

# Lógica y Robótica

Martha L. Velázquez Díaz.

Profesora auxiliar del área de Tecnologías de Información

Bachillerato Bilingüe, Tecnológico de Monterrey.

Tuxtla Gutiérrez, Chiapas. México

martha.velazquez@itesm.mx

## Resumen

El desarrollo de las habilidades para la resolución de problemas, aplicando el razonamiento lógico y haciendo uso de recursos computacionales, es el objetivo de enseñanza de la materia de Desarrollo de Aplicaciones Multimedia de la Preparatoria Bilingüe del Tecnológico de Monterrey. Esta asignatura contribuye a la formación de las competencias de egreso que el Instituto ha definido para los alumnos, tales como el uso eficiente y ético de las tecnologías de información, la resolución de problemas y la innovación, entre otras. Los objetivos de enseñanza de esta materia, responden a la necesidad de formar a individuos capacitados en el aprovechamiento del poder de la computación para la resolución de problemas reales y de esta manera, seguir contribuyendo en el campo de los grandes retos de la humanidad (Barr y Stephenson, 2011). Para generar un aprendizaje significativo que responda a los objetivos anteriormente expuestos, se desarrolló el Proyecto denominado Lógica y Robótica, financiado y respaldado por el Fondo para la Iniciativa en Innovación Educativa Aplicando Tecnología (NOVUS), en su edición 2013. El presente artículo explica el diseño instruccional, la aplicación de métodos didácticos y los resultados generales de la implementación de esta iniciativa, en términos del “engagement” y del aprovechamiento generado en los estudiantes.

**Palabras Clave:** Engagement, constructivismo, aprendizaje significativo, pensamiento computacional, aprendizaje activo, aprendizaje basado en proyectos, aprendizaje colaborativo, pensamiento algorítmico.

## 1 Introducción

Barr y Stephenson (2011) señalan que la computación ha hecho posible dar grandes pasos a la resolución de importantes problemas de la humanidad, algunos de ellos son la prevención o la cura de enfermedades, la seguridad alimentaria y la reducción del hambre en el mundo, la comprensión y el análisis de nuestro propio sistema biológico, así como el acercamiento y fortalecimiento de las relaciones alrededor del mundo. Estos autores afirman que con estos avances se acrecienta la necesidad de formar a individuos capacitados para el aprovechamiento del poder de la computación en la resolución de problemas y de esta manera, seguir contribuyendo en el campo de los grandes retos de la humanidad.

En la economía del conocimiento global, la computación es una herramienta fundamental dado que es un fuerte impulsor de la innovación. En los futuros negocios y empleos, las capacidades y habilidades de los profesionales para la solución creativa de problemas, así como para la continua creación y desarrollo de herramientas o sistemas basados en computadoras, son fundamentales para sostener el liderazgo en la industria y para la generación de mejores y novedosos servicios en un mundo marcado por los cambios constantes y acelerados.

Actualmente, en nuestras aulas estamos recibiendo generaciones de jóvenes denominados “millennials”, quienes viven el día a día, fuertemente influenciados por la computación a través de diversos desarrollos tecnológicos tales como los dispositivos móviles, apps y herramientas de comunicación digitales. A su vez, la mayoría de los empleos en la actualidad, utilizan desarrollos tecnológicos para eficientar el flujo de sus procesos. Siendo en ambos casos, la computación, el impulso para el desarrollo de más y mejores soluciones. Ante la importancia que la computación tiene en el desarrollo de la economía, su rol fundamental en la resolución de los retos del mundo actual y de la humanidad, los diversos modelos educativos en las diferentes etapas de formación, deben impulsar la enseñanza de las herramientas y de los métodos computacionales a lo largo de las diversas disciplinas (Barr y Stephenson 2011).

## **2 Revisión de Literatura**

### **2.1 La importancia de la Educación en el pensamiento computacional**

El punto de inicio para la enseñanza de la computación, es el desarrollo del pensamiento computacional. Phillips (2007) define a este importante concepto como la integración del poder del pensamiento del ser humano con las capacidades de las computadoras, para que mediante datos e ideas, haciendo uso y combinando estas capacidades, se puedan resolver problemas.

Barr y Stephenson (2011) afirman que los alumnos participantes en clases de pensamiento computacional, comprenden que los problemas pueden ser resueltos de diversas formas y son alumnos con tolerancia a la ambigüedad y con flexibilidad, así también con una visión de producir soluciones funcionales.

Otras de las contribuciones de la enseñanza en esta importante área según Barr y Stephenson (2011), son la seguridad en el manejo de la complejidad, la persistencia en el trabajo con problemas difíciles, la habilidad de lidiar con problemas abiertos y definidos, la capacidad para dejar de lado las diferencias al trabajar con otros para obtener una meta o solución en común, entre otros.

En Estados Unidos, la Sociedad Internacional para la Educación en Tecnología (ISTE por sus cifras en inglés) y la Asociación de Profesores en Ciencias Computacionales (CSTA por sus cifras en inglés, desarrollaron una definición operacional del pensamiento computacional, la cual establece que el Pensamiento Computacional es un proceso para la resolución de problemas, el cual incluye pero no limita las siguientes características:

- Formulación de problemas haciendo uso de computadoras y de otras herramientas que nos ayudan a resolverlos.
- Organización lógica y análisis de datos.
- Representación de soluciones a través de abstracciones tales como modelos y simulaciones.
- Automatización de soluciones mediante el pensamiento algorítmico (serie de pasos ordenados).
- Identificación, análisis, e implementación de soluciones posibles con el objetivo de lograr la más eficiente y efectiva combinación de pasos y recursos.
- Generalización y transferencia del proceso de resolución de un problema a una amplia variedad de problemas.

## 2.2 Aprendizaje activo y colaborativo

Los docentes ante estas generaciones de alumnos “Millennials”, continuamente nos enfrentamos a individuos sin interés, con escasa motivación y con una pobre actitud de participación activa, ocasionando según Fondón y Albizu (2005), la disminución del rendimiento académico y como consecuencia, la pobre generación de conocimiento. Múltiples estudios e investigaciones se han enfocado a analizar diferentes métodos de enseñanza que promueven el aprendizaje significativo de los estudiantes.

El aprendizaje activo se define como cualquier método de instrucción que genere interés, involucramiento y compromiso (engagement) por parte del alumno en el proceso de aprendizaje. Por ejemplo, en el salón de clases, el diseño de buenas actividades contribuye al entendimiento profundo de los conceptos a transmitir. Por lo anterior, los elementos principales del aprendizaje activo son la actividad del estudiante y su compromiso (engagement) en el proceso de enseñanza – aprendizaje (Prince 2004).

Laurillard (1987) citado por Yuen, Boecking et al. (2014), afirma que el comportamiento durante el desarrollo de las tareas o actividades de aprendizaje es un indicador del “engagement” generado en los alumnos. Afirma también que cuando los alumnos tienen la libertad de escoger la tarea o el rol a ejecutar durante la actividad, demuestran mayor involucramiento en el desarrollo de la dinámica, mostrando así su interés en el objetivo de aprendizaje.

Los especialistas en el estudio del comportamiento humano, han desarrollado investigaciones para identificar aquellas intervenciones que promueven el involucramiento activo de las personas y su compromiso con aquello que deben realizar o aprender. Una de las intervenciones de mayor auge en la actualidad, es el llamado “gamification”, el cual aplica elementos de juegos en contextos <<fuera de juegos>> para influenciar los comportamientos de los individuos y de esta manera, colaborar voluntariamente y de manera entusiasta en la realización de actividades que por lo general no desean realizar (Huang and Soman 2013).

Detonar los comportamientos antes mencionados, representa un gran reto para los docentes de las generaciones actuales, ya que los jóvenes ante los retos intelectuales mantienen una postura pasiva y en ocasiones apática.

Promover y enseñar las habilidades para la resolución de problemas, haciendo uso de la lógica computacional, implica el uso de diferentes métodos que provoquen en los estudiantes el interés y el compromiso por realizar el esfuerzo de pensar ordenadamente y de ser conscientes de sus propios procesos cognitivos, para llegar al planteamiento de soluciones viables a los problemas planteados.

Huber (2008) en su investigación sobre el aprendizaje activo y metodologías educativas, hace referencia a la constante reflexión de Jean Piaget quien se preguntaba ¿cómo están relacionados el individuo y su entorno?, siendo esta interrogante el punto de partida de la Teoría del Constructivismo, la cual estipula que en la interacción entre individuo y entorno se genera el conocimiento.

Bajo esta perspectiva y retomando la teoría constructivista, Huber (2008) reafirma que para relacionar el aprendizaje teórico con situaciones prácticas de la vida real, fuera del salón de clases, uno de los métodos más efectivos es el método de proyectos.

A través de los proyectos, los estudiantes pueden tomar acuerdos interactuando de diversas maneras, tienen la oportunidad de realizar la actividad bajo la línea de algún interés o idea

en particular, utilizan sus habilidades para negociar, informarse mutuamente sobre avances, metas y resultados, y organizar el tiempo para cumplir con lo solicitado (Huber 2008). Fondón y Albizu (2005) afirman que “la capacidad de coordinación, colaboración y planificación de tareas, así como las habilidades orales para exponer y explicar el trabajo realizado”, son aspectos importantes para el desarrollo profesional de los estudiantes, los cuales se promueven a través de los proyectos.

Es importante señalar que los proyectos colaborativos son una realidad en los empleos y en nuestra vida cotidiana. Por ejemplo, la atención de diversas enfermedades en hospitales, son problemas complejos e involucran a diferentes disciplinas y especialidades, los problemas reales en las ingenierías, involucran también diferentes equipos de trabajo con experiencia en diferentes ámbitos. Esta diversidad permite complementar el trabajo colaborativo, teniendo como resultado una amplia visión y un profundo entendimiento del problema a resolver. Los involucrados en el proyecto colaborativo son conscientes de sus fortalezas, pero también de sus debilidades para que estas puedan ser complementadas por otros integrantes del equipo y a su vez, capitalizar entre todos la experiencia y el conocimiento para obtener una solución más enriquecida de la que una sola persona hubiese podido ofrecer (Yuen, Boecking et al. 2014).

Lo anterior se fundamenta bajo la perspectiva de la interdependencia social, la cual define como cooperación a aquella interdependencia positiva, resultado de la interacción como individuos quienes promueven y facilitan el aprendizaje mutuo; y por otro lado, esta perspectiva define como competencia a la interdependencia negativa cuando no existe interacción y el individuo trabaja independientemente sin ningún intercambio con los otros (Smith, Sheppard et al. 2005).

Los grupos participantes en esta iniciativa educativa denominada Lógica y Robótica, fueron involucrados activamente en diversos proyectos bajo una perspectiva de cooperación y colaboración. Algunos de estos proyectos fueron diseñados aplicando elementos de “gamification”, para facilitar la comprensión de los conceptos y estructuras de programación básicos. Otros proyectos tuvieron como objetivo la resolución de problemas reales, los cuales integraron la aplicación de estructuras de programación complejas. En todos los proyectos se utilizaron herramientas de programación intuitivas en donde la prueba y el error formaron parte del proceso de aprendizaje.

### **3 Implementación de la iniciativa**

#### **3.1 Diseño del contenido y uso de recursos públicos**

Para el desarrollo de los temas incluidos en el currículo de la materia, se desarrollaron los contenidos en la plataforma Blackboard, utilizando elementos visuales y dinámicos para reforzar los conceptos teóricos; la herramienta weekly journal incluida en la versión actual de esta plataforma, permitió generar el espacio para que cada alumno, en cada semana, integrara un portafolio de evidencias, mediante la elaboración de reflexiones e informes de lo aprendido o del conocimiento generado. Otro de los elementos desarrollados en cada uno de los temas, fue la resolución de ejercicios sobre algoritmos, diagramas de flujo y programación; se diseñaron exámenes rápidos que permitieron la valoración de la comprensión del contenido, exámenes parciales teóricos y prácticos y finalmente se diseñaron retos de alto nivel para la solución de problemas reales. En general, las herramientas de Blackboard facilitaron la automatización de las diferentes actividades, así como la retroalimentación oportuna.

La comprensión de los conceptos y estructuras básicas de programación, fueron abordadas a través de la exposición del docente, lecturas de contenido de manera individual, ejercicios de comprensión utilizando herramientas interactivas del pizarrón electrónico, reflexiones individuales y exámenes rápidos.

Para reforzar estos conceptos, se utilizaron recursos públicos y abiertos tales como Raptor para el diseño de diagramas de flujo, “La Hora del Código” iniciativa lanzada en Estados Unidos por la organización CODE.ORG para la comprensión de estructuras de programación básicas y “Fix the Factory” como introducción a la programación de Robots LEGO EV3.

Estos recursos, tiene el objetivo de promover el pensamiento computacional y el pensamiento creativo, bajo un entorno de juegos populares para niños, adolescentes y para personas de cualquier edad, interesados en desarrollar sus habilidades para la resolución de problemas. En el caso de code.org, la plataforma permitió a los docentes enrolar a los alumnos en las actividades seleccionadas, las cuales cubrieron el objetivo de reforzar la comprensión de las estructuras básicas de programación.

El ambiente de programación de code.org está basado en SCRATCH. Este software de programación ofrece un ambiente amigable e intuitivo, en donde el alumno se enfoca a desarrollar la destreza para solucionar problemas mediante el uso de bloques de programación, los cuales va uniendo para generar estructuras programables cada vez más complejas, sin preocuparse por aprender comandos o instrucciones específicas de algún lenguaje de programación.

SCRATCH fué también la aplicación mediante la cual los alumnos desarrollaron prácticas individuales para la resolución de problemas de lógica, diseñadas específicamente para la aplicación de los diferentes bloques de programación tales como la entrada y salida de datos, la ejecución de operaciones mediante el uso de operadores lógicos, aritméticos, relacionales y de texto; así como el uso de estructuras de selección y repetición. El entorno facilitó también la manipulación de actores y escenarios que permitieron la creación de entornos interactivos y atractivos, dentro de los cuales se desarrolla la solución propuesta por los estudiantes.

### **3.2 Uso de elementos de juego y primer Proyecto colaborativo**

Considerando la importancia de entender cómo, cuándo y dónde las computadoras y otras herramientas digitales pueden ayudarnos a resolver problemas en diversos contextos (Barr, Harrison et al. 2011), esta clase promovió el desarrollo del pensamiento computacional, a través de proyectos basados en tecnología.

El proyecto integrador de la primera etapa, fue el desarrollo de juegos interactivos mediante la constitución de equipos de trabajo. En cada uno de los grupos de la materia, se seleccionaron a los tres mejores juegos. Esta selección se realizó mediante la exposición de todas las creaciones y la votación de cada alumno.

Los 18 equipos y juegos seleccionados, participaron en la primera competencia “Scratch Gamers”. Los juegos seleccionados se expusieron durante dos días para que toda la comunidad estudiantil y académica pudiese emitir su voto y de esta manera reconocer al ganador de esta primera competencia.

En este primer proyecto, la rúbrica incluyó elementos tales como diseño de actores, movimientos, uso de ciclos, llamadas a eventos y condiciones. El compromiso de los equipos con el desarrollo de sus proyectos, se evidenció con el entusiasmo al momento de exponer sus creaciones y al observar el involucramiento de todos los integrantes. Su

esfuerzo fue recompensado al percibir el interés de votar y de jugar de toda la comunidad estudiantil, así también por el reconocimiento verbal que recibieron por parte de sus profesores de otras asignaturas.

El interés por el aprendizaje fue notorio, dado que los equipos solicitaron asesoría adicional con los diferentes profesores de la asignatura y exploraron recursos alternos para la resolución de dudas; su interés y determinación en el desarrollo de juegos originales y de programar el comportamiento específico que deseaban en los actores, generó el aprendizaje significativo de las bases de programación.

El comportamiento observado en esta actividad de aprendizaje activo, haciendo uso de elementos de juego “gamification”, cumplió con el nivel esperado de entusiasmo, interés y de compromiso generado en los estudiantes.

### **3.3 Robótica para la solución de problemas reales.**

Las iniciativas en educación en los Estados Unidos, han impulsado la enseñanza y el desarrollo de las habilidades para las áreas de ciencias, tecnología, ingeniería y matemáticas (STEM por sus siglas en inglés), como estrategia para impulsar el desarrollo del pensamiento computacional para la solución de problemas. En este sentido, Yuen, Boecking et al. (2014) argumentan que la enseñanza de la robótica a través de proyectos colaborativos, provee una experiencia concreta mediante una plataforma tangible y accesible, que a su vez motiva a los alumnos y les facilita la comprensión de los conceptos de la lógica computacional.

La robótica facilita la enseñanza de diferentes tópicos, ya que tiene aplicaciones en diferentes áreas del conocimiento tales como las matemáticas, la medicina, la automatización de procesos, la inteligencia artificial, entre otros. A través de la enseñanza de la robótica, los alumnos logran comprender los conceptos abstractos de programación y transformarlos en procesos prácticos para la resolución de problemas, aplicando de esta manera las teorías vistas en clases en problemas reales (Liu, Lin et al. 2010).

La segunda etapa de proyectos fue implementada durante el segundo parcial del semestre enero – mayo del 2014. En esta etapa, se definieron siete proyectos colaborativos enfocados a la robótica, los cuales fueron planteados como retos académicos ante los equipos formados.

En la investigación de Yuen, Boecking et al. (2014) se generó un instrumento para identificar los tipos de comportamiento y el tipo de actividades desarrolladas por los alumnos en los proyectos colaborativos. En la presente iniciativa se seleccionaron algunos de los conceptos evaluados de dicha investigación, los cuales fueron observados en la experiencia generada dentro del contexto particular de alumnos de Bachillerato del Campus Chiapas del Tecnológico de Monterrey.

Liu, Lin et al. (2010) afirman que en las actividades de la robótica los estudiantes comparten sus opiniones e intercambian ideas para poder modificar y programar sus robots, haciendo que desarrollen su capacidad para aprender y trabajar colaborativamente. La interacción con diferentes medios y personas en estas actividades de aprendizaje, promueve la generación activa del propio conocimiento, de tal forma que dicho conocimiento se construye y re-construye gradualmente en cada experiencia de aprendizaje de los estudiantes.

En términos de la experiencia de colaboración en esta iniciativa, la mayor parte del tiempo, los alumnos mostraron un comportamiento enfocado a la realización de sus actividades; se observó un comportamiento repetitivo y fácilmente identificable en aquellos alumnos

quienes no hacían actividades relacionadas al proyecto y en aquellos quienes iban más allá de las tareas asignadas. Los profesores titulares manifestaron que aproximadamente el 85% de los alumnos participaron activamente, el 5% no mostraba interés en las actividades y el 10% restantes eran alumnos que iban más allá de la tarea asignada.

Dado el número de alumnos y de equipos participantes, se utilizaron robots construidos previamente para todos los retos. Por lo anterior, la construcción del prototipo no formó parte de las actividades evaluadas. Las actividades a desarrollar por los alumnos fueron: planeación y discusión de la solución al reto planteado, programación de la solución planteada, pruebas, correcciones, corrida final y observación a la actividad desarrollada por el equipo y por otros equipos. Dada la limitante de tener un robot por equipo, la observación y discusión de la solución, así como el planteamiento del algoritmo, fueron las actividades más realizadas. La segunda actividad con mayor frecuencia fueron las pruebas y la corrida final, ya que el ambiente de competencia que se respiraba entre los equipos propiciaba la participación para verificar el éxito de su solución. La actividad de programación fue la más rolada, sin embargo de manera natural los alumnos con mayor inclinación a la ingeniería o al uso de las computadoras, eran quienes desarrollaban esta actividad.

En términos del trabajo grupal, los equipos formados se mantuvieron sólidos en mayor medida durante la planeación, las pruebas y la corrida final. Durante la actividad de programación, se pudo observar que se formaban parejas o realizaban alguna actividad ajena al proyecto de manera independiente. A medida que el tiempo de solución avanzaba hacia el tiempo límite, los grupos nuevamente se reunían para validar la programación y aportar ideas para la depuración de errores. En ningún grupo se presentó alguna exclusión del equipo hacia algún miembro, sin embargo si se presentaron auto-exclusiones cuando algunos alumnos esperaban su turno para realizar pruebas o programar; este comportamiento fue recurrente en el 5% de alumnos quienes no mostraban interés en las sesiones. La interacción se presentó en mayor medida en el mismo equipo, sin embargo durante las pruebas o las corridas finales, la interacción y el intercambio de ideas con integrantes de otros equipos fue notoria. En esta interacción se percibió la motivación, el involucramiento y el espíritu de “ganar la competencia” en los retos planteados.

Con respecto a la comprensión del contenido y al manejo de los conceptos de programación, el 98% de los alumnos manejó un lenguaje adecuado y especializado. Los programas desarrollados incluyeron al 100% las estructuras de programación vistas en clases, con las cuales desarrollaron estructuras complejas para programar los comportamientos esperados en los robots.

Para evaluar el aprendizaje de los conceptos aplicados en la robótica, se diseñó un reto integrador. Este reto fue diseñado para resolver una necesidad real de logística en las pistas de los aeropuertos, desarrollándose en sesiones individuales para cada equipo. Cada integrante desempeñaba un rol particular dentro de la logística solicitada y para el cual definió el algoritmo y desarrolló la programación en el robot asignado.

#### **4 Conclusiones**

Diversos autores aquí citados, han señalado la importancia de desarrollar el pensamiento computacional en los futuros profesionistas, debido a la necesidad de contribuir a la solución de problemas, los cuales representan grandes retos actuales y futuros para la humanidad y el planeta en general.

Considerando el involucramiento observado a lo largo de las 16 semanas del curso, los alumnos demostraron mayor interés en los retos de robótica de las últimas 5 semanas, seguido por la competencia de programación de video juegos en scratch, posteriormente por el desarrollo de actividades en línea de la iniciativa “la hora del código” y los ejercicios desarrollados en la app “Fix the Factory” y por último en el desarrollo de exposiciones de conceptos sobre programación.

Los resultados de la investigación en Yuen, Boecking et al. (2014), establecen que los predictores para un comportamiento activo durante el desarrollo de tareas o actividades son la observación, la construcción de prototipos, las pruebas y las actividades sobre la computadora.

En la implementación de esta iniciativa, los proyectos definidos como retos académicos y el uso de recursos abiertos con elementos de juego, promovieron actividades tales como la observación, la reflexión, la discusión de las soluciones, las pruebas y la colaboración; estas actividades denominadas predictores del “engagement”, impulsaron el interés y el compromiso en la participación de las actividades, también facilitaron la comprensión de los conceptos y de las estructuras de programación que forman parte del currículo de la materia de “Desarrollo de Aplicaciones Multimedia”. Esto lo podemos relacionar con la alta tasa de aprobación, en donde el 94% de los alumnos aprobaron el curso, siendo 9 de 142, los alumnos que no lo aprobaron (6%).

Dada la oportunidad de impartir esta misma asignatura en el semestre posterior a la implementación de esta iniciativa, se ha observado en las primeras dos semanas, que los alumnos quienes repiten el curso, demuestran un dominio de los conceptos de programación y desarrollan de manera rápida y correcta los ejercicios vistos en clases, aun cuando estos han sido modificados. Los estudiantes han sido capaces de plantear algoritmos básicos utilizando expresiones que involucran conceptos y estructuras de programación de manera clara y precisa.

Esta primera observación sugiere una línea de investigación futura para analizar las causas de reprobación de los alumnos y determinar si estas fueron la no comprensión de conceptos u otros elementos tales como la falta de entrega de tareas, la evaluación de conceptos teóricos, las rúbricas definidas en los proyectos colaborativos, las inasistencias, etc. que corresponden al diseño instruccional del curso.

Los resultados de este proyecto nos permiten afirmar que la enseñanza de la Lógica y Robótica, promoviendo retos intelectuales basados en problemas reales, genera el “engagement” y el aprendizaje significativo deseado en los estudiantes.

## **5 Agradecimientos**

Agradecimientos especiales al Dr. Orlando González, docente distinguido del Campus Puebla, quien participó en la selección de proyectos de la Rectoría Zona Sur y apoyó la presente iniciativa.

Agradecimiento y mención especial a los profesores titulares de los grupos de la materia “Desarrollo de Aplicaciones Multimedia” por su disposición, apoyo y entusiasmo en la implementación de las actividades definidas en esta iniciativa, ellos son:

Mtro. Miguel Angel Pérez Jiménez

Lic. Carlos Alberto Sen Salinas

Ing. Alejandro Mota

Todos ellos excelentes docentes y colaboradores de la Dirección de Informática del Campus Chiapas del Tecnológico de Monterrey.



## 6 Referencias

Barr, D., J. Harrison, et al. (2011). "Computational Thinking: A Digital Age Skill for Everyone." Learning & Leading with Technology **38**(6): 20-23.

Barr, V. and C. Stephenson (2011). "Bringing computational thinking to K-12: what is Involved and what is the role of the computer science education community?" ACM Inroads **2**(1): 48-54.

Fondón, M. D. and M. R. Albizu (2005). "Espacio Europeo de Educación Superior y aprendizaje activo: una experiencia docente." I Jornadas de Innovación Docente de la EUITIO: 41.

Huang, W. H.-Y. and D. Soman (2013). Gamification Of Education, Research Report Series: Behavioural Economics in Action.

Huber, G. L. (2008). "Aprendizaje activo y metodologías educativas Active learning and methods of teaching." Tiempos de cambio universitario en **59**.

Liu, E. Z. F., C. H. Lin, et al. (2010). "Student satisfaction and self-efficacy in a cooperative robotics course." Social Behavior and Personality: an international journal **38**(8): 1135-1146.

Phillips, P. (2007). "Computational thinking: A problem-solving tool for every classroom." Center For Computational Thinking.

Prince, M. (2004). "Does active learning work? A review of the research." Journal of engineering education **93**(3): 223-231.

Smith, K. A., S. D. Sheppard, et al. (2005). "Pedagogies of engagement: Classroom-based practices." Journal of engineering education **94**(1): 87-101.

Yuen, T., M. Boecking, et al. (2014). "Group Tasks, Activities, Dynamics, and Interactions in Collaborative Robotics Projects with Elementary and Middle School Children." Journal of STEM Education **15**(1).