



APRENDIENDO LOS FUNDAMENTOS DE LA MECÁNICA DE FLUIDOS CON SITUACIONES PROBLEMA EN UN AULA-TALLER EXPERIMENTAL

Autor(es)

Carlos Andrés Pérez Gutiérrez. IM, MEng. (caperez@upb.edu.co)

Título en inglés

Learning the fluid mechanics basics with problem situations in a classroom experimental workshop

Tipo de artículo

Reporte de casos o experiencias

Eje temático

Ambientes de aprendizaje

Resumen

Este artículo fundamenta la transmisión, enseñanza y apropiación del conocimiento por medio de la implementación de situaciones-problema basadas en experimentos, en este caso en el área de la Mecánica de Fluidos. Una situación problema permite la solución o la explicación de fenómenos físicos desarrollados empleando el conocimiento de experiencias previas y los conceptos fundamentales dentro de un área particular.

Un estudiante sin paradigmas de solución, esto es, sin ninguna idea previa o experiencia de la solución específica del problema, es apto para proponer soluciones, desde su propio punto de vista y su conocimiento previo. En muchos casos, por su propia intuición del método de solución del problema, el estudiante puede introducir variables dentro del proceso de solución que han sido simplificadas, irrelevantes o desconocidas.

Dos casos particulares fueron desarrollados por estudiantes de tercer año de Ingeniería Mecánica. El primero fue determinar la viscosidad cinemática de un aceite sin medirla directamente. El segundo fue llevado a cabo para evidenciar la flotabilidad y estabilidad de cuerpos parcialmente sumergidos, en este caso para bolas de queso en condiciones experimentales.

Abstract

This paper establishes the transmission, teaching and appropriation of knowledge by the implementation of a "problem situation" based on experiments, in this case from the field of Fluid Mechanics. A "problem situation" allows the solution or the explanation of physics phenomena to be developed using knowledge of previous experiences and the fundamental concepts from within this particular area.

A student without paradigms of solution, that is, without any previous ideas or experience of problem solving of specific problems, is able to propose ways to solve, from his own point of view and previous knowledge. In many cases, by his own intuition of the solution method, the student can introduce variables into the solution process that have been simplified, taken as irrelevant or unknown.



Two particular cases were developed by third year students of Mechanical Engineering. The first one was to find the kinematic viscosity of an oil without measure it directly. The second one was carried out in order to show the buoyancy and stability of partially submerged bodies, in this case for a cheese ball under experimental conditions.

Palabras clave

Métodos de enseñanza, didáctica, situaciones problema

Key words

Teaching methods, Didactic, Problem situations

Datos de la investigación, de la tesis o de la experiencia

La experiencia es el resultado del trabajo docente del autor, en el área de Mecánica de Fluidos, en la Facultad de Ingeniería Mecánica de la Universidad Pontificia Bolivariana (Medellín, Colombia), durante los años 2004 y 2005.

Trayectoria profesional y afiliación institucional del autor o los autores

Docente Interno – Mecánica de Fluidos- Coordinador de Área Mecánica de Fluidos - Departamento de Ingeniería Mecánica. Universidad Pontificia Bolivariana, Medellín-Colombia.

Investigador del Instituto de Energía y Termodinámica. Universidad Pontificia Bolivariana, Medellín-Colombia.

Docente cátedra – Mecánica de Fluidos. Universidad Eafit. Medellín-Colombia.

Ingeniero Mecánico – Universidad Nacional de Colombia Sede Medellín. Colombia.

Magíster en Ingeniería Mecánica – Universidad de Los Andes. Bogotá – Colombia.

Referencia bibliográfica completa de este artículo

Pérez Gutiérrez, Carlos Andrés (2006). Aprendiendo los fundamentos de la mecánica de fluidos con situaciones problema en un aula-taller experimental. *Revista Q*, 1 (1), 9, enero-junio. Disponible en: www.revistaq.upb.edu.co

Cantidad de páginas

9 páginas

Fecha de recepción y aceptación del trabajo

1 de noviembre de 2005 – 15 de febrero de 2006

Aviso legal

Todos los artículos publicados en REVISTA Q se pueden reproducir en otros medios de comunicación sin ánimo de lucro, siempre y cuando se cite la fuente completa: tanto los datos del autor del artículo como de la publicación. En medios con ánimo de lucro se debe contar con la autorización expresa del autor; en tal caso se debe citar la fuente completa de la publicación original (incluyendo los datos del autor y los de la Revista).



Tabla de contenido

Introducción	3
El proceso de enseñanza y aprendizaje.....	4
Modelo de aprendizaje	7
Resultados.....	8
Conclusiones.....	8
Bibliografía y cibergrafía	9
Publicaciones anteriores	9

Introducción

Un Aula-Taller Experimental es un salón en el cual se puede impartir clases regularmente en una forma tradicional. Adicionalmente, se puede personalizar para llevar a cabo pequeños experimentos que comprueben el comportamiento físico de los principios de mecánica de fluidos, en este caso.

Se puede decir que hay dos tipos de aparatos o equipos que se pueden encontrar dentro de este ambiente para desarrollar la experimentación. En primer lugar, equipos que pueden ser transportados de un lugar a otro, por ejemplo: *beakers*, botellas plásticas, agua, aceites, tintas, pequeños experimentos, materiales de desecho en general, entre otros. Otros equipos que se encuentran dentro del aula no pueden ser transportados así de fácil, tales como: motores, bombas, ventiladores, compresores, turbinas hidráulicas y eólicas a escala, canales de agua, túneles de viento. Por su peso y complejidad requieren una ubicación predeterminada. Adicionalmente, el aula deberá incluir facilidades de enseñanza virtual tales como: computadores con acceso a Internet, proyectores, video, entre otros, de tal forma que el profesor pueda ilustrar el desempeño de equipos pesados y experimentos complejos de laboratorio dentro del aula de clase.

En ambos casos, en el proceso de enseñanza dentro del aula-taller-experimental y en el aula regular, el profesor deberá propender por la enseñanza de sus destrezas y compartir su conocimiento equitativamente de la forma más estricta.

El profesor deberá retar a sus estudiantes a sacar sus propias conclusiones con las consideraciones de un problema particular, que no necesariamente coinciden con los resultados previos de la ciencia. Como una fuente de motivación para desarrollar la investigación aplicada en un área particular, la transmisión del conocimiento dentro de un proceso formal de enseñanza y aprendizaje deberá incitar al estudiante hacia el conocimiento teórico de los eventos en contacto directo con su vida cotidiana y su experiencia.



Todo esto tiene sentido si el profesor tiene su mente abierta y está dispuesto a aceptar otras posibilidades de explicación de los hechos físicos. Así, el estudiante puede probar nuevas alternativas o ideas. Se puede decir que el estudiante puede llegar a conocer más de lo que el profesor actualmente sabe de la ciencia, debido a la versatilidad y continuo cambio de la misma, el estudiante estará proponiendo alternativas de explicación a fenómenos físicos que serían aptos de ser explorados y desarrollados.

El proceso de enseñanza y aprendizaje

En un aula-taller-experimental, un experimento simple demostrativo es llevado a cabo con el fin de capturar la atención y motivar al estudiante. De esta forma, los estudiantes tienen la oportunidad de descubrir la explicación detrás de la física fenomenológica que ha sido expuesta. Se propone que el estudiante participe activamente empleando procesos metacognitivos dentro de asimilación de la física, siendo reflexivo con su proceso de aprendizaje.

Con el conocimiento de cursos previos y experiencias personales de la ciencia en su vida cotidiana, el estudiante está en capacidad de formular hipótesis sobre el experimento llevado a cabo. El planteamiento de nuevas ideas alternativas, soluciones o explicaciones, podrían incluir variables en la solución del modelo que hallan sido simplificadas o irrelevantes por la fenomenología propia del experimento físico o que incluso no hallan sido consideradas por otros científicos que explicaron el fenómeno con antelación. El modelo de aprendizaje requiere que el estudiante interprete y relacione el conocimiento previo.

El profesor deberá ser cuidadoso y abierto a las posibles explicaciones del fenómeno físico dadas por los estudiantes, debido a que su propio punto de vista sólo ve una posible solución, la de su conocimiento previo en el área y sus paradigmas de solución. La experiencia diaria prueba que siempre hay cosas nuevas por aprender y podrían no existir soluciones únicas.

Primero que todo se debe resaltar y explorar la importancia del interrogante que plantea el fenómeno físico antes de ser presentado. En caso contrario, el estudiante no estaría motivado a pensar acerca del problema. Se presenta seguidamente el fenómeno físico sin explicación previa por parte del profesor. A partir de este planteamiento se puede desarrollar la lección que de bases teóricas adicionales dentro del conocimiento específico para resolver el problema. Para el final de la clase el estudiante no sólo tendrá los fundamentos explicados por el profesor si no también los propios, conjuntamente para llevarlos a la práctica. En este punto, el estudiante estará en capacidad de discutir y replantear sus hipótesis previas, antes de lanzar una explicación del fenómeno físico expuesto.

Cada grupo de estudiantes es diferente semestre tras semestre y la experimentación de fenómenos físicos deberá ser conducida de acuerdo a los conocimientos previos de cada grupo. En algunos casos particulares los experimentos deberán ser diferentes o mostrados de una forma diferente, en razón a darle dinamismo a la clase.



La solución conjunta de la situación-problema, en el cual el conocimiento debe ser generado a través de procesos metacognitivos, en los cuales existe la conciencia de la forma en la cual se aprende, ha probado ser mas popular dentro de los estudiantes que la simple explicación dada de manera inicial por el profesor, incluso los mismo estudiantes tienen mayor apropiación del conocimiento así adquirido.

Los siguientes dos casos fueron resueltos por estudiantes de tercer año de ingeniería mecánica en el curso de introducción a la mecánica de fluidos.

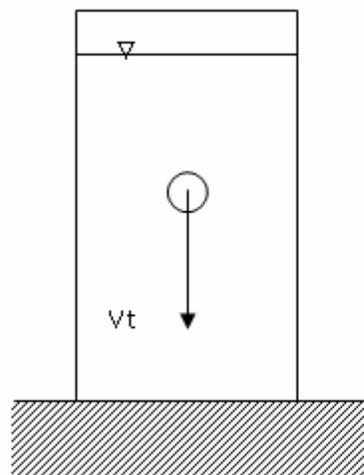
Ejemplo 1

Los estudiantes debieron encontrar la viscosidad cinemática de un aceite desconocido, conociendo sólo la viscosidad de otro aceite similar. Una introducción al análisis dimensional y la observación del fenómeno de viscosidad condujo a los estudiantes hacia la solución.

Los estudiantes bajo la supervisión del profesor implementaron una metodología de ensayo donde ellos mismos descubrían sus propios errores y avances en sus procedimientos. El descubrimiento por ellos mismos que una esfera de cristal caía mas rápido de lo que ellos esperaban y hacia imposible medir la velocidad de caída condujo a ensayar diferentes formas y clases de diferentes objetos, inclusive por la no disponibilidad de esferas de diferentes densidades ellos ensayaron: arvejas, frijoles, maíz, bolas de chicle entre otros. El resultado fue similar a la ley de caída de esferas de Stokes. El mejor resultado del valor de la viscosidad fue obtenido empleando arvejas y bolas de chicle, debido a su forma regular y su valor adecuado de densidad con respecto al aceite, que permitía un tiempo de caída menor y por lo tanto mayor precisión en la medición de la variable velocidad.

Los estudiantes por ellos mismos cayeron en cuenta de manera sorpresiva, que aunque la densidad y consecuentemente la gravedad específica eran similares, cuantificado esto con un picnómetro $s.g = 0.8$, los aceites tenían diferentes valores de viscosidad. Este simple ello condujo a la conciencia de la diferenciación entre estas dos propiedades, viscosidad y densidad.

El aceite conocido era de grado ISO 46 (viscosidad cinemática $\nu = 46 \text{ cSt @ } 40^\circ\text{C}$) y el aceite de viscosidad desconocida para los estudiante era grado ISO 68 (viscosidad cinemática $\nu = 68 \text{ cSt @ } 40^\circ\text{C}$). El valor de la viscosidad cinemática calculada por los estudiantes fue en el mejor de los casos 70cSt como una media de un tamaño muestral de 3 para cada objeto dejado caer dentro del aceite. La figura 1 muestra un esquema del experimento físico montado por los estudiantes y la relación experimental encontrada por ellos mismos para encontrar la viscosidad cinemática de forma indirecta en función de la medición de otras variables físicas.



$$V_t = k \frac{\rho g \phi^2}{\mu}$$

V_t : Velocidad terminal de caída de la esfera.

k : Constante adimensional.

ϕ : Diámetro medio de la esfera.

ρ : Densidad de la esfera menos la densidad del fluido

g : gravedad.

Figura 1: Relación experimental entre variables, encontrada por los estudiantes cuando un objeto cae dentro de un aceite específico.

Ejemplo 2

Los estudiantes debieron explicar porque un buñuelo rotaba alrededor de si mismo en el proceso de cocción. Esta situación problema fue llevada a cabo para evidenciar el fenómeno de flotabilidad y estabilidad de cuerpos parcialmente sumergidos.

Los estudiantes descubrieron que debido a las diferencias de densidad, el buñuelo inicialmente cae hasta el fondo en el aceite caliente. Después de algún tiempo el buñuelo alcanza la superficie debido a la pérdida de masa en forma de vapor de agua y gana volumen por el proceso de cocción, consecuentemente la densidad disminuye. En la superficie, la parte inmersa en contacto directo con el aceite caliente del cuerpo parcialmente sumergido continua su proceso de cocción, disminuyendo su densidad y desplazando el centro de gravedad hasta que este sobrepasa el centro de flotabilidad. Inmediatamente después de esto el cuerpo cambia a un estado de inestabilidad y rota alrededor de si mismo. La figura 2 esquematiza el comportamiento experimental de la cocción de un buñuelo.

Los estudiantes ensayaron e investigaron por ellos mismos muchas formas buñuelos, descubriendo que formas toroidales o formas planas no rotaban por si mismas, produciéndole una sobre cocción de un lado. Formas cilíndricas podrían ser implementadas, debido a que ellas giran bien y producen un elemento bien cocido. Sin embargo, las formas

esféricas de los buñuelos son los tradicionalmente encontrados en la comida típica colombiana.

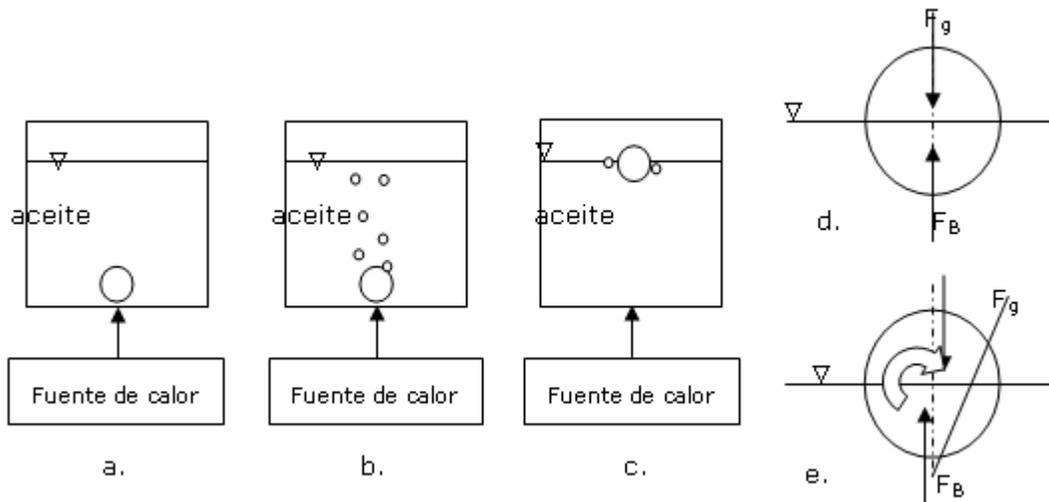


Figura 2. Comportamiento experimental de la cocción de un buñuelo. a) Tiempo inicial, b) Segundos después, pérdida de humedad en forma de vapor c) Ascenso de la forma esférica por una disminución de la densidad d) Equilibrio inestable entre la fuerza de flotabilidad y la fuerza de gravedad, una pequeña perturbación causará un desalineamiento de fuerzas, por lo cual la esfera rotará sobre sí misma como se muestra en la figura (e).

Modelo de aprendizaje

El llevar a cabo experimentos simples captura la atención del estudiante, permitiendo fijar y apropiarse del conocimiento para sus posteriores aplicaciones. Al mismo tiempo, la discusión de situaciones problema y de métodos de solución permite además de emplear la cognición y la metacognición ser entrenado en competencias tales como:

- Interpretativas: El estudiante por sí mismo interpreta la magnitud de un problema.
- Propositivas: El estudiante propone soluciones dentro de su propio marco de referencia.
- Argumentativas: El estudiante justifica su punto de vista frente al profesor y compañeros.
- Liderazgo: El estudiante se apropia del problema e intenta solucionarlo por sí mismo o conformando grupos de trabajo, aprendiendo a liderar procesos.



- Trabajo colaborativo: El estudiante dentro de su grupo de trabajo aprende a aportar desde su propio conocimiento y el trabajo con su equipo para dar solución a la situación problema propuesta.

No se puede pretender que en todos los casos la “situación problema” debe ser una metodología general de enseñanza. Los bien conocidos modelos conductistas son también necesarios, debido a que las soluciones laterales podrían ser conflictivas en aquellos casos en que los códigos y las reglas predominen sobre la solución de un problema en un caso particular, sobre todo si hay implicados factores de seguridad. En estos casos, el modelo conductista de enseñanza puede ser explicado por el modelo de los cuatro pasos, así: 1 El profesor dice y hace, 2. El estudiante dice y el profesor hace, 3. El estudiante dice y hace, 4. El estudiante hace y el profesor supervisa. (2003, Londoño & Zuleta)

Ambos modelos, el de situación problema, pudiendo ser clasificado como modelo cognitivista y el modelo conductista, deberán guiar al estudiante a desarrollar de forma articulada sus habilidades, conocimiento y actitudes para el desarrollo de competencias en su vida profesional y personal.

Resultados

Es difícil cuantificar dentro de la enseñanza y el aprendizaje la apropiación del conocimiento en este particular método de enseñanza con situaciones problema, lo cual no significa que el método en el aula taller sea inválido.

Particularmente, los estudiantes en donde se probó este método de enseñanza afirmaron su agrado y acuerdo con la metodología y el trabajo desarrollado, debido a que ellos mismos dicen haber explorado nuevas formas de resolver un problema particular, combinando otras áreas de conocimiento, que fueron de otra forma tratadas de forma aislada en cursos anteriores.

Resultados futuros deberán ser recopilados a largo plazo con el desempeño de los estudiantes en su vida profesional, cuando ellos tengan la oportunidad de aplicar los conocimientos aprendidos y ser competentes en el medio.

Conclusiones

- La metodología de situaciones problema donde el estudiante es capaz de percibir la magnitud de un problema y enfrentarlo por sí mismo desde su punto de vista puede desarrollar competencias, entendida como una eficaz conjunción de conocimiento, habilidades y actitudes a lo largo de su vida profesional.
- La combinación de metodologías de enseñanza, dentro de los estándares curriculares de un contexto universitario, puede llegar a ser una mejor forma de transmitir y permitir apropiarse del conocimiento.



Bibliografía y cibergrafía

Bustos, F. (1996). *El modelo didáctico operativo y el proyecto educativo institucional*, Bogotá: IN-VITRO.

De Bono, E. (1997). *Aprende a pensar por ti mismo*. Barcelona: Paidós

De Bono, E. (1994). *Pensar Bien* (Título original: *New think. The use of lateral thinking in the generation of new ideas*). México: Compañía General de Ediciones

Gardner, H. (2001) *Inteligencias Múltiples, la teoría en la práctica*. Barcelona: Paidós

Londoño, J. I. y Zuleta, M. C. (2003). *Formación didáctica para docentes*. Medellín: Universidad Pontificia Bolivariana

Not, L. (1994). *Las pedagogías del conocimiento*. Colombia: Fondo de la Cultura Económica

Publicaciones anteriores

Pérez Gutiérrez, C. A. (2005). Aprendiendo los fundamentos de la mecánica de fluidos con situaciones problema en un aula-taller experimental. En: *Memorias IV Congreso Internacional Didáctica de las Ciencias y IX Taller Internacional sobre la Enseñanza de la Física* (ISBN 959-18-0070-3). La Habana, Cuba: Ministerio de Educación de la República de Cuba (MINED) e Instituto Pedagógico Latinoamericano y Caribeño (IPLAC), 6 al 10 de febrero de 2006.

Revista Q

Revista electrónica de divulgación académica y científica
de las investigaciones sobre la relación entre
Educación, Comunicación y Tecnología

ISSN: 1909-2814

Volumen 01 - Número 01
Enero – Junio de 2006

Una publicación del Grupo de Investigación Educación en Ambientes Virtuales (EAV),
adscrito a la Facultad de Educación de la Escuela de Educación y Pedagogía
de la Universidad Pontificia Bolivariana, con el sello de la Editorial UPB.



<http://revistaq.upb.edu.co> – www.upb.edu.co – revista.q@upb.edu.co

Circular 1a 70-01 (Bloque 9)
Teléfono: (+57) (+4) 415 90 15 ext. 6033 ó 6036
Medellín-Colombia-Suramérica