientas computacionales existentes en la Facultad – Solid Works y Ansys - y el resultado de algunos proyectos de integración de estudiantes de diferentes niveles, desarrollados en las jornadas técnicas.

El grado de satisfacción de los estudiantes con la metodología tradicional se definió mediante la realización y aplicación de una encuesta al 20% de los discentes inscritos en la facultad, los cuales fueron seleccionados de manera aleatoria entre los que cursan VI y VIII nivel de la carrera.

Durante el desarrollo del trabajo pre-curso, se definió que los contenidos de la asignatura diseño de elementos de máquinas facilitaba la utilización del ABP, ya que es donde el estudiante aplica los conceptos

adquiridos en asignaturas como estática, ciencia de los materiales, resistencia de materiales, dinámica y dibujo de máquinas I y II, entre otros; permitiendo satisfacer las necesidades de los estudiantes que en muchos de los casos no logran ver la aplicación de estos; además por ser una asignatura de VI nivel se permitió contar con alumnos que ya tienen hábitos de estudio, están en capacidad de manejar otro idioma y disponen de recursos electrónicos –computador e Internet- necesarios para el desarrollo de la metodología implementada y la temática abordada.

Los objetivos planteados para el desarrollo de la temática a través de ABP fueron: conocer los criterios de falla bajo condiciones estáticas y dinámicas de elementos mecánicos y determinar cuándo se usa cada uno de ellos; seleccionar y diseñar elementos de transmisión de potencia como engranajes, cadenas, bandas y ejes; y definir criterios de diseño, procedimientos y materiales adecuados para la construcción de máquinas de transporte y aprovechamiento energético.

Durante el desarrollo del curso se buscó integrar y desarrollar el estudio independiente individual en las primeras etapas de análisis del problema; después de que cada alumno identificó y suplió sus necesidades de aprendizaje, se utilizó el trabajo colaborativo como forma complementaria, guía y dirección de las posibles soluciones. La experimentación permitió validar o refutar los conceptos utilizados por el estudiante para plantear la solución al problema en estudio y a través de la discusión cada uno de los participantes del proceso debatió y justificó los requerimientos para suplir las necesidades impuestas mediante el caso de estudio y descubrió nuevas necesidades de aprendizaje. Todas las metodologías antes mencionadas fueron guiadas y complementadas mediante la utilización de tutorías por parte del docente, cada una de las cuales giró en torno a la discusión de conceptos y no a la exposición de temas.

Para el buen desarrollo del curso se utilizaron herramientas computacionales de dibujo y simulación, referencias bibliográficas físicas y electrónicas, el laboratorio de procesos para la construcción de las posibles soluciones, prototipos desarrollados por la facultad a través de la ejecución de proyectos de investigación y los medios físicos y TIC –video beam, intranet moodle- requeridos para la realización de las tutorías.

El problema central sobre el cual giró la metodología de trabajo fue bruneriano según la definición de

Restrepo (2005), donde no es muy clara la solución precisa que se pide y fue estructurado de manera abierta, con el fin de exigir al máximo la capacidad de descubrimiento del estudiante, el problema propuesto fue el diseño, simulación, construcción y pruebas de un vehículo, para la recreación de un niño entre 8 y 12 años de edad, que alcance una velocidad máxima de 30 km/h, fácil de maniobrar, que frene en una distancia menor a 5 metros y que cumpla con todas las normas de seguridad exigidas para este tipo de vehículos.

Los integrantes que cursan la asignatura fueron divididos en 6 grupos, cada uno estuvo encargado de un sistema que conforma el vehículo, los cuales son: chasis, transmisión, frenos, motor, suspensión y dirección; dentro de cada colectivo se buscó el desarrollo de habilidades y competencias mediante la aplicación del trabajo colaborativo. Durante 1 hora de clase a la semana todos los grupos se reunieron para colocar a consideración sus ideas y tratar de convencer a los demás de las ventajas de sus propuestas, adicionalmente como todos los sistemas interactúan entre sí, debieron llegar a acuerdos que permitieran la articulación de cada uno de sus componentes en el ensamblaje final del vehículo.

Con el fin de mejorar la organización del desarrollo del proyecto de ingeniería, se designó un estudiante como gerente general, encargado de mediar entre los diferentes grupos y orientar el trabajo de cada uno de ellos; un tesorero que se encargó de llevar las cuentas y realizar el manejo del dinero, y un líder dentro de cada grupo para que fuera el vocero del mismo.

El tiempo definido para el desarrollo del proyecto fue de 3 meses, y adicionalmente a los entregables exigidos: planos detallados, simulaciones realizadas, análisis estáticos y dinámicos, procesos de selección de partes, y el vehículo construido; se debieron realizar pruebas de funcionamiento, cuyo conductor fue un niño con edad comprendida en el rango estipulado en el planteamiento del problema.

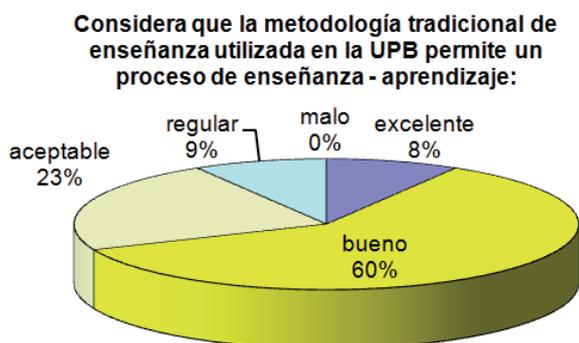
Resultados

Los resultados de las encuestas realizadas a los alumnos de la Facultad muestran que un gran porcentaje considera que la metodología de enseñanza tradicional presenta deficiencias, lo que origina monotonía,

desinterés, falta de aplicabilidad de conceptos teóricos, etc.; sin embargo permite un proceso de enseñanza – aprendizaje relativamente bueno, pero que podría mejorarse.

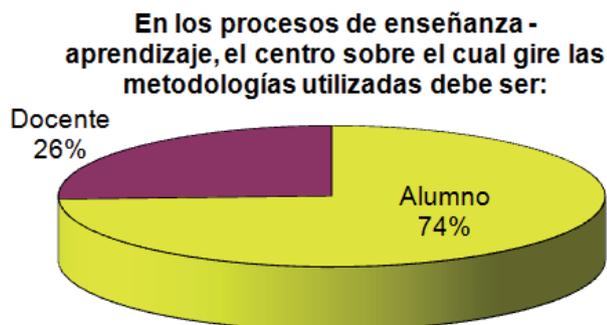
La figura 2 indica que solo un 8% de los estudiantes encuestados consideran que la metodología tradicional de enseñanza permite un proceso de enseñanza-aprendizaje excelente; lo que abre la posibilidad a la implementación de nuevas metodologías que dinamicen el proceso e incentiven un mayor grado de satisfacción en el educando.

Figura 2. Resultados sobre la relevancia de la metodología tradicional en el proceso de enseñanza-aprendizaje



En definitiva el estudiante debe dejar de desempeñar el papel pasivo que juega en la metodología tradicional y pasar a ser el centro sobre el cual gire su proceso de aprendizaje, la figura 3 muestra que el 74% de los discentes encuestados apoyan esta afirmación, es importante recalcar que esto requiere un mayor compromiso y dedicación por parte tanto de los estudiantes como de los docentes, ya que estos dejaran de ser dictadores de clases para transformarse en guías y orientadores del proceso.

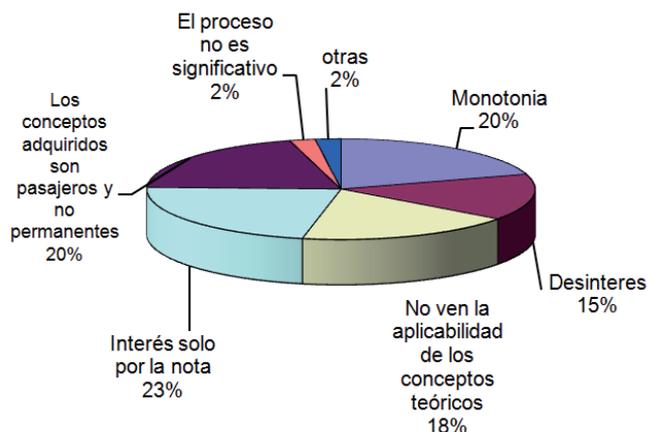
Figura 3. Resultados sobre quién debe ser el centro sobre el cual gire la metodología de enseñanza - aprendizaje



Las razones por la cuales debe originarse este cambio metodológico son muy variadas entre las cuales se destacan en orden de importancia: los estudiantes solo se interesan por la nota, monotonía, los conceptos adquiridos son pasajeros, no ven la aplicabilidad de los conceptos y desinterés entre otros, tal como se muestra en la figura 4.

Figura 4. Resultados sobre las consecuencias del uso de la metodología tradicional

Marque cuales de las siguientes causas son originadas por la metodología tradicional de enseñanza



El resultado más visible de la aplicación de la metodología fue el vehículo construido, el cual tiene una configuración aerodinámica, tal como se observa en la figura 5, y cumple con las especificaciones definidas al inicio del proyecto.

Figura 5. Configuración final del vehículo diseñado y construido por los estudiantes



Detrás del resultado final existe una serie de experiencias enriquecedoras para cada uno de los integrantes que desarrollaron el proyecto entre las que se destacan las siguientes:

- Los estudiantes adquirieron una metodología para el desarrollo de proyectos de ingeniería, a través del trabajo participativo y colaborativo. El ingeniero actual requiere de habilidades que le permita desarrollar proyectos en grupo, desafortunadamente con la metodología tradicional esto solo se logra en el desarrollo del proyecto de grado, esta experiencia les permitió a los estudiantes tener un primer contacto con esta clase de actividades e indudablemente es una ganancia invaluable para ellos.
- El estudiante pudo pasar de los análisis teóricos que se realizan en el papel, o en el mejor de los casos a través de un *software* especializado, y

transformar en realidad esas ideas; enfrentaron las dificultades que se presentan al dar este salto y aplicaron la ingeniería para resolver de la mejor manera posible y en el menor tiempo los imprevistos que surgían durante el desarrollo del proyecto, si se analiza detalladamente esta es la cotidianidad del ingeniero en su desarrollo profesional y en las instituciones universitarias generalmente esto no se enseña.

- Se apropiaron de herramientas computacionales que no conocían todavía y que no estaban dentro del alcance inicial del curso de diseño de máquinas I, siendo la más relevante el *software* Ansys, tal como se observa en la figura 6, el cual se usó para determinar los esfuerzos presentes sobre el chasis y sus frecuencias naturales, con el fin de evitar que este componente entre en resonancia debido a la frecuencia de excitación del motor de combustión interna utilizado.

Figura 6. Esfuerzos combinados sobre el chasis del vehículo diseñado

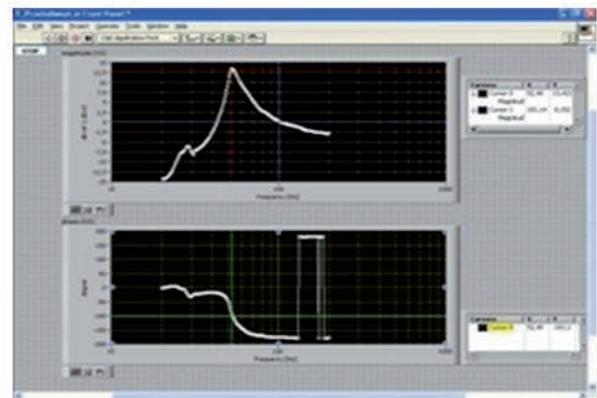
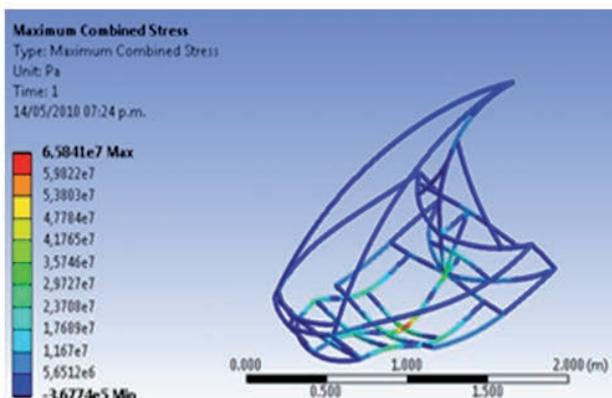


Figura 7. Montaje y resultados de las pruebas de vibraciones realizadas por los estudiantes

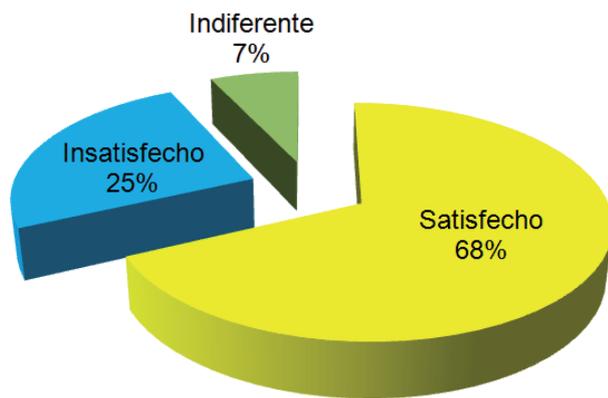
- Otro concepto adquirido, durante el desarrollo del proyecto, y que no estaba dentro del alcances del curso fue el análisis de vibraciones de elementos mecánicos, como se observa en la figura 7, tema que se imparte es una asignatura optativa de la facultad; sin embargo el problema propuesto requería de un análisis de este clase y los estudiantes no se sintieron inferiores al reto, para ello recurrieron al autoaprendizaje, a la indagación con otros docentes e inclusive se apoyaron en discentes de niveles superiores para que les colaboraran. Estas experiencias enriquecedoras sin duda, no hubieran podido darse con la metodología tradicional y fortalecen aún más estas metodologías que centran el aprendizaje en el estudiante.



La figura 8 muestra los resultados de la autoevaluación final de la metodología implementada, donde se observa que el 68% de los estudiantes afirmaron que la resolución de problemas de ingeniería a través de proyectos de aula les da un aporte más significativo a su proceso de aprendizaje, y que en lo posible debería replicarse en la mayoría de las asignaturas del ciclo profesional de la carrera.

Figura 8. Resultados sobre la satisfacción del estudiante con la metodología del ABP

Satisfacción con la Metodología Implementada



Debido a los resultados obtenidos en la implementación de la metodología en el curso de diseño de elementos de máquina, se decidió desarrollar proyectos mediante la estrategia del aprendizaje basado en problemas que involucren varias asignaturas, buscando una mayor integralidad entre saberes y estudiantes de la Facultad de Ingeniería Mecánica.

Análisis de resultados

Los resultados obtenidos durante la implementación y desarrollo de la metodología del aprendizaje basado en problemas, permitió comprobar que se adapta muy bien al desarrollo de asignaturas propias de las Ingenierías, de manera específica aquellas que pertenecen al ciclo básico profesional.

El rol que juegan tanto el docente como los discentes, sufre una transformación significativa al comparar el ABP, con la metodología tradicional; debido a que ahora el centro sobre el cual gira el aprendizaje es

el estudiante y el docente desempeña la función de guía o tutor en el proceso.

Adicionalmente se pudo corroborar la afirmación realizada por Betancourt (2006), el ABP es una forma de potenciar en los estudiantes entre otras habilidades las de aprender a aprender, el investigar y el trabajo colaborativo; debido a que fueron los mismos estudiantes quienes con su iniciativa y dedicación lograron solventar los obstáculos que se les presentaron durante el desarrollo del proyecto propuesto; además de generar una sinergia que les permitió cumplir con los objetivos propuestos para el desarrollo de la asignatura.

El desarrollo del proyecto permitió que los estudiantes resolvieran problemas reales de ingeniería, ya que tuvieron que afrontar y solventar situaciones que no solo involucraban conceptos de la asignatura diseño de elementos de máquinas, sino temáticas que probablemente sólo serán abordadas en niveles superiores, como lo son: vibraciones mecánicas, ingeniería asistida por computador e ingeniería económica. Esta realidad permitió corroborar la definición dada por Rebollar et al., (2007), referente a lo que significa resolver un problema y que tiene como premisa la siguiente “es hacer lo que se hace cuando no se sabe qué hacer, pues si se sabe lo que hay que hacer ya no hay problema”.

Se espera que la implementación de la metodología del ABP, permita dinamizar la enseñanza en las asignaturas de ingeniería, ya que el estudiante entra a formar parte activa del proceso; como lo afirman Meneses y Ordosgoitia (2009), el estudiante a través de sus aportes y sus experiencias diarias de interacción con la tecnología es una gran fuente de aportes e ideas para la construcción, rediseño y optimización de las prácticas académicas.

Una de las principales dificultades encontradas durante la implementación de la metodología del ABP, fue la resistencia al cambio por parte de los estudiantes, ya que están acostumbrados a ser actores pasivos en el proceso de aprendizaje; sin embargo la clave para romper esta apatía fue el tema del proyecto propuesto para el desarrollo de la asignatura y la posibilidad de que ellos mismo reformularan, si lo consideraban necesario, algunos de los objetivos y alcances que se presentaron al inicio del mismo.

El rendimiento final de los discentes en la evaluación cuantitativa mejoró en un 15%, pero sin duda el interés del estudiante por lo que aprende, la motivación constante que surge de ver transformadas sus ideas en realidades y el compañerismo demostrado durante el desarrollo del proyecto no puede ser cuantificado y es sin duda la mayor ganancia que obtuvieron cada uno de los estudiantes que participaron en la implementación de esta metodología; estas afirmaciones están en concordancia con los reportes presentados por Fasce et al., (2001), quienes proponen que la principal ventaja de la metodología del ABP está centrada en el grado de satisfacción de los estudiantes.

Conclusiones

El método tradicional de enseñanza utilizado en la universidad, es considerado bueno por un alto porcentaje de estudiantes de la facultad de Ingeniería mecánica, sin embargo opinan que deben ser ellos el centro del proceso educativo y no los docentes, por lo cual el desarrollo de nuevas metodologías representan alternativas viables con el fin de mejorar el proceso educativo y obtener un aprendizaje significativo mayor en cada uno de ellos.

El desarrollo de una asignatura a través del ABP representa una mayor dedicación por parte del docente,

encaminada principalmente al trabajo precurso, que es donde se plantean los problemas, se realizan las guías de trabajo, se definen los métodos de evaluación y los métodos pedagógicos, y se identifican los recursos necesarios para la obtención de buenos resultados en el proceso.

Para la utilización del enfoque pedagógico del APB se requiere del uso de recursos encaminados al desarrollo de alternativas de solución al problema planteado como guía de desarrollo del curso; es importante que el docente que desee implementar este enfoque identifique claramente las herramientas disponibles –computaciones, laboratorios, bibliografías, TIC, materiales, etc.- con el fin de proponer o aceptar problemas de trabajo reales y comprobables dentro de sus posibilidades.

El uso de los software Ansys y Solid Works dentro del desarrollo de la asignatura diseño de elementos de máquinas I, a través de ABP, representó una ayuda fundamental para poder observar la influencia de parámetros geométricos en el comportamiento mecánico de elementos estructurales; además facilitó el desarrollo de alternativas de solución al problema y evitó la fabricación de un excesivo número de prototipos.

Referencias

- Betancourt, C. C. (2006). Aprendizaje basado en problemas una experiencia novedosa en la enseñanza de la ingeniería. *Revista Educación en Ingeniería*, 1(2), 45–51.
- Fasce, E., Calderón M., Braga, L., De Orúe, M., Mayer, H., Wagemann, H. y Cid, S. (2001) *Utilización del aprendizaje basado en problemas en la enseñanza de física en estudiantes de medicina*. *Revista Médica de Chile*, 129(9), 1031-1037.
- Herrán, C. A. y Vega, C. F. (2006). Uso del ABP como estrategia didáctica para lograr aprendizaje significativo del diseño de ingeniería. *Revista Educación en Ingeniería*, 1(2), 33–44.
- Meneses, G. A. y Ordosgoitia, C. E. (2009). Laboratorio virtual basado en la metodología del aprendizaje basado en problemas, ABP. *Revista Educación en Ingeniería*, 4(7), 62–73.
- Moreira, M. A. (2000). *Aprendizaje significativo: teoría y práctica*. Madrid: Editores Visor.
- Morales, B. P. y Landa, F. V. (2004). Aprendizaje Basado en Problemas. *Theoria*, 13, 145–157.
- Rebollar, A., Ferrer, V. M., Bless, V., Carbonell, C., Bubaire, A. E., Mustelie, S., Benítez, M., Cobas, E. y Aldana, M. (2010). *La enseñanza Basada en Problemas y Ejercicios: hacia una didáctica para estimular aprendizajes*. Cuadernos de Educación y Desarrollo. Recuperado el 23 de Junio de 2011, de <http://www.eumed.net/rev/ced/17/arm.htm>
- Restrepo, G. B. (2005). Aprendizaje Basado en Problemas (ABP): una innovación didáctica para la enseñanza universitaria. *Revista Educación y Educadores*, 8, 9-19.
- Romero, J. G., Escatel, R. E., Hernández, A., López, R. y González, M. (2011). *Aprendizaje basado en problemas, Manual*. Recuperado el 22 de

Enero de 2012, de http://www.cneq.unam.mx/programas/actuales/cursos_diplo/diplomados/seiem_mate/0/03_material/06_modulo/archivos/Manual_ABP_2011.pdf

Salinas D. (1997). La evaluación no es un callejón sin salida. *Cuadernos de Pedagogía*, 259, 44– 48.
Schunk D. H. (1997). *Teorías del Aprendizaje*. (2da. Ed.). México: Editorial Pearson Educación

Sobre el Autor

Alfonso Santos Jaimes

Magister en Ingeniería Mecánica de la Universidad de Los Andes, Bogotá. Ingeniero Mecánico de la Universidad Industrial de Santander, Bucaramanga. Docente Asociado, Facultad de Ingeniería Mecánica,

Universidad Pontificia Bolivariana Seccional Bucaramanga, autopista Piedecuesta Km. 7 Floridablanca, Colombia.
alfonso.santos@upb.edu.co

Los puntos de vista expresados en este artículo no reflejan necesariamente la opinión de la Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería.