



## Aprendizaje basado en problemas en la asignatura dibujo para ingenieros mecánicos

*Problem based learning in Drawing for Mechanical Engineers*

**Dr. C. Elsa Nápoles Padrón**

[elsa.napoles@reduc.edu.cu](mailto:elsa.napoles@reduc.edu.cu)

**M. Sc. Arisis Loyola Martín**

[arisis.loyola@reduc.edu.cu](mailto:arisis.loyola@reduc.edu.cu)

*Universidad de Camagüey "Ignacio Agramonte Loynaz", Cuba*

**Nápoles Padrón** es Profesora Titular y Consultante del Departamento de Mecánica de la Universidad de Camagüey "Ignacio Agramonte Loynaz", es Doctora en Ciencias Pedagógicas y Máster en Educación Superior. Actualmente desarrolla su trabajo como investigadora en el Grupo Científico de Bioingeniería y Biomecánica y colabora con otros centros de estudios universitarios. Es miembro del Comité Académico de la Maestría de Ingeniería Mecánica y profesora visitante de varias universidades en México y Colombia como asesora, profesora e investigadora. **Loyola Martín** es profesora de la Universidad de Camagüey "Ignacio Agramonte Loynaz", Máster en Educación en la Enseñanza Técnica y Profesional. Actualmente desarrolla su trabajo como profesora de la disciplina dibujo de las carreras de mecánica e industrial y en el campo investigativo trabaja en la elaboración de su tesis de doctorado en ciencias pedagógicas.

### RESUMEN

La educación superior en Cuba requiere hoy del perfeccionamiento del proceso docente, lo cual conlleva a modificar el trabajo en el aula. El aprendizaje basado en problemas (ABP) es uno de los más empleados en la actualidad, como herramienta valiosa para la enseñanza que pone acento en el aprendizaje del estudiante enfrentándolo a situaciones que podrían ser reales en el mundo profesional. El objetivo del artículo es mostrar la efectividad del método en la asignatura Dibujo teniendo en cuenta una nueva conceptualización y secuencia de pasos elaborados para la aplicación del ABP en la docencia. La investigación se realizó con el empleo de métodos del nivel teórico, en particular el análisis-síntesis y la revisión documental, así como métodos empíricos como la observación del proceso docente educativo, y se aplicaron pruebas comprobatorias antes y después de la implementación del ABP. Se demostró la efectividad de la aplicación del método de enseñanza con los resultados obtenidos por los estudiantes con una mejora de la habilidad interpretar necesaria para la solución de problemas de la gráfica en la enseñanza de la ingeniería.

**Palabras clave:** aprendizaje basado en problemas, formación profesional, formación de ingenieros, dibujo técnico.

### ABSTRACT

Nowadays, higher education in Cuba demands the improvement of the teaching process, particularly in classroom daily activities. Problem-based learning (PBL) is a widely spread as a valuable learning tool focused on facing students to real professional situations and tasks. The aim of this paper is to show the effectiveness of the method in the subject Drawing, taking into consideration a new conceptualization and a sequence of steps for the application of PBL in the teaching process. The research was carried out using theoretical methods, particularly,

analysis-synthesis and documental revision as well as the empirical methods such as the observation of the teaching-learning process. Additionally, some diagnostic tests were given before and after the implementation of PBL. The students' answers to these questionnaires proved that PBL improves the interpreting skill needed for solving graphic problems in the teaching of engineering.

**Keywords:** problem based learning, professional education, engineering education, technical drawing.

La ingeniería es definida por muchos como una aplicación de la ciencia y la técnica, en otros casos como una disciplina donde su objetivo es realizar nuevos productos y en otros como aquella donde se resuelven problemas; no obstante, para el siglo XXI algunos autores consideran que se debe cambiar esta concepción en la mente de la población y convertir la ingeniería en un campo de creatividad, innovación e inspiración (Pawley, 2009).

La visión del ingeniero del 2020 y la más futurista del 2030, confiere a la enseñanza de la ingeniería un papel importante en la formación de este profesional y es responsabilidad de las instituciones de educación superior y del profesorado introducir métodos y estrategias para el logro de sus objetivos en el próximo decenio (Killgore, 2014).

Los principales retos que afrontará el ingeniero en los años venideros están relacionados con la revolución científica y tecnológica que proyecta la actuación del ingeniero hacia la identificación, formulación y resolución de problemas complejos de manera óptima. En consecuencia, la incorporación cada vez mayor de métodos de enseñanza y estrategias de aprendizaje que contribuyan a la solución de problemas reales de la ingeniería deberá contribuir al perfeccionamiento del plano académico y a la obtención de un profesional que capaz de enfrentar los problemas reales de este siglo.

En revistas científicas que tratan la enseñanza universitaria aparecen con frecuencia resultados de investigaciones y experiencias de profesores sobre el aprendizaje basado en proyectos y el aprendizaje basado en problemas en diferentes carreras universitarias (Durkin, 2016; Fernández & Fonseca, 2016; Villalobos, Avila, & Olivares, 2016).

El aprendizaje basado en problemas (ABP) o *Problem Based Learning (PBL)*, como se le nombra en inglés, surge desde el siglo pasado producto de la necesidad social de que el futuro egresado resuelva problemas reales desde el pregrado. Dado su impacto en la enseñanza universitaria, se crea en la Universidad de Aalborg, Dinamarca, el Centro Internacional de aprendizaje basado en problemas, auspiciado por dicha universidad y la UNESCO (Aalborg University, 2015).

El ABP es definido por algunos autores como estrategia de aprendizaje y por otros como un método de enseñanza y se aplica siguiendo diferentes metodologías (Guerra & Kolmos, 2011). En cualquier caso se trata un método centrado en el estudiante, donde el alumno aprende a resolver problemas (Ray, 2014).

La carrera de ingeniería mecánica es una de las que más recibe el impacto de los cambios tecnológicos, económicos y sociales en el mundo, pues el objeto de la profesión: máquinas, equipos y aparatos

industriales, constituye el soporte material de todos los procesos tecnológicos relacionados con otras ramas de la ingeniería, lo que representa un gran desafío.

El mundo de las ciencias técnicas es, entre otros, el de las tecnologías de las máquinas, mecanismos y piezas. En el análisis de estos objetos de la profesión, se parte de la configuración original que es producto de la combinación de cuerpos geométricos o sus formas más simples definidos por planos, líneas y puntos. El lenguaje gráfico es una forma de comunicación creada por el hombre y se caracteriza por ser exacta, es decir, que lo que expresa deberá ser interpretado por otras personas para que den valoraciones propias de carácter subjetivo.

El dibujo técnico, como asignatura, ocupa un papel importante en los planes de estudios de las carreras técnicas, porque contiene un tipo de lenguaje imprescindible para los procesos comunicativos en la dinámica de la labor profesional. La disciplina dibujo, del plan de estudio de ingeniería mecánica, consta de cuatro asignaturas que se imparten a los estudiantes en los tres primeros años de la carrera y desarrolla las habilidades de representar e interpretar.

A lo largo de los años los estudiantes han presentado serias dificultades en el desarrollo de estas habilidades y su imprescindible relación con la apropiación de los conocimientos de otras asignaturas para ser capaces de elaborar proyectos integradores. Esta problemática de la enseñanza del dibujo en la educación superior cubana ha propiciado reuniones anuales de intercambio de experiencias de los profesores que dieron lugar a la aprobación del proyecto de investigación *“Perfeccionamiento de las asignaturas Geometría Descriptiva y Dibujo”* en las carreras de Ingeniería con carácter nacional, liderado por la Universidad Tecnológica de La Habana “José Antonio Echevarría”, en el que participan profesores del colectivo de disciplina de la Universidad de Camagüey.

Desde otra arista, los docentes de la disciplina dibujo, de la Universidad de Camagüey “Ignacio Agramonte Loynaz”, han adquirido y brindado experiencias para perfeccionar el proceso de enseñanza aprendizaje de las asignaturas de la disciplina, expresado en ponencias a eventos científicos e informes de investigación; sin embargo, en evaluaciones sistemáticas realizadas y en los proyectos integradores de ingeniería mecánica se encuentran aún insuficiencias en el proceso de enseñanza aprendizaje del dibujo, que forman parte del banco de problemas del Departamento de Ingeniería Mecánica. El problema se define como la necesidad que tienen los estudiantes de ingeniería mecánica de relacionar de modo eficiente los contenidos de dibujo con los proyectos integradores que tratan problemas reales de la profesión.

En el presente artículo se muestra la efectividad del método en la asignatura Dibujo teniendo en cuenta una nueva conceptualización y secuencia de pasos elaborados para la aplicación del ABP en la docencia.

### **Métodos**

La investigación se realizó con el empleo de métodos del nivel teórico, en particular el análisis-síntesis y la revisión bibliográfica de importantes trabajos publicados sobre la aplicación del ABP en diferentes carreras y universidades con la finalidad de conceptualizar el aprendizaje basado en problemas y definir una secuencia de pasos para su implementación práctica. Se utilizó el método de análisis documental en

la revisión de los trabajos prácticos y planes de clases de dibujo, para obtener información acerca del tratamiento dado a las habilidades y diagnosticar las insuficiencias en el proceso de enseñanza-aprendizaje.

Entre los métodos empíricos se realizó la observación del proceso docente educativo, a través de visitas a clases en las asignaturas Dibujo I y Geometría Descriptiva, para precisar los métodos de enseñanza utilizados en cada una. Se seleccionó una muestra intencional de estudiantes y se aplicaron pruebas comprobatorias antes y después de la implementación del ABP para verificar la efectividad del mismo. Se utilizaron técnicas de la estadística descriptiva, tales como los valores porcentuales.

## **Resultados y discusión**

### *El aprendizaje basado en problemas (ABP)*

El aprendizaje basado en problemas (ABP) ha sido considerado unas veces como estrategia de enseñanza aprendizaje y otras como método de aprendizaje. Para Mc Grath (2002) se trata de una estrategia de enseñanza-comunicación-aprendizaje en la que se combina la adquisición de conocimientos con el desarrollo de habilidades y actitudes útiles a la práctica profesional, a través del trabajo en grupo con un tutor, para resolver problemas de su propia profesión (p. 5). Por su parte, Martínez y colaboradores, coinciden y destacan las posibilidades de desarrollar en el estudiante el razonamiento y el juicio crítico (Martínez & Melo, 2002).

El aprendizaje basado en problemas es un proceso de aprendizaje que exige a los estudiantes estar activamente involucrados en el trabajo colaborativo en grupos. Es un proceso emergente y activo en el cual los estudiantes son responsables en gran medida de su aprendizaje. El aprendizaje tiene componentes emocionales y motivacionales y los grupos de ABP pueden fomentar los mismos de acuerdo a las habilidades del facilitador (Bate, Hommes, Duvivier, & Taylor, 2014).

Por el contrario, otros autores, como Veleros, García y Ortega (2014), al referirse al ABP lo definen como un método de aprendizaje en grupo que usa problemas reales para desarrollar habilidades de solución de problemas y para adquirir conocimientos específicos. Investigadores como Morales y Landa (2004) plantean que el aprendizaje basado en problemas (ABP) es una estrategia de enseñanza-aprendizaje que se inicia con un problema real, en la que un equipo de estudiantes se reúne para buscarle solución (p. 145). El problema debe plantear un conflicto cognitivo, debe ser retador, interesante y motivador, para que el estudiante se interese por buscar la solución (Morales & Landa, 2004).

Un grupo de educadores médicos tomaron en cuenta diversos conceptos para su aplicación, tales como: aprendizaje en pequeños grupos, donde el maestro actúa como un facilitador; el uso de pacientes en situaciones reales y simuladas; y la organización y control centralizado del programa. Sin embargo, esto varía de acuerdo a las instituciones donde se aplica (Ungaretti, Thompson, Miller, & Peterson, 2015).

En estas definiciones se observa un denominador común en el aprendizaje basado en problemas y lo constituyen los problemas profesionales a través de un aprendizaje en grupo.

Las autoras conceptualizan el ABP como un método de enseñanza aprendizaje, basado en problemas profesionales y caracterizados por el trabajo en equipos. En este método activo los alumnos construyen su conocimiento sobre la base de problemas de la vida real y los profesores actúan como facilitadores. Con la utilización del método basado en problemas se pretende desarrollar integralmente al profesional en formación. Entre sus objetivos estará estimular la creatividad y el compromiso de los estudiantes como responsables de una situación problemática.

Con la aplicación del método de aprendizaje basado en problemas (ABP), en la disciplina Dibujo, se contribuye a la elaboración de los proyectos integradores que se realizan en la carrera de ingeniería mecánica, con un significativo impacto en la futura vida laboral del estudiante.

Según este método los alumnos construyen su conocimiento sobre la base de problemas de la vida real. Primero se presenta el problema, luego se identifican las necesidades del problema, se busca la información necesaria y finalmente se retorna al problema. Con esta forma de proceder no se plantea como objetivo prioritario la adquisición de conocimientos de la especialidad, sino un desarrollo integral del profesional en formación.

El estudiante adquiere un rol protagónico y se hace responsable de su propio proceso de aprendizaje. En este contexto la función del docente queda relegada a un plano secundario. Deja de ser un transmisor de conocimientos para pasar a ser un facilitador del proceso de aprendizaje del alumno. El trabajo se lleva a cabo en el seno de grupos reducidos. Al trabajar de esta forma son los propios estudiantes quienes descubren lo que han de aprender.

Con la utilización del método de aprendizaje basado en problemas se pretende desarrollar integralmente al profesional en formación, facilitar la creación de sus propias categorías intelectuales. Para ello, nada mejor que crear una atmósfera en la que el aprendizaje resulte inevitable, dado por la motivación, la cual favorece la formación de competencias profesionales. De ahí que, entre sus objetivos, se proponga estimular capacidades como el liderazgo, la comunicación, la toma de decisiones, el pensamiento crítico, la creatividad y comprometer activamente a los estudiantes como responsables de una situación problemática.

Con el método de aprendizaje basado en problemas se pretende educar en la creatividad para la producción de objetos que responde a una invariante reconocida en la actualidad, referida a la relación: necesidad social del objeto-función del objeto-forma del objeto. Estos presupuestos apoyados por las técnicas de la expresión gráfica, permiten a los profesores trazar estrategias educativas para los alumnos que se desarrollan en el mundo de las ciencias técnicas (Quintero, Triana, & Loyola, 2007).

Este método implica una modificación en el camino convencional del proceso de aprendizaje. De manera tradicional primero se expone la información y luego se busca la aplicación en la resolución de un problema. En el caso del ABP primero se presenta el problema a los alumnos, quienes investigan y recopilan la información necesaria, para finalmente volver al problema y darle una solución.

Los problemas que se presentan, seleccionados o diseñados por el profesor para el logro de determinados objetivos, deben ser problemas reales, complejos, provocadores, que permitan a los alumnos establecer relaciones significativas entre el conocimiento y la vida cotidiana.

Los estudiantes reconocen dichos problemas como relevantes desde el aspecto profesional y por lo tanto es más probable que se sientan motivados para trabajar en ellos (en oposición a los conjuntos de problemas discretos o ejercicios del libro de texto), no solo porque comprenden que los conocimientos que obtienen les serán útiles en el futuro, sino también porque reciben oportunidades significativas para desplegar su creatividad y ejercitar la flexibilidad en la resolución de los problemas.

Desde el planteamiento original del problema hasta su solución, los alumnos pueden trabajar de manera activa y colaborativa por grupos, guiados por el profesor, compartiendo en esa experiencia de aprendizaje la posibilidad de adquirir conocimientos propios de la disciplina; practicando y desarrollando habilidades, así como observando y reflexionando sobre actitudes y valores que con el empleo del método expositivo difícilmente podrían manifestarse.

*Sobre los requisitos necesarios para la introducción del método en el aula.*

En la revisión bibliográfica realizada sobre el ABP se han analizado las diferentes etapas a desarrollar en el grupo de estudiantes que se pueden utilizar desde cualquier área del conocimiento. En uno de los libros sobre enseñanza basada en problemas aparecen varias de las mismas como la denominada de los ocho pasos, que inicia con la presentación del problema, análisis de posibles alternativas, la tormenta de ideas, hasta la evaluación de lo realizado por el estudiante (Barrett, Mac Labhrainn, & Fallon, 2005).

En diferentes países y universidades que han desarrollado experiencias en la introducción del ABP, tanto de la salud como de la esfera de los negocios, modifican el número de pasos o actividades a realizar y tienen resultados exitosos en su aplicación práctica (Nargundkar, Samaddar, & Mukhopadhyay, 2014; Restrepo, 2005).

*Propuesta de pasos para aplicar el ABP en las asignaturas de dibujo*

A partir del concepto definido por las autoras y de su experiencia pedagógica se decidió introducir una secuencia de pasos para la aplicación del ABP, teniendo en cuenta los objetivos y el sistema de conocimientos y habilidades del programa de la disciplina Dibujo en las carreras de Ingeniería y de las asignaturas que la componen. La propuesta de pasos sería la siguiente:

- a) Análisis del tema de la problemática planteada.
- b) Activación de los conocimientos previos.
- c) Planificación del trabajo para la elaboración de los croquis.
- d) Presentación de la documentación y defensa de las variantes de la problemática planteada.
- e) Evaluación.

Para el análisis de la problemática, el profesor presenta un tema, el estudiante no tiene el conocimiento necesario para resolver el problema, sin embargo, ese es el desafío. Debe reunir información y aprender nuevos conceptos, principios o habilidades a medida que avanza en el proceso de resolución del problema.

La activación de los conocimientos responde a la pregunta de qué sabe cada estudiante para resolver el problema. Esto incluye tanto lo que el estudiante conoce como las fortalezas y debilidades que tiene cada miembro del equipo. Se deben considerar los aportes de todos los integrantes, así como las discusiones sobre posibles fuentes, tales como la entrevista a expertos, libros impresos o digitales, sitios web y la búsqueda de bibliografía en bases de datos académicas y normas cubanas actualizadas. Cada miembro del equipo debe tener asignada tareas.

En la planificación del trabajo el estudiante realiza un croquis de cada variante posible, partiendo desde la más sencilla hasta la de mayor complejidad. Utiliza las normas establecidas para formatos, escalas, acotado, líneas, rotulado, normas del trazado y software profesional para dibujar (AutoCAD) (para ensambles y despieces). En el plan de trabajo el estudiante debe tener en cuenta las preguntas que a continuación se relacionan:

- ¿Dónde va a trabajar el subensamble? ¿A qué ensamble general puede pertenecer?
- ¿Cuántas piezas lo componen? ¿Cuáles llevan plano de piezas y cuales son normalizadas? Realice una búsqueda en tablas de las dimensiones de cada pieza normalizada, así como el croquis de cada una.
- ¿Dónde va a trabajar cada pieza que compone el ensamble?
- ¿Cuáles serán los ajustes entre ellas? Realice los cálculos correspondientes para definir la rugosidad superficial y el grado de precisión, a partir del método de elaboración de cada pieza.
- A partir de la forma geométrica de cada pieza, realice un análisis de las tolerancias de forma y posición necesarias para el correcto funcionamiento de cada una en el mecanismo donde será acoplada, en el plano de ensamble o despiece según la variante.
- Estudie el mecanismo completo en cuanto al funcionamiento, reparación y mantenimiento, teniendo en cuenta el arme y desarme de los mismos.
- Realice un orden de codificación para saber a qué tipo de unidad ensamblada pertenece cada pieza.
- A partir de cada variante estudie y seleccione adecuadamente el material a emplear para la elaboración de cada pieza, tratamiento térmico o recubrimiento.

En la presentación de la documentación y defensa de las variantes la meta es no solo presentar el resultado de su trabajo sino explicar cómo elaboró cada variante según el nivel de complejidad y explicar las bases teóricas de las mismas. Ayude a otros a aprender, como Ud. ha aprendido, es una oportunidad para demostrar si domina bien el tema. Si surge alguna interrogante a la cual no puede responder, acéptela como una oportunidad para ser explorada.

La evaluación de los estudiantes se realiza tanto individual como a través de equipos. La evaluación para el Dibujo I se realiza a lo largo del semestre con evaluaciones prácticas en cada clase, con la utilización de

variantes de cuerpos reales. En cada taller se orientan tareas individuales y por equipos de diferentes variantes. Se orienta un trabajo final a defender, ya sea de interpretación de vistas de cuerpos complejos, donde el estudiante tiene que aplicar todos los conocimientos del semestre o la realización del diseño de piezas reales. En el Dibujo II se evalúa cada clase por variante, se orientan tareas de cada tema y un trabajo final que se basa en el despiece de planos de ensamble o de conjuntos reales con la lista de elementos, teniendo en cuenta también los artículos normalizados. Las propuestas de requisitos técnicos de cada pieza se realizan en equipo.

#### *Análisis de las asignaturas de la disciplina Dibujo, en el primer año de Ingeniería Mecánica*

En el primer año se imparten las asignaturas de Geometría Descriptiva y Dibujo I y en ambas se realizaron visitas a clases y análisis de los resultados docentes de los estudiantes.

En las clases de la asignatura Geometría descriptiva, desde el curso 2014-2015, se observó lo siguiente:

- El nexo entre las asignaturas Geometría Descriptiva y Dibujo I aún es insuficiente en contenido y en la apreciación de los estudiantes.
- Es pobre la utilización de las tecnologías de la información.

Se elaboró una prueba comprobatoria en Dibujo I destinada a los estudiantes, con el objetivo de diagnosticar los conocimientos y habilidades que tenían con respecto a la asignatura precedente (Geometría Descriptiva). En la prueba se evaluó mano alzada y representación de vistas y de cuerpos geométricos simples en el espacio, aplicando el método por coordenadas.

Los resultados obtenidos se observan en la Tabla 1. De 11 estudiantes seleccionados en una muestra intencional, 4 obtuvieron la calificación de bien en mano alzada, 7 en la representación de sólidos en proyección isométrica y 3 en la representación de vistas, donde se observaron las mayores dificultades.

Aspectos a evaluar	Regular	%	Bien	%
Mano alzada	7	63.6	4	36.3
Isométrico	4	36.3	7	63.6
Vistas	8	72.7	3	27.2

Tabla 1: Resultados de prueba comprobatoria en Geometría Descriptiva. Fuente: Elaboración propia

Se realizó la observación del proceso docente educativo de las clases de Dibujo I, teniendo en cuenta los requisitos de una clase, el desarrollo de las clases prácticas y el trabajo independiente de los estudiantes. Los resultados en esta fase de la investigación fueron:

- Se aprecia como una regularidad que los estudiantes no son capaces de desarrollar la habilidad interpretar.

- Los estudiantes demuestran poca independencia cognoscitiva para crear y resolver la problemática planteada.

En esta asignatura el sistema de evaluación consiste en trabajos prácticos y un trabajo final. Se llevó a cabo la revisión de los trabajos prácticos a los estudiantes de Mecánica de primer año, a partir de enero del 2014 y se constató un grupo de regularidades, tales como:

- Los estudiantes son capaces de realizar dibujos axonométrico de cuerpos limitados por planos paralelos a los planos de proyección, pero presentan dificultades cuando se incorporan los planos proyectantes y los planos oblicuos.
- Dibujan las vistas de modelos conformados por planos paralelos a los planos de proyección, pero presentan dificultades cuando se utilizan cuerpos con superficies curvas e inclinadas.
- Presentan problemas en la habilidad interpretar, en el completamiento de vistas y a partir de ello en la elaboración del axonométrico.

#### *La introducción del ABP en las clases de Dibujo I: Resultados preliminares*

En un subgrupo de primer año de ingeniería mecánica (17 estudiantes), se aplicó el aprendizaje basado en problemas (ABP) de manera experimental, siguiendo los pasos elegidos por los investigadores, contextualizados a la asignatura Dibujo I. El sistema de conocimientos contiene los elementos básicos del lenguaje gráfico

De la prueba se obtuvo que el 5,8% de los 17 estudiantes fueron evaluados de regular, 7 de bien para un 41,17% y 9 de excelente que constituyó el 52,94%. Más de un 90 % de los estudiantes fueron evaluados entre excelente y bien.

Los estudiantes en la evaluación lograron desarrollar la habilidad interpretar, realizando el isométrico a partir de las vistas de cuerpos con superficies inclinadas y curvas, lo que resultaba difícil con los métodos tradicionales.

A este subgrupo se le realizó seguimiento en la asignatura Dibujo II y mostraron mejores habilidades en la elaboración de ejercicios frecuentes de la profesión como son piezas de mecanismos en ensamble y despieces.

#### **Conclusiones**

El aprendizaje basado en problema es un método de enseñanza aprendizaje que propicia el desarrollo integral del profesional en formación, estimula la creatividad y el compromiso ante una situación problémica. El procedimiento desarrollado permite al estudiante desplegar en la actividad docente los modos de actuación profesional al abordar la solución de problemas técnicos reales.

La introducción del ABP en la asignatura Dibujo I mostró la efectividad de la aplicación del método, en las pruebas aplicadas, donde los estudiantes mostraron una mejora sustancial de la habilidad interpretar necesaria para la solución de problemas de la gráfica en ingeniería.

**Recibido: febrero 2018**

**Aprobado: junio 2018**

### **Bibliografía**

- Aalborg University. (2015). *Aalborg Centre for Problem Based Learning in Engineering Science and Sustainability under the auspices of UNESCO*. Recuperado el 9 de enero de 2018, de <http://www.ucpbl.net/>
- Barrett, T., Mac Labhrainn, I., & Fallon, H. (Edits.). (2005). *Handbook of Enquiry and Problem-based Learning: Irish Case Studies and International Perspectives*. Irlanda: CELT, NUI Galway. Recuperado el 8 de enero de 2018, de [https://www.researchgate.net/profile/Terry\\_Barrett/publication/265306418\\_Handbook\\_of\\_Enquiry\\_and\\_Problem-based\\_Learning\\_Irish\\_Case\\_Studies\\_and\\_International\\_Perspectives/links/570bbc9108ae8883a1ffd654/Handbook-of-Enquiry-and-Problem-based-Learning-Irish-C](https://www.researchgate.net/profile/Terry_Barrett/publication/265306418_Handbook_of_Enquiry_and_Problem-based_Learning_Irish_Case_Studies_and_International_Perspectives/links/570bbc9108ae8883a1ffd654/Handbook-of-Enquiry-and-Problem-based-Learning-Irish-C)
- Bate, E., Hommes, J., Duivivier, R., & Taylor, D. (2014). Problem-based learning (PBL): Getting the most out of your students. Their roles and responsibilities: AMEE Guide No. 84. *Medical Teacher*, 36(1), 1-12. Recuperado el 8 de enero de 2018, de <https://www.europepmc.org/abstract/med/24295273>
- Durkin, R. J. (2016). Experiential Learning in Engineering Technology: A Case Study on Problem Solving in Project-Based Learning at the Undergraduate Level. *Journal of Engineering Technology*, 33(1), 22-29. Recuperado el 16 de enero de 2017, de <http://www.search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=aci&AN=115379093&site=ehost-live>
- Fernández, L., & Fonseca, S. (2016). Aprendizaje basado en problemas: consideraciones para los graduados en medicina familiar y comunitaria en Ecuador. *Medisan*, 20(9), 4000-4013. Recuperado el 16 de enero de 2017, de [http://www.scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1029-30192016000900016](http://www.scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1029-30192016000900016)
- Guerra, A., & Kolmos, A. (2011). Comparing problem based learning models: Suggestions for their implementation. *3rd International Research Symposium on PBL*, (págs. 28-29). Coventry: Coventry University, UK. Recuperado el 16 de enero de 2018, de <http://www.vbn.aau.dk/en/publicat>
- Killgore, M. W. (2014). Visions of the Future of Engineering Education: Sharpening the Focus. Paper presented at the. *121st ASEE Annual Conference & Exposition*. Indianapolis. Recuperado el 16 de enero de 2017, de <http://www.search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=aph&AN=115956168&site=ehost-live>
- Martínez, N. L., & Melo, A. C. (2002). El aprendizaje basado en problemas. *Revista de la Facultad de Medicina de la UNAM*, 45(4), 185-195. Recuperado el 9 de enero de 2017, de <http://www.revistas.unam.mx/index.php/rfm/article/download/12675/11995>

- Mc Grath, D. (2002). Teaching on the Front Lines: Using the Internet and Problem-Based. Learning To *Enhance Classroom Teaching*, 16(2), 5-13. Recuperado el 9 de enero de 2017, de <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed//11845766>
- Morales, P., & Landa, V. (2004). Aprendizaje basado en problemas —problem based learning. *Theoría: Ciencia, Arte y Humanidades*(13), 145-157. Recuperado el 16 de enero de 2017, de <http://www.search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=zbh&AN=22887962&site=ehost-live>
- Nargundkar, S., Samaddar, S., & Mukhopadhyay, S. (2014). A Guided Problem-Based Learning (PBL) Approach: Impact on Critical Thinking. *Decision Sciences. Journal of Innovative Education*, 12(2), 91-108. Recuperado el 9 de enero de 2018, de <https://www.eric.ed.gov/?id=EJ1022875>
- Pawley, A. (2009). Universalized Narratives: Patterns in How Faculty Members Define “Engineering”. *Journal of Engineering Education*, 98(4), 309-319. Recuperado el 16 de enero de 2017, de <https://www.doi.org/10.1002/j.2168-9830.2009.tb01029.x>
- Quintero, N., Triana, M. E., & Loyola, A. (2007). Fundamentos teóricos y metodológicos para el diseño de las estrategia educativas para la creatividad en la ingeniería gráfica. Recuperado el 16 de enero de 2018, de <http://www.iacat.com/Revista/recreate/recreate07/Seccion2/fundamentos.html>
- Ray, G. (2014). Computer Aided Problem Based Learning in Engineering Dynamics. *Applied Mechanics & Materials*(704), 148-153. Recuperado el 9 de enero de 2018, de <https://www.doi.org/10.4028/www.scientific.net/AMM.704.148>
- Restrepo, B. (2005). Aprendizaje basado en problemas (ABP): una innovación didáctica para la enseñanza universitaria. *Educación y Educadores*(8), 9-19. Recuperado el 16 de enero de 2018, de <https://www.dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/2040741.pdf>
- Ungaretti, T., Thompson, K. R., Miller, A., & Peterson, T. O. (2015). Problem-Based Learning: Lessons From Medical Education and Challenges for Management Education. *Academy of Management Learning & Education*, 14(2), 173–186. Recuperado el 16 de enero de 2018, de <https://www.journals.aom.org/doi/10.5465/amle.2013.0245>
- Veleros, M. C., García, M., & Ortega, C. F. (2014). La formación tutorial en entornos virtuales mediante casos y problemas. Una experiencia innovadora latinoamericana. *9vo Congreso Internacional de Educación Superior, Universidad 2014, Taller Internacional Universidad, Ciencia y Tecnología*. La Habana. Recuperado el 9 de enero de 2017, de [http://www.researchgate.net/publication/268746377\\_LA\\_FORMACION\\_TUTORIAL\\_EN\\_ENTORNOS\\_VIRTUALES\\_MEDIANTE\\_CASOS\\_Y\\_PROBLEMAS\\_UNA\\_EXPERIENCIA\\_INNOVADORA\\_LATINOAMERICANA](http://www.researchgate.net/publication/268746377_LA_FORMACION_TUTORIAL_EN_ENTORNOS_VIRTUALES_MEDIANTE_CASOS_Y_PROBLEMAS_UNA_EXPERIENCIA_INNOVADORA_LATINOAMERICANA)
- Villalobos, V., Avila, J. E., & Olivares O, S. L. (2016). Aprendizaje basado en problemas en Química y el pensamiento crítico en secundaria. *Revista Mexicana de Investigación Educativa*, 21(69), 557-581. Recuperado el 16 de enero de 2017, de [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1405-66662016000200557](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1405-66662016000200557)