



ISSN : 2350-0743

www.ijramr.com



International Journal of Recent Advances in Multidisciplinary Research

Vol. 10, Issue 10, pp.9093-9097, October, 2023

RESEARCH ARTICLE

DE LA TRADICIÓN A LA DISRUPCIÓN: UN MODELO DE CIENCIA, TECNOLOGÍA, INGENIERÍA Y MATEMÁTICAS PARA LA ENSEÑANZA DE LA TERMODINÁMICA

M.C. Jaime A. Romero-Sierra¹, Dr. Javier Flores Méndez², M.C. José Andrés Yáñez Ramos³, M.C. René Pérez Pérez⁴, Ing. Fernando Medina Pérez⁵, Antonio Zaid Jaramillo Tepal⁶ and Luis Ángel Hernández Hernández⁷

Tecnológico Nacional de México Campus Instituto Tecnológico de Puebla. ^{1,2,3,4} Adscritos al departamento de Metal Mecánica, ⁵ Departamento de Ciencias Económico Administrativo, ^{6,7} Alumnos de Ingeniería Mecánica y Eléctrica. Avenida Tecnológico 420 colonia Maravillas C.P 72220 Puebla Pue

ARTICLE INFO

Article History:

Received 25th July, 2023

Received in revised form

28th August, 2023

Accepted 29th September, 2023

Published online 30th October, 2023

Key Words:

STEM, Flipped Classroom, ABR, Virtual, Laboratorio.

ABSTRACT

En los tiempos actuales, la educación científica, se ha convertido en uno de los pilares fundamentales en la formación de los individuos y la sociedad. En el contexto señalado, surge un enfoque que innova el proceso educativo, el cual, pretende combinar lo tradicional con lo disruptivo, este modelo es el STEM (Ciencia, Tecnología, Ingeniería y Matemáticas). La presente investigación pretende responder al cuestionamiento ¿Cómo asegurar la formación de los alumnos de termodinámica, mediante un experimento a través del uso de las TIC? El objetivo que se persigue es contextualizar el aprendizaje para los alumnos de Ingeniería Mecánica del Instituto Tecnológico de Puebla con la aplicación de la metodología STEM en una práctica virtual utilizando aprendizaje a través de retos. La metodología se dividió en 3 Ejes: la implementación de un enfoque de aula inversa, el alumno se preparó antes de la clase con los fundamentos teóricos necesarios en calorimetría, en clase el profesor desarrollo la práctica guiada de laboratorio, estableciendo los parámetros críticos para encontrar el calor específico de sustancias desconocidas, y finalmente se utilizó un reto de aprendizaje, para contextualizar y modelar matemáticamente lo visualizado en la práctica. Como resultados se tiene que debido a los altos costos que representaría hacer este tipo de prácticas en un laboratorio, por el material ocupado, instrumentos de medición y capacidad de reproducibilidad, se presenta una ventaja en el desarrollo práctico del aprendizaje en los alumnos. En conclusión, de este estudio se encontró que los alumnos tienen un aprendizaje más profundo, desarrollando además de conocimientos, la mejora de habilidades blandas como lo es: pensamiento crítico, liderazgo, trabajo colaborativo y contextualización.

INTRODUCTION

En los tiempos actuales la educación científica, se ha convertido en uno de los pilares fundamentales en la formación de los individuos y la sociedad. Sin embargo, en esta sociedad del conocimiento que está en constante evolución, la forma en que se da la enseñanza y aprendizaje de la ciencia, debe también seguir este proceso evolutivo, para preparar a las nuevas generaciones a un ambiente de información cambiante. En este contexto, surge un enfoque que innova este proceso educativo, el cual, pretende combinar lo tradicional con lo disruptivo, este modelo es el STEM (Ciencia, Tecnología, Ingeniería y Matemáticas). Abordando la metodología STEM, podemos decir que se caracteriza por relacionar la ciencia, tecnología, las matemáticas y la ingeniería, considerándose como uno de los métodos de enseñanza integral, aplicando el desarrollo de habilidades y competencias a partir de las capacidades individuales de cada alumno (1).

Una de las ventajas es que el uso de STEM en el aula puede aumentar el interés de los estudiantes en temas STEM (ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas) y fomentar la colaboración y el aprendizaje autónomo (2). Explorando los cambios que conlleva esta transición, nos encontramos que no solo nos enfocamos en el conocimiento, si no que, además de integrar diferentes disciplinas, los estudiantes, desarrollan habilidades blandas como lo son: Creatividad, Resolución de problemas y la Innovación. Los principios fundamentales que se aborda en el siguiente estudio son:

Integración de disciplinas: Relacionando las ciencias, tecnología, ingeniería, arte y matemáticas. Se busca promover un enfoque holístico del conocimiento, donde los estudiantes puedan ver las conexiones entre las diferentes disciplinas (3).

Aprendizaje basado en proyectos: Cuando los estudiantes están involucrados en proyectos auténticos y significativos, los

profesores fomentan la curiosidad y motivación intrínseca, desarrollando habilidades de resolución de problemas y pensamiento crítico (4).

Enfoque en la resolución de problemas: Como eje central en la metodología STEM. Los estudiantes son desafiados a abordar problemas complejos y a aplicar su conocimiento y habilidades para encontrar soluciones creativas e innovadoras (5).

Colaboración y trabajo en equipo: Los proyectos STEM suelen requerir la colaboración entre estudiantes, buscando que, con sus habilidades y conocimientos diferentes, se integren en equipos de trabajo, desarrollando habilidades de comunicación, liderazgo y trabajo en equipo (6). Se pretende que, bajo este enfoque, los alumnos de las carreras de ingeniería en el TECNM campus Puebla, adopten este modelo de aprendizaje, implicando todos los beneficios que conlleva a los estudiantes, en su vida laboral futura. Asu vez, se busca inspirar a compañeros estudiantes, docentes y participantes del modelo educativo, desenvolver ambientes de aprendizaje en las aulas que logren preparar, para los desafíos venideros en el siglo XXI para el contexto que se enfrentaran nuestros estudiantes. Motivando a través de la integración de uso de software, prácticas virtuales, generación de modelos matemáticos, y la integración de aula inversa, el alumno tenga un proceso activo de aprendizaje, y se integre a las nuevas problemáticas y realidades, en un ambiente laboral.

MATERIALES Y MÉTODOS

Aula inversa: Conocido como FlippedClassrom, es un enfoque pedagógico que cambia la dinámica de enseñanza en el aula. Cambiando los paradigmas de un modelo tradicional en donde el profesor da una cátedra en frente al pizarrón, asignando un rol pasivo a los estudiantes en sólo copiar las lecciones que se dan durante su tiempo en el aula, y a manera de tareas los estudiantes se les da la asignación, de resolver de manera autónoma cuestiones similares a las vistas en clase. Se invierte totalmente este concepto, a generar una dinámica en la que los estudiantes, se preparan a través de materiales didácticos elaborados por el profesor, con los temas que normalmente se verían en clase, dando pie, a que se aproveche el tiempo en el aula, al desarrollo de prácticas interactivas, desarrollo más profundo de problemáticas, y la integración de conocimiento, bajo la guía y supervisión del profesor (7). En este modelo, los materiales didácticos desarrollados por el profesor, pueden ser: videos explicativos, lecturas, artículos o ejercicios resueltos, propician al estudiante, a desarrollar una forma de aprender asincrónica y autónoma; propiciando, que los alumnos adquieran los conocimientos básicos, procesando la información a su propio ritmo, en cualquier momento y lugar que lo deseen. Bajo este enfoque, el profesor desarrolla una interactividad con los estudiantes, dando tiempo a: responder de manera más profunda una pregunta, generar preguntas detonadoras que fomenten el pensamiento crítico, a su vez, permite la integración de las diferentes habilidades de los estudiantes, permitiendo la interacción en equipos de trabajo, para la resolución de problemas, aprendiendo en conjunto por una colaboración entre pares. Este enfoque desarrollado en los últimos tiempos, ha presentado beneficios en la educación, como lo es: un mayor nivel de participación y compromiso de los estudiantes, la capacidad de personalizar el aprendizaje, según las necesidades y habilidades demostradas por los

estudiantes, una mejor comprensión de los estudiantes en conceptos clave, a través de la práctica (8).

Aprendizaje Basado en Retos: El Aprendizaje Basado en Retos (ABR) es un enfoque pedagógico diferente, el cual, busca involucrar y motivar a los estudiantes mediante la presentación de desafíos innovadores que les den un significado a sus conocimientos. Este enfoque, sustituye la educación tradicional que busca centrarse en la transmisión de información y la memorización de conceptos, poniendo énfasis en la resolución de problemas y el desarrollo de habilidades prácticas a través de la colaboración y la investigación de los estudiantes, integrando habilidades, conocimientos e interacción activa entre los estudiantes, para desarrollar soluciones innovadoras que fomenten el pensamiento crítico y el desarrollo de un conocimiento integrador entre pares (9). El ABR se basa en la premisa de que los estudiantes aprenden mejor, cuando se enfrentan a situaciones contextualizadas de la vida real, que busquen hacer acopio de su curiosidad, autonomía y creatividad, utilizando habilidades blandas como lo son: la colaboración, comunicación, liderazgo y toma de decisiones. Estos retos son interdisciplinarios, que buscan no solo aplicar los conocimientos de una asignatura, si no que, para resolverlos se necesitan la integración de conocimientos y habilidades de diferentes áreas (10)

Integración de las tecnologías de la educación en prácticas de laboratorio. Como parte de un proceso de aprendizaje virtual, se puede tomar la incorporación de diferentes recursos educativos, como lo son laboratorios simulados, los cuales acercan a los alumnos a una práctica normal, pero con la ventaja de poder hacer las repeticiones necesarias, que le permitan al alumno a través de un proceso de prueba y error, asimilar las consecuencias de las variaciones en un proyecto, sin desperdiciar recursos físicos reales, permitiendo mejorar su proceso de aprendizaje y la adquisición de habilidades prácticas en los estudiantes en procesos físicos(11). Al integrar las tecnologías de la comunicación, en específico como son las computadoras, tabletas y celulares, a la educación de los alumnos, permite acercar su realidad, en la que un dispositivo ocupado para la recreación, se convierte en una herramienta de aprendizaje, que le permite una mayor interactividad e inmersión en el desarrollo de prácticas de laboratorio, bajo un entorno virtual controlado. La ventaja de las tecnologías de la información, es que facilitan la visualización de fenómenos abstractos; que pueden presentar una dificultad su reproducción de manera física, o la repetición de manera precisa, con instrumentos de medición de alto costo o de compleja utilización y calibración (12). Para la utilización de este recurso, se presentan grandes desafíos, como el tema de la infraestructura para el desarrollo del material, ya que aunque el acceso al estudiante es de relativa facilidad, el desarrollo del recurso debe contar con: infraestructura adecuada, formación y capacitación al docente, planificación y selección adecuada de materiales, y la integración adecuada de conocimientos, para lograr el objetivo de aprendizaje planteado en la práctica desarrollada en el laboratorio virtual(13).

METODOLOGÍA

Se elaborará una práctica para la materia de termodinámica, en el tema en específico de calorimetría, desarrollando los siguientes pasos a través de la metodología STEM:

SCIENCE: Antes de la clase el profesor, dejará una serie de videos y material de lectura, el cual le permitirá al alumno generar un background de lo que se trabajará en clases. Este se desarrollará por un proceso de aula inversa, en el cual el profesor previamente, realizó una búsqueda de material, la grabación y edición del video, abarcando los conceptos clave y el desarrollo del tema (ilustración 1). En la clase se abordará la resolución de problemas, aplicando la teoría y resolviendo las posibles dudas que los alumnos generen a partir de la visualización de los videos.

Calor sensible

Es la energía en tránsito que se genera con un cambio de temperatura, sin cambiar de estado

$$Q = m C_p \Delta T = m C_p (T_2 - T_1)$$

$Q = \text{Calor}$
 $C_p = \text{Calor específico}$
 $m = \text{masa}$
 $T_2 = \text{Temperatura final}$
 $T_1 = \text{Temperatura inicial}$

Sustancia	$c_p \left(\frac{J}{g \cdot ^\circ C} \right)$	$c_p \left(\frac{cal}{g \cdot ^\circ C} \right)$	$c_p \left(\frac{J}{kg \cdot ^\circ K} \right)$
Agua	4.180	1	4180
Hielo	2.215	0.53	2 215
Etanol	2.508	0.6	2 508
Cobre	0.389	0.093	389
Plata	0.233	0.056	233
Aluminio	0.944	0.226	944
Hierro	0.456	0.109	456
Platino	0.134	0.032	134
Oro	0.130	0.031	130

Ilustración 1 Video conceptos básicos de calorimetría

TECHNOLOGY: En una clase especializada, después de tener los conceptos clave, vistos en la metodología FlippedClassroom, se llevará acabo la práctica de laboratorio virtual, buscando potencia la experimentación y la comprensión de los fenómenos físicos relacionados con la calorimetría de una sustancia. En este enfoque se busca materializar a través de la plataforma Educaplus, la experiencia de una práctica de laboratorio, permitiendo que los estudiantes experimentar con fenómenos físicos en un entorno virtual, bajo la ayuda y orientación de su profesor. Un aspecto relevante que se busca con esta metodología es que los estudiantes no se concentren en solo aprender conceptos abstractos, sino que comprendan a través de una práctica, de manera tangible, cómo estos conceptos se aplican en la vida real. Este laboratorio virtual brinda la oportunidad de observar cómo se modela un hecho físico, comparando sus cálculos matemáticos con la ocurrencia del fenómeno real, resultando en una mayor comprensión significativa de los principios científicos. La página de laboratorio virtual Educaplus, enfocada a la experimentación, ofrece un ambiente interactivo y personalizable, que permite a los profesores diseñar experiencias de laboratorio que se adapten a las necesidades de sus alumnos. La ventaja de este tipo de laboratorios es que los estudiantes pueden manipular variables, realizar mediciones y observar cómo cambian los resultados a medida que ajustan parámetros (ilustración 2). Una consecuencia positiva es que se fomenta la curiosidad, el pensamiento crítico y la resolución de problemas, habilidades blandas necesarias para la adquisición de conocimiento, en esta nueva era de la información.

ENGINEERING: Una manera de hacer más interactiva la participación de los alumnos, es cambiar el enfoque, en vez de presentar solamente la información teórica a los alumnos en el pizarrón, el docente le propone que realice la solución de un desafío, diseñado específicamente para la aplicación de los conocimientos previamente adquiridos en el aula inversa y en la práctica de laboratorio, enfocándose no solo en un aprendizaje práctico y relevante, si no que se busca desarrollar habilidades blandas como: resolución de problemas, creatividad y la innovación en las soluciones expresadas.

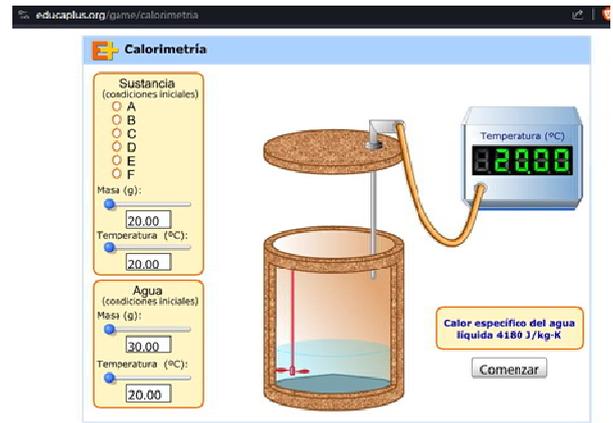


Ilustración 2. Laboratorio virtual de calorimetría



Ilustración 2. Experimentación de sustancias desconocidas

En este contexto, la práctica propuesta para los alumnos, es el desafío de determinar el calor específico (CP), de una sustancia desconocida, a través de toma de temperaturas y determinando el calor que absorbe el agua (ilustración 3). Este reto no solo consiste en que los alumnos sustituyan formulas, si no que desafía a los alumnos a realizar métodos experimentales para encontrar la variable requerida. En este sentido, este desafío busca reflejar la realidad que afrontan nuestros estudiantes, en los cuales muchas veces se encuentran con maquinarias, en las cuales, no se tienen manuales y especificaciones de funcionamiento, generando que, en el fallo de una pieza, los alumnos encuentren la forma de sustitución a materiales recientes similares, pero optimizando costos. Bajo este enfoque, se busca no sólo impulsar la comprensión de conceptos clave de ingeniería, sino que, se fortalecerá la mentalidad de que la ingeniería, es un proceso cambiante y no rígido, que se traduce de forma iterativa y creativa, logrando que, los alumnos asimilen que en su vida profesional a menudo enfrentaran a problemas para los cuales no existen soluciones predeterminadas, motivando a que los futuros ingenieros, desarrollen la capacidad de abordar problemas desconocidos utilizando todos los recursos disponibles de manera efectiva.

MATH: El alumno elaborará un reporte de todo lo realizado, integrando las simulaciones realizadas, así como el desarrollo matemático, tratando de contextualizar a una situación real, que tipo de material se comporta con las características mostradas (ilustración 4).

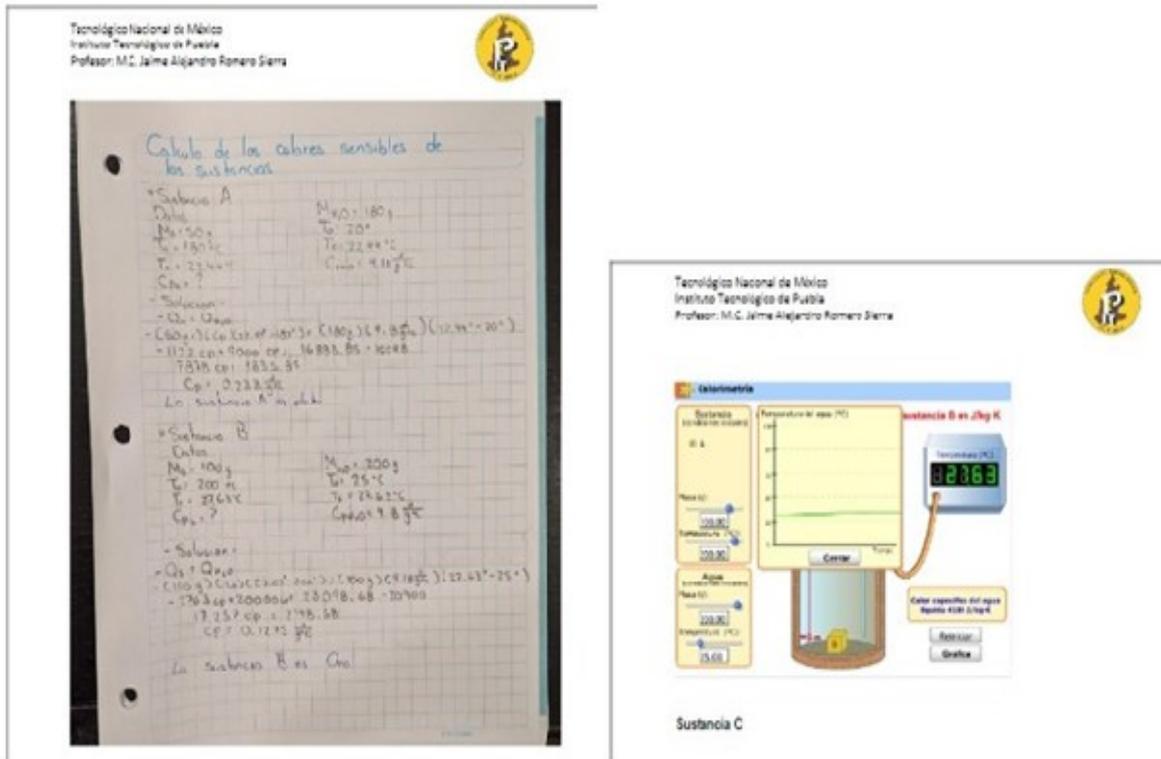


Ilustración 4. Reporte de práctica de laboratorio

RESULTADOS

Debido a los altos costos que representaría hacer este tipo de prácticas en un laboratorio, por el material ocupado, instrumentos de medición y capacidad de reproducibilidad, se presenta una ventaja en el desarrollo práctico del aprendizaje en los alumnos, ya que, por un error en el desarrollo, mala calibración de un instrumento, incluso condiciones ambientales del aula, puede afectar el desarrollo y validación del experimento. Aun lado a esto la implementación de aprendizaje a través de retos, permite a los alumnos implementar conocimientos adquiridos en materias previas, y aplicación del desarrollo de un pensamiento crítico. Al implementar en el alumno el enfoque STEM, se le da una ventaja considerable a la enseñanza tradicional, ya que, con todas las herramientas disponibles, resaltando las digitales, se hace un proceso de aprendizaje interactivo y real, para el desarrollo de conocimientos y habilidades más complejas en un futuro.

CONCLUSIÓN

La implementación de la metodología STEM, auxiliada de enfoques pedagógicos como el aula inversa, aprendizaje a través de retos y el uso de tics por laboratorios virtuales, da un parteaguas en los modelos educativos emergentes. Esta combinación de estrategias, permite a los alumnos ser partícipe activo en su educación, consolidando la experiencia de aprendizaje, preparándolos de una manera más efectivas para los retos en su vida laboral. El aula invertida, como punto inicial, sustituye la transmisión de información que se daba de manera tradicional en las aulas hacia el entorno del hogar o el ambiente de aprendizaje personal de los estudiantes. Esto permite al alumno adquirir conocimientos fundamentales de manera autónoma a través de recursos como videos, lecturas y recursos en línea, dando pie a que aprenda a su propio ritmo, y en el aula, el profesor tiene tiempo para la exploración, la colaboración y la aplicación activa de esos conocimientos.

Esto no fomenta a memorizar como en un modelo tradicional, sino que nutre la autonomía del estudiante, promoviendo su capacidad para aprender de manera independiente. El enfoque de aprendizaje a través de retos, por su parte, involucra a los estudiantes en una variedad de desafíos y problemas del mundo real, requiriendo que hagan uso de las habilidades STEM. Estos desafíos, no solo presentan situaciones innovadoras y reales, sino que también estimulan el pensamiento crítico y la resolución de problemas, dos habilidades esenciales en el contexto del siglo XXI. Los estudiantes en su vida laboral se enfrentan a problemas complejos que requieren creatividad y colaboración, buscando que den un mejor papel ante las demandas del mundo laboral actual y futuro. El uso de laboratorios virtuales complementa este enfoque al proporcionar un entorno seguro y accesible para realizar experimentos y simulaciones. Los laboratorios virtuales brindan a los estudiantes la oportunidad de experimentar sin limitaciones de tiempo o espacio, lo que permite una exploración más profunda y amplia de los conceptos STEM. Esto es particularmente valioso en entornos educativos donde los recursos físicos son limitados o costosos, ya que amplía las posibilidades de experimentación, lo que conduce a una mejor comprensión y una mayor motivación. Juntos, estos métodos de enseñanza, promueven el desarrollo de competencias STEM clave, como: la colaboración, la comunicación efectiva, la resolución de problemas, la creatividad y la adaptabilidad a los rápidos desarrollos tecnológicos. Preparan a los estudiantes para los desafíos del siglo XXI y fomentan el interés en las carreras STEM. Además, estas estrategias educativas, están en línea, con la creciente demanda de profesionales bien capacitados en campos relacionados con la ciencia, la tecnología, la ingeniería y las matemáticas.

GLOSARIO DE ABREVIATURAS

- ABR:** Aprendizaje Basado en Retos
- CP:** Capacidad calorífica a presión constante

TICS: Tecnologías de la información

TECNM Tecnológico Nacional de México

STEM: Acrónimo de Science, Technology, Engineering and Math

REFERENCIAS

- Asinc Benites, E., & Alvarado Barzallo, S. 2019. *STEAM como enfoque interdisciplinario e inclusivo para desarrollar las potencialidades y competencias actuales*. Identidad Bolivariana, 1-12. <https://doi.org/10.37611/IB0ol01-12>
- Hashey, A. 2016. "The potential of digital games for education," Northwest Journal of Teacher Education 11(2), pp. 83-96.
- Honey, M., Pearson, G., & Schweingruber, H. 2014. *STEM integration in K-12 education: Status, prospects, and an agenda for research*. National Academies Press.
- Thomas, J. W. 2000. *A review of research on project-based learning*. Autodesk Foundation.
- Kolodner, J. L. 2002. Facilitating the learning of design practices: Lessons learned from an inquiry into science education. *Journal of Industrial Teacher Education*, 39(3), 7-40
- Jakopovic, J., & Addams-Moring, R. 2013. Curriculum integration models piloting STEM teachers' career-long professional development. *European Journal of Engineering Education*, 38(5), 528-542.
- Strayer, J. F. 2012. How learning in an inverted classroom influences cooperation, innovation and task orientation. *Learning environments research*, 15(2), 171-193.
- Lage, M. J., Platt, G. J., & Treglia, M. 2000. Inverting the classroom: A gateway to creating an inclusive learning environment. *The Journal of Economic Education*, 31(1), 30-43.
- Hung, W. 2015. Problem-based learning: A learning environment for enhancing learning transfer. *New horizons in education*, 63(2), 151-161
- Helle, L., Tynjälä, P., & Olkinuora, E. 2006. Project-based learning in post-secondary education—Theory, practice and rubber sling shots. *Higher education*, 51(2), 287-314.
- Álvarez Álvarez, A., & Cabrera Ramos, J. F. 2017. Integración de las TIC desde la producción de laboratorios virtuales. *Revista Referencia Pedagógica*, 5 (1), 109 – 120p.
- De Pablos, J. y Jiménez, R. 2007. Modelos de “buenas prácticas” con Tic apoyados en las Políticas Educativas. *Comunicación y Pedagogía*, n° 222, 36-41.
- Teo, T., Chai, C., Hung, D., & Lee, C. 2008. Beliefs about teaching and uses of technology among pre-service teachers. *Asia-Pacific Journal of Teacher Education*, 36(2), 163–174.
