

PRIMEROS RESULTADOS DE UN CURSO INTEGRADO BASADO EN STEM

Leonhard E. Bernold, Universidad Técnica Federico Santa María (USM), Leonhard.Bernold@usm.cl
Arie Aizman, Universidad Técnica Federico Santa María, arie.aizman@usm.cl
Angela Olivares, Universidad Técnica Federico Santa María, angela.olivares@alumnos.usm.cl
Brayan Díaz, Universidad Técnica Federico Santa María, brayan.diaz@usm.cl
Luis Felipe González Böhme, Universidad Técnica Federico Santa María, luisfelipe.gonzalez@usm.cl
Hugo Alarcón, Universidad Técnica Federico Santa María, hugo.alarcon@usm.cl

RESUMEN

Este artículo presenta los primeros resultados de un programa piloto de implementación de una experiencia de aprendizaje integrador STEM para estudiantes de Ingeniería de primer año. La estructura presentada comienza con una descripción del marco teórico y conceptos básicos de educación. Posteriormente se introducen, como un primer indicador de los antecedentes de los estudiantes, los resultados de la prueba de Razonamiento Científico de Lawson. La parte principal de este trabajo se centra en la descripción de un problema auténtico que se utilizó para involucrar a los estudiantes en el trabajo STEM, usando un robot armado en clase. Se discutirá cómo el estudiante respondió a la integración del trabajo con el robot con contenidos de Diseño, Matemáticas, Física y Química. Finalmente se extraerá desde los diarios semanales o bitácoras del curso los comentarios de los estudiantes sobre el impacto del programa piloto sobre su comprensión de estas materias.

PALABRAS CLAVES: Habilidades de aprendizaje, conocer las habilidades de nuestros alumnos, enseñanza basado de problemas auténticos, enseñanza integrada transversal, STEM con Arte.

INTRODUCCIÓN

John Dewey (1859-1952) abogó fuertemente por un aprendizaje basado en la experiencia. En 1910 se lamentaba de una enseñanza de la ciencia como "...tanto conocimiento confeccionado, tanto tema de hecho y ley". En vez de esto proponía que: "Cada proceso educativo debería comenzar con hacer algo; y el entrenamiento necesario de percepción de los sentidos, memoria, imaginación y juicio debería crecer de las condiciones y necesidades de lo que se está haciendo" (Dewey, 1970). De esta declaración se puede fácilmente reconocer cómo su pensamiento brindó la plataforma de lanzamiento para los conceptos de enseñanza más recientes, tales como aprendizaje basado en problemas, docencia centrada en el estudiante, y aprendizaje activo. En todos ellos se plantea que el aprendizaje debía comenzar con una pregunta curiosa seguida por un conjunto de pasos guiados conduciendo a la comprensión reflexiva. El aprendizaje basado en problemas (ABP) encontró un terreno fértil en la educación médica en varios grupos importantes de Estados Unidos y Canadá en los años 1970.

Spaulding (1991) resumió la motivación para emplear ABP en medicina: "...los estudiantes estaban desencantados y aburridos con su educación médica porque fueron saturados por la vasta cantidad de información que tuvieron que absorber, mucha de la cual considerada de poca

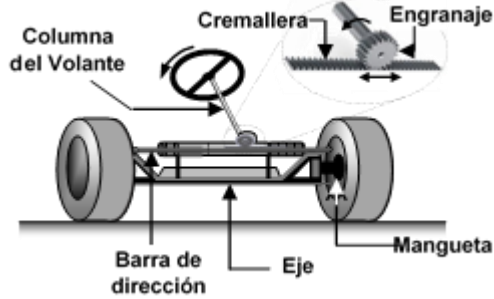
relevancia en la práctica médica...(sin embargo) durante el internado, los estudiantes se mostraron entusiasmados trabajando con pacientes y resolviendo problemas.” Por supuesto, en otras áreas se hicieron experiencias similares. Por ejemplo, investigadores en Física fueron los primeros en experimentar con este concepto: “Hemos reformado una gran clase del curso de física moderna para ingeniería implementando instrucción entre pares, sesiones de tareas colaborativas, y simulaciones interactivas, y enfatizando las aplicaciones en el mundo real, comprensión conceptual y desarrollo del razonamiento. Estas reformas han sido exitosas logrando producir un aumento en la ganancia de aprendizaje y una disminución sustancial en las convicciones incorrectas de los estudiantes (sobre la física Newtoniana)” (McKagan et al., 2006).

MOTIVACIÓN A TRAVÉS DE ENSEÑANZA AUTÉNTICA Y RELEVANTE

Motivando a los estudiantes a través del uso de problemas interesantes que ellos puedan resolver ha sido tema de estudio por algún tiempo, aun cuando la mayoría de la educación en ciencias sigue realizándose de manera tradicional. De hecho, Taasoobshirazi y Carr (2008) encontraron que en “...las salas de clases típicas de física, los problemas típicos dados a los alumnos en clases, en tareas y en pruebas, eran problemas que exigían a los estudiantes calcular una solución cuantitativa precisa. Cuando resuelven estos problemas, los estudiantes en estas salas de clase tienden a enfocarse en encontrar las ecuaciones correctas, manipularlas, y calcular una respuesta... (esto) resulta en estudiantes creyendo que la física está centrada alrededor de la memorización y los cálculos”. Sin embargo, lo relevante en una materia no es necesariamente lo mismo a lo que el estudiante cree que es interesante. Stuckey et al. (2013) escribe: “En efecto, algunos aspectos de la educación en ciencias pueden ser relevantes sin que los estudiantes estén interesados en el tema (y viceversa). Esta declaración puede ser vista por ejemplo en matemáticas. Mucha de la enseñanza en matemáticas es altamente relevante para el futuro del estudiante, por ejemplo, para una posterior comprensión de física y/o química o para ayudar con cosas relacionadas en varias áreas de negocios. Sin embargo, muchos temas en el plan de estudios de matemáticas no encajarán en la mayoría de las categorías de interés reales percibidas de los estudiantes en el momento que ellos están siendo instruidos y están aprendiendo”.

SELECCIÓN DE UN PROBLEMA STEM AUTÉNTICO Y RELEVANTE

La autenticidad de un problema busca mejorar la calidad del resultado educacional haciendo que el material a ser aprendido sea desafiante y relevante a los estudiantes mientras construyen sobre el conocimiento existente. Según Ainsworth (2006) las Múltiples Representaciones Externas (MRE, en inglés “MER”) “...apoyan la construcción de conocimiento más profundamente cuando los estudiantes integran la información desde las MREs para lograr conocimiento que sería difícil de lograr con sólo una sola representación.... Una combinación común de representaciones es una que combina una representación auditiva con una visual”. La Figura 1 muestra un ejemplo usado para enseñar matemáticas y física-mecánica usando la dirección mecánica de un vehículo como el problema en contexto (Beichner et al.1999). El problema auténtico y complejo fue entender cómo calcular la fuerza que un conductor, como ellos mismos, necesitan ejercer sobre el volante mientras conducen por una curva cerrada. Como se muestra en la Figura 1, el concepto de MRE ha sido aplicado entregando presentaciones en los cuatro formatos principales (Wu and Puntambekar, 2012): 1) Verbal-textual, 2) simbólico, 3) gráfico, y 4) operacional.



a) Esquema del Sistema de dirección con cremallera mecánica y engranajes

b) Sistema de manubrio usado en clases

Figura 1. MRE de un sistema mecánico de dirección de un automóvil común

Todos los estudiantes se familiarizaron no sólo con el problema general sino también con los componentes individuales porque los vehículos podían ser fácilmente inspeccionados. Más importante, las preguntas que debían ser contestadas podían actualmente ser experimentadas por un estudiante cuando conduce un automóvil (por ejemplo, las fuerzas sentidas en la mano y el cuerpo), así reforzando el aspecto del aprendizaje.

El modelo de la clase, montado sobre una base de madera fue equipado con extensiones para unir balanzas de resorte para medir las fuerzas necesarias para calcular el torque. De hecho, este modelo de volante puede ser considerado como un excelente ejemplo de Aprendizaje basado en Modelos (en inglés, Modeling-based Learning, MbL) definido por Loucas y Zacharias (2012) como un enfoque que pide a los estudiantes a construir sus propios "...modelos como representaciones de fenómenos físicos que incluyen representaciones de objetos físicos y sus características, entidades y procesos involucrados en los fenómenos."

UN CURSO PILOTO DE INTRODUCCIÓN A LA INGENIERÍA - STEM

Debido a que el concepto generalizado de educación referido como STEM (en inglés, Science, Technology, Engineering and Mathematics) no incluye arte o arquitectura, se utilizó el concepto más inclusivo de STEAM (agregando la A de Arte o Arquitectura) como una base para desarrollar un nuevo plan para probar experimentalmente la efectividad de un enfoque basado en problemas para atraer a los estudiantes del Plan Común del primer semestre de ingeniería en la educación STEAM vinculando estos problemas con temas enseñados en matemáticas, física y química.

Para el primer semestre de 2016, fue diseñado un plan de estudios especial. El punto central fue un problema auténtico y relevante para el cual fueron diseñadas un conjunto de actividades de aprendizaje cuidadosamente seleccionadas para lograr los resultados deseados. La Figura 2 entrega un resumen de los elementos claves que fueron probados en la clase piloto. Como se muestra en la figura, cuatro objetivos principales vinculados a un problema central: la solicitud de una empresa a los estudiantes de la USM para desarrollar un plan que utiliza su robot en tareas específicas. La situación que ha de ser considerada por los estudiantes es la inspección del edificio de un reactor nuclear de la central de Fukushima que fue dañado por el terremoto y tsunami del 11 de marzo de 2011, a las 14:46 JST (hora estándar de Japón).

Antecedentes del Problema

El 11 de marzo de 2011, a las 14:46 JST (hora estándar de Japón) se produjo un terremoto magnitud 9,0 en la escala sismológica de magnitud de momento, en la costa noreste de Japón. El epicentro del terremoto se ubicó en el mar, frente a la costa de Honshu, 130 km al este de Sendai, en la prefectura de Miyagi, Japón. El terremoto duró aproximadamente 6 minutos según los sismólogos. Debido a la gran perturbación en la corteza terrestre (terremoto), se produjo un tsunami, que se puede definir como una serie de olas causadas por el desplazamiento de un gran volumen de agua.

A pesar de saberse que en la zona podían ocurrir tsunamis de más de 38 metros, la central de Fukushima sólo contaba con un muro de contención de 6 metros y numerosos sistemas esenciales se encontraban en zonas inundables. Lo más importante, todas las bombas para el agua para enfriar los reactores fueron dañadas, incluyendo las bombas de emergencia. El calor en dos reactores rápidamente aumentó y dio lugar a explosiones que resultaron en el escape de material radioactivo. La empresa SRR (Sansano Robotic Rescue) fue contratada por TEPCO, dueña del reactor nuclear, debido a que todos los intentos anteriores de inspeccionar el edificio del reactor dañado terminaron con cuatro robots destruidos en el interior. A cargo de la operación, un nuevo robot de socorro fue enviado a la planta para realizar la inspección.

Durante la inspección, el robot debe:

- a) **medir los niveles de la radioactividad (mSieverts/hora) en puntos específicos.**
- b) **realizar inspecciones visuales usando cámaras de larga distancia.**
- c) **abrir una válvula en el segundo piso.**
- d) **retornar a la puerta antes que las baterías se agoten.**

DISEÑO HOLÍSTICO DE UN PROYECTO STEM

Como fue mencionado anteriormente, la pregunta clave de cómo atraer a los estudiantes para convertirse en participantes activos en el proceso educacional no tiene una respuesta única ni sencilla. De hecho, temas relacionados con la relevancia, la vinculación del material a ser estudiado y la creación de autenticidad y contexto, han estado en el centro de la mayoría de los proyectos de investigación durante los 10 últimos años. La Figura 2 presenta un modelo esquemático de los principales conceptos usados para diseñar la clase piloto.

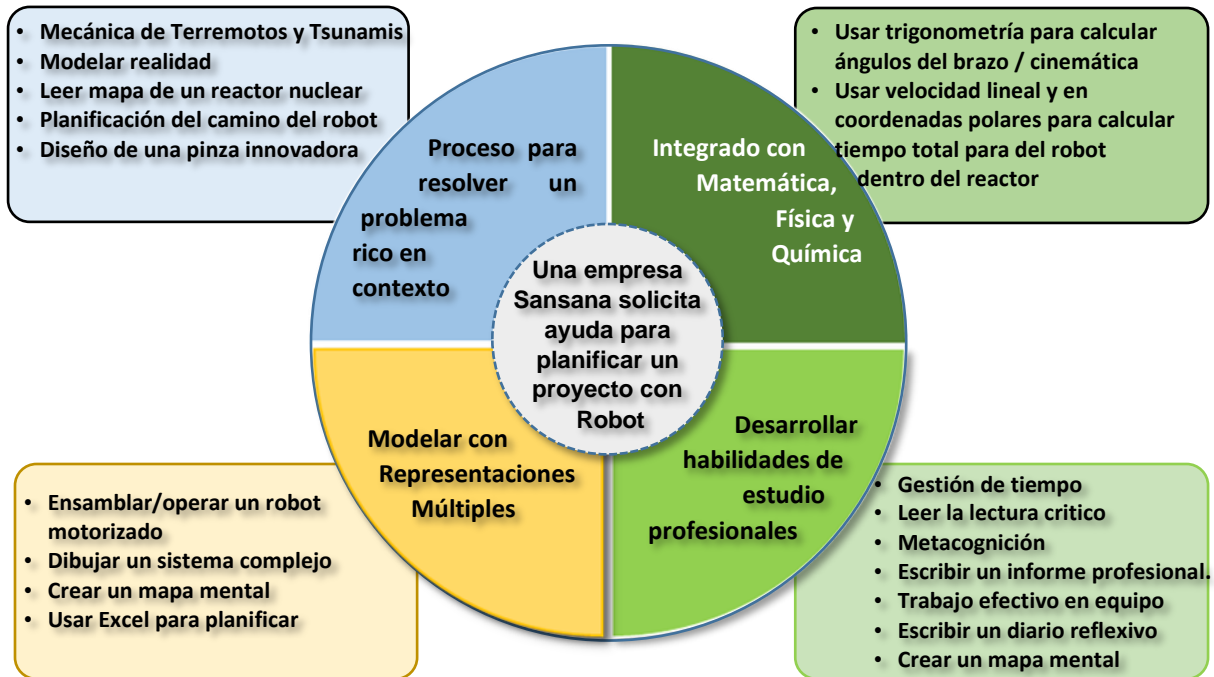


Figura 2. Modelo de enseñanza integrada para el curso piloto de Introducción a la Ingeniería

Los cuatro cuadrantes del modelo destacan el hecho que el problema debe permitir la interconexión de los cuatro objetivos clave: 1) Ayudar a los estudiantes a desarrollar y practicar importantes habilidades de aprendizaje, 2) Entregar oportunidades para aplicar contenidos cubiertos en matemática, física y química, 3) Tener a los estudiantes trabajando a través de las fases de un proceso de resolución de problemas, y 4) realizar el concepto de MRE para aumentar el conocimiento profundo.

CONOCER A NUESTROS ESTUDIANTES

Antes de que los 37 estudiantes comenzaran a trabajar en el proyecto, una serie de encuestas fueron realizadas para medir su conocimiento, habilidades y sus preferencias de aprendizaje. Varios estudiantes decidieron no responder las encuestas. La Figura 3 presenta los resultados del test de Lawson de Razonamiento Científico (Lawson 1978).

El histograma de porcentajes de los estudiantes quienes respondieron correctamente las 24 preguntas, claramente muestra que la mayoría lo hizo mal en el problema 12 (15%) y en el problema 21 (35%). Resultados similares fueron reportados por Hahn (2013) al encuestar a estudiantes chinos (N=248) y estudiantes estadounidenses (N=646). El ítem 12 fue resuelto correctamente por el 38% de los estudiantes en China y en Estados Unidos, mientras el 50% de los estadounidenses y el 83% de los chinos resolvieron la pregunta 21.

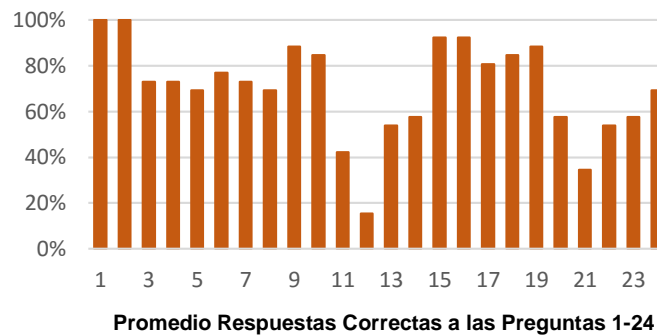


Figura 3. Resultado del test de Lawson de razonamiento científico (N=26)

Datos de la encuesta post-curso mostrarán si los estudiantes chilenos fueron capaces de estrechar la brecha.

Los puntajes del test también fueron analizados para determinar los niveles de razonamiento científico de los estudiantes según Piaget (Alarcón y de la Garza 2009), que puede clasificarse en base a una escala de 0 a 12 puntos, donde los puntajes dentro del intervalo 0-4 representan razonamiento concreto, 5-8 razonamiento en transición, y 9-12 razonamiento formal.

De acuerdo a esta clasificación, el 7,7% de los estudiantes se ubican en el segmento de razonamiento concreto, el 38,5% en razonamiento de transición, y el 53,9% en razonamiento formal.

DISEÑO DE ACTIVIDADES DE APRENDIZAJE CENTRADO EN EL ESTUDIANTE

Adoptando el concepto de MRE y PBL, el tema de robótica proporcionó suficientes oportunidades para vincular y estructurar los diferentes objetivos de enseñanza. El punto central, por supuesto, implicó la construcción y operación de un robot simplificado y reducido a escala que los estudiantes tuvieron que armar y probar. Basados en el concepto de MRE, se utilizaron varias representaciones antes de que los modelos físicos desarmados del robot fuesen entregados a los grupos de estudiantes para que los armaran.

Mapa mental para ayudar a los alumnos a entender el problema

Tony Buzan, un experto del concepto de modelos mentales, explica que: “El mapa mental es una expresión del pensamiento irradiante... Es una poderosa técnica gráfica que nos ofrece una llave maestra para acceder al potencial del cerebro. Se puede aplicar a todos los aspectos de la vida, de modo que una mejoría en el aprendizaje y una mayor claridad de pensamiento puedan reforzar el trabajo de un hombre.” (Buzan y Buzan 1996): Los mapas mentales tienen cuatro características esenciales:

1. El asunto motivo de atención se cristaliza en una imagen central.
2. Los principales temas del asunto irradian de la imagen central de forma ramificada.
3. Las ramas comprenden una imagen o una palabra clave impresa sobre una línea asociada. Los puntos de menor importancia también están representados como ramas adheridas a las ramas de nivel superior.
4. Las ramas forman una estructura nodal conectada.

Buzan enfatiza, además, que estas características nacen del mecanismo asociativo del cerebro, que asocia palabras con otras palabras, lo que potencia el pensamiento creativo. La jerarquización de estas palabras permite estructurar los pensamientos según categorías o ideas ordenadoras básicas, que son aquellas palabras o imágenes que de forma simple y obvia permiten y facilitan la ordenación. Son los conceptos clave, los que congregan a su alrededor el mayor número de asociaciones.

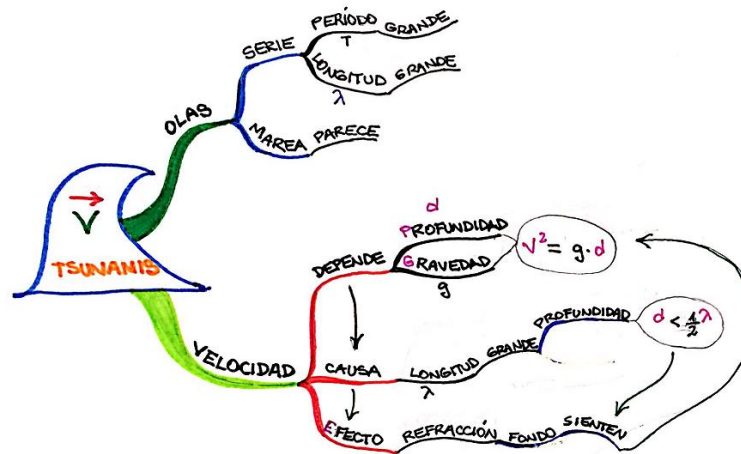


Figura 4. Modelo mental para analizar factores claves relacionados a un Tsunami

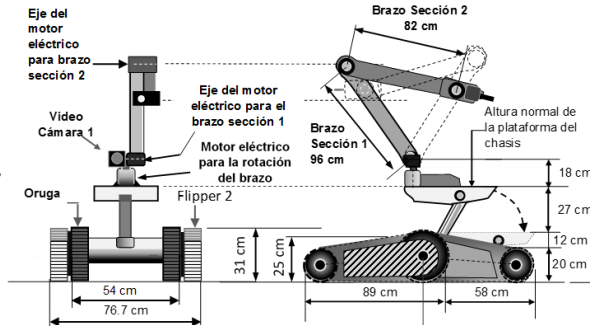
Como se ve en la Figura 4, los mapas mentales se pueden mejorar y enriquecer con colores, imágenes, códigos y dimensiones que les añadan interés, belleza e individualidad, con lo que se fomenta la creatividad, la memoria y, específicamente, la evocación de la información. Por otra parte, los mapas mentales ayudan a distinguir entre la capacidad de almacenamiento mental de quien los usa, y su eficiencia mental para el almacenamiento.

Esta técnica se implementó en el curso, en la sección de lectura, donde se entregó una pauta con pasos y recomendaciones de cómo hacer un proceso de lectura eficiente de material profesional. En ella aparece el desarrollo de un mapa mental antes de la lectura (sólo títulos principales), y luego post-lectura, donde se completa este mapa para sintetizar y resumir los conceptos principales del texto a leer. Con esto, el estudiante es estimulado a verificar su comprensión por medio de la búsqueda de las palabras claves para el mapa, y, por otra parte, al organizar las ideas, permite una mejor memorización y también comprensión. La Figura 4 muestra un ejemplo que se trabajó en la clase para entender los muchos factores y sus relaciones que influyen en el tamaño de un tsunami.

Representaciones múltiples (MRE) del robot

Para asegurar que todos los estudiantes tuvieran la oportunidad de participar en esta experiencia, se decidió reducir a escala el robot real, permitiendo a los grupos de estudiantes transportarlo fácilmente desde sus casas a la sala de clases. Se prepararon materiales para construir once robots, más de los necesarios para la clase, con el fin de tener repuestos cuando, como era esperado, se rompieran piezas durante el armado y prueba. La Figura 5 muestra seis representaciones del robot que fueron entregadas oportunamente.

El diagrama en la Figura 5 f) ofrece el enlace crítico entre la clase Introducción a la Ingeniería y la asignatura MAT 021, Matemática I. De hecho, el requisito de que el robot midiera la radiactividad en diferentes lugares y alturas, especificadas en coordenadas cartesianas, exigió a los estudiantes aplicar la trigonometría que se enseñó en MAT 021 para traducir los ángulos de giro necesarios para el brazo del robot. Finalmente, en cada lugar de medición, el tiempo para el despliegue del brazo se calculaba como una función de la velocidad de rotación y los ángulos.



a) Dibujo esquemático del diseño



b) Fotos y videos



c) Desmontado y empaquetado

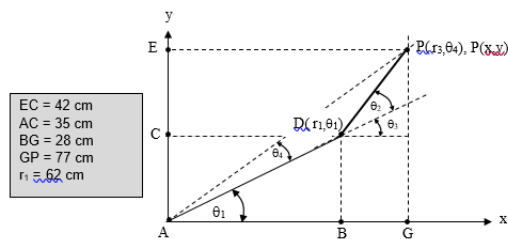


d) Diseño 3D para el montaje



e) Operativo y ensayo

Trigonometría del Brazo del Robot



Pregunta:

Cuanto grados tiene θ_2 ?

f) Modelo del brazo para cálculos cinemáticos

Figura 5. Seis representaciones del robot

El proyecto exigía sumar todos los tiempos de las distintas acciones que debía realizar el robot en cada posición para calcular el tiempo total requerido para cumplir con las especificaciones del propietario, TEPCO, y que este tiempo estuviera dentro de la duración máxima de la batería usada por el Robot.

COMENTARIOS DE LOS ALUMNOS EN LOS DIARIOS REFLEXIVOS

Como se muestra en la Figura 2, una de las habilidades de aprendizaje importantes para ser practicada en esa clase era el pensamiento crítico y la escritura reflexiva en forma de un diario semanal. Éste se implementó en la plataforma online del curso, donde cada semana se subía una pregunta para ser respondida por los estudiantes.

Las preguntas consistían en pensar acerca de las experiencias vividas en clases relacionando las habilidades de aprendizaje y el aprendizaje en sí mismo. La escritura reflexiva tiene el potencial de ayudar a los estudiantes a integrar material del curso dentro de sus propios pensamientos, hacer conexiones entre ideas inicialmente percibidas y aisladas y gradualmente ver el curso como relevante para sus propias vidas. Como era de esperar, las respuestas a las preguntas de sondeo semanales proporcionaron información directa acerca de la efectividad de los métodos de enseñanza. El texto siguiente presenta algunos ejemplos de lo que los estudiantes escribieron a una pregunta semanal.

Pregunta: Por favor discuta cuál de todas las cosas a las que has estado expuesto hasta ahora en este proyecto ha tenido un impacto positivo en su comprensión de la ciencia, las matemáticas, diseño, ingeniería y habilidades de aprendizaje.

Estudiante 1: “Yo creo que hacer el robot fue lo que me causó un mayor impacto, porque a nuestro equipo no se nos hizo fácil, debido a varias fallas, y no por errores nuestros, si no que eran problemas que escapaban de nuestros conocimientos, y algo tan simple como ensamblar un robot, que viene totalmente pre-diseñado, puede transformarse en un desafío mucha más grande de lo que aparentaba.”

Estudiante 2: “...este proyecto llevo la trigonometría a un caso real, como es el caso del robot, por ejemplo que ángulo necesito elevar el brazo para llegar a cierta medida. ...También aprendí a trabajar en grupo, ponernos de acuerdo para realizar una actividad parece sencillo, pero si bien es complicado logramos comunicarnos bien y tuvimos buena sincronización a lo largo de las actividades lo que nos favoreció para el éxito de ésta.”

Estudiante 3: “El impacto positivo que tuve en este proyecto para mí fue en lo que consta en matemáticas ya que pude aplicar trigonometría de forma más real y en diseño ya que esto me ha ayudado de gran manera en la resolución de problemas.”

Aunque no todos los diarios eran tan articulados como los tres ejemplos, la calidad de las reflexiones fue en general muy buena. Fue maravilloso leer cómo la mayoría de los alumnos pensaban que los vínculos diseñados con matemáticas y física ayudaron a entender mejor el concepto o la trigonometría y la velocidad.

CONCLUSIONES

Con el semestre todavía inconcluso, es imposible sacar conclusiones claras. Sin embargo, las entradas de diario del estudiante y los resultados de la prueba para medir el avance en la comprensión y la confianza en la solución de problemas de trigonometría son muy alentadores. Es alentador observar cómo el enfoque de aprendizaje basado en problemas, con el apoyo de un kit-robot simplificado, trabajó con éxito en fomentar la participación activa de los estudiantes en el proceso de aprendizaje utilizando diversas herramientas. Naturalmente, los instructores detectaron varios asuntos que necesitan ser corregidos y oportunidades para mejorar, que se implementarán en la próxima versión de este curso piloto.

AGRADECIMIENTOS

Se agradecen los fondos provenientes del PMI MECESUP USM-1408 y al programa Ingeniería 2030, que contribuyeron a la realización de este proyecto. Se agradece al Centro Integrado de Aprendizaje de las Ciencias (CIAC) por su contribución de la infraestructura necesaria para realizar este módulo y a los ayudantes del curso, Camilo Contreras y Felipe Condon durante la implementación.

REFERENCIAS

- Alarcón, H. & de la Garza, J. (2009). Influencia del razonamiento científico en el aprendizaje de conceptos en física universitaria: comparación entre instrucción tradicional e instrucción por modelación, Memorias del X Congreso Nacional de Investigación Educativa, Veracruz. ISBN: 968-7542-18-7.
- Beichner, R., Bernold, L., Burniston, E., Dail, P., Felder, R., Gastineau, J., Gjertsen, M. and Risley, J. (1999). Case study of the physics component of an integrated curriculum, Phys. Educ. Res., Am. J. Phys. Suppl. 67(7).
- Buzan, T. y Buzan B. (1996). El libro de los Mapas Mentales, Urano, España,
- Han, J. (2013). Scientific Reasoning: Research, Development, and Assessment, PhD. Dis.. Ohio State University, https://etd.ohiolink.edu/rws_etd/document/get/osu1366204433.
- Higher Education Quality Council of Ontario (2015). "Learning Outcomes Assessment: A Practitioner's Handbook," http://www.heqco.ca/sitecollectiondocuments/heqco.loahandbook_eng_2015.pdf (Fecha de consulta:29 Junio 2016)
- Hofstein, A., and Lunetta, V. N. (2004). "The Laboratory in Science Education: Foundations for the Twenty-First Century, Sci Ed 88, 28–54.
- Dewey, J. (1970). The Middle Works of John Dewey, Volume 4, 1899 - 1924, ed. L. E. Hahn and J. A. Boydston, Southern Illinois University Press, <http://www.siupress.com/product/Middle-Works-of-John-Dewey-Volume-4-1899-1924,5795.aspx> (Last visited April 12, 2016)
- Lawson, A.E. (1978). The development and validation of a classroom test of formal reasoning. J. of Res. Sci. Teaching ,15(11). Available from https://modelinginstruction.org/wp-content/uploads/2013/06/LawsonTest_4-2006.pdf
- Loucas T. and Zacharias C. (2012). Modeling-based learning in science education: cognitive, metacognitive, social, material and epistemological contributions", Ed. Review, 64(4), 471–492.
- McKagan, S.B., Perkins, K.K. and Wieman, C.E. (2006). Reforming a large lecture into a modern physics course for engineering majors using a PER-based design, *PERC Proc. 2006*, AIP Press.
- Spaulding, W. B. (1991). Revitalizing medical education, Mc-Master medical school the early years 1965–1974. Hamilton, ON: B.C. Decker.
- Stuckey, M., Hofstein, A., Mamluk-Naaman, R. and Eilks, I. (2013). The meaning of 'relevance' in science education and its implications for the science curriculum, Stud. Sci. Ed., 49(1), 1–34.
- Taasobshirazi, G. and Carr, M. (2008). A Review and Critique of Context-Based Physics Instruction and Assessment, Edu. Res. Rev, 3(2). p155-167.