

APRENDIZAJE BASADO EN PROBLEMAS UNA EXPERIENCIA NOVEDOSA EN LA ENSEÑANZA DE LA INGENIERÍA

Carlos Betancourt Correa

Universidad de Manizales, Manizales (Colombia)

Resumen

En el presente documento se describe la experiencia realizada en la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Manizales (Colombia), en torno a la aplicación del Aprendizaje Basado en Problemas A.B.P. como estrategia que posibilita el trabajo interdisciplinario y en cual se integraron las asignaturas de Programación IV, Bases de Datos II y Análisis y Diseño II perteneciente al quinto período académico del programa de Ingeniería de Sistemas y Telecomunicaciones. Dichas asignaturas pertenecen al área de Ingeniería Aplicada. Además, se pretende evidenciar las ventajas del trabajo colaborativo, el aprendizaje por descubrimiento, la investigación y las competencias propias de un ingeniero en estos campos.

Palabras Claves: ABP, currículo basado en problemas, estructuras curriculares.

Abstract

This document describes the experience lived in the Faculty of Engineering of the Universidad de Manizales referred to the application of the Problems Based Learning PBL-ABP as a strategy that makes possible the interdisciplinary work and in the which the subjects of Programming IV, Data bases II and Analysis and Design II, pertaining to the fifth academic period of the Engineering of Systems and Telecommunications program, were integrated. These subjects belongs to the Applied Engineering area. In addition, it tries to evidence the advantages of colaborativo work, the learning by discovery, the investigation and the own competitions of an engineer in these fields

Key Words: PBL, problem based curriculum, curricular structures.

Introducción

“La educación superior debe cambiar profundamente haciéndose orgánicamente flexible, diversificándose en sus instituciones, en sus estructuras, en sus estudios, sus modos y formas de organizar sus estudios(...) y poner al día los conocimientos y las competencias para actualizar, reconvertir y mejorar la cultura general de la sociedad y de los individuos”

UNESCO 1998. Conferencia Mundial sobre Educación Superior.

El proceso de formación de los ingenieros en el país se ha limitado, en la gran mayoría de programas e instituciones, a la transmisión de los fundamentos teóricos propios de cada una de las profesiones y se ha venido realizando con la metodología tradicional, donde prima la enseñanza descontextualizada y el aprendizaje memorístico, lo cual señala un

desenfoque con los desarrollos que a nivel mundial ha tenido el proceso enseñanza-aprendizaje. Se hace necesario, en pro del desarrollo de las competencias y de los currículos complejos, reconocer que en la sociedad actual se presenta, como nunca antes, la movilidad del conocimiento, lo que trae como consecuencia la imperativa actualización de las profesiones disciplinas y la tendencia al trabajo transdisciplinar como modelo posibilitador de producción de conocimiento.

Hoy es pertinente insistir más en el autoaprendizaje, como una alternativa válida para mejorar los procesos de aprendizaje, y potenciar con ellos la “interdependencia entre el saber y el saber hacer, fomentando la capacidad de decisión del estudiante sobre la selección y combinación de contenidos y planes de trabajo, así como las secuencias o rutas y ritmos de formación”.

Por medio del Aprendizaje Basado en Problemas se logra transformar los procesos educativos en cuanto a la forma de producción del conocimiento de un modo 1 – Unidisciplinar (Gibbons, 1998) que es caracterizado por ser academicista, homogéneo en las habilidades y manejar una jerarquización muy fuerte (Díaz, M, 2002, 47), a un modo 2, donde se privilegia la transdisciplinar, y se caracteriza por la flexibilidad, la aplicabilidad, la heterogeneidad, la horizontalización de jerarquías y la posibilidad de ser sometido permanentemente al escrutinio público y social.

Jacques Delors, en la presentación del Informe a la UNESCO, de la Comisión Internacional sobre la educación para el siglo XXI (p. 13), plantea que: “frente a los numerosos desafíos del porvenir, la educación constituye un instrumento indispensable para que la humanidad pueda progresar hacia los ideales de paz, libertad y justicia social”.

Abraham Magendzo (1996), en “Currículo, Educación para la Democracia en la Modernidad”, cita las cuatro concepciones ideológicas dominantes que, según Michael Schiro, han tenido presencia en el quehacer curricular:

- Concepción académica
- Concepción tecnológica o de eficiencia social
- Concepción de realización personal

La cuarta de ellas, la concepción reconstruccionista, plantea la necesidad de hacer del currículum una oportunidad para reconstruir la sociedad, para actuar sobre ella de modo que contribuya decidida e intencionalmente a la solución de los múltiples problemas que la aquejan.

El reto más importante para el conocimiento, la educación y el pensamiento contemporáneo es el conflicto entre los problemas globales, interdependientes y mundiales, y la forma de conocer que es cada vez más fragmentada. Este problema, se tendrá que resolver, con la ayuda de la educación, en las nuevas estructuras curriculares. (Morin, 2002, 265)

Las nuevas propuestas curriculares deberán poseer, entre otras, las características educativas de, cambios en el papel del profesor de proveedor de conocimiento a guía de quien aprende y la de cambios en los sistemas de evaluación. Morin, (2002, 270)

Imbernón, citado por Joaquín Gairín (2003, 121), describe el contexto en que deben desarrollarse las instituciones educativas y la docencia, así: cambio vertiginoso en la comunidad social, en el conocimiento científico y en los productos del pensamiento, la cultura y el arte, además de un análisis de la educación que ya no se considera patrimonio exclusivo de los docentes, sino de toda la comunidad.

El currículo basado en problemas C.B.P. se fundamenta en principios:

- Filosóficos
- Epistemológicos
- Antropológicos
- Sociopolíticos
- Pedagógicos

El A. B. P. se debe de caracterizar por ser flexible, desarrollado desde la praxis, participativo, interdisciplinario, investigativo e integrado.

El caso de la ingeniería de sistemas y telecomunicaciones, o de cualquier ingeniería involucra diferentes disciplinas que requieren converger.

En la búsqueda de una ecuación científica y de calidad se requiere realizar una reforma de fondo en

los procesos de enseñanza-aprendizaje a los programas de Ingeniería en la manera de enseñar. Debemos como docentes evitar la memorización y potenciar la reflexión buscando con ello que el estudiante adquiera las competencias específicas y que vaya sintiendo en el aula de clase un ambiente laboral, pero laboral en el sentido de un ser reflexivo y pensante recreándole así unos escenarios de vida laboral y productiva.

Es por esto que consideramos que el Aprendizaje Basado en Problemas aporta a una mejor formación de nuestros profesionales. En el A.B.P. partimos de una situación problemática, donde la experiencia se debe centrar en el análisis, diseño y experimentación de una solución.

Para que el ABP tenga relevancia significativa es pertinente apoyarlo en las siguientes categorías de las cuales se parte para darle claridad conceptual:

Multidisciplinariedad: Cuando diversas disciplinas son convocadas para analizar un problema y se busca el esclarecimiento, por yuxtaposición, del problema tratado.

Interdisciplinariedad: Cuando diversas disciplinas analizan un problema, comparan sus hipótesis de trabajo, evalúan recíprocamente sus métodos y resultados.

Transdisciplinariedad: Varias disciplinas analizan un problema, intercambian métodos y establecen un sistema común de axiomas llegando más allá del umbral de cada disciplina y produciendo algo nuevo conocimiento.

Con el A.B.P. pretendemos desarrollar en los estudiantes competencias de gran importancia y para la formación del ingeniero:

- Aprendizaje colaborativo
- Interdisciplinariedad
- Investigación
- Competencias declarativas
- Competencias procedimentales
- Competencias actitudinales

Metodología

Para esta experiencia se trabajó con la siguiente metodología:

1. Construcción de escenarios

Se puede considerar el escenario como el conjunto - real, hipotético o virtual - de elementos, circunstancias, datos e información que conforman y describen una situación problemática de cuyo abordaje y análisis se puede lograr el aprendizaje y la construcción de conocimientos.

2. La identificación del problema

Se basan en los contenidos temáticos del curso, se toman en lo posible, del contexto local, regional o nacional e implican el cambio actitudinal metodológico y un esfuerzo adicional del profesor.

3. La organización del trabajo

El grupo de estudiantes se divide en subgrupos de cuatro o cinco estudiantes. Cada subgrupo organiza autónomamente su estructura con base en roles que faciliten su operatividad: moderador, relator, escéptico u oponente y vocales. Los roles se rotan periódicamente para que cada integrante del grupo desarrolle diversas destrezas.

Las sesiones de trabajo son de dos tipos: presenciales con el acompañamiento del Tutor (Profesor) e Independientes (sin acompañamiento). Las sesiones presenciales toman diversas expresiones según la etapa del proceso que se esté desarrollando y el sitio de labor, por ejemplo:

- Mesas de discusión y análisis en el aula de clase.
- Grupos de trabajo en laboratorio.
- Grupos de labor en el trabajo de campo.

4. El control del proceso

El desarrollo del proceso enseñanza-aprendizaje y el cumplimiento de los objetivos curriculares se realiza mediante la elaboración de una relatoría cronológica y temática por parte de cada subgrupo de estudiantes. Dicha relatoría puede tomar la forma de:

- Un libro de actas de labor académica.

- Un diario de campo.
- Un libro de control del proceso.
- Un portafolio.

5. El Proceso de evaluación

Consta de dos componentes básicos:

- **Evaluación de todo el proceso:** Que se realiza en las sesiones presenciales a través del diálogo con cada subgrupo y con cada uno de sus integrantes. La valoración de resultados o productos presentados por cada subgrupo. El examen crítico y valorativo de las relatorías en cualquiera de sus formas.
- **Evaluación de aprendizaje:** Puede realizarse con cualesquiera de los métodos reconocidos: Examen, exposición, ensayo, proyecto.

Caso práctico:

La Universidad de Manizales en su ánimo por motivar e impulsar la aplicación del Aprendizaje Basado en Problemas como estrategia pedagógica, pone al servicio de la comunidad académica nacional una página web en su servidor académico, donde se puede entre otras temas encontrar información referente al A.B.P. además de las experiencias propias y de otras universidades. La dirección es <http://abp-colombia.umanizales.edu.co>.

Aplicando la metodología anteriormente mencionada, tenemos:

Construcción del escenario:

En el mercado actual colombiano del desarrollo de software los proyectos de las empresas se rigen por medio de licitaciones, por lo cual los estudiantes debe estar en capacidad de preparar ofertas atinentes a este tipo de situaciones.

La identificación del problema:

Para este caso en particular se utilizó una licitación de una empresa real colombiana, que necesitaba el desarrollo de un software a la medida para lo cual se le entregó a los estudiantes un archivo con los requerimientos solicitados por la empresa.

La organización del trabajo

La organización del trabajo se realizó en dos espacios uno para docentes y otro para estudiantes.

Los estudiantes del grupo integraron subgrupos de 4 estudiantes, cada uno con un rol determinado de acuerdo con la metodología planteada.

- Moderador
- Relator
- Expositor
- Escéptico

Además, como se pretende resolver problemas reales y con metodologías reales de trabajo, se definió un equipo de gerentes: compuesto por dos estudiantes que oficiaban como los líderes del proyecto y cuatro equipos de desarrollo: compuesto cada uno por 4 estudiantes que cumplirán los roles anteriormente citados.

Un equipo de docentes: compuesto por tres docentes, que a su vez son asesores y auditores del proyecto y para organizar el trabajo fijaron horas de asesoría integrada por los tres ingenieros que dictaban las asignaturas. Esto buscando que el trabajo intradisciplinar se potenciara y que los estudiantes entendieran la estrecha relación que hay entre el análisis, el diseño y el desarrollo de software.

Estas asignaturas pertenecen todas al área de ingeniería aplicada del programa de Ingeniería de Sistemas y Telecomunicaciones y se cursan en el 5 período académico.

Asignatura	Docente
Análisis y Diseño II	Ing. Cesar Garzón
Programación IV	Ing. Carlos Betancourt
Bases de Datos	Ing. Julián Carvajal

Proceso

Al inicio del semestre, motivados por las reflexiones e insumos surgidos del proyecto de investigación que actualmente se trabaja en la facultad, nace la idea de involucrar las tres campos de conocimiento (Análisis y Diseño – Bases de Datos – Programación IV) que conforman la disciplina de la Ingeniería de Sistemas y Telecomunicaciones, en un solo proyecto semestral que integralmente aborda la búsqueda de la solución de un problema, teniendo en cuenta que la mayoría de estudiantes de los grupos, están en la actualidad cursando las tres asignaturas.

Se hizo una reunión con los estudiantes para presentar la propuesta y definir el proyecto. De manera concertada se decidió participar en el desarrollo del mismo, para lo cual se definieron los requerimientos que deben de satisfacer y se le entregan a los estudiantes utilizando para ello un formato tipo licitación, el cual es un valor agregado al proceso.

Cómo operó el proceso

La utilización de las estrategias virtuales ha sido fundamental, ya que por su dinamismo es una de las herramientas para que los estudiantes y los profesores interactúen durante las etapas del proceso, sin necesidad de la presencialidad. Otro medio es la asistencia de los docentes a las otras clases de las asignaturas que conforman esta interesante convergencia, y eso permite unificar los criterios de implementación y aceptación en el desarrollo del proyecto.

Para realizar el trabajo, se dividió la solución del problema por módulos, para los cual se integraron estudiantes en cuatro grupos de trabajo, cada uno con un módulo. Un quinto grupo es nombrado por ellos mismos, que operó como gerentes del proyecto, quienes tendrán la tarea de dirigir y coordinar actividades, controlar la utilización de estándares, herramientas y principalmente permitir la unión de los módulos.

Objetivo del proyecto

Desarrollar un proyecto donde se evidencie la necesidad de integrar los conocimientos adquiridos referentes al desarrollo de software en cuanto a la aplicación del análisis, diseño, implementación. Aplicando para ello estándares de desarrollo.

Es necesario determinar los estándares de: desarrollo, documentación y herramientas de software a utilizar.

Para cada submódulo se hizo la sugerencia de cumplir con las siguientes etapas:

1. Definición

Análisis del sistema

- Diagrama del sistema: Se identificaron los actores que intervienen en el sistema, las entidades que dan apoyo y hacen parte de él y los procesos propios del mismo sistema que lo conforman.

- Explicación detallada del funcionamiento del sistema: Se mostró y describió detalladamente la forma cómo opera y operará el sistema.
- Análisis de los requerimientos del sistema
- Listado de requerimientos: Estos se identificaron a partir del diagrama del sistema y se relacionaron directamente con los requerimientos de datos del sistema y su flujo a través de este.
- Explicación de los requerimientos: Se describieron y relacionaron la funcionalidad de cada uno de los requerimientos en el sistema.
- Detalle de los requerimientos: Se mostró de manera global, la posible estructura de información y atributos de los requerimientos.

2. Desarrollo

- Módulos y/o Componentes del sistema: A partir del sistema se diseñó un diagrama de módulos y/o componentes, con el fin de poder dividirlo para el desarrollo.
- Diagramas de flujo de función (DFF): Se realizó el análisis de los puntos de función de cada uno de los procesos del sistema y se diagramó el flujo de los datos a través de cada una de las funciones.
- Diseño
 - Diseño global
 - Diagrama de clases
 - Diagrama de paquetes
 - Diagrama de excepciones
 - Diccionario de datos
 - Diseño detallado
 - Casos de uso
 - Diagrama de secuencia
 - Diagrama de estados
 - Diagrama de colaboración
 - Diagrama de implementación
- Codificación
- Pruebas
 - Pruebas de caja negra (Tabla del plan de pruebas)
 - Pruebas de caja blanca (Tabla del plan de pruebas)
- Esta metodología está basada en el ciclo de vida lineal, ya que los estudiantes no han cursado la asignatura ingeniería de software.
- Integración de todos los módulos del sistema.

Resultados percibidos

Entre los principales efectos de la integración que se ha podido identificar, es el desconocimiento por parte de los estudiantes del diseño de la estructura del software, la estructura del código y del almacenamiento de los datos, en este caso, de la base de datos. Precisamente como se mencionó anteriormente, es consecuencia de ese estado académico en el que se analizan soluciones por diferentes caminos. Con el paso del tiempo, ya han aprendido a identificar y a integrar cada una de las partes del proyecto.

Se han detectado en los estudiantes falencias en la utilización de UML, por lo que se han visto avocados a retomar y a consultar en los manuales de diseño este tipo de conocimiento. De todas maneras, durante cada una de las sesiones de trabajo se han desarrollado espacios para la solución y consulta de dificultades que se les han ido presentando en el diseño.

Cuando iniciaron el proceso de definición del sistema, la gran mayoría ya poseía el conocimiento necesario y entendía lo que debía hacer al respecto. Lo cual facilitó el inicio y disminuyó el tiempo de diseño del sistema, por lo que comprendieron con rapidez como deberían modular o dividir los módulos.

Durante el desarrollo del proyecto, se descubrieron debilidades en la manera de percibir los estudiantes la relación estrecha que hay entre el análisis, el diseño y la implementación como etapas fundamentales en el ciclo de desarrollo de software.

También se hace notoria la poca experiencia en el dimensionamiento y desarrollo de proyectos que requieran la participación e integración del trabajo realizado por varios equipos.

Algunas opiniones de los actores involucrados:

Opinión de docentes

“...Uno de los objetivos del análisis y diseño de proyectos basados en TIC’s, es facilitar la tarea de construcción con calidad de los productos de

software. Lo que actualmente diferencia a los estudiantes del programa es la capacidad de comprender un sistema y diagramarlo o dibujarlo y diseñarlo de acuerdo con diferentes, cumpliendo con los requisitos identificados para el proyecto...”

“...Al inicio del curso de de Análisis y Diseño II, se indicó la forma de abordar un desarrollo buscando cambiar el pensamiento de diseñar sin conocer la manera como funciona el sistema sobre el cual se desea implementar una solución o mejora. Es complicado romper con el paradigma del programador, el cual construye sin diseños claros y documentados; por lo general el proceso académico que viven los estudiantes de Ingeniería de Sistemas en el país, se limita al trabajo individual y de vez en cuando grupal...”

“... Con este proceso los estudiantes han logrado entender la importancia de realizar correctamente las actividades y desempeñarse como profesionales de la ingeniería, han identificado la relevancia de conformar grupos y comunidades en pro de un objetivo común, han logrado despertar el espíritu investigativo, tan necesario en los profesionales de la ingeniería...”

“...Es muy placentero y reconfortante como docente, ver cómo la academia ya no es tan solo el espacio físico sino que se ha convertido en el espacio social, cultural y profesional, en el que se involucran el auto aprendizaje y el auto reconocimiento, este espacio facilita el crecimiento personal y académico tanto de estudiantes, como de profesores...”

“...Este proceso nos recuerda la labor que desempeñamos en nuestra profesión, que los proyectos nunca serán los mismos, los equipos de trabajo necesitan muchos recursos, las entregas son metas que se deben cumplir de principio a fin, los objetivos deben ser claros, los requisitos deben ser explícitos y reales, en fin, nos refrescan el pensamiento acerca de lo complejo que puede llegar a ser un desarrollo en el que poco o nada interviene la ingeniería y también, que la dificultad disminuye en la medida en que nos comportamos y actuamos como ingenieros...”

“Con esta gratificante experiencia, confirmo lo que cada semestre le digo a los estudiantes en el aula,

que la Ingeniería de Sistemas y Telecomunicaciones, es el ejercicio mental del profesional que aprendió a descubrir cómo funciona el mundo, para después modelarlo sin dejar de lado, que el éxito de nuestras labores depende en gran parte de la correcta interacción entre los grupos de trabajo”.

Para finalizar, se debe dejar aquí muestra acerca del proceso vivido: “Este tipo de experiencias y prácticas basadas en problemas son las que necesitan vivir nuestros estudiantes en la academia”.

Opinan los estudiantes

“Es una forma muy dinámica de aprender. Se obliga al estudiante a consultar lo que desconoce, hecho importante puesto que cuando sea profesional no va a tener al docente al lado aclarándole las dudas, es buena porque se aprende a trabajar en equipo. De otra parte ayuda a tener aprendizajes permanentes, no como en la enseñanza tradicional donde tema visto y evaluado es tema olvidado”.

“Esta metodología nos permite una aproximación más real a los problemas y nos enfrenta con ellos, a demás permite investigarse sobre aquello que desconocemos. Con ella se cuestiona uno sobre lo que ha aprendido y sobre lo que verdaderamente debe aprender. Ojalá en otras asignaturas también se trabaje así y que también algunos estudiantes lo tomen con seriedad y vean los beneficios que tiene esta forma de trabajar”.

Referencias

MAGENDZO, Abraham (1996). Currículum, Educación para la Democracia en la Modernidad. Bogotá: Anthropos

LÓPEZ J., Nelson E. (1996). Retos para la Construcción Curricular: De la Certeza al Paradigma de la Incertidumbre Creativa. Bogotá: Magisterio.

VILLARIN, Ángel (2000). El Currículo orientado al Aprendizaje Auténtico y al Desarrollo Humano

“Las clases son más dinámicas, y uno aprende a ver cómo es la vida profesional, ya que nos acerca a ella. Con esta metodología aprendemos a solucionar problemas cotidianos que son los que seguramente se van a presentar en la vida laboral. tiene mucho futuro”.

Conclusiones

- Mediante la utilización de la estrategia del aprendizaje basado en problemas, se puede abordar en el aula la solución de problemas, en los cuales se necesite la integración de saberes, brindándole al estudiante ambientes donde se simule la realidad que va a enfrentar en el mercado laboral.
- EL ABP es una forma de potenciar en los estudiantes entre otras habilidades las de aprender a aprender, el investigar y el trabajo colaborativo.
- Los roles tanto de docentes como de estudiantes toman nuevas connotaciones, la del docente de transmisor de conocimiento a motivador de la búsqueda del mismo y los estudiantes de una actitud pasiva a una activa en la búsqueda del conocimiento.
- Esta estrategia pedagógica se debe apoyar en estrategias virtuales para facilitar la interacción docente – estudiante sin necesidad de la presencialidad.
- Para implementar este tipo de estrategias en todo el currículo es necesario realizar ajustes en los procesos administrativos, tales como organización de horarios de docentes, estudiantes y uso de recursos tecnológicos.

Integral. Puerto Rico: Biblioteca del pensamiento crítico, 2000.

DÍAZ B., Frida. Enseñanza Situada: Vínculo entre la escuela y la vida.

BARROWS HS (2000). Problem-Based Learning Applied to Medical Education. Revised edition. Southern Illinois University School of Medicine, Springfield, Illinois.

Sobre el autor

Carlos Betancourt Correa

Ingeniero de Sistemas, especialista en Telecomunicaciones, candidato a Magíster en Educación Docencia, docente investigador Facultad de Ingeniería de la Universidad de Manizales (Colombia). cbc@umanizales.edu.co

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