

CASOS DE ÉXITO DE LA APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA DE APRENDIZAJE BASADO EN PROBLEMAS ABP

Recibido: 15/09/2014
Aceptado: 24/11/2014

José Eucario Parra Castrillón*
Carlos Castro Castro**
Mauricio Amariles Camacho***

SUCCESSFUL CASES FROM METHODOLOGY APPLICATION IN PROBLEM BASED LEARNING PBL

Cómo citar este artículo: Parra, J., Castro, C. y Amariles, M. (2014). Casos de éxito de la aplicación de la metodología de aprendizaje basado en problemas ABP. *IngEam* (1), 15-22

Resumen

Con el Aprendizaje Basado en Problemas ABP, los estudiantes están aprendiendo contenidos programados y luego desde la solución final, los estudiantes vuelven a lo aprendido, tanto acerca del ámbito del problema mismo, como del método de solución. El ABP tiene una premisa fundamental, la enseñanza debe iniciarse con un problema que sea pertinente y significativo para los estudiantes. La Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Buenaventura Medellín viene implementado el ABP con tres experiencias, que difieren entre sí, en cuanto a la forma como se aplica el ABP: planeación de proyectos por grupos de estudiantes e investigación aplicada; planeación de un proyecto general de investigación aplicada; y surgimiento de proyectos cohesionados a las pre-conceptos de los estudiantes.

La evaluación está determinada por el seguimiento y entregas que realizan en cada fase del desarrollo de proyectos de software, teniendo como enfoque el desarrollo de competencias argumentativas, interpretativas y propositivas.

Palabras clave: aprendizaje basado en problemas, ABP, enseñanza de la ingeniería, competencias, tipos de problemas.

Abstract

With the Learning Based in PBL Problems, students are learning programmed contents and then from the final solution, the students return to what they have learned, both about the scope of the problem itself as the method of solution. The ABP has a fundamental premise, education should begin with a problem that is relevant and meaningful to students. The Faculty of Engineering at the University of San Buenaventura Medellín has been implementing PBL with three experiences that differ among each other in terms of how the ABP applies: project planning by groups of students and applied research; planning of a general applied research project; and emergence of cohesive projects to pre-concepts of students.

The assessment is determined by monitoring and deliveries made at each stage of the development of software projects, Focusing in the development of argumentative, performing and purposeful skills.

KeyWords: learning based in PBL problem, engineering education, skills, types of problems.

Introducción

Un asunto recurrente en los círculos académicos de ingeniería de sistemas –y de la ingeniería en general– es relacionar la disciplina con la docencia en términos de cómo deben ser los procesos de enseñanza. Esto recobra importancia en momentos en los que se habla de una crisis de la ingeniería, en cuanto a la demanda de estudiantes, ya que pareciera que las nuevas generaciones tienen otras expectativas.

En los procesos de docencia de la ingeniería han persistido tradiciones que podrían justificar esta crisis, pues la dificultad cognitiva que implican las ciencias básicas, la tardanza para que los estudiantes de los primeros semestres interactúen con los objetos propios de estudio de sus carreras y la insuficiencia de los laboratorios con respecto a las tecnologías empresariales, son variables que deben tenerse en cuenta en los análisis respectivos.

* Docente investigador de la Universidad San Buenaventura de Medellín e ingeniero de sistemas. Investigador del grupo de investigación Modelación y Simulación Computacional del Programa de Ingeniería de Sistemas de la Universidad San Buenaventura de Medellín. Correo electrónico: eucarioparra5@gmail.com.

** Docente coordinador de la línea de Investigación en Ingeniería de Software de la Universidad San Buenaventura de Medellín e ingeniero de petróleos. Investigador del grupo de investigación Modelación y Simulación Computacional del Programa de Ingeniería de Sistemas de la Universidad San Buenaventura de Medellín. Correo electrónico: carlos.castro@usbmed.edu.co.

*** Docente Investigador de la Universidad San Buenaventura de Medellín e Ingeniero de petróleos. Investigador en la línea de Investigación de gestión información, la tecnología y el conocimiento de la Universidad San Buenaventura de Medellín. Correo electrónico: Mauricio.amariles@usbmed.edu.co.

José Eucario Parra Castrillón, Carlos Castro Castro, Mauricio Amariles Camacho

Surgen otras relacionadas con el momento histórico que determinan contextos ineludibles. Por ejemplo, el paradigma de la flexibilidad sociocultural, la incorporación tecnológica en los modos de actuación de las personas, las potencialidades del facilismo y el deterioro del concepto de erudición en contraste con el de practicidad, son variables que contrastan con los métodos de estudio rigurosos que se determinan en las facultades de ingeniería. Pero estos clásicos ambientes educativos de la ingeniería, caracterizados por la clase magistral, no es que sean negativos de por sí, pues dentro de su paradigma se han formado los artífices del progreso mundial en infraestructura y tecnología, lo que ocurre es que los sujetos ahora son diferentes. La educación exitosa de la ingeniería desde su propia esencia racional, pareciera que merece revisarse para ser aun más influyente en el progreso de las comunidades (Escribano y Del Valle, 2008).

Las metodologías de enseñanza deben adecuarse para estar en coherencia con la mentalidad de los nuevos sujetos, con sus marcos de practicidad, elasticidad, paralelismo, movilidad y la ubicuidad. Esto es, la ingeniería como tal seguirá con sus raíces matemáticas en sus objetos de estudio y conocimiento, pero la dinámica de sus enseñanzas escolarizadas deben adaptarse a los nuevos estudiantes, porque de no ser así, es probable que se pueda ahondar en la crisis por la reducción de aspirantes a estudiar esta carrera (Tobón, 2004).

Se advierte que la distancia entre el método de estudio clásico de la ingeniería y la renovación de las formas de ser de los jóvenes se reduciría implementado enseñanzas en marcos más abiertos y prácticos, dentro de tal premisa surgió una iniciativa de adecuación metodológica del aprendizaje, basado en problemas en el Programa de Ingeniería de Sistemas de la Universidad de San Buenaventura Sede Medellín, el cual se presenta a continuación.

Fundamentación y aspectos curriculares

El aprendizaje basado en problemas tiene una premisa fundamental y es que la enseñanza debe iniciarse con un problema que sea pertinente y significativo para los estudiantes (Reigeluth y Moore, 2000). Durante la solución del problema, los estudiantes están aprendiendo los contenidos programados, luego desde la solución final, los estudiantes vuelven acerca de lo aprendido, es decir; el ámbito del problema el método de solución.



Las características fundamentales del ABP son las siguientes: metodología interactiva, centrado en el estudiante, organizado en grupos pequeños, focalizado en la solución de un problema y metódicamente orientado por el profesor que adquiere el modo de facilitador. En el ABP el inicio no es expositivo, al contrario esto se dinamiza desde la movilización para identificar las necesidades de aprendizajes que se necesitan para resolver un problema (Escribano y Del Valle, 2008).

Lo más probable es que esta metodología ABP sea sugestiva para los aprendizajes que invocan a romper con las líneas tradicionales pedagógicas, pues sus procesos cognitivos conllevan marcadas acciones constructivistas y dinámicas. Pero no por esto debe suponerse que sean fáciles de aplicar.

En primera instancia debe reconocerse la viabilidad del problema planteado, su conveniencia con respecto al nivel cognitivo del grupo de estudiantes, incluso con las emociones y expectativas. Aparte de otras circunstancias como el tiempo y los recursos. También deben considerarse detalles en cuanto a la forma, la sintaxis, la semántica y el léxico. Aunque la situación problemática como tal, tiene una representación muy distinta a la puntualidad de un problema o un ejercicio, pues el enunciado incluye el objeto del problema, pero sumergido en un contexto especial, cuya delimitación puede ser el primer paso de la solución planteada. Más concretamente, puede ser que una situación problemática determine distintas alternativas para distintos dominios y determine la construcción del dominio mismo.

La metodología ABP hace parte de un concepto de aprendizaje más general: los Entornos de Aprendizaje Abiertos (EAA). Algunas características de estos son las siguientes: asientan procesos con problemas para la interpretación y la experimentación, enlazan problemas complejos con experiencias cotidianas, sitúan planteamientos heurísticos, flexibles y perspectivas múltiples; conectan la cognición con el contexto de modo inextricable y establecen modelos de entendimiento desde el realice de los errores (Hannafin, Land y Oliver, 2000). Para el logro de los objetivos del aprendizaje los EAA plantean tres métodos:

- a. Definido externamente, introduciendo al estudiante en la solución de un problema concreto, por ejemplo, crear un sistema para automatizar la conducción de un tren.
- b. Generado externamente, introduciendo al estudiante en un problema general sin particularizar el objetivo o la tarea, por ejemplo, sistemas para optimizar rutas de distribución.

- c. Creado de forma individual, introduciendo al estudiante en un dominio concreto (un caso), por ejemplo, conocer el origen de cierto virus informático.

Una forma de desarrollar ABP es el aprendizaje basado en proyectos. Puede considerarse que esta es una modalidad de pedagogía activa que permite comprender el ámbito real del desempeño profesional. El estudiante emprende un acercamiento a la realidad a partir de proyectos acerca de problemas reales. El aprendizaje a partir de proyectos se caracteriza por la formación del razonamiento aplicado a contextos reales; la búsqueda de contenidos en función de su uso en la práctica y la puesta en escena del aprendizaje en dominios de naturaleza cotidiana (Rojas, 2007).

El planteamiento del aprendizaje basado en proyectos como una alternativa de ABP y no como otro método se justifica desde el problema mismo, el cual dentro de la lógica para la planeación, desarrollo y evaluación de proyectos es la base fundamental. Un proyecto adquiere forma cuando hay el reconocimiento de un problema para ser resuelto metódicamente en una organización de actividades secuenciales.

Es de anotarse que ABP en sentido estricto no implicaría una implementación, una renovación curricular de rompimiento total con la organización lineal basada en asignaturas por semestre académico, contenidos, objetivos de asignaturas y créditos académicos, pero sí tendría que modificarse el núcleo metodológico. En este sentido varios aspectos son trascendentales:

- a. La médula de las actividades de aprendizaje está en el problema, en conexión con unos objetivos como insumo de entrada, unas competencias y saberes como resultado.
- b. El proceso no es lineal, las necesidades de saberes, técnicas, métodos para resolver el problema determinan una red de eventos de indagación, asesoría, pequeños entregables y colección de conocimientos que se entrecruzan en la medida que evoluciona la solución del problema.
- c. Los problemas no deben surgir espontáneamente, se requieren mecanismos para su planeación, organización, análisis de pertinencia, evaluación de complejidad y conectividad con los intereses de contexto.

Con respecto a las metodologías para el abordaje de problemas con relación al currículo, pueden observarse varias alternativas:

- a. Dividir el grupo en varios equipos para que cada uno plantee y desarrolle la solución de un problema. Por supuesto, este desarrollo está limitado por las capacidades cognitivas del estudiante y por la limitación del tiempo.
- b. Asignar un problema para todo el grupo. Los equipos pueden hacer la solución cada uno por separado o hacer soluciones parciales distintas, para luego integrarlas en el producto final del proyecto.
- c. Insertar al grupo en un problema general, sin que necesariamente se requieran soluciones finales. Un ejemplo es el análisis de la problemática del *software* libre en cuanto a su seguridad y su licenciamiento.
- d. Asignar varios problemas en el periodo académico para ser resueltos por todos los equipos. Puede ser un problema por cada unidad temática.

En todas las alternativas anteriores el problema puede tener la forma de estudio de caso, proyecto, enunciado hipotético o enunciado real. Además, el docente en esas opciones asume el rol de planeador, facilitador, evaluador de los procesos y resultados.

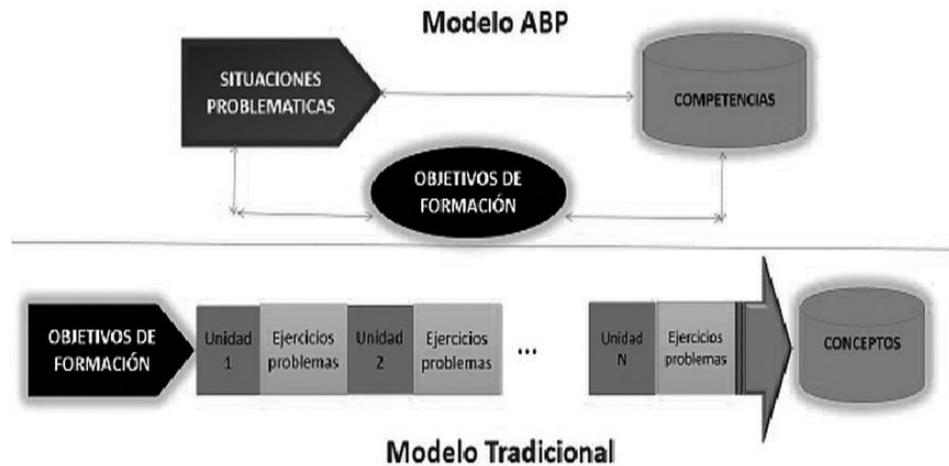
Con respecto a la evaluación, también es común para esas cuatro alternativas el enfoque en las competencias en el marco de saber conocer, saber ser, saber hacer (Tabón, 2004) dentro de la tipología de actuaciones interpretativas, propositivas y argumentativas (ICFES, 2008). Esto quiere decir, que el proceso de evaluación merece en la metodología ABP consideraciones acordes con su dinámica.

Las competencias argumentativas se reflejan en la capacidad de la persona para exponer los problemas y las soluciones. Las propositivas están con relación a sus actitudes para plantear hipótesis y soluciones. Y las competencias interpretativas se relacionan con la comprensión del sentido de los conceptos y su naturaleza. En la otra tipología (más general y en función del comportamiento esperado del estudiante) y las competencias en la categoría del saber ser hacen referencia al comportamiento en el contexto, tienen que ver con la conceptualización de acuerdo con un plan de estudios; las competencias en el saber hacer están dirigidas a la solución de problemas con los recursos y conceptos disponibles.

Como puede concluirse, la primera categoría de competencias (propositiva, argumentativa e interpretativa) no es mutuamente excluyente con la segunda (saber ser, saber conocer, saber hacer).



José Eucario Parra Castrillón, Carlos Castro Castro, Mauricio Amariles Camacho



Grafica 1. Diferencias en el enfoque

Fuente: elaboración propia.

Como puede apreciarse en la gráfica 1, mientras que el modelo tradicional se ha generalizado en una secuencia que parte de unos objetivos de aprendizaje y finaliza en un cúmulo de conceptos, después de cada unidad de aprendizaje vienen las acciones de evaluación y práctica. Mientras que en el modelo ABP dentro del circuito cerrado, los objetivos, problemas y competencias se incluyen las actividades de evaluación. Esto quiere decir que el proceso se evalúa constantemente, teniendo como base fundamental los entregables del problema planteado, los cuales no siempre hacen parte del producto final, pues el proceso también es sujeto a la evaluación.

Es de anotar que en la gráfica 1 se hace una esquematización de la tendencia general de los dos modelos mostrados. Por supuesto, en el dinamismo de una facultad de ingeniería pueden ocurrir diversas opciones enmarcadas en tal representación. El referente considerado es el de la Universidad de San Buenaventura Seccional Medellín, donde el modelo tradicional está enfocado en unas pruebas secuenciales de evaluación al término de unidades de aprendizaje y el modelo ABP que se está ensayando en algunas asignaturas tiene un dinamismo menos lineal. También con respecto a la gráfica 1, se muestra que el paradigma en el modelo tradicional se ha relacionado con mayor intensidad en la acumulación de contenidos o saberes (aunque esta verdad no sea absoluta) y con menor propósito hacia la formación en competencias argumentativas, propositivas e interpretativas.



Igualmente, aunque esto puede ser difuso y por esto con límites en la generalización dentro del modelo tradicional, los propósitos para el

saber ser, saber, conocer, saber hacer, no son tan equilibrados y las intensidades acentúan es en el conocimiento, menos en la aplicación y en el ser que se quiere formar. En este sentido, no es difícil encontrar casos en las facultades de ingeniería que reafirman la tendencia hacia el saber como objetivo fundamental de la clase, dejando el ser para otras instituciones como la familia y el hacer solo para situaciones precisas como los laboratorios o los proyectos de grado.

Casos de éxito en la aplicación de ABP

En el Proyecto Educativo del Programa de Ingeniería de Sistemas de la Universidad de San Buenaventura se plantea que el desarrollo de las actividades formativas se orienta en el paradigma metodológico de aprendizaje basado en problemas, sin exclusión de otras formas de aprendizaje implicadas por las conceptualizaciones teóricas y los formalismos lógicos. Como enfoques para el aprendizaje se consideran también el aprendizaje de casos y el desarrollo de proyectos.

Estas formas de aprendizaje pueden concebirse como una metodología de aprendizaje activo, autodirigido, didácticamente abierto, con un enfoque centrado en motivaciones desde situaciones problema y desarrollo de competencias.

Acorde con esta iniciativa se han implementado tres experiencias que difieren entre sí en cuanto a la forma como se aplica el ABP:

- a. ABP desde la planeación de proyectos por grupos de estudiantes e investigación aplicada.

- b. ABP desde la planeación de un proyecto general de investigación aplicada.
- c. ABP desde el surgimiento de proyectos cohesionados con los preconcepciones de los estudiantes.

Cabe anotar que independiente de la forma que se aplique las experiencias anteriormente detalladas, los microcurrículos en el programa de ingeniería de sistemas tienen una estructura de temas y conceptos bien definidos en el marco de las competencias identificadas (argumentativas, propositivas e interpretativas) de acuerdo con el nivel de formación y la dinámica de cada curso.

ABP desde la propuesta de proyectos individuales

En este caso la metodología parte de la preparación desde el primer día de clases. En esta modalidad participan dos grupos completos de la asignatura Introducción a la Ingeniería del primer semestre de la carrera, cada equipo de estudiantes propone un proyecto distinto. Como instrumento de motivación, el proceso se acompaña con un documento acerca de innovación tecnológica. Los roles del profesor consisten en la presentación de la guía de elaboración, la preparación de exposiciones de los estudiantes, la instalación de lluvias de ideas y asesoría a cada uno de los proyectos presentados.

Varios aspectos se destacan en estos dos grupos. El primero, el más importante, es la conexión de los estudiantes con la especificidad de las ingenierías electrónicas, multimedia, industrial, sonido y sistemas, pues el grupo de introducción a la ingeniería es interdisciplinario. Obviamente, la profundidad de los proyectos llega hasta la delimitación conceptual de estudiantes de primer semestre y el producto que entregan se reduce a un anteproyecto, pero aun así, ellos presentan unas ideas que sirven de canal para conectarse con las temáticas propias de su ingeniería, es en este caso cuando se plantean la formación de sus competencias argumentativas. Además, los estudiantes deben exponer sus avances, indagaciones, dificultades y propósitos, así se fortalecen las competencias propositivas e interpretativas.

Un segundo aspecto destacado es la alta motivación que presentan los estudiantes y el afán que demuestran para hacer lo mejor. Su esfuerzo es manifiesto en las exposiciones, el trabajo en equipos que organizan, la adaptación de los conceptos y en general, en la alegría que sienten por la conexión con la especificidad de sus carreras.

Un tercer aspecto es el referente a la evaluación. Esta se lleva de manera dinámica, pero estricta, con intención

motivacional, cuidando valores como el cumplimiento y el orden; además, la evaluación se considera como una posibilidad para la retroalimentación, para restarle importancia a los aspectos únicamente dirigidos a la promoción de los estudiantes. O sea, más que el límite de las calificaciones para aprobar o reprobar, lo que interesa es la organización de indicadores relacionados con la formación de ideales para la innovación, la presencia de valores para la responsabilidad, el orden, la organización, la indagación, el trabajo en equipos; y la comunicación oral y escrita.

Es de aclarar que el microcurrículo de la asignatura incluye unos temas precisos como la historia de la ingeniería o la función social de la ingeniería, que en realidad es difícil hacerlos transversales dentro de la metodología ABP que se desarrolla. En este caso lo que se hace es plantear unas actividades puntuales que complementan el desarrollo planeado.

ABP desde la planeación de un proyecto general de ingeniería aplicada

La metodología ABP se aplica desde un proyecto general para todos los estudiantes de cuatro asignaturas integradas en un solo grupo: programación orientada a objetos, programación orientada a servicios, informática II y programación avanzada, estas asignaturas corresponden a las carreras de ingeniería de sistemas, ingeniería multimedia e ingeniería electrónica.

El proceso está dirigido por un docente titular y un docente acompañante. Por consiguiente, el docente toma el rol de facilitador en la formación de sus estudiantes. Desde el primer día de clase, el facilitador plantea una situación real y común para el desarrollo de un proyecto de *software*. Se parte que el “cliente” necesita para el sistema, ciertos requisitos funcionales y no funcionales para el desarrollo de un aplicativo web que automatice la gestión de las facturas de servicios domiciliarios. El facilitador plantea los requerimientos funcionales y no funcionales de dicho sistema, así como las posibles soluciones para su desarrollo. Los requerimientos se encuentran plasmados en un documento que se entrega de forma individual a cada estudiante, con el fin de que se discuta y se apruebe de manera grupal la mejor solución en consenso que conlleve al desarrollo del *software*.

Se organizaron en equipos de estudiantes para mejorar la interacción entre los sujetos y la generación de diversidad que enriquezca la solución. Durante el semestre, los equipos van desarrollando la solución, de acuerdo con la guía de requisitos funcionales y no funcionales. En las



José Eucario Parra Castrillón, Carlos Castro Castro, Mauricio Amariles Camacho

interacciones con los facilitadores se aclaran necesidades de la solución y se aprende acerca de cuáles técnicas aplicar para obtener la solución. En las dos primeras semanas de clase, los equipos proponen alternativas para los requisitos funcionales y no funcionales, hasta llegar en consenso a la especificación final de requisitos, desde ahí cada equipo hace diagramas de casos, uso y clases. Es de anotar que cada equipo hace la solución completa, aunque se evidencia trabajo colaborativo entre los colectivos, pues los equipos de ingeniería de sistemas avanzan con mayor facilidad.

Los temas transversales que se desarrollan en la medida que se resuelve el problema son los siguientes: técnicas de programación orientada a objetos, técnicas de programación orientada a servicios, *frameworks* y lenguajes de programación. Además, los estudiantes adquieren conocimientos de especificación de requisitos, aplicación de diagramas de clases y diagramas de casos de uso.

Otro caso de aplicación de ABP desde la planeación de un proyecto general de ingeniería aplicada se presenta en el curso de Ingeniería de Software I, en el que a los estudiantes se les entrega una información inicial, con unos requerimientos iniciales de un proyecto real seleccionado por el docente desde un banco de proyectos, estos son gestionados desde la línea de investigación en Ingeniería de Software.

Los requerimientos se les presentan a los estudiantes junto con una guía metodológica, se les motiva y compromete a participar del equipo de desarrollo. Los estudiantes de Ingeniería del Software I (ingeniería de requisitos) conforman el equipo que es asesorado por el docente de la asignatura y que generalmente está complementado por un estudiante de proyecto de grado, que hace las veces de arquitecto del software y programador. El desarrollo de los compromisos adquiridos por los estudiantes de Ingeniería del Software I continúa en Ingeniería del Software II (diseño y desarrollo) e Ingeniería del Software III (calidad, verificación y validación). Cada semestre académico se entrega productos acorde a la naturaleza de cada microcurrículo.

Se destaca que el docente como rol de facilitador acompaña todo el proceso de aprendizaje, asesora en conceptos de programación, práctica y técnica de la Ingeniería de Software; y utilización de herramientas de desarrollo.

cada una de las fases durante la ejecución del proyecto. Las fases son las siguientes: análisis, diseño, desarrollo, implementación, pruebas del sistema y prácticas. Por lo anterior, durante el proceso de formación y evaluación de los estudiantes, tiene como enfoque el desarrollo de competencias argumentativas, interpretativas y propositivas, para el desarrollo de proyectos de *software*.

Los temas transversales que se despliegan están relacionados con metodologías para desarrollo de *software*, ciclo de vida del *software* (especificación de requisitos, análisis, diseño, implementación y pruebas) y calidad del *software*.

ABP desde el surgimiento de proyectos cohesionados a los preconceptos de los estudiantes

En este caso no hay un proyecto predeterminado, sino que este se elige de acuerdo con las experiencias previas y preconceptos que traen los estudiantes de sus asignaturas anteriores. El rol básico del docente consiste en hacer un diagnóstico inicial de los preconceptos y luego elegir el problema general o problemas específicos que se van a solucionar. Esta forma se aplica en la asignatura seminario de Nuevas Tecnologías (sistema de información geográfica).

Se les presentan a los estudiantes varios enunciados tomados de casos reales. Cada caso es presentado de tal manera que se involucren palabras claves que hacen referencia a los conceptos requeridos para solucionar el problema. Los primeros problemas enunciados se resuelven y se conceptualizan con el acompañamiento directo del docente y el apoyo de los estudiantes. Los últimos problemas enunciados del curso se solucionan y conceptualizan directamente por los estudiantes, se comparten las soluciones y se hacen sesiones de realimentación con el docente.

Dos aspectos son fundamentales y comunes en las tres formas descritas. Primero, el punto de partida no es el microcurrículo temático, es decir; la organización no es una secuencia de temas, sino que se parte de situaciones particulares para resolver. Segundo, la evaluación no considera pruebas puntuales, al contrario se tiene es una dinámica evaluativa que gira en torno a los entregables de los proyectos y sus procesos.

Como conclusión, las dinámicas han avanzado exitosamente si se tiene en cuenta la alta motivación de los estudiantes y la calidad de los productos entregados. Por naturaleza de la asignatura, los contenidos están ligados a una plataforma para sistemas de información geográfica, pues pareciera que la opción más adecuada



El avance y valoración del grupo no está establecido según la metodología tradicional de evaluación, sino que está determinado por el seguimiento y entregas que se realizan en

es una metodología ABP, ya que la enseñanza se orienta no para memorizar, sino que dado un problema el estudiante debe descubrir cómo resolverlo y con cuáles operaciones. Se destaca que la plataforma tiene una base de datos geográfica de la ciudad de Medellín y esto facilita, por ejemplo, que el problema de conocer las farmacias más cercanas a una dirección particular sea resuelto efectivamente.

En este caso los temas transversales se relacionan con los sistemas de información geográfica: funciones, bases de datos, programación de soluciones, problemas de localización, condiciones, tendencias, rutas, pautas y modelos.

Propuestas futuras

El aprendizaje basado en problemas hace parte de una política pedagógica de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Buenaventura Seccional Medellín, para lo cual se han realizado actividades como las siguientes:

- a. Capacitaciones certificadas a los docentes.
- b. Creación de un curso virtual en una plataforma LMS (Learning Management System) acerca de fundamentos, experiencias, críticas, propuestas relacionadas con ABP.
- c. Incorporación por parte de los profesores en el microcurrículo de las asignaturas de mecanismos para el ABP.
- d. Puesta en acción de unos cursos piloto como los relatados en este artículo.

Para los próximos periodos académicos a partir del 2014 - 2 se espera incrementar el número de cursos con ABP a un número de 10, pero con el cuidado de no hacerlos por formato o por obligatoriedad para los docentes, sino que sean el producto de las capacitaciones que se van desarrollando. También se espera que el 70 % de los docentes participen en el aula virtual del curso acerca de la metodología ABP. En todo caso, el ideal es que esta metodología sea abordada por los profesores y cursos, pero sin forzar actitudes, imponer obligatoriedades de formatos complejos o extensos, incluir asignaturas de formación básica que no es posible conectarla con la metodología (como matemáticas operativas) y caer en una generalización que rompa la motivación de los estudiantes. Asimismo, tener cuidado de no atormentar al estudiante con varios proyectos complejos al mismo tiempo.

Conclusiones

Los casos expuestos evidencian que es posible la implementación de alternativas pedagógicas fundadas en ejes problematizados, sin que se tengan que hacer modificaciones curriculares en la organización de asignaturas y contenidos, que además se puedan conjugar metodologías en las clases que estén en sincronía con las funciones reales de la ingeniería, representadas en el análisis, diseño, desarrollo y evaluación de soluciones para el beneficio de la comunidad y las empresas, así como el logro de competencias que contribuyan en la formación profesional de los estudiantes. Adicionalmente, se demuestran que es posible que exista una baja deserción, una alta motivación y participación de los estudiantes bajo la metodología de aprendizaje ABP.

Una realidad presente en la ingeniería es que existen conceptos, técnicas o modelos cuya enseñanza no puede apartarse de problemas en particular. Incluso en la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Buenaventura Seccional Medellín hay profesores que vienen aplicando ABP de manera empírica, sin ser conscientes de sus fundamentos conceptuales o sistematización.

Por último, se evidencia que para la enseñanza de la ingeniería hay posibilidades en pedagogías abiertas basadas en ejes para el análisis, diseño y evaluaciones de soluciones para problemas concretos, que permiten unos ambientes de aprendizaje conectados directamente con la gnoseología de la ingeniería y con la cognición de los estudiantes. Metodologías que son coherentes con las realidades contextuales de los jóvenes del siglo XXI, sin que por ello se impliquen rupturas con el énfasis racionalista que se determina para la cientificidad que soporta a la ingeniería.

Referencias bibliográficas

Escribano, A. y Del Valle, A. (2008). *El aprendizaje basado en problemas: una propuesta metodológica en educación*. Madrid: Narcea Ediciones.

Hannafin, M., Land S., y Oliver, K. (2000). *Entornos de aprendizaje abiertos: fundamentos, métodos y modelos. En diseño de la instrucción, teorías y modelos*. Madrid: Aula XXI Santillana.

ICFES (2008). *Exámenes de calidad de la educación superior en ingeniería de sistemas*. Bogotá: Grupo de Procesos Editoriales ICFES.

Reigeluth, C. y Moore J. (2000). *La enseñanza cognitiva y el ámbito cognitivo*.



José Eucario Parra Castrillón, Carlos Castro Castro, Mauricio Amariles Camacho

En diseño de la instrucción, teorías y modelos. Madrid:
Aula XXI Santillana.

Rojas, C. (2007). *Aprendizaje basado en proyectos. Experiencias formativas en la práctica clínica de parasitología. En encuentros de educación superior y pedagogía 2005.* Cali: Universidad del Valle.

Tobón, S. (2004). *Formación basada en competencias.* Bogotá: Ecoe Ediciones.

