

**La resolución de problemas una estrategia didáctica
para implementar el modelo pedagógico integrado Universidad
Pontificia Bolivariana en la asignatura Cálculo Diferencial
con estudiantes de primer semestre de Ingeniería Civil**

*Yoana Acevedo Rico**

RESUMEN

En esta comunicación se aborda el diseño, implementación y evaluación de una estrategia didáctica, en la asignatura Cálculo Diferencial con estudiantes de primer semestre de Ingeniería Civil. Se considera la resolución de problemas como una estrategia didáctica con la participación activa de los estudiantes. El problema formulado a los estudiantes se caracteriza por sus múltiples soluciones y proceso a largo plazo. La propuesta tiene como objetivo la aplicación de los conocimientos que deben adquirir los estudiantes en la asignatura de Cálculo Diferencial, involucrando otras asignaturas del primer semestre académico. La estrategia didáctica ha sido diseñada

desde y hacia la implementación del modelo pedagógico integrado Universidad Pontificia Bolivariana (UPB). A través de la estrategia se logra el aprovechamiento del tiempo en el trabajo independiente hacia procesos de aprendizaje protagonizados por el estudiante, así como la construcción de métodos en la solución de problemas y la evaluación de estas soluciones para la toma de decisiones. Sin embargo, es necesario señalar la exigencia del trabajo durante el proceso tanto del docente como de los estudiantes, con la intencionalidad de no caer en el hacer y perder de vista el conocimiento. *Palabras clave:* enseñanza y aprendizaje del cálculo, ingeniería, resolución de problemas.

* Docente del Departamento de Ciencias Básicas de la Universidad Pontificia Bolivariana Bucaramanga (Santander, Colombia). Dirección electrónica: yoana.acevedo@upb.edu.co

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En las asignaturas del ciclo básico de la Escuela de Ingeniería (UPB, 2011), es preocupante el bajo rendimiento de los estudiantes, especialmente en el primer semestre, período de transición del colegio a la universidad, con todos los cambios en el estudiante en su vida personal, así como la incertidumbre de alcanzar sus metas de profesionalización.

Bajo este panorama se hace necesaria una revisión al diseño tanto metodológico como de evaluación de las asignaturas de matemáticas del ciclo básico de las ingenierías. En esta revisión es relevante plantear cambios en dos aspectos: la *aplicabilidad* de las asignaturas del ciclo básico en la Ingeniería, específicamente, las matemáticas. Y el *trabajo independiente* del estudiante, entendido como el aprovechamiento del tiempo, y la adquisición de hábitos y métodos de estudio que le permitan ser protagonista activo de su proceso de aprendizaje.

En el Modelo pedagógico integrado (UPB, 2009), se concibe el aprendizaje como promotor de construcción de conocimiento y desarrollo de competencias: habilidades, destrezas, actitudes y valores en búsqueda de la formación integral del estudiante con autonomía y un docente generador de espacios para lograr tales fines en un proceso dinámico y en continuo cambio. En sintonía con estas consideraciones, se hacen necesarios estudios e investigaciones, dedicados a profundizar y mejorar los conocimientos en matemáticas y las asignaturas del ciclo básico de los estudiantes de Ingeniería, ya que solo así garantizamos un mejor desempeño en su ciclo profesional y una mayor calidad en los profesionales que egresan de la universidad.

Se identifica la resolución de problemas como una posibilidad didáctica para la construcción y aplicación de las matemáticas que permita involucrar de manera activa al estudiante (Camacho & Santos, 2004). La resolución de problemas se considera como una estrategia de motivación intrínseca, ya que el alumno se siente estimulado a buscar conocimientos por sí solo. Ahora el estudiante es el centro del aprendizaje, y el profesor se coloca estratégicamente en la periferia, desde donde orienta el proceso (Juárez, 2004). El problema permite activar los conocimientos previos de los estudiantes, es decir, explicitar lo que saben y lo que no, para resolverlo y detectar las necesidades de aprendizaje. Adicionalmente, posibilita integrar conocimientos de diferentes áreas y facilita la comprensión. El problema es un conjunto de situaciones en un contexto dado, nuevo para el estudiante, en donde la sola utilización de los esquemas conocidos no es suficiente, sino que deben em-

plearse elementos precisos de conocimiento y comprensión. Para examinarlo y resolverlo, el estudiante, guiado por el profesor, observa, fija lo que sabe y no sabe, busca, analiza, juzga, evalúa, reflexiona e intercambia. Se trata de una manera de proceder mucho más próxima a la vida real que los métodos tradicionales de enseñanza (Mérida, 2005).

Es así como se lleva a cabo el proceso de diseño de una estrategia didáctica de metodología y evaluación por competencias, a través de la resolución de un problema; dicha estrategia se implementa con estudiantes de Ingeniería Civil matriculados en el primer semestre de 2011 en la asignatura de Cálculo Diferencial; posteriormente se evalúa a través del seguimiento del docente-observador de las producciones de los estudiantes durante la implementación, y una prueba escrita finalizando la implementación.

MÉTODO

El problema de investigación surge de la reflexión sobre la práctica educativa que constituye el eje de la profesión del docente, con la intencionalidad de mejorar la calidad de la formación de los profesionales y promover la comprensión del cálculo como un conocimiento del ciclo básico de la Ingeniería. Desde estos parámetros se define una metodología de investigación mixta, enmarcada en los dos paradigmas: cuantitativo, validando la implementación de la estrategia a través de la comparación de los resultados obtenidos en una prueba final con un grupo objeto con respecto a dos grupos de control, y cualitativo por el continuo acercamiento entre el docente-investigador y el objeto de estudio a través de la observación realizada en la implementación de la propuesta.

La investigación se desarrolla con un grupo objeto y dos grupos control de estudiantes de Ingeniería Civil de la Escuela de Ingeniería de la Universidad Pontificia Bolivariana, matriculados por primera vez en la asignatura Cálculo Diferencial en el primer semestre académico de 2011.

El trabajo de investigación es producto de una continua reflexión que permite situar el diseño, la implementación y la evaluación de la propuesta didáctica en el objeto de estudio. El diseño de la propuesta didáctica surge de la reflexión de la práctica de enseñanza de la docente-investigadora, contrastada con el marco teórico, haciéndola pertinente a las necesidades de conocimiento matemático de la población. Es así como la implementación está permeada por la continua reflexión de los hallazgos que se van encontrando, tanto en el grupo objeto, como en los dos grupos control. La

prueba final es una prueba estándar, aplicada a todos los grupos de Cálculo Diferencial del Departamento de Ciencias Básicas de la UPB, diseñada por los profesores que dirigen la asignatura. Los resultados de la prueba final permitirán contrastar los hallazgos encontrados en la implementación de la propuesta con la evaluación del proceso, devolviéndonos al problema de investigación.

RESULTADOS Y ANÁLISIS

El análisis de las observaciones realizadas durante la implementación de la propuesta didáctica se aborda de acuerdo con las fases en que se dividió dicha propuesta.

—*Primera fase*—. Los grupos se interesan por averiguar sobre el cartón, dónde lo venden, sus especificaciones técnicas, la resistencia del mismo a través de pruebas caseras que realizan y, además, clase de uniones del cartón para lograr una silla más compacta en el armado. La recopilación de la información es muy general; en algunos grupos se observa un mayor avance, puesto que se concentraron en el problema y su descomposición; otros, por el contrario, deben ser orientados por la docente. Finalizado el tiempo para esta fase, la mayoría de los grupos completan sus investigaciones preliminares y pueden entender el problema. Las parejas de trabajo son conformadas por los mismos estudiantes, y en el cumplimiento del pacto, se observa, dentro de las reglas más relevantes para ellos, la responsabilidad en las entregas de los avances, la asistencia y puntualidad a clase, entre otras.

—*Segunda fase*—. Los grupos ya traen propuestas de sillas sobre planos; la gran mayoría presenta por lo menos tres modelos, y son analizados en las entrevistas sobre el cumplimiento de las condiciones mínimas. La mayoría de modelos propuestos en planos no aceptados no cumplen algunos requisitos como el espaldar, el tamaño, la forma, etc. En esta fase, de los modelos que traen se seleccionan dos para construir modelos a escala en papel y así analizar las posibilidades que pueden tener en resistencia.

—*Tercera fase*—. Los grupos quedan con un modelo, lo construyen en cartón, a escala 1:2; en esta etapa se presentan inconvenientes, puesto que los detalles y el manejo del material no les permiten construir una silla que solucione el problema a escala real; los inconvenientes más relevantes se presentaron en desarrollos de modelos que no pueden inscribirse en una lámina estándar de cartón o la forma más resistente del cartón no coinciden con las partes de la silla que más fuerza necesitan.

—*Cuarta fase*—. Los grupos construyen la silla a escala real; para esta etapa son varios los inconvenientes, entre otros, que el cartón pierde propiedades de resistencia al ser utilizado varias veces y por eso deben utilizar láminas nuevas por cada prueba. Varios grupos han logrado la resistencia en el asiento de la silla, pero no han logrado un espaldar que soporte la persona sentada; además, las uniones que se utilizan en algunas sillas las hacen menos compactas y se desarman. Finalizando la última fase, todos los grupos logran presentar un prototipo de la silla a escala real; en el “Segundo Concurso De Sillas de Cartón de una Sola Pieza UPB-2011”, de los 16 equipos conformados, el 75% logró la resistencia mínima de la silla. Una vez terminada la cuarta fase, los grupos deben analizar la solución encontrada. Los grupos que no logran la resistencia mínima de la silla continúan mejorando su propuesta hasta lograr el peso soportado requerido. Cada grupo debe construir una función de una variable que modele la superficie de la silla; posteriormente, esta función se optimiza sobre la lámina estándar de cartón (160 cm x 200 cm), para así conseguir el mayor rendimiento del material. Además, se calcula la fuerza axial de la silla, entre otros. Cada grupo debe hacer un informe de todo el proceso y construir dos situaciones problemáticas de optimización de la silla. La evaluación de la silla construida por cada grupo fue realizado por tres grupos y el docente.

En la socialización cada grupo es evaluado por todos los grupos y el docente, en donde se tiene en cuenta todo el proceso, tanto el trabajo realizado a través de las evidencias como la sustentación de la solución. Se socializa el trabajo realizado por cada equipo, mostrando el portafolio, que contiene: presentación de evidencias del seguimiento, fases 1 y 2; plano del desarrollo de la silla; silla en plano isométrico y vistas laterales; vídeo de armado de la silla en escala 1:2; vídeo prueba de la silla: armado de la silla, toma de peso, medida de la altura, lanzamiento contra la pared de la silla para probar si es compacta o no, prueba de la resistencia del respaldo por una persona, prueba de resistencia de peso que soporta hasta colapsar, análisis de la solución, donde se halla el área del cartón utilizado para modelar la función, área que depende de una de las aristas base sobre la cual se diseñó la silla; dicha función será optimizada, y se busca la silla de mayor área de cartón utilizado que pueda inscribirse en la lámina estándar del cartón (en su presentación comercial), así como se buscan modelos de rendimiento. Se evalúa el proceso teniendo en cuenta los puntos acordados en el pacto y las metas alcanzadas por cada equipo tanto a escala colectiva como individual.

A través de la prueba final se evalúa la estrategia didáctica, comparando los resultados obtenidos por el grupo objeto G1 con el que se implementa

la estrategia didáctica, y los dos grupos control G2 y G3 con los que no se implementa. De los resultados obtenidos en la prueba final, se puede concluir que el 50% de los estudiantes del grupo G2 y el 45.16% del grupo G3 obtienen una nota por debajo de 2.5 sobre 5 que era el máximo valor. En contraste con los dos grupos, el grupo G1 tiene a toda la población con notas por encima de 2.5.

En la prueba escrita se observa mayor razonamiento de los estudiantes del grupo G1 que de los estudiantes de los grupos G2 y G3, ya que se justifican las respuestas con un procedimiento más preciso. En los problemas de tasas relacionadas y optimización, los estudiantes de los grupos G2 y G3 presentan dificultades y una gran parte de la población no contestó estos puntos, en contraste con el grupo G1, donde la mayoría de la población resolvió los problemas y utilizó procedimientos adecuados.

CONCLUSIONES

Se mantuvo siempre una competencia entre los grupos, específicamente hacia el cumplimiento y las propuestas que iban surgiendo; eso conservó el interés y la motivación hasta el final del proceso.

Los diferentes puntos de vista donde fue evaluado el proceso permitieron a los estudiantes hacer una retrospectiva de todo el proceso.

El método utilizado para la solución del problema y el manejo del trabajo independiente les permitieron encontrar un método de estudio e ir mejorando en la apropiación de hábitos de estudio.

Los resultados obtenidos por los estudiantes del grupo G1 en problemas de optimización comparados con los grupos G2 y G3 evidencian mayor destreza en el análisis y aplicación de los conocimientos adquiridos.

Se hace conveniente realizar réplicas de la estrategia didáctica en otros grupos con el fin de reforzar y profundizar el diseño de la metodología y evaluación implementadas.

Para implementar la estrategia es conveniente una mayor dedicación y tiempo por parte del docente, para la orientación de cada grupo, ya que se puede perder de vista la aplicación de los conocimientos y se convierte la solución del problema en pruebas de ensayo y error que conllevan a un ejercicio de solo hacer y no saber.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Camacho, M. & Santos M. (2004). *La relevancia de los problemas en el aprendizaje de las matemáticas a través de la resolución de problemas*. Números. 45-60.
- Juárez, E. (2004). *La evaluación del método en el aprendizaje basado en problemas: una herramienta para toda la vida*. Agencia Laín Entralgo-CAM. Madrid:
- Mérida, R. (2005). Una investigación sobre aprendizaje basado en problemas en el marco del prácticum de magisterio. *Investigación en la Escuela*. 57, 31-46.
- Universidad Pontificia Bolivariana (2009). *Modelo Pedagógico integrado*. Medellín.
- Universidad Pontificia Bolivariana (2010). *Estadísticas rendimiento académico 2006-2010*. Departamento de Ciencias Básicas. Bucaramanga.