



ABP ORIENTADO A LA FORMACIÓN DE HABILIDADES CIENTÍFICAS EN ESTUDIANTES DE INGENIERÍA DESDE LAS CIENCIAS BÁSICAS

Hernando E. Leyton Vásquez, Alejandro Casallas Lagos

**Corporación Universitaria Minuto de Dios
Bogotá, Colombia**

Diana S. Velásquez Rojas

**Institución Universitaria Politécnico Grancolombiano
Bogotá, Colombia**

Resumen

Los requerimientos actuales respecto a la formación de estudiantes de ingeniería se enmarcan en el fortalecimiento de capacidades para hacer inferencias, manejar adecuadamente fuentes de información y aplicar el conocimiento para la resolución de problemas en diferentes escenarios, las cuales son fundamentales para el desarrollo de habilidades científicas y generan el interrogante de *¿Cómo a partir de las asignaturas de ciencias básicas es posible aportar a su desarrollo?* Con esto se abre un campo de estudio respecto a cómo diseñar actividades que posibiliten desarrollo de habilidades científicas en los estudiantes de ingeniería, y qué tipo de evaluación evidencia su desarrollo. Este estudio presenta los resultados obtenidos de la aplicación de unos instrumentos didácticos que buscaban identificar cambios en los procesos de aprendizaje de los estudiantes en contextos que involucran sistemas dinámicos, en particular, el de Movimiento Armónico Simple, a partir del enfoque del Aprendizaje Basado en Problemas con componentes de tipo metacognitivo y cognitivo, orientados al desarrollo de habilidades científicas y el manejo de información. Dichos resultados fueron: la creación de estrategias concretas de enseñanza, el diseño de actividades que desarrollaran las habilidades mencionadas, un instrumento para medir formativamente, y la determinación de factores que facilitan o dificultan la implementación de las estrategias. Esto presenta una opción, replicable en otras asignaturas, para reorientar los procesos de enseñanza hacia el aprendizaje y desarrollar competencias.

Palabras clave: aprendizaje basado en problemas; habilidades científicas; ingeniería

Abstract

This study shows how the implementation of experimental activities using learning based in problems provide an optimal framework in order to create teaching strategies for engineering students orientated to the creation of scientific skills. In particular we present a set of activities in classical mechanics and differential equations as examples.

Keywords: *problem-based learning; scientific skills; engineering*

I. Introducción

La globalización, los avances tecnológicos y la rapidez con la que está cambiando el mundo, han promovido el establecimiento de las llamadas competencias para el siglo XXI, a partir de las cuales se establece que los individuos que ingresan o se encuentran en el ámbito laboral, deben tener unas capacidades que giran en torno al pensamiento crítico y la resolución de problemas, la comunicación, creatividad e innovación, el aprendizaje a lo largo de la vida y la metacognición, el trabajo en equipo, el manejo de la información y la tecnología, así como la responsabilidad personal, social y ambiental (AACU, s.f.; BID, s.f.). De otra parte se encuentran las políticas educativas de cada país, las cuales promueven, regulan y verifican el alcance de esas competencias y el aprendizaje de conocimientos en áreas o disciplinas específicas (MEN, 2009), con los procesos de acreditación a los que deben ceñirse las instituciones de formación.

Esos procesos de acreditación permean los currículos tradicionales y generan la reestructuración y el rediseño de los mismos, particularmente en el área de la Ingeniería, ya que varios estudios demuestran que a pesar de que ellos dotan a los estudiantes de buenas bases teóricas, no logran el reconocimiento de su aplicabilidad en la práctica (Mills & Treagust, 2003), dificultando con ello el desempeño profesional de los individuos, por no contar con las competencias necesarias para afrontar dichas situaciones. Debido a esto, los procesos de acreditación actuales solicitan que los programas de formación estén constituidos por elementos y factores que evidencien el desarrollo de las competencias solicitadas, por medio de enfoques basados en el aprendizaje tanto de la ciencia como de la técnica, que provean de experiencias para la investigación y empleen estrategias de enseñanza centradas en el estudiante, requiriéndose para lo último la identificación de las características de la población, su contexto personal, social y cultural, y los objetivos que se planteen al respecto así como el tipo de recursos que apoyan el propósito. Esto ha hecho emerger métodos de enseñanza – aprendizaje que favorecen el cumplimiento de las condiciones establecidas y se evidencian en el diseño, implementación y evaluación de los microcurrículos. A pesar de la existencia de esos métodos, surge la necesidad de estudiar cómo y qué tan posible es que en cualquier curso se pueda verificar ese aporte, pensando particularmente en las asignaturas de las Ciencias Básicas, cuyos

contenidos y procesos de enseñanza han sido ampliamente cuestionados frente a su pertinencia y aplicabilidad en el ámbito laboral.

La primera etapa de este estudio la propuesta consistió en crear instrumentos didácticos que fomentaran el desarrollo de habilidades científicas para la formulación de hipótesis, la gestión del conocimiento y el modelamiento matemático, a partir de estrategias concretas de enseñanza centradas en el estudiante, en asignaturas propias de las ciencias básicas para estudiantes de ingeniería, que apuntaran a las competencias del siglo XXI.

II. Marco contextual

El proyecto correspondió en su primera fase a una investigación de tipo exploratoria por tratar el diseño y la implementación de un conjunto de instrumentos didácticos, enmarcados en un método de enseñanza aprendizaje centrado en el estudiante, para identificar qué tipo de cambios se presentan al abordar un contexto común a las asignaturas de física mecánica y ecuaciones diferenciales. Los resultados constituyeron una visión aproximada del tema, que condujo al descubrimiento de unas bases para la construcción de microcurrículos por medio de la creación de estrategias concretas de enseñanza, replicables en cualquier asignatura de las ciencias básicas.

Para llevar a cabo la experiencia las unidades de análisis correspondieron a un conjunto de 90 estudiantes de las jornadas tarde (4:45pm – 6:15pm) y noche (6:00pm-10:00pm) pertenecientes a la facultad de ingeniería de la Corporación Universitaria Minuto de Dios (Bogotá-Colombia) cuyas edades estaban comprendidas entre los 23 y 32 años. La selección de la población fue determinada por conveniencia y correspondieron a las asignaturas de física mecánica (FM), de segundo semestre, y ecuaciones diferenciales (ED), de quinto semestre, que hacen parte del ciclo de fundamentación para los estudiantes de la facultad de ingeniería. La población se conformó así: dos grupos de 25 integrantes cada uno para el curso de FM, de los cuales uno era el grupo de experimentación mientras el otro era el de control, siguiendo el modelo usual presencial-magistral, y dos grupos de 15 y 25 integrantes de las jornadas tarde (grupo de experimentación) y noche (grupo de control), para el curso de ED. Las actividades se dividieron en dos núcleos temáticos que para FM se basó en la caracterización de sistemas elásticos, en particular se introdujo el contenido físico, experimental y matemático que define la Ley de Hooke, mientras para ED se orientó al modelado con ecuaciones diferenciales de segundo orden, homogéneas para el sistema Masa – Resorte en ausencia de fuerzas externas de excitación, también conocido como movimiento libre amortiguado.

La recopilación de la información se efectuó por medio de la observación utilizando registros y documentos que correspondieron a las actividades realizadas por los estudiantes junto con sus escritos, además de las evaluaciones que éstos presentaron. A su vez se recogieron los comentarios de los estudiantes sobre la experiencia y los instrumentos diseñados correspondieron a tres guías de trabajo experimental

contenidas en entornos virtuales, interactivos de libre acceso a través de la plataforma PHET^[1] y GeoGebra^[2].

III. El método a usar, ventajas y elementos

Para determinar el método a implementar se hizo una búsqueda de los métodos que existen con las características mencionadas en la introducción y de ellos se eligió el de Aprendizaje Basado en problemas (ABP) por las evidencias de cambio que provoca en los procesos de aprendizaje y de pensamiento crítico en estudiantes de ingeniería (Mills & Treagust, 2003; Grolinger, 2011; Helerea, Matoi, Oltean & Munteanu, 2016; Glover, 2014; Kumar & Refaei, 2017). Dentro de las ventajas de su uso están: que requiere del establecimiento de estrategias propias de resolución de problemas por parte de los estudiantes, garantiza la adquisición de conocimiento y habilidades de pensamiento, promueve la responsabilidad en el propio aprendizaje y la evaluación crítica, desarrolla habilidades para las relaciones interpersonales a través del trabajo en equipo, presenta factores motivacionales para aprender (Escribano y Del Valle, 2015, p. 36), suscita la interacción activa, implica un involucramiento alto de forma auto dirigida, permite resolver las cuestiones haciendo uso de la intuición, el conocimiento, el trabajo colaborativo, las habilidades de autonomía, iniciativa y creatividad (Speaking of Teaching, 2001; PBL@UD, s.f.) y fortalece procesos de tipo cognitivo, metacognitivo, comunicativo, socio afectivo y psicomotor indispensables en los procesos de formación.

Después de elegir el método se estableció que para el proyecto la definición de problema adoptada iba a ser la presentada desde el cognitivismo: un “problema es una situación en la cual no existe un camino aparente, habitual o rutinario, para alcanzar una meta” (Smith & Kosslyn, 2008, p.435) y existe siempre que se esté “ante una situación que requiere un plan y una acción para cambiar el estado existente, no deseado, por otro estado, ideal” (Puente, 2003, p. 353). El tipo de problema a abordar serían de tipo *bien definido*, por ser aquel en donde hay procedimiento establecido para resolverlo y un criterio claro para determinar si la solución es correcta (Ormrod, 2005, p. 418; Smith & Kosslyn, 2008, p. 354) y la resolución del mismo dependería del individuo, su forma de pensar, sus conocimientos y los procesos que realiza para afrontarla; pese a esto, de acuerdo con la teoría existente sobre la resolución de problemas, debe tenerse en cuenta que no se define cuál será la resolución dada a los problemas ya que cada estudiante podría tener alguna de las visiones que se conocen sobre resolución de problemas: la conductista, la de Gestalt o la del procesamiento de la información (Puente, 2003, p. 353).

^[1] SIMULACIONES INTERACTIVAS PARA CIENCIAS Y MATEMÁTICAS, Universidad de Colorado-Boulder - https://phet.colorado.edu/sims/mass-spring-lab/mass-spring-lab_es.html

^[2] Geometry Calculator - <https://www.geogebra.org/material/show/id/sAAwEXgy>

IV. La estrategia y su aplicación

Bajo el enfoque del ABP, se presentó el problema a los estudiantes de forma verbal en una sesión de clase dedicada al estudio del movimiento oscilatorio, el cual consistió en determinar la evolución dinámica del sistema elástico determina cuando se realizan cambios en las condiciones iniciales o en los parámetros físicos que lo definen. Para abordar esta cuestión se elaboraron un conjunto de guías experimentales (instrumento) que contenían una serie de preguntas orientadoras para no desvincular la experiencia del currículo ya que basados en la literatura, al aplicar el ABP los tiempos en el proceso de resolución deben limitarse para no afectar el desarrollo de los contenidos. A continuación, se describen las guías y su implementación.

En la experiencia para FM llamada *laboratorio de resortes y masa* los estudiantes en grupos de trabajo interactuaron con tres resortes dispuestos de manera vertical [figura 1]. En cada resorte los estudiantes podían conectar masas de diferentes valores (algunos conocidos, otros no) y con base en las masas conectadas los grupos de trabajo registraron los valores explícitos de las deformaciones producidas en condiciones de vacío y sin fricción estática o cinética.

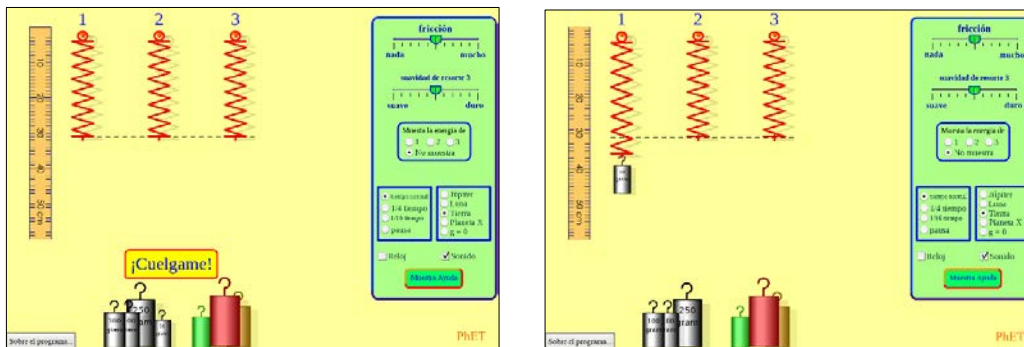


Figura 1: Entorno gráfico de la plataforma (*laboratorio de resortes y masa*), las masas son conectadas a cada resorte (como se ilustra en el recuadro a la derecha), la regla es libre desplazarse a cualquier posición sobre la plataforma para medir la deformación del resorte asociada con cada masa. En el recuadro de la parte superior derecha se ilustran los parámetros que pueden modificarse dentro del entorno de la prueba.

La ley de Hooke expresa la dependencia física que existe entre las fuerzas de origen restaurador y las deformaciones producidas al modificar la configuración de equilibrio asociada a un resorte. Dicha ley muestra que la respuesta natural del resorte (i.e. la fuerza restauradora inducida) bajo modificaciones de la configuración de equilibrio es proporcional a la deformación y dicha proporcionalidad está dada por una constante definida positiva denominada *constante de elasticidad* cuyo valor depende de las propiedades estructurales del resorte. Este sistema cuenta con un amplio espectro de aplicaciones en ingeniería, por ejemplo; determina la primera aproximación mecánica al estudio de elasticidad en medios materiales (Arons, 1965), sirve como modelo mecánico para entender la dinámica del movimiento molecular (Saletan, 1998) y caracteriza las propiedades macroscópicas de cada estado de la materia (Arons, 1965).

En este sentido la construcción de los fenómenos asociados a la ley de Hooke resulta relevante y ofrece un marco de referencia conveniente para incorporar discusiones que relacionan aspectos físicos, matemáticos y experimentales en los estudiantes de ingeniería. Una cuestión de interés particular se encuentra al estudiar el comportamiento de sistemas elásticos cuando estos son sometidos a variaciones que definen cambios en su dinámica como por ejemplo la fricción y la gravedad. Con base en el contenido físico descrito previamente llevamos a cabo el diseño, construcción, implementación y análisis de un instrumento didáctico inspirado en la necesidad de modificar la respuesta de los estudiantes al momento de llevar experiencias al aula y que involucran el desarrollo de habilidades científicas discrepantes en su formación académica y profesional.

Cada equipo debía adquirir, organizar y presentar la información suministrada por las herramientas de medición propias de la plataforma gestionando de manera conveniente los valores asociados a las condiciones iniciales, la deformación del resorte y la masa, con el fin de dar respuesta a un conjunto de preguntas orientadoras formuladas en el instrumento. Dichas preguntas tenían como finalidad identificar los elementos que conforman un sistema elástico modelado a través de la ley de Hooke, examinar la respuesta del sistema a través de la elaboración de diagramas (fuerza contra deformación) y clasificar la información a través de tablas cuyo contenido describían las propiedades elásticas del sistema.

El movimiento libre amortiguado es una de las aplicaciones clásicas en un curso de ecuaciones diferenciales Ordinarias (EDO) y es modelada a través de una ecuación diferencial homogénea de segundo orden con coeficientes constantes junto con condiciones iniciales especificadas en un tiempo que generalmente es tomado como $t = 0$ (Zill, 2009). Este sistema es fundamental para el desarrollo de conceptos centrales en cursos posteriores como sistemas dinámicos (Ogata, 2010), control (Ogata, 1987), diseño (Dorf, 1989) y las aplicaciones que competen a cada una de las asignaturas previamente mencionadas. En el curso de EDO este modelo permite que el estudiante a través del establecimiento de diferentes condiciones y valores en los parámetros que definen la ecuación diferencial (masa, coeficiente de amortiguamiento, constante de elasticidad), pueda visualizar el comportamiento de la masa para un intervalo de tiempo definido.

Para ED la experiencia llamada *Sistema Masa Amortiguador Resorte* los grupos de trabajo desarrollaron la primera guía interactuando con un recurso elaborado en Geogebra el cual permite visualizar las representaciones gráficas de los diferentes tipos de respuesta del sistema cuando se varían los valores de masa, constante de amortiguamiento, constante de elasticidad y condiciones iniciales [figura 2].

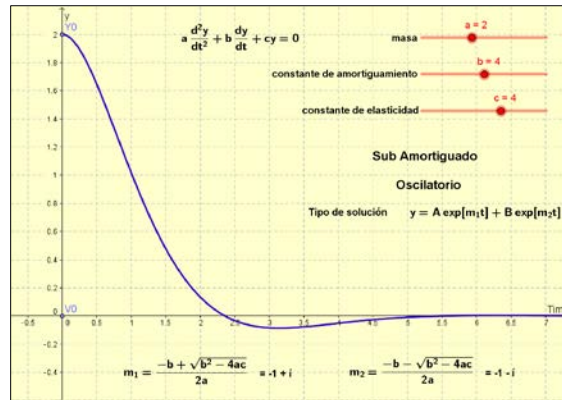


Figura 2: Entorno gráfico de la implementación en GeoGebra “The damped armonic oscillator”, que permite visualizar la respuesta de la ecuación diferencial para diferentes combinaciones de valores en los parámetros que la definen.

El instrumento fue diseñado para que en la primera parte los grupos de trabajo se familiarizaran con el recurso a través del desarrollo de unas actividades simples de reconocimiento, mientras que en la segunda debían asignar de manera consciente los valores que definen la ecuación diferencial y con ello obtener los diferentes tipos de respuesta y su representación gráfica. En la segunda guía los grupos apoyados en el recurso laboratorio de resortes y masas (utilizado en FM) además de familiarizarse con este, podían realizar mediciones, cálculos para determinar el valor de los parámetros desconocidos en el Applet.

V. La evaluación del aprendizaje

Un factor relevante en la implementación de estrategias de enseñanza es medir el aprendizaje de los estudiantes; sin embargo, dado que el estudio en su primera etapa es de tipo exploratorio no se abordó completamente este elemento, pero si se estableció el enfoque que tendría la evaluación, el cual corresponde a uno de tipo alternativo por consistir de varios procedimientos y técnicas para recopilar evidencias sobre cómo se procesa la información y se contemplan las tareas en un tema particular (Huerta, 1995, p.9), y se define como “una etapa del proceso enseñanza-aprendizaje que se utiliza para detectar el progreso del alumno. La información debe servir al profesor y al alumno para tomar decisiones” (López e Hinojosa, 2011, p.15). De acuerdo con esto el proceso de evaluación se enmarcó en los principios de: facilitar la transición de la evaluación tradicional a la alternativa, implementar técnicas de observación para describir el comportamiento de los alumnos y establecer una técnica inicial para la evaluación del desempeño.

Debido a que las asignaturas en las cuales se realizó la experiencia provienen del currículo tradicional, se procuró no afectar significativamente el proceso de evaluación tradicional para concentrarse en los procesos de aprendizaje y los cambios arrojados por medio de la observación. La medición se hizo con una calificación o nota de tipo numérica para corroborar la adquisición del conocimiento. Se elaboró una rúbrica

(técnica de observación) clasificada en tres categorías de competencias: de pensamiento analítico, de pensamiento crítico y de trabajo en equipo, con unos criterios que enlistaban los niveles de dominio en una escala de 1 a 5. La elección de este instrumento se debió a que sirve para evaluar niveles cognitivos, es útil para evidenciar capacidades y habilidades, y permite mayor libertad para elaborar respuestas (Kumar & Refaei, 2017). Los propósitos de la rúbrica fueron evidenciar cómo los estudiantes resolvían los problemas, evitar la ejecución individual y promover el trabajo en equipo, permitir la construcción de diferentes opciones de resolución, requerir que los estudiantes comprendieran el todo y no solo las partes de un conocimiento particular, y generar un estado de comodidad en la apropiación del conocimiento.

Con los elementos mencionados se estableció que la técnica inicial para evaluar el desempeño, definido en esta primera instancia como “nivel de conocimientos de mostrado en un área o materia comparado con la norma de edad y nivel académico” (Jiménez, 2000), iba a medir solo dos atributos de contenidos procedimentales: las habilidades, entendidas como capacidades manuales e intelectuales que tiene un sujeto para realiza algo, y las técnicas, definidas como asociaciones ordenadas y dirigidas hacia el logro de objetivos concretos (López e Hinojosa, 2011, p.23). Estos atributos se valoraron con las guías, que contenían unas preguntas orientadoras, dándoles un peso dentro de los objetos usados en la calificación (quiz, parciales y talleres). Se aclara que, a partir de los resultados de la experiencia, para siguientes aplicaciones la técnica de evaluación se modificará porque la definición actual para desempeño ha cambiado a rendimiento y es un fenómeno multifactorial que no solo considera los conocimientos, sino que incluye la actitud y la motivación, entre otros (Edel, 2003).

VI. Resultados

La fenomenología asociada a los sistemas elásticos y en particular la forma en la cual se abordó el estudio muestra que es posible estimular una respuesta positiva en la población descrita en función de la evaluación formativa (paso esencial para identificar el desarrollo de habilidades científicas), ya que la participación de los estudiantes frente a las actividades propuestas revela una mejor formulación en las respuestas, un apoyo gráfico consistente y una articulación conveniente de las ideas por parte del grupo experimental en comparación con el grupo de control. De otro lado la disposición de los grupos ante los instrumentos diseñados fomentó la creación de discusiones e interacciones entre los grupos de trabajo facilitando escenarios de trabajo colaborativo y poniendo de manifiesto el acercamiento de los estudiantes a la creación de inferencias, gestión de la información y representación matemática de los sistemas elásticos estudiados en este primer acercamiento.

VII. Discusión y conclusiones

Las conclusiones principales del estudio se centran en la necesidad de pensar en la evaluación del rendimiento académico de los estudiantes, la adecuación de los

espacios físicos y el manejo del tiempo en las sesiones de clase, siendo la creación de mecanismos de medición para cuantificar los niveles de apropiación, desarrollo y cumplimiento de los objetivos trazados el factor principal de discusión.

VIII. Referencias

Artículos de revistas

- Edel, R. (2003). El rendimiento académico: concepto, investigación y desarrollo. *REICE. Revista Iberoamericana sobre Calidad, Eficacia y Cambio en Educación*, julio-diciembre.
- Williams, A. & Williams, P.J. (1994). Problem based learning: An approach to teaching technology. In Ostwald, M. & Kingsland, A. (Eds.). *Research and development in Problem Based Learning*, Vol. 2, 1994: Reflection and Consolidation. Australian Problem Based Learning Network, University of Newcastle, NSW. 355-367.

Libros

- Arons, A. (1965). *Development of Concepts of Physics. From the rationalization of mechanics to the first theory of atomic structure*, Addison-Wesley, New York.
- Dorf, R. (1989) *Sistemas modernos de control. Teoría y práctica*, Adisson-Wesley Iberoamericana.
- Escribano, A. y Del Valle, A. (2015). *El aprendizaje basado en problemas*. 2ª Edición. Bogotá: Ediciones de la U.
- Jiménez, M. (2000). Competencia social: intervención preventiva en la escuela. *Infancia y Sociedad*. 24, pp. 21-48.
- Jose, J & Saletan, E. (1998) *Classical Dynamics: A Contemporary Approach*, Cambridge University Press.
- Kuo, B. (1995). *Automatic control systems*, Prentice Hall, 9th.
- Ogata, K. (1987). *Dinámica de Sistemas*, Prentice Hall Hispanoamericana, S.A., México.
- Ogata, K. (2010). *Ingeniería de control moderna*, Prentice Hall, 5ta Edición.
- Ormrod, J. (2005). *Aprendizaje Humano*. 4ª Edición. Madrid: Pearson Educación, S.A.
- Puente, A. (2003). *Cognición y Aprendizaje. Fundamentos psicológicos*. Madrid: Ediciones Pirámide.
- Smith, E. & Kosslyn, S. (2008). *Procesos cognitivos. Modelos y bases neurales*. Madrid: Pearson Educación, S.A.
- Zill, D. (2009). *Differential Equations*, McGraw-Hill Publishers, 9th edition.

Fuentes electrónicas

- AACU. (s.f.). *¿Falling Short? College Learning and Career Success*. Association of American Colleges & Universities. A voice and a force for liberal education in the

- 21st century. Disponible en: <https://www.aacu.org/leap/public-opinion-research/2015-survey-falling-short>
- BID. (s.f.). Competencias del siglo XXI en Latinoamérica. Disponible en <http://www.iadb.org/es/temas/educacion/competencias-del-siglo-xxi-en-latinoamerica,3130.html>
 - Glover, I. (2014). Problem-based Learning: An Approach to Teaching and Learning. Disponible en: <https://blogs.shu.ac.uk/shutel/2014/10/06/problem-based-learning-an-approach-to-teaching-and-learning/>
 - Grolinger, K. (2011). Problem Based Learning in Engineering Education: Meeting the needs of industry. *Teaching Innovation Projects*: Vol. 1: Iss. 2, Article 2. Disponible en: <http://ir.lib.uwo.ca/tips/vol1/iss2/2>
 - Helerea, E., Matoj, A., Oltean, I. & Munteanu, A. (2016). Problem-Based Learning Applied to Electrical Engineering. Disponible en: http://www.ineer.org/Events/ICEE2008/full_papers/full_paper263.pdf
 - MEN. (2009). El ideal educativo del nuevo siglo. Disponible en <http://www.mineducacion.gov.co/1621/article-209856.html>
 - Mills, J & Treagust, D. (2003). Engineering Education – is problem based or project-based learning the answer? *Australasian journal of engineering education Inc.* Disponible en http://www.aeee.com.au/journal/2003/mills_treagust03.pdf
 - PBL@UD. (s.f.). Problem-Based Learning at University of Delaware. Disponible en: <http://www1.udel.edu/pblc/>
 - Speakin of Teaching. (2001). Disponible en: http://web.stanford.edu/dept/CTL/cgi-bin/docs/newsletter/problem_based_learning.pdf

Sobre los autores

- **Hernando E. Leyton Vásquez**, Licenciado en matemáticas y física, Ingeniero electricista, Especialista en pedagogía y docencia universitaria, especialista en ciencias físicas, Máster en matemáticas aplicadas. Profesor tiempo completo. hleyton@uniminuto.edu.co
- **Alejandro Casallas Lagos**, Licenciado en física, Master en física, Master en matemáticas. Profesor tiempo completo. acasallas@uniminuto.edu.co
- **Diana S. Velásquez Rojas**, Matemática, Master en Educación. Profesora tiempo completo. dvelasquez@poligran.edu.co

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

Copyright © 2017 Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería (ACOFI)