

Evaluación de la estrategia “aprendizaje basado en proyectos”

Eduardo Rodríguez-Sandoval

Doctor en Ingeniería.
Docente Asociado, Departamento de Ingeniería
Agrícola y Alimentos, Facultad de Ciencias
Agropecuarias, Universidad Nacional de
Colombia, Medellín, Colombia.
edrodriguez@unal.edu.co

Édgar Mauricio Vargas-Solano

Magíster en Ingeniería Química.
Docente, Programa de Ingeniería
de Alimentos, Facultad de Ciencias
Naturales, Universidad de Bogotá
Jorge Tadeo Lozano, Bogotá, D. C.,
Colombia.
edgar.vargas@utadeo.edu.co

Janeth Luna-Cortés

Magíster en Microbiología.
Decana del Programa de Ingeniería de
Alimentos, Facultad de Ciencias Naturales,
Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano,
Bogotá, D. C., Colombia.
janeth.luna@utadeo.edu.co

Resumen

Uno de los retos de la pedagogía es la apropiación de conceptos teóricos presentados en los cursos y su posterior aplicación a la solución de situaciones reales por parte de los estudiantes.

Objetivo: *El propósito de este trabajo es mostrar la percepción que tienen los estudiantes del programa de Ingeniería de Alimentos de la Universidad Jorge Tadeo Lozano sobre la estrategia pedagógica denominada “proyecto de aula”, utilizada en diferentes cursos teórico-prácticos.*

Metodología: *El proyecto de aula se fundamenta en el aprendizaje adquirido durante el curso, el cual se lleva a la práctica mediante la elaboración de un proyecto. Los estudiantes realizan el proyecto, que es el desarrollo o mejoramiento de un producto o proceso, durante un semestre. Se aplicó una encuesta para verificar la percepción de los estudiantes sobre esta estrategia pedagógica.*

Conclusiones: *El análisis de los resultados mostró que el “proyecto de aula” es un apoyo complementario al aprendizaje y que es importante para el desarrollo profesional. El proyecto de aula contribuye a la transferencia del conocimiento de los principios teóricos presentados en clase, al desarrollo del pensamiento crítico y reflexivo, e incentiva el interés por la investigación.*

Palabras clave

Pedagogía universitaria, aprendizaje basado en proyectos, método de enseñanza, programa de investigación, educación en ingeniería (fuente: Tesoro de la Unesco).

Recibido: 2009-03-12 | Reenviado: 2009-11-13 | Aceptado: 2010-03-11
ISSN 0123-1294 | Educ.Educ. Vol. 13, No. 1 | Abril 2010 | pp. 13-25

Assessment of the “project-based learning” strategy

Abstract

One of the challenges in teaching is students' appropriation of the theoretical concepts presented in class and their subsequent application to the solution of real situations.

Objective: *The purpose of this study is to demonstrate how students feel about the food engineering curriculum at the Jorge Tadeo Lozano University, specifically with respect to the “classroom project” teaching strategy used in a variety of theoretical-practical courses.*

Method: *The “classroom project” is based on learning acquired during the course, which is applied in practice through the development of a project. Students carry out the project, which involves developing or improving a product or process during a six-month period. A survey was conducted to verify students' perception of this teaching strategy.*

Conclusions: *An analysis of the results shows the “classroom project” complements the learning process and is important to professional development. It helps students to transfer the theoretical principles presented in class to the development of critical thinking and insight, besides stimulating an interest in research.*

Key words

College teaching, project-based learning, teaching method, research program, engineering education (Source: Unesco Thesaurus)

Avaliação da estratégia de aprendizagem baseada em projetos

Resumo

Um dos desafios da pedagogia são a apropriação de conceitos teóricos apresentados nos cursos e sua posterior aplicação à resolução de situações da vida real dos alunos.

Objetivo: *O objetivo deste trabalho é mostrar a percepção dos alunos acerca do programa de engenharia de alimentos na Universidad Jorge Tadeo Lozano sobre a estratégia pedagógica denominada Projeto de sala de aula, utilizada em diversos cursos teóricos e práticos.*

Metodologia: *O projeto baseia-se na aprendizagem logrado durante o curso, mediante o desenvolvimento de um projeto. Os alunos realizam o projeto, consistente no desenvolvimento ou melhoramento de um produto ou processo por um semestre. Aplicou-se uma pesquisa para verificar a percepção dos estudantes sobre esta estratégia pedagógica.*

Conclusões: *A análise dos resultados mostrou que o Projeto em sala de aula é um apoio adicional para a aprendizagem e de muita importância para o desenvolvimento profissional. O projeto da sala de aula contribui para a transferência de conhecimento dos princípios teóricos apresentados em sala de aula, ao desenvolvimento do pensamento crítico e de reflexão e incentiva o interesse na pesquisa.*

Palavras-chave

Pedagogia universitária, aprendizagem baseada em projetos, método de ensino, programa de pesquisa, educação em engenharia (fonte: Tesouro da Unesco).

Introducción

El aprendizaje se puede ver como un proceso acumulativo, autorregulado, dirigido, colaborativo e individual (Van den Bergh *et al.*, 2006). Aprender es poder justificar lo que se piensa con procesos de producción y aceptación de conocimientos que se desarrollan en la vida cotidiana, los cuales son diferentes a los trabajos científicos. El aprendizaje sólido de los conceptos científicos debe ir acompañado del aprendizaje metodológico, es decir, de formas de producir y recibir conocimientos que caracterizan el trabajo científico. Este desarrollo simultáneo, conceptual-metodológico, se favorece en la medida en que el proceso de enseñanza-aprendizaje se desarrolle en un contexto de (re)construcción de conocimientos, en el que existan oportunidades reiteradas y sistemáticas para poner en práctica procesos de justificación típicos de la investigación científica y de la solución de problemas, y en el que se favorezca el escenario para que esa tarea tan exigente pueda llevarse a cabo (Becerra-Labra *et al.*, 2007).

Diferentes experiencias y estrategias de enseñanza-aprendizaje han cambiado el papel que había desempeñado un estudiante de receptor de conocimiento pasivo a "ser" activo, el cual tiene pensamiento crítico con los conocimientos adquiridos dentro y fuera del aula (Reitmeier, 2002). En estudios realizados se ha comprobado que la retención del conocimiento adquirido después de 24 horas en un estudiante es de 5% para clases magistrales, 50% para discusión en grupo, 75% para experiencias prácticas y 90% por enseñar a otros (Sousa, 1995).

En un sentido amplio, la Universidad debe cumplir con una función social de formar ciudadanos responsables, comprometidos con su región y su país, éticos y científicamente preparados. Por lo tanto, también debe promover en el estudiante el desarrollo de diferentes aspectos, tales como la adquisición de habilidades (análisis, síntesis, modelación, diseño, optimización), el desarrollo de actitudes (responsabilidad social, conciencia ambiental, espíritu emprendedor), la reafirmación de valores (ética, respeto por la diferencia, aprecio por el conocimiento), el desarrollo de cualidades (creatividad, iniciativa, liderazgo, pensamiento crítico) y el conocimiento en disciplinas complementarias (economía, administración, humanidades, ciencias sociales, derecho, psicología) (Duque *et al.*, 1999). Los anteriores aspectos son importantes para que un profesional en ingeniería pueda proponer soluciones a un problema determinado, teniendo en cuenta el contexto social, ambiental y económico.

La función primordial de los sistemas de educación superior, en particular en áreas de ciencia e ingeniería, es la formación de profesionales cuyo ejercicio se base en el espíritu y método científicos, en valores de convivencia, con una sólida capacidad para aprender,

característica indispensable en una sociedad en permanente cambio. En la actualidad, la sociedad requiere de un ingeniero innovador, audaz en la experimentación, con habilidades de interacción y de intercambio de ideas con otros profesionales de diferentes áreas (Duque & Martínez, 2000). Lo anterior implica el establecimiento de una sólida comunidad académico-cultural, que rompa con los esquemas mentales que generan una presunta separación entre saber científico y saber humanístico. De nada sirve formar ingenieros académicos ajenos a la sensibilidad humana, así como tampoco vale la pena graduar artistas sin ningún asomo de rigor científico.

La ingeniería es la conceptualización, diseño, construcción y administración de proyectos y productos orientados a dar solución a una necesidad de la sociedad o del entorno. Por esta razón, el ingeniero debe resolver problemas o proveer diferentes soluciones, lo cual requiere de imaginación, creatividad y síntesis de conocimientos (Duque *et al.*, 1999). La ingeniería, en general, es un proceso de toma de decisiones para la solución de problemas dentro de un campo particular de acción. Esta toma de decisiones implica diferentes pasos, entre los cuales se destacan: delimitar la situación, plantear una estrategia de solución, obtener información experimental o teórica, analizar los datos y resultados, seleccionar los criterios valorativos sobre las posibles soluciones, elegir la variable óptima y corregir la decisión durante su implementación (Garza-Rivera, 2001).

En línea con una rápida evolución hacia una sociedad de conocimiento global, el mercado de trabajo contemporáneo demanda profesionales con nuevos conocimientos y capacidades. En la actualidad, el éxito en el campo laboral implica una capacidad para actuar y proponer soluciones en ambientes cambiantes y poco definidos, interactuar en situaciones no rutinarias, sintetizar procesos de trabajo, tomar decisiones responsables y trabajar en equipo. Por lo tanto, los estudiantes universitarios necesitan adquirir no solo la conceptualización en su disciplina, sino también una alta destreza específica en su cam-

po de acción, así como habilidades, actitudes y aptitudes. Cualquier currículo universitario requiere desarrollarse teniendo como base la preparación de los estudiantes para un futuro, que en la mayoría de los casos es desconocido. En este ambiente dinámico para la educación superior se impone una revisión crítica de la enseñanza tradicional y de las prácticas de aprendizaje (Van den Bergh *et al.*, 2006).

Los profesionales como fuerza laboral necesitan ser diligentes en la solución de problemas, en la interacción con clientes, en la realización de presupuestos y en el manejo adecuado del tiempo, sin olvidar la competencia responsable frente a las otras compañías. La medida real de la educación se refleja en lo que hacen los estudiantes con lo que han aprendido. El aprendizaje basado en proyectos (ABPr) parece ser un método de enseñanza efectivo comparado con las estrategias de enseñanza cognitivas tradicionales, particularmente para el desarrollo de habilidades en la solución de problemas de la vida real (Willard & Duffrin, 2003).

La Universidad Jorge Tadeo Lozano (UJTL) evalúa con frecuencia sus procesos académicos y los resultados del desempeño de sus estudiantes, con el fin de cumplir su compromiso en la formación de profesionales éticos, responsables, científicamente preparados y con pensamiento crítico (Rodríguez-Sandoval *et al.*, 2007). Para atender esta necesidad se han desarrollado diferentes estrategias pedagógicas, destacándose en el programa de Ingeniería de Alimentos el “proyecto de aula”, el cual es un aprendizaje basado en un proyecto realizado en diferentes cursos durante un semestre. Esta estrategia pedagógica se ha implementado en el programa de ingeniería de alimentos desde el año 2005. El proyecto de aula busca aplicar los conocimientos adquiridos durante la asignatura sobre un proceso o producto específico, a través del cual el estudiante debe tener la capacidad de relacionar los conceptos teóricos con la experiencia práctica para solucionar problemas reales. El objetivo de este estudio es presentar la percepción que tienen los estudiantes del programa de ingeniería de alimentos de la UJTL frente a la estrategia pedagógica denominada “proyecto de aula”, y analizar las posibles consecuencias de aplicar esta pedagogía en los cursos teórico-prácticos del programa.

Diferencia entre aprendizaje basado en proyectos y aprendizaje basado en problemas

La aproximación al aprendizaje que incluye el trabajo para una solución a un problema se denomina frecuentemente “aprendizaje basado en problemas” (ABP) (Mettas & Constantinou, 2007), en el cual se propone a los estudiantes un problema para

ser solucionado y aprender más acerca de este, por medio de un trabajo grupal o un estudio independiente (Maudsley, 1999; Restrepo-Gómez, 2005). Con esta estrategia, el aprendizaje es propositivo y autónomo, ya que el estudiante aprende a medida que investiga las soluciones a los problemas que se han formulado. Algunos aspectos del ABP se fundamentan en problemas intencionalmente mal estructurados (*ill-structured*), situaciones auténticas y oportunidades para desarrollar autonomía y responsabilidad (Araz & Sungur, 2007).

El tipo de aprendizaje a través de la implementación de proyectos se denomina “aprendizaje basado en proyectos” (ABPr). Con la aplicación de esta estrategia, los estudiantes definen el propósito de la creación de un producto final, identifican su mercado, investigan la temática, crean un plan para la gestión del proyecto y diseñan y elaboran un producto. Ellos comienzan el proyecto solucionando problemas, hasta llegar a su producto. El proceso completo es auténtico, referido a la producción en forma real, utilizando las propias ideas de los estudiantes y completando las tareas en la práctica (Mettas & Constantinou, 2007). Dentro de este marco, los alumnos persiguen soluciones a problemas no triviales, generando y refinando preguntas, debatiendo ideas, realizando predicciones, diseñando planes y/o experimentos, recolectando y analizando datos, estableciendo conclusiones, comunicando sus ideas y resultados a otros, realizando nuevas preguntas y creando o mejorando productos y procesos (Blumenfeld *et al.*, 1991).

El ABPr se ha convertido en un modelo pedagógico favorable para la enseñanza en los programas de ingeniería, en el cual los estudiantes trabajan en grupos para solucionar problemas abiertos. La estrategia pedagógica se complementa si se traen proyectos industriales a las aulas para ofrecer una experiencia tan auténtica como sea posible. La tendencia también se dirige a realizar estos proyectos en forma interdisciplinaria, con la colaboración de otras dependencias o departamentos de ingeniería (Alptekin *et al.*, 2005).

En la práctica, la línea de división entre el ABP y el ABPr por lo general se distorsiona. Los dos se utilizan en forma combinada y desempeñan papeles complementarios (Mettas & Constantinou, 2007), aunque algunos consideran que el ABP es un tipo de aprendizaje basado en proyectos (Watson, 2002). Fundamentalmente, el ABP y el ABPr tienen la misma orientación, ambos son auténticos, utilizan aproximaciones constructivistas para el aprendizaje, se diseñan centrados en el estudiante e incluyen el papel del docente como orientador. Las estrategias del ABP y el ABPr se utilizan en la educación tecnológica y de diseño para comprometer a los estudiantes en los procesos de investigación y en soluciones a problemas tecnológicos. En la educación relacionada con la tecnología, las actividades de solución de problemas ofrecen a los estudiantes la oportunidad de crear y evaluar diseños, buscar, procesar y aplicar conocimiento a través de la experimentación (Mettas & Constantinou, 2007).

En la educación basada en proyectos, los docentes necesitan crear espacios para el aprendizaje, dando acceso a la información, soportando la enseñanza por la instrucción, modelamiento y guía a los estudiantes, para manejar de manera apropiada sus tareas, animarlos a utilizar procesos de aprendizaje metacognitivos, respetar los esfuerzos grupales e individuales, verificar el progreso, diagnosticar problemas, dar retroalimentación y evaluar los resultados generales. Adicionalmente, los docentes necesitan crear un ambiente conductivo, con el fin de fomentar la indagación constructiva y asegurar que el trabajo se realice en una forma eficiente y ordenada (Blumenfeld *et al.*, 1991). A la vez, el docente debe actuar como orientador del aprendizaje y de los procesos, y dejar que los estudiantes adquieran autonomía y responsabilidad en su aprendizaje (Johari & Bradshaw, 2008).

Método

Proyecto de aula. Al comenzar el curso, se les plantea a los estudiantes la ejecución de un proyecto, que deben desarrollar a lo largo del semestre académico, en el cual tienen que aplicar los conceptos teóricos vistos en clase. Las opciones de los estudiantes en la selección de dicho proyecto son varias: pueden escogerlo según su interés en el tema, si pretenden resolver un problema específico, o también el profesor puede sugerir proyectos de investigación que se desarrollan en los grupos y líneas de investigación del programa o problemas que tiene una determinada empresa. De igual manera, se puede realizar un mismo proyecto en diferentes cursos, dependiendo del enfoque y los alcances de cada asignatura.

Después de seleccionar la temática, los estudiantes deben justificar el estudio por medio de información económica, verifi-

cando el mercado, la viabilidad y la importancia del proyecto, y si es posible, su impacto a nivel local, regional o nacional. A continuación el grupo de trabajo determina los objetivos del estudio, realiza y organiza la planeación experimental, teniendo en cuenta los materiales y los métodos que se van a utilizar, así como las fuentes de información consultadas. Una vez que se reúne la información, se debe guiar al equipo de trabajo. El profesor desempeña un papel de orientador, que da recomendaciones, formula interrogantes, ayuda al grupo en el proceso de toma de decisiones y permite que los estudiantes desarrollen su tarea en forma independiente. Posteriormente se realizan pruebas preliminares para ajustar la metodología y los objetivos propuestos, y después se organiza y ejecuta la experimentación final del proyecto.

El grupo de trabajo de cada proyecto de aula planea, organiza, realiza la experimentación y presenta en forma escrita y oral los resultados. Los grupos están conformados por dos o tres estudiantes, dependiendo del proyecto escogido y el número de alumnos en cada curso. La evaluación del proyecto se realiza por medio de trabajos escritos y orales, en cinco momentos del mismo: 1) La propuesta inicial con justificación; 2) El planteamiento de objetivos y metodologías; 3) Realización de trabajos escritos parciales de las pruebas experimentales; 4) Presentación oral, y 5) Reporte escrito final del proyecto; los tres últimos tienen mayor valor porcentual, porque son el resultado general de toda la vivencia experimental del semestre. El formato del reporte escrito final sigue la presentación de un trabajo científico normal, constituido por título, autores, resumen, introducción, objetivos, materiales y métodos, resultados y discusión, conclusiones y referencias, con tablas, gráficas y figuras.

Feria de proyectos de ingeniería. Todos los proyectos de aula se exponen al final de cada semestre, en una “Feria de Proyectos de Alimentos”, que realiza la UJTL para la comunidad universitaria. Esta feria cuenta con jurados externos, ya sea del sector industrial o pares académicos, los cuales realizan preguntas, evalúan la

pertinencia del tema, la coherencia y la claridad de la exposición, de acuerdo con un formato de evaluación que tiene el programa. Sin embargo, previo a esta exposición el docente ha evaluado el proyecto con los parámetros expuestos anteriormente, no solo los resultados o el producto obtenido, sino también el proceso por el cual los estudiantes llegaron a sus conclusiones.

Evaluación de la estrategia pedagógica. La evaluación del impacto que causa en los estudiantes este tipo de actividades y de la estrategia pedagógica “aprendizaje basado en proyectos” se llevó a cabo mediante la aplicación de un cuestionario (tabla 1), el cual fue elaborado por miembros de la Comisión Pedagógica de la Universidad, en el que se indagaba sobre la influencia que tiene el proyecto de aula en el aprendizaje de los estudiantes. Esta encuesta se realizó en noviembre del 2008 a 30 estudiantes del programa de Ingeniería de Alimentos, que presentaron proyecto de aula en la Feria de

Proyectos de Alimentos, de las siguientes asignaturas: Propiedades Físicas de los Alimentos, Procesos de Transferencia de Calor y Biotecnología. La encuesta se contestaba marcando **SÍ** o **NO**, o con un gradiente de 1 a 5, en el que **1** corresponde a una respuesta de no aprendí nada, **2** aprendí poco, **3** aprendí, **4** aprendí bien y **5** aprendí muy bien. Además, se dejaba un espacio al final para que el estudiante expresara sus comentarios generales sobre el curso o la estrategia pedagógica utilizada. Los resultados se analizaron por medio del programa Excel®, que permite realizar estadística descriptiva, con un porcentaje de error del 5% en el nivel de significancia (Tovar-Lázaro *et al.*, 2005).

Tabla 1. Encuesta para conocer la influencia que tiene el proyecto de aula en el aprendizaje de los estudiantes.

Preguntas	Respuestas
1. ¿Ha participado en una Feria de Proyectos de la UJTL? ¿Cuántas veces? ____	SÍ__ NO__
2. ¿Considera la Feria de Proyectos de la UJTL como un apoyo al aprendizaje en su curso?	SÍ__ NO__
3. ¿El proyecto de aula es importante para su formación profesional?	SÍ__ NO__
4. ¿Considera conveniente que cada estudiante maneje un máximo número de proyectos? ¿Cuántos? ____	SÍ__ NO__
Responde los ítems 5 a 11, aplicando los siguientes rangos: 1 = No aprendí. 2 = Aprendí poco. 3 = Aprendí. 4 = Aprendí bien. 5 = Aprendí muy bien	
5. Realizar una planeación detallada antes de la implementación del trabajo en el laboratorio.	____ (1-5)
6. Consultar la literatura disponible para entender mi investigación.	____(1-5)
7. Aplicar los conocimientos vistos en clase para solucionar problemas del proyecto.	____(1-5)
8. Interpretar apropiadamente los datos obtenidos en la experimentación.	____(1-5)

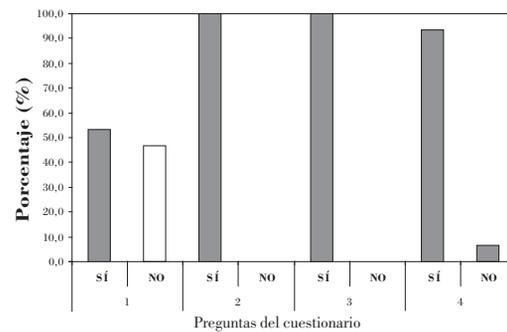
Preguntas	Respuestas
9. Escribir un documento con claridad y coherencia.	____(1-5)
10. Realizar una exposición con claridad y coherencia.	____(1-5)
11. Trabajar en grupo y participar activamente en el desarrollo del proyecto.	____(1-5)
12. ¿Qué tipo de premio considera más importante como incentivo para participar en la Feria de Proyectos de la UJTL? (Escoger solo una opción).	Cursos o talleres____ Económico____ Libros____ Otro____ ¿Cuál?_____

Resultados y discusión

Las primeras cuatro preguntas, que tienen como respuesta SÍ/NO, se recopilaron en la gráfica 1. En la primera pregunta se observa que el 53% de los estudiantes encuestados participaron al menos una vez en una Feria de Proyectos del Programa de Ingeniería de Alimentos. En la segunda y tercera preguntas, todos los estudiantes encuestados consideraron que la Feria de Proyectos es un apoyo al aprendizaje en sus asignaturas y es importante en su desarrollo profesional.

En el mejoramiento de las relaciones entre la motivación y el pensamiento se ha recurrido con frecuencia a la idea de proyectos, en la que se realizan en un tiempo determinado, con problemas enfocados y unidades de instrucción que integran conceptos de un número de disciplinas o campos de estudio (Blumenfeld *et al.*, 1991). Por otro lado, la competición en la feria de proyectos puede aumentar la experiencia de aprendizaje en el ABPr. La competencia en asocio con un ejercicio de ABPr puede mejorar la satisfacción de aprendizaje, y preparar mejor a los estudiantes en la competición y crítica que se encontrarán en las situaciones de la vida laboral (Willard & Duffrin, 2003).

Los estudiantes que entran en el sistema de educación basado en proyectos con más autonomía, tienden a tener experiencias más positivas y a percibir mejor este tipo de aprendizaje. Es importante que los profesores se esfuercen y dediquen un buen tiempo, al comienzo del curso, a la explicación de la dinámica de esta estrategia pedagógica. Si los estudiantes están comprometidos y consideran que este tipo de aprendizaje es importante, por la valiosa experiencia profesional y el desarrollo de habilidades, tendrán una actitud y disposición favorables para afrontar el proyecto durante el curso (Liu *et al.*, 2008).



Gráfica 1. Resultados de las cuatro primeras preguntas de la encuesta aplicada a los estudiantes del programa en Ingeniería de Alimentos.

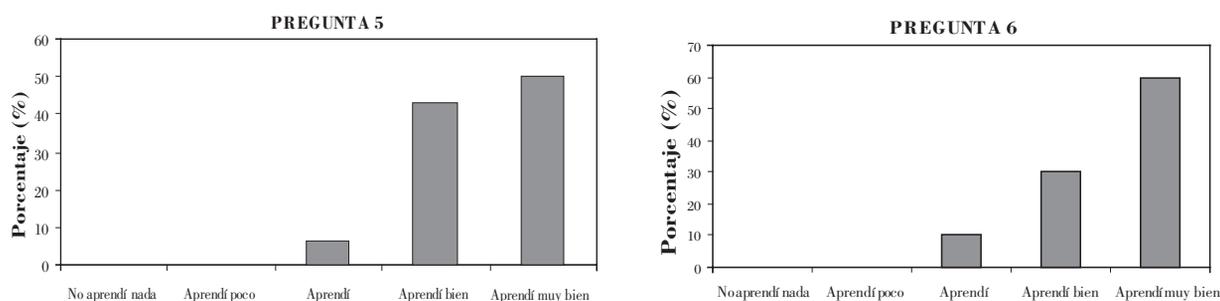
En la cuarta pregunta se relaciona el número máximo de proyectos que un estudiante debería tener durante el semestre. Tan solo el 7% de los estudiantes respondieron que no importaba el número de proyectos de aula que se tuvieran en el semestre, mientras que el 93% restante consideraron que sí se debe tener un número límite de proyectos por semestre. De este último porcentaje de encuestados, un 32% señalaron que se debería tener un máximo de un proyecto por semestre, y un 68% consideraron que el número máximo de proyectos durante el semestre debería ser de dos. El proyecto de aula requiere una alta dedicación y esfuerzo de los estudiantes para llevar a cabo y culminar en

forma apropiada el trabajo propuesto. La saturación en el número de proyectos podría generar un desbalance en el tiempo brindado para las actividades de cada proyecto, o la desmotivación por no poder solucionar todos los problemas que se podrían presentar.

Las dos principales desventajas del ABPr son la carga de trabajo y las diferencias entre los diversos proyectos, particularmente lo concerniente a la organización y evaluación (Van den Bergh *et al.*, 2006). En algunas ocasiones los proyectos se desarrollan sin suficiente apreciación sobre el conocimiento y la motivación que se requieren para comprometerse en forma cognitiva con el trabajo. Las nuevas aproximaciones cognitivas que representan los proyectos demandan un cambio sustancial del pensamiento y disposición de los profesores hacia las actividades, tareas y la estructura de la clase (Blumenfeld *et al.*, 1991).

Cuando se preguntó sobre el grado de aprendizaje en la realización de una planeación, antes de efectuar la experimentación en el laboratorio (pregunta 5), tan solo un 7% de los estudiantes

respondieron que aprendieron, mientras que un 43 y un 50% contestaron que aprendieron bien y aprendieron muy bien, respectivamente (gráfica 2). Existen dos componentes esenciales de los proyectos; el primero se refiere a la formulación de una pregunta o problema que sirva para organizar y direccionar las actividades, y el segundo consiste en que dichas actividades resultan en una serie de productos o procesos, que culminan en un producto/proceso final que dirigen las preguntas (Blumenfeld *et al.*, 1991). En la pregunta 6, sobre el aprendizaje, al consultar la literatura disponible para entender la investigación, se observó una respuesta muy positiva con respecto a esta actividad, con un 60% para aprendí muy bien, un 30% para aprendí bien y tan solo un 10% para aprendí (gráfica 2).



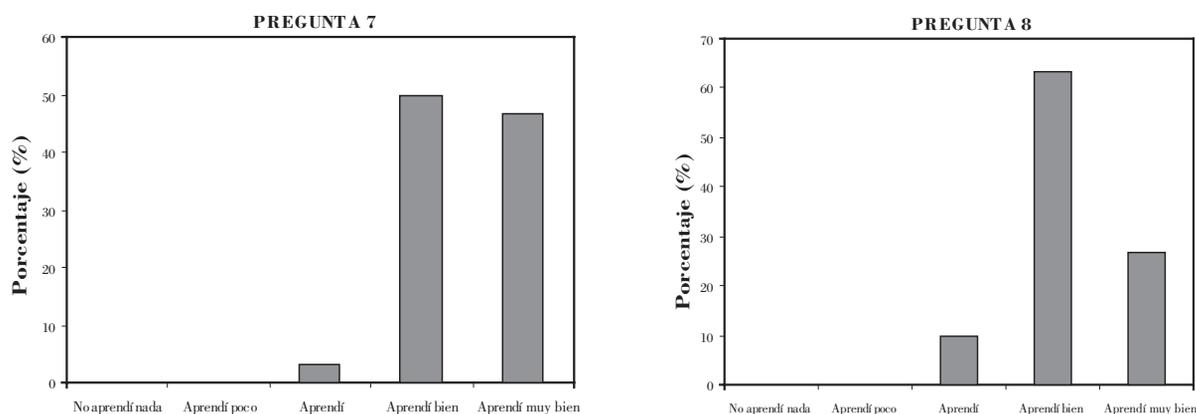
Gráfica 2. Grados de aprendizaje al realizar una planeación antes de la implementación del trabajo en el laboratorio (pregunta 5) y al consultar la literatura disponible para entender la investigación (pregunta 6).

La aplicación de los conocimientos vistos en clase (pregunta 7) evidenció también una respuesta positiva, en la cual se tuvo un 47% para aprendí muy bien y un 50% para aprendí bien, y tan solo un 3% para aprendí (gráfica 3). Este tipo de aprendizaje se centra en el estudiante, y el tutor actúa como orientador o guía. El ABPr sitúa a los estudiantes en ambientes reales y contextualizados, y puede servir para construir puentes entre los fenómenos en la clase y las experiencias de la vida real; las preguntas y respuestas en sus tareas diarias dan valor a una indagación sistemática. Además, el ABPr promueve los lazos entre diferentes disciplinas o temas de una materia, y se adapta a diferentes tipos de estudiantes y situaciones de aprendizaje (Blumenfeld *et al.*, 1991).

En la gráfica 3 también se indica el grado de aprendizaje en la interpretación de los datos obtenidos durante la experimentación

realizada en el proyecto (pregunta 8). Los porcentajes registrados para esta pregunta fueron: aprendí bien, 63%; aprendí muy bien, 27%, y aprendí, 10%. Los inconvenientes que se presentan durante el desarrollo del proyecto se utilizan como herramientas para adquirir el conocimiento y la habilidad para solucionar problemas. Lo esencial es que los estudiantes aprendan a analizar e interpretar datos experimentales, con el fin de solucionar problemas representativos, siendo este el corazón del método (Dochy *et al.*, 2003).

En la gráfica 4 se presentan los resultados para el aprendizaje sobre la escritura de un documento académico con cierta claridad y

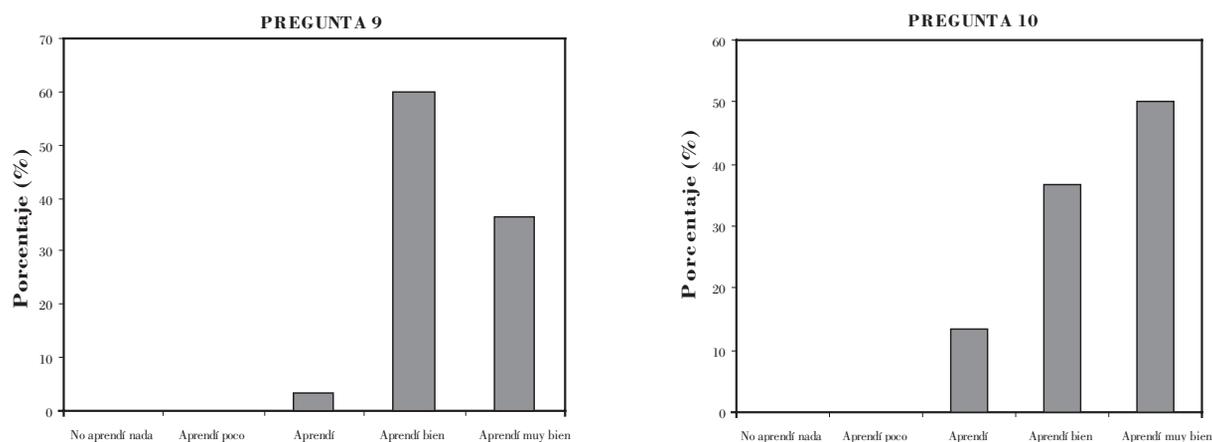


Gráfica 3. Grados de aprendizaje al aplicar los conocimientos vistos en clase para solucionar problemas del proyecto (pregunta 7), y al interpretar apropiadamente los datos obtenidos en la experimentación (pregunta 8).

coherencia (pregunta 9). El 60% de los encuestados consideraron que aprendieron bien a realizar esta actividad; el 37%, que aprendieron muy bien, y el 3% afirmaron que solo aprendieron. Por otro lado, en la pregunta 10, referente al grado de aprendizaje al efectuar la exposición de los resultados obtenidos en el proyecto en forma clara y coherente, el 50% de los estudiantes estimaron que aprendieron muy bien, el 37% señalaron que aprendieron bien y el 13% manifestaron que aprendieron (gráfica 4). La aplicación del ABPr en una asignatura es una herramienta para mejorar la comunicación entre el grupo del proyecto y el resto del grupo de clase o los pares evaluadores (Murphy & Gazi, 2001); el documento escrito y la exposición oral del proyecto son esenciales para com-

probar el cumplimiento de estas competencias al final del curso. Esto se evidenció en los informes que presentaban a medida que avanzaban en el proyecto, los cuales demostraban síntesis de la información y habilidades en el análisis de los resultados parciales.

La exposición oral del grupo en la Feria de Proyectos de Alimentos de la UJTL podría demostrar el conocimiento adquirido, la habilidad de comunicación y la forma como trabajan los estudiantes en equipo (Willard & Duffrin, 2003). El proyecto de aula motiva a los estudiantes en



Gráfica 4. Grados de aprendizaje al escribir un documento con claridad y coherencia (pregunta 9) y al realizar una exposición con claridad y coherencia (pregunta 10).

la búsqueda de información para solucionar problemas en diferentes situaciones (aplicación), en la comprensión de las relaciones teórico-prácticas y las inferencias derivadas de estas (análisis), en la aplicación de la información para crear un nuevo producto o mejorar un proceso (síntesis) y en el criterio de valorar la información (evaluación) (Reitmeier, 2002). Este tipo de proyectos genera ciertas oportunidades en los estudiantes de examinar sus capacidades, y desarrolla su lógica para solucionar un problema real (Duffrin, 2003).

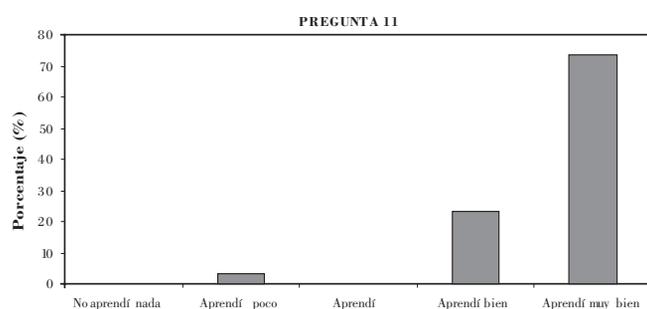
ABPr se enfoca en el desarrollo de las siguientes habilidades: formular preguntas de investigación, proponer problemas, escoger una pregunta dirigida, escribir una propuesta, afrontar una evaluación de un par, desarrollar criterios de evaluación y métodos de investigación y desarrollo, analizar y registrar datos, y establecer conclusiones (Fallik *et al.*, 2008). Debido a que los resultados de un proyecto son generalmente concretos y explícitos (un modelo, un proceso, un reporte, un programa de computador, un alimento procesado, etc.), se pueden compartir y criticar, lo cual permite que otros otorguen retroalimentación para que los estudiantes reflexionen, analicen y revisen sus productos (Blumenfeld *et al.*, 1991).

En la gráfica 5 se presenta el grado de aprendizaje para trabajar en grupo y participar activamente en el desarrollo del proyecto (pregunta 11). Un 73% de los estudiantes afirmaron que aprendieron muy bien a trabajar en grupo, un 23% consideraron que aprendieron bien, y solo un 3% contestaron que aprendieron poco. El ABPr confía en el aprendizaje de grupos que toman responsabilidades por su aprendizaje, y difiere de actividades basadas en la recepción de información, por su énfasis en la cooperación y colaboración entre los miembros del equipo. Por tal razón, esta estrategia pedagógica se considera un método constructivista. La cooperación se refiere a la práctica del trabajo en la línea con un propósito común (Milentijevic *et al.*, 2008). Además, los proyectos deben tener diferentes opciones de solución y trabajarse en forma colaborativa, presentando una dualidad, que sean un reto, pero que

no sean muy complejos. Esta combinación de características conduce a encontrar actividades lúdicas en el proyecto. Los problemas requieren un balance de habilidades y desafíos que puedan generar una experiencia agradable en el aprendizaje (Johari & Bradshaw, 2008).

Los estudiantes que trabajan en pequeños grupos logran un mayor rendimiento que cuando se emplean otros métodos de enseñanza. Consiguen mayor rendimiento académico, mejor habilidad para el razonamiento y el pensamiento crítico, comprensión más profunda de la materia, menores niveles de estrés y ansiedad, mayor motivación, mejor habilidad para ver situaciones desde otras perspectivas, relación más positiva y de apoyo mutuo con compañeros, mejor actitud hacia la materia y mayor autoestima (Martínez-Rodrigo *et al.*, 2007). Sin embargo, a veces se tienen ciertos inconvenientes, porque algunos estudiantes no colaboran activamente en el grupo, pero ganan todos los beneficios de la evaluación por el trabajo del equipo en el proyecto (Moesby *et al.*, 2006). Esto se podría solucionar si se mejora el método de evaluación de este tipo de aprendizaje.

Los resultados relacionados con la pregunta 12, sobre la principal motivación en la participación de los estudiantes en la Feria de Proyectos de Alimentos, se presentan en la gráfica 6. La encuesta demuestra que el 34% de los estudiantes consideran que se debería estimular con alguna remuneración la competencia en la feria. Adicionalmente, el 33% de los estudiantes manifestaron que se podría dar otro premio, y de ellos, el 80% señalaron una disminución en el pago de la matrícula, y el 20% una participación en congresos o seminarios para los ganadores de la feria. En nuestra sociedad y cultura, la motivación para realizar una acción o tarea se genera con frecuencia por los beneficios que se puedan tener más adelante por su correcta ejecución. Las personas que realizan un trabajo esperan por lo general beneficios económicos, lo cual ha representado en diversos ambientes la recompensa a la dedicación, la entrega y el compromiso.



Gráfica 5. Grado de aprendizaje al trabajar en grupo y participar activamente en el desarrollo del proyecto (pregunta 11).

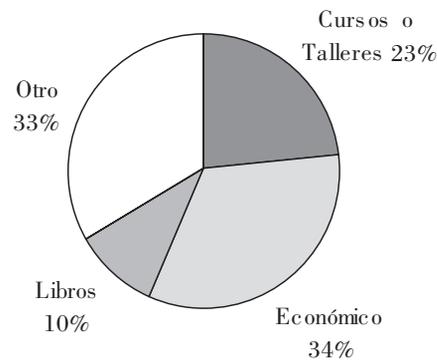


Gráfico 6. Principal motivación para participar en la Feria de Proyectos de Alimentos de la Universidad (pregunta 12).

Un número de factores deberían ser considerados en el diseño de un ABPr, para motivar a los estudiantes en el desarrollo y ejecución del proyecto (Blumenfeld *et al.*, 1991), siendo los más relevantes la comprensión de lo interesante y valioso que puede ser un proyecto, la competencia para completar el proyecto, y el enfoque en el aprendizaje más que en los resultados y las calificaciones. Los estudiantes que realicen el proyecto de aula deben estar altamente motivados y disfrutar la experiencia del aprendizaje. Además, los alumnos de Ingeniería de Alimentos deberían tener una experiencia real, siendo esta muy valiosa para su vida profesional, porque es probable que la mayoría formarán parte del sector productivo. El sistema educativo actual generalmente se dirige hacia los logros individuales, pero la regla en la industria moderna es trabajar como equipo, donde un logro individual con frecuencia se cuenta como productivo para las metas del grupo (Alptekin *et al.*, 2005; Bourgeon, 2007).

Varios estudios han demostrado que los estudiantes en un ABPr presentan mejores calificaciones en las pruebas de logros que los alumnos en un grupo normal (control); además, desarrollan habilidades de aprendizaje independiente (incluyendo la solución de problemas), aprenden a tener una mente abierta y recuerdan e interiorizan lo aprendido por más tiempo (Mioduser & Betzer, 2007; Fallik *et al.*, 2008).

Por último, se consideran algunos comentarios de los estudiantes acerca del proyecto de aula y la Feria de Proyectos de Alimentos de la UJTL. Un estudiante afirmó: “Me parece que la feria de proyectos es una manera excelente de generar nuevos proyectos, innovar, aplicar conocimientos a problemas de la vida real (industria), mejorar la forma de exponer. Pero según lo que he visto, los premios ofrecidos no son un buen incentivo”. Un encuestado señaló: “Es buena idea realizar experimentación durante la realización del proyecto y com-

partir en forma de memorias estos trabajos entre todos los participantes”. Otro estudiante escribió: “Creo que si se trabaja con esfuerzo y dedicación en un proyecto, serán mejores las exposiciones en la feria”.

Conclusiones

La encuesta realizada para verificar la influencia del proyecto de aula en el aprendizaje de los estudiantes de diferentes asignaturas del programa de Ingeniería de Alimentos presenta un panorama general de la visión y la percepción de los alumnos frente a esta estrategia pedagógica de aprendizaje. Todos los estudiantes encuestados consideraron que la Feria de Proyectos de Alimentos es un apoyo al aprendizaje en sus cursos y es importante en su desarrollo profesional. Además, la mayoría de los estudiantes sugieren que es más apropiado realizar, como máximo, dos proyectos por semestre. Por otra parte, más del 80% de los encuestados aprendieron en forma apropiada a realizar una planeación previa a la experimentación en el laboratorio, a consultar la literatura disponible para la investigación, a aplicar los conocimientos adquiridos en clase, a interpretar y analizar los datos del laboratorio, a comunicar efectivamente los resultados obtenidos y a trabajar en grupo durante el proyecto.

El premio que los estudiantes considerarían más importante como incentivo para participar en la Feria de Proyectos de la Universidad es el económico. Es necesario resaltar que en nuestra sociedad y cultura, la motivación para realizar un proyecto frecuentemente está sujeta a los beneficios que se puedan obtener de este. Sin embargo, se deben fomentar otros estímulos, que contribuyan a motivar la participación de los estudiantes en este tipo de estrategias pedagógicas, como resaltar su importancia para su desarrollo profesional y su aprendizaje. En la medida en que la comunidad académica y el sector productivo conozcan más y se interesen por este tipo de iniciativas pedagógicas, se podrán realizar proyectos con mayor impacto y beneficio para la sociedad.

Agradecimientos

Los autores agradecen a los estudiantes del programa de ingeniería de alimentos de la UJTL que participaron en la encuesta,

realizada en noviembre del 2008. Además, se reconocen los aportes realizados por la ingeniera de alimentos Katherine Manjarrés Pinzón para mejorar este manuscrito.

Bibliografía

- ALPTEKIN, SE.; DETURRIS, D.; MACY, DJ. Development of a flying eye: A project-based learning experience. *Journal of Manufacturing Systems*, 2005, Vol. 24, No. 3, p. 226-236.
- ARAZ, G., & SUNGUR, S. The interplay between cognitive and motivational variables in a problem-based learning environment. *Learning and Individual Differences*, 2007, 17, 291-297.
- BECERRA-LABRA, C.; GRAS-MARTÍ, A.; MARTÍNEZ-TORREGROSA, J. La física con una estructurada problematizada: efectos sobre el aprendizaje conceptual, las actitudes e intereses de los estudiantes universitarios. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, 2007, 29 (1), 95-103.
- BLUMENFELD, PC.; SOLOWAY, E.; MARX, RW.; KRAJCIK, JS.; GUZDIAL, M.; PALINCSAR, A. Motivating project-based learning: Sustaining the doing, supporting the learning. *Educational Psychologist*, 1991, 26 (3 & 4), 369-398.
- BOURGEON, L. Staffing approach and conditions for collective learning in project teams: The case of new product development projects. *International Journal of Project Management*, 2007, 25, 413-422.
- DOCHY, F.; SEGERS, M.; VAN DEN BOSSCHE, P.; GIJBELS, D. Effects of problem-based learning: a metaanalysis. *Learning and Instruction*, 2003, 13, 533-568.
- DUFFRIN, MW. Integrating problem-based learning in an introductory college food science course. *Journal of Food Science Education*, 2003, 2, pp. 2-6.
- DUQUE, M., & MARTÍNEZ, AC. *Aprender haciendo: una experiencia de un laboratorio diferente*. XX Reunión Nacional de Facultades de Ingeniería. "Ingeniería y Desarrollo Social". Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería (Acofi). Cartagena de Indias, 2000, pp. 14-20.
- DUQUE, M.; GAUTHIER, A.; GÓMEZ, R.; LOBOGUERRERO, J.; PINILLA, A. Formación de ingenieros para la innovación y el desarrollo tecnológico en Colombia. *Revista DYNA*, 1999, vol. 128, pp. 63-82.
- FALLIK, O.; EYLON, BS.; ROSENFELD, S. Motivating teachers to enact free-choice project-based learning in science and technology (PBLSAT): Effects of a professional development model. *Journal of Science Teacher Education*, 2008, 19, 565-591.
- GARZA-RIVERA, RG. El rol de la física en la formación del ingeniero. *Ingenierías*, 2001, vol. IV, No. 13, pp. 48-54.
- JOHARI, A.; BRADSHAW, AC. Project-based learning in an internship program: A qualitative study of related roles and their motivational attributes. *Educational Technology Research and Development*, 2008, 56, 329-359.
- LIU, WC.; WANG, CKJ.; TAN, OS.; KOH, C.; EE, J. A self-determination approach to understanding students' motivation in project work. *Learning and Individual Differences*, 2008. DOI:10.1016/j.lindif.2008.07.002.
- MARTÍNEZ-RODRIGO, F.; HERRERO DE LUCAS, LC.; GONZÁLEZ DE LA FUENTE, JM.; DOMÍNGUEZ-VÁZQUEZ, JA. Project based learning experience in industrial electronics and industrial applications design. Universidad

- de Valladolid. Escuela Universitaria Politécnica, 2007. [Consultado 2008.] En: http://www.greidi.uva.es/articulos/EUP_ProjectBased.pdf.
- MAUDSLEY, G. Do we all mean the same thing by "problem-based learning"? A review of the concepts and a formulation of the ground rules. *Acad Med*, 1999, 74, 178-185.
- METTAS, AC.; Constantinou, CC. The technology fair: a project-based learning approach for enhancing problem solving skills and interest in design and technology education. *International Journal of Technology and Design Education*, 2007, 18, 79-100.
- MILENTIJEVIC, I.; CIRIC, V.; VOJINOVIC, O. Version control in project-based learning. *International Computers & Education*, 2008, 50, 1331-1338.
- MIODUSER, D.; BETZER, N. The contribution of Project-based-learning to high-achievers' acquisition of technological knowledge. *International Journal of Technology and Design Education*, 2007, 18, 59-77.
- MOESBY, E.; JOHANNSEN, HHW.; KØRNØV, L. Individual activities as an integrated part of project work: an innovative approach to project oriented and problem-based learning (POPBL). *World Transactions on Engineering and Technology Education*, 2006, 5 (1), 11-17.
- MURPHY, KL.; GAZI, Y. Role plays, panel discussions and simulations: Project-based learning in a web-based course. *Education Media International*, 2001, 38 (4), 261-269.
- REITMEIER, CA. Active learning in the experimental study of food. *Journal of Food Science Education*, 2002, 1, 41-44.
- RESTREPO-GÓMEZ, B. Aprendizaje basado en problemas (ABP): una innovación didáctica para la enseñanza universitaria. *Educación y Educadores*, 2005, 8, 9-19.
- RODRÍGUEZ-SANDOVAL, E.; VARGAS-SOLANO, E.; ESPEJO, C.; ESTRADA-KASSIR, E.; LOZANO, A.; CONTEN-TO, R. *Estrategia pedagógica para promover la continuidad del aprendizaje en la formación en ingeniería*. XXVIII Reunión Nacional de Facultades de Ingeniería y VI Encuentro Iberoamericano de Instituciones de Enseñanza de la Ingeniería. "El profesor de ingeniería, profesional de la formación de ingenieros". Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería (Acofi). Cartagena de Indias, 2007, p. 55.
- SOUSA, DA. *How the Brain Learns*. Reston, VA: The National Association of Secondary School Principals, 1995, 143 pp.
- TOVAR-LÁZARO, MT.; AZÚA-ROMERO, J.; GIMÉNEZ-MORALES, JC. Encuesta a pacientes con baja laboral y análisis estadístico de los resultados. ¿Se puede detectar la simulación a través de encuestas? *Revista Medicina General*, Sociedad Española de Medicina General (SEMG), 2005, 73, 215-219.
- VAN DEN BERGH, V.; MORTERMANS, D.; SPOOREN, P.; VAN PETEGEM, P.; GIJBELS, D.; VANTHOURNOUT, G. New assessment modes within project-based education – the stakeholders. *Studies in Educational Evaluation*, 2006, 32, 345-368.
- WATSON, G. Using technology to promote success in PBL courses. The technology source. University of North Carolina, May/June 2002. [En línea] [Consultado 2008] En: http://technologysource.org/article/using_technology_to_promote_success_in_pbl_courses/.
- WILLARD, K.; DUFFRIN, MW. Utilizing project-based learning and competition to develop student skills and interest in producing quality food items. *Journal of Food Science Education*, 2003, 2, 69-73.