

Aprendizaje Basado en Proyectos y modelos matemáticos para estudiantes de Ingeniería en Mecatrónica



Ismael Osuna Galán^{1,2}, Alejandro M. Rosas Mendoza¹

¹Instituto Politécnico Nacional CICATA-Legaria, Calzada Legaria 694, Colonia Irrigación, C. P. 11500, Ciudad de México

²Universidad Politécnica de Chiapas, Carretera Tuxtla Gutiérrez, Portillo Zaragoza Km 21+500, CP.29150, Suchiapa, Chiapas.

E-mail: iosuna@upchiapas.edu.mx

(Recibido el 10 de agosto de 2017, aceptado el 8 de diciembre de 2017)

Resumen

La conjunción de conocimiento matemático, habilidades y valores a través de la tecnología es importante y puede lograrse trabajando desde el proceso educativo de la ingeniería. Para ello, elegimos desarrollar competencias matemáticas mediante el uso del Aprendizaje Basado en Proyectos con estudiantes de la carrera de mecatrónica. En este trabajo se describe el proceso de dos proyectos que los estudiantes desarrollaron, uno es sobre el control del nivel de líquido en dos tanques acoplados y el otro es sobre la generación de animaciones en caja de arena. Los análisis preliminares de las respuestas de los alumnos son positivos.

Palabras clave: Aprendizaje Basado en Proyectos, Proyecto de innovación educativa, competencias.

Abstract

The conjunction of mathematical knowledge, skills and values through technology is important and can be achieved by working from the educational process of engineering. For this, we chose to develop mathematical competences through the use of Project-Based Learning with students in the mechatronics career. This paper describes the process of two projects that the students developed, one is about the control of the liquid level in two coupled tanks and the other is about the generation of animations in a sandbox. Preliminary analyzes of student responses are positive.

Keywords: Project Based Learning, educational innovation project, competencies.

PACS: 01.40.E, 01.40.gb, 01.50.My

ISSN 1870-9095

I. INTRODUCCIÓN

Históricamente, la educación ha respondido a diferentes tipos de sociedades. Antes de la década de 1970, la mayor parte de los productos industriales y equipos tales como máquinas, herramientas, equipos de fabricación y aparatos electrodomésticos se basaron principalmente en principios mecánicos con muy pocas características eléctricas y electrónicas. Pero hubo un cambio en la tecnología de estos productos y éstos obligaron a un cambio en los centros de trabajo. Los cambios en el entorno de trabajo fueron principalmente en las demandas de cualificación de muchos puestos técnicos y administrativos. Los entornos de trabajo actuales se basan en la tecnología especializada y se necesitan equipos multidisciplinarios para hacerles frente. La educación se enfrenta a un nuevo reto: Proporcionar a los ingenieros de las habilidades necesarias en una sociedad tecnológica y la presión sobre los sistemas educativos para enseñar estas nuevas habilidades se intensificarán [1].

Los nuevos componentes tales como ordenadores y dispositivos móviles son cada vez más comunes. Más aún,

hay equipos especializados para áreas específicas de ingeniería que anteriormente se encontraban en laboratorios de ciencias y en la actualidad por su bajo costo están llegando a las universidades e incluso pueden ser adquiridos por los estudiantes, tales como controladores lógicos programables, tarjetas FPGA, tableros de adquisición de datos, sensores, actuadores y muchos otros dispositivos científicos. La conjunción de conocimiento matemático, habilidades y valores a través de la tecnología es importante y puede lograrse trabajando desde el proceso educativo de la ingeniería. Para ello, es necesario analizar cómo los profesores y estudiantes gestionan el conocimiento para la formación y el desarrollo de competencias profesionales.

La educación es fundamental para dotar a los alumnos de herramientas útiles para su desempeño en la sociedad. Por lo anterior, las instituciones de educación superior deben continuar renovándose, tomando en cuenta que el contexto en el que fueron creadas es diferente al actual. Se debe reconocer que existe un fuerte vínculo entre el sector educativo y el sector laboral y no se debe caer en el error de

considerar que la educación se subordina a las demandas del mercado laboral, sino que el objetivo del sector educativo es observar el entorno y adelantarse al desarrollo, adaptándose a la evolución que pudiese presentar y poder proporcionar a sus estudiantes una educación más acorde a su realidad.

La afirmación de que la enseñanza de las matemáticas debe ser orientada hacia las aplicaciones reales se puso de manifiesto en la década de 1960 [2, 3]. El por qué y cómo incluir aplicaciones reales y modelado matemático en la enseñanza de las matemáticas ha llamado la atención de los investigadores de matemática educativa desde entonces. Existe una gran cantidad de investigaciones que muestran el interés y la importancia de las aplicaciones reales del modelado matemático.

II. UNIVERSIDADES POLITÉCNICAS, COMPETENCIAS Y APREDIZAJE BASADO EN PROYECTOS

Un factor determinante que impulsó la puesta en operación del modelo educativo por competencias fue el proyecto con el Banco Interamericano de Desarrollo (BID) denominado PROFORCOM; este proyecto impulsa la operación de modelos educativos con base en competencias, en particular aquellas orientadas a la formación para el trabajo.

Los tipos de competencias de las Universidades Politécnicas son:

- Competencias básicas: Están asociadas a conocimientos fundamentales; entre ellas podemos considerar las habilidades para la lectura y la escritura, la comunicación oral y escrita, el razonamiento matemático, la capacidad para comprender, seleccionar información y el uso de las tecnologías de la informática y la comunicación.
- Competencias genéricas: Son aquellas que sustentan el aprendizaje durante toda la vida y la profesión en diversas situaciones y contextos, y se refieren a capacidades para análisis y síntesis; para aprender; para resolver problemas; para aplicar los conocimientos en la práctica; para adaptarse a nuevas situaciones; para cuidar la calidad; para gestionar la información; y para trabajar en forma autónoma y en equipo.
- Competencias específicas: Son aquellas que se encuentran asociadas al desarrollo de habilidades de tipo técnico, específicas para el ejercicio de la profesión, las cuales son definidas de acuerdo a los programas educativos a ofertar.

La definición de competencias profesionales en el subsistema será: posesión y desarrollo de conocimientos, destrezas y actitudes que permiten al sujeto que las posee, desarrollar actividades en su área profesional, adaptarse a nuevas situaciones, así como transferir si es necesario, sus conocimientos, habilidades y actitudes a áreas profesionales próximas [4]. Esto obliga a cambiar los roles de profesor y alumno y la forma de interactuar, se requiere del uso de procesos didácticos significativos, gestión del conocimiento, técnicas e instrumentos de evaluación que

estén orientados a retroalimentar y establecer niveles de avance y que permitan definir con claridad las capacidades que se espera desarrollar por parte del estudiante.

Uno de los primeros intentos de llevar el Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP) y otros esquemas colaborativos dentro del plan curricular fue en la Universidad de Aalborg de Dinamarca, fundada en 1974, la cual era un nuevo centro universitario cuyo programa educativo fue desarrollado en su totalidad centrado en problemas y proyectos. Los objetivos que planteaban era reducir los residuos en programas tradicionales causados por estudios terminados, programas prolongados y estudios innecesarios para el estudiante, así como enfatizar la solución total a problemas complejos, considerando aspectos sociales, económicos, políticos y tecnológicos.

Los beneficios reportados fueron que se aumentó la autoconfianza, flexibilidad y creatividad de los estudiantes y mejorar sus habilidades de comunicación y su capacidad para trabajar en grupos; y en el caso de su planta docente se desarrollaron educadores con la capacidad de manejar problemas y no meramente instruir según la tradición y la rutina. El enfoque pedagógico utilizado fue centrado en el problema y se organizaron estudios para analizar y resolver problemas relacionados con los proyectos y preparar informes de proyectos. Los trabajos finales (proyecto) eran evaluados por una serie de elementos que daban al estudiante y al evaluador una mayor libertad para medir diversas capacidades y se realizaban mediante conferencias, lecturas, discusión de grupos de estudio, trabajos de laboratorio y experimentos prácticos.

En [5] se menciona que el método de ABP tiene éxito cuando se cumplen los siguientes elementos esenciales:

1. Los profesores deben relacionar el interés de los estudiantes y su necesidad de aprender.
2. Debe estimularlos durante la conducción del proyecto [6].
3. Promover que los estudiantes sean los encargados de decidir si van a usar los recursos, cómo cooperarán y se comunicarán para alcanzar el objetivo de su proyecto [7].
4. Explorar las ventajas de incorporar recursos tecnológicos para conducir la investigación.
5. Retroalimentar a los estudiantes sobre los problemas resueltos y los conocimientos adquiridos.
6. Evaluar el proyecto mediante presentaciones hacia la comunidad académica.

Una dimensión del ABP que es observada en diversos estudios es la socioafectiva, En [8] se describe una experiencia en educación superior bajo un esquema de ABP. Se muestra cómo el ABP estimula el aprendizaje colaborativo, el cual se refiere a la actividad de pequeños grupos desarrollada en el salón de clase. Se observó que el ABP transforma el simple trabajo en equipo por parte de los estudiantes, la idea que lo sustenta es que los estudiantes forman “pequeños equipos” después de haber recibido instrucciones del profesor. Dentro de cada equipo los estudiantes intercambian información y trabajan en una tarea, hasta que todos sus miembros la han entendido y terminado, aprendiendo a través de la colaboración. La clase se convierte en un foro abierto al diálogo entre

estudiantes-estudiantes y estudiantes-profesores, los estudiantes tienen un rol activo, dentro de su equipo, aprenden a recibir ayuda de sus compañeros de clase y también a ayudarse mutuamente, enriqueciendo sus procesos cognitivos con las ideas diversas de sus compañeros de equipo.

Otro aspecto del ABP es sobre la adaptación de un modelo de ABP y competencias. Quizás entre los problemas más importantes encontrados en esta dimensión son los relativos a la adaptación de los principios y contenidos ofrecidos al nuevo esquema de competencias mediante la elaboración de proyectos. Esto ha requerido mucho esfuerzo para hacer que todos los profesores participantes sean conscientes de la necesidad de cambiar y especialmente de la oportunidad que adopta un estándar profesional reconocido. Basado en mi experiencia profesional, puedo decir que continúa existiendo la renuencia a nuevos esquemas de enseñanza, aprendizaje y evaluación. En [9] se muestra el desarrollo de diversos proyectos mecatrónicos y de robótica para un curso de mecatrónica en la universidad de Gante en Bélgica.

III. PROYECTO

Cuando participan en el ABP, a los estudiantes normalmente se les asigna un proyecto o una serie de proyectos que requieren del uso de diversas técnicas, tales como la investigación, la escritura, entrevistas, colaboración, producir diversos productos de trabajo, como la investigación documentos, estudios científicos, propuestas de políticas públicas, presentaciones multimedia, documentales de vídeo, desarrollo de prototipos, desarrollo de software entre otras actividades. A diferencia de los exámenes, tareas, y otras formas tradicionales para realizar la instrucción de cursos académicos, la ejecución y terminación de un proyecto pueden tomar varias semanas o meses, o incluso puede desarrollarse a lo largo de un cuatrimestre o un año [10].

Como parte de las características de un proyecto de innovación educativa, de acuerdo con nuestra experiencia, podemos mencionar las siguientes:

- Surge de una necesidad identificada en el contexto educativo, de los intereses personales o del grupo y/o de los objetivos de aprendizaje enmarcados por el docente.
- Implica una reflexión en la cual se confrontan, por una parte, las necesidades y, por otra, los medios para satisfacerlas.
- Durante su formulación, se explicita el problema a resolver, los objetivos del proyecto, las necesidades y los recursos disponibles, se distribuyen responsabilidades y se definen los plazos para cada actividad.
- El proyecto, al ser realizado por equipos de trabajo, requiere del compromiso de cada uno de los miembros involucrados y de la organización conjunta de las actividades a realizar.
- El proyecto debe ser evaluado en forma permanente, confrontando el trabajo realizado con el proyectado y analizando también el proceso de realización. También

debe ser analizado el resultado final de él, en términos del impacto que este significó para su comunidad educativa.

Teniendo en cuenta las características antes mencionadas sobre proyectos educativos, es que le proponemos a continuación las etapas que se deben seguir para desarrollar un proyecto [11].

- i. **Análisis de la situación educativa:** En esta etapa se debe definir y explicitar una necesidad real de una población específica, que ha surgido como consecuencia de haber observado críticamente la realidad educativa en la cual se desempeña como docente y que puede ser una situación problema posible de resolver.
- ii. **Selección y definición del problema:** Para pasar de la necesidad identificada al problema en sí debe procederse a la delimitación del problema, tanto en la extensión (ámbito o alcance) del concepto como en el tiempo y el espacio.
- iii. **Definición de los objetivos del proyecto:** Una vez seleccionado y definido el problema y el tema del proyecto, es fundamental clarificar los objetivos que se perseguirán con él. La definición de los objetivos nos permitirá saber hacia dónde vamos y qué es lo que esperamos con el proyecto.
- iv. **Justificación del proyecto:** La justificación es una descripción más o menos amplia que responde a las siguientes cuestiones: Importancia y actualidad que tiene el tema o problema que se va a esclarecer, utilidad práctica que el trabajo tendrá, es decir a quiénes beneficiará el proyecto que se va a realizar; y factibilidad de realización del proyecto.
- v. **Análisis de la solución:** Una vez que un problema ha sido planteado, enunciado, justificado y que sus objetivos han sido plenamente identificados, es necesario plantearse las posibles soluciones del problema. Se entiende por posible solución cualquier proposición, supuesto o predicción que se basa, bien en los conocimientos ya existentes, o bien en hechos nuevos y reales, o en unos y otros.
- vi. **Planificación de las acciones (cronograma de trabajo):** El diseño de la solución al problema consiste en estructurar una propuesta de trabajo o una secuencia de actividades que permita el desarrollo y logro de la meta propuesta.
- vii. **Especificación de los recursos humanos, materiales y económicos:** Para completar el proyecto, cuando se harán y quien es el responsable, es fundamental identificar los recursos humanos, materiales y económicos que se requerirán para su desarrollo.
- viii. **Evaluación:** Todo proyecto requiere de procedimientos de evaluación que permitan hacer las revisiones y modificaciones pertinentes con el fin de obtener un producto final de buena calidad y asegurarnos que la

implementación sea exitosa. Así también, en el caso de proyectos de innovación enriquecidos con tecnología el proceso evaluativo es vital ya que es la forma en que se constata el cumplimiento de los objetivos. Por ello es importante determinar la forma en que el proyecto se evaluará y determinar si las actividades propuestas realmente cumplieron con los objetivos de aprendizaje.

- ix. Informe final: El paso final del proyecto será la redacción del informe, el cual debe ser realizado con claridad y objetividad.

En [1] se discute la demanda de la capacidad de los desarrolladores de proyectos para coordinar sus contribuciones individuales de modo que respondan a la complejidad de lo que se llama proyecto espacial. Estas capacidades se dividen en dos áreas principales. Los aspectos sociales, que son la capacidad de colaborar, compartir información y trabajar juntos y cognitiva aspectos de la resolución de problemas, esto se apoya en la naturaleza o la complejidad del proyecto en sí. Piense en su carácter interactivo, el intercambio de ideas, la identificación compartida del proyecto y sus elementos, los acuerdos sobre las conexiones entre las partes de un proyecto y la dinámica entre las personas que esas acciones producen la negociación.

ABP exige que estos procesos sean explícitos, esto porque la información tiene que ser compartido con otros miembros de un grupo. Con la resolución de problemas individuales, muchos de estos pasos son encubiertos. Cada uno de los miembros del equipo tiene que ser capaz de ver y entender lo que las otras personas en el grupo están haciendo o lo que sugieren. Se puede observar que el elemento de colaboración es un tema importante.

El proyecto integrador constituye el medio fundamental a través del cual se puede organizar el proceso de formación y desarrollo de las competencias con un carácter sistémico. Por ello, el término proyecto adquiere relevancia extraordinaria en el currículo por competencias y se convierte en el elemento central de todas las acciones encaminadas a enseñar.

Lo que se debe considerar al elaborar proyectos dentro de las ciencias exactas e ingeniería es que su misión es el desarrollo de un pensamiento lógico deductivo, la resolución de problemas y el modelado matemático, no como un fin en sí mismo, sino con visión interdisciplinaria para favorecer las abstracciones y las explicaciones de la realidad, lo que le permitirá llegar a desarrollar competencias disciplinarias básicas, tales como las competencias matemática, numérica, espacial geométrica, métrica, algebraica entre otras.

IV. DESCRIPCIÓN DE LOS PROYECTOS

Proyecto Tanques Acoplados.

El control de nivel de líquidos en depósitos y el flujo entre ellos es un problema básico que se presenta en gran cantidad de procesos industriales. Estos procesos requieren

de líquidos para ser bombeados, almacenados en tanques y luego bombeados a otros tanques. Muchas veces este líquido es procesado mediante tratamientos químicos en los propios tanques, pero el nivel de fluido en el interior del mismo debe ser controlado y el flujo entre ellos regulado. Algunos tipos de industria donde el control de nivel y el flujo son esenciales son la industria petroquímica, de fabricación de papel y de tratamiento de aguas.

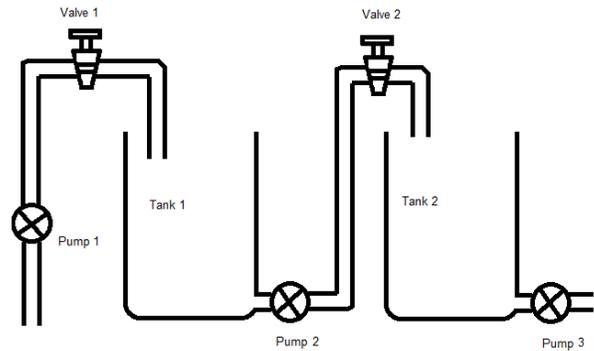


FIGURA 1. Diseño conceptual de tanques acoplados.

Cuando los dos tanques son juntados de forma similar a la figura 7 el sistema de tanques acoplados se ha formado. Se inicia con dos niveles h_1 en el tanque 1 y h_2 en el tanque 2. El control del flujo de entrada a los tanques Q_1 y Q_2 está controlado por válvulas. Para el tanque 1 el flujo de balance está dado por la ecuación:

$$Q_1 - Q_b = A \frac{dH_1}{dt}$$

Donde, la nueva variable es el flujo de interconexión entre tanques denominado Q_b . Para el tanque 2 la ecuación del flujo es:

$$Q_b - Q_3 = A \frac{dH_2}{dt}$$

En este caso, la nueva variable denominada Q_3 es el flujo de salida del tanque 2 por medio de la bomba 3. El modelo matemático del sistema viene expresado por medio de 2 ecuaciones no lineales:

$$Q_1 - C_{12} a_2 \sqrt{2g(H_1 - H_2)} = A \frac{dH_1}{dt},$$

$$C_{12} a b \sqrt{2g(H_1 - H_2)} - C_{12} \sqrt{2gH_2} = A \frac{dH_2}{dt}.$$

Llevando a cabo un proceso de linealización se puede usar la transformada de Laplace para analizar el modelo desde el espacio con dominio en s . Para el tanque 2, el nivel del tanque queda expresado en la función de transferencia:

$$\frac{h_2(s)}{q_1(s)} = \frac{G}{(T_1 s + 1)(T_2 s + 1)}$$

Las constantes T_1 y T_2 están relacionadas por las áreas de las bases de los tanques.

El sistema de tanques acoplados consta de 2 tanques translúcidos cada uno con un sensor de proximidad que mide el nivel de agua en cada tanque. El acoplamiento de los tanques está controlado por dos llaves manuales conectadas a servomotores para abrir y cerrar el flujo de agua.

Cada tanque tiene una bomba sumergible para tener el flujo de agua entre los tanques. Los disturbios en los flujos de entrada o salida son generados manualmente.



FIGURA 2. Vista frontal del prototipo de tanques acoplados construido por estudiantes de ingeniería en Mecatrónica.



FIGURA 3. Vista superior del prototipo de tanques acoplados construido por estudiantes de ingeniería en Mecatrónica.

El prototipo fue diseñado y construido por los estudiantes (Figura 2 y Figura 3), quienes también desarrollaron sus propios algoritmos de control para probar los modelos e implementarlos en una aplicación real. El trabajo se basa en el diseño del sistema de control digital por computadora para controlar el nivel de líquido en un sistema de tanque acoplado.

Proyecto Topografía 3D

En los últimos 30 años se han realizado diversas aplicaciones de realidad virtual y realidad aumentada. Estos desarrollos realizados por corporaciones como Sony, Google, Facebook, Microsoft, Apple entre otros han llevado la realidad virtual y la realidad aumentada a ser

considerados algo cotidiano. Diversos periféricos como cascos, lentes y guantes permiten al usuario a experimentar de ambientes virtuales para su entretenimiento.

El uso de la realidad aumentada como una tecnología para la enseñanza tiene como origen su uso en los parques temáticos [12]. La universidad de California había desarrollado un sistema de realidad aumentada llamado “sandbox”, que consiste en proyectar animaciones en una caja de arena. El único periférico que usaba es un sensor Kinect de Xbox. El software está basado en un artículo de investigación donde desarrolla un método numérico para resolver un sistema de ecuaciones diferenciales. Este proyecto fue un reto de programación numérica con un fuerte componente matemático. Para desarrollar este proyecto la Dra. Yolanda Pérez Pimentel profesora del área de programación guio a los estudiantes sobre la comunicación del sensor Kinect con el software LabVIEW. Aunque el hardware es simple, diversas soluciones fueron desarrolladas por los estudiantes para colocar un proyector y el sensor Kinect a diversas alturas para lograr el efecto deseado.

Adhémar Jean Claude Barré de Saint-Venant (1797 – 1886) fue un matemático francés que contribuyó al nacimiento de la mecánica de medios continuos, tanto en la mecánica de sólidos deformables como en la mecánica de fluidos. Desde la publicación del trabajo en 1855 ha existido una gran cantidad de intentos rigurosos de deducir el principio de Saint-Venant a partir de las ecuaciones en derivadas parciales de la teoría de la elasticidad. Por esa razón, diversos autores han reformulado ligeramente el principio para poder obtener resultados exactos, y aproximaciones para casos particulares.

El sistema de Saint-Venant son las ecuaciones diferenciales parciales:

$$\frac{\partial h}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x}(hv) = 0,$$

$$\frac{\partial}{\partial t}(hv) + \frac{\partial}{\partial x}\left(hv^2 + \frac{1}{2}gh^2\right) = -gh \frac{\partial B}{\partial x}.$$

- h es la altura del fluido con respecto al fondo.
- g es la constante de gravedad
- v es la velocidad.
- $B=B(x)$ es la elevación de la superficie con respecto al fondo.

En [13] se desarrollan métodos numéricos para la resolución del sistema de ecuaciones diferenciales parciales de Saint-Venant que tenían propiedades de estabilidad y buen comportamiento en condiciones de frontera.

El cuerpo principal del proyecto está constituido por una estructura que sostiene a una altura a un video proyector y el sensor Microsoft Kinect® colocados sobre una caja de arena. El prototipo fue diseñado en Inventor®, la estructura original está hecha en perfil estructural y piezas de metal, lo cual lo hace pesado para transportación. La nueva estructura fue hecha en tubos PVC lo cual lo hace más ligera y fácil de ensamblar. Las jaulas que contienen el

proyector y el sensor Kinect están hechas en perfiles de aluminio (figura 4).



FIGURA 4. Estructura diseñada y construida por estudiantes de Ingeniería en Mecatrónica.

Para el software se usó el Developers Kit del sensor Microsoft Kinect para Windows el cual puede ser descargado de la página <http://www.microsoft.com> y en la opción de kinect developers. También se usa LabVIEW y los módulos de visión y Mathscript, la licencia del software LabVIEW fue adquirida por la Universidad Politécnica de Chiapas y con renovaciones desde 2008. Se desarrolló un conjunto de subprogramas para adquirir los datos del sensor de profundidad 3D Kinect y de la cámara RGB a una velocidad de 20 fotogramas por segundo. Se realiza un filtrado mediante técnicas estadísticas, lo que reduce el ruido inherente al conjunto de datos de profundidad del Kinect y rellenando los datos que faltan en el flujo de profundidad.

La superficie topográfica resultante se representa como una función mediante una matriz de valores asociados por píxeles y profundidad. El software utiliza una combinación de colores para realzar la superficie por la elevación usando curvas de nivel con colores personalizables. El video proyector está fijado en la parte superior de la estructura por encima de la caja de arena, con el efecto de que la topografía proyectada coincide exactamente con la topografía real de la arena. Al mismo tiempo, una simulación de flujo de agua basado en el conjunto de Saint-Venant de ecuaciones de aguas poco profundas, que son una versión integrada de la profundidad del conjunto de ecuaciones de Navier-Stokes que gobiernan el flujo del fluido, se ejecuta en el fondo usando otro conjunto de valores restringido a una escala de azul y blanco.

La simulación es resultado de una solución numérica del sistema de ecuaciones diferenciales parciales, usando la superficie de la arena virtual como condiciones de frontera. La implementación de este método numérico es utilizando un término de viscosidad simple y las condiciones de frontera abiertos en los bordes de la caja, y la aplicación del método de Runge-Kutta de segundo orden de paso variable. La simulación se ejecuta de tal manera que el agua fluye,

suponiendo un factor de escala 1:100, sin condiciones de turbulencia.

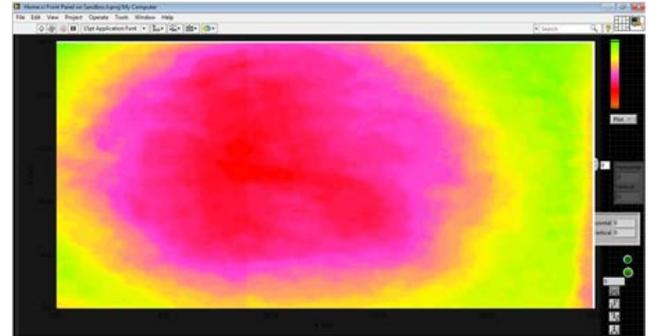


FIGURA 5. Panel frontal de programa para el proyecto topografía 3D.

ADQUISICIÓN: Del equipo Kinect el sensor de profundidad es usado para detectar el relieve de la arena, la cual es representada en una matriz de números reales configurados para obtener valores en un rango determinado. También se ha programado un comando que consiste en mostrar la mano con los dedos extendidos, la cámara RGB identifica esa forma para mandar la orden del de la simulación del movimiento de agua sobre la superficie (figura 5).

PROCESAMIENTO: La información en forma de una matriz es procesada para calcular una representación matemática de la superficie de arena, en forma de una función $z = f(x,y)$. De esta función se calculan las curvas de nivel en forma de colores y también es calculado el vector gradiente para encontrar la ruta de máximo descenso y con ellos simular el movimiento del agua. Todo es realizado en programadas creados siguiendo los métodos numéricos de Kurganov y Petrova en el software LabVIEW.

ENVIO DE DATOS: Una vez calculado el campo gradiente y las curvas de nivel, se realiza una representación en el plano.

Se proyecta esta imagen en la superficie de arena haciendo que coincidan los datos en 2D con los obtenidos en 3D. De esta forma, se obtiene la realidad aumentada en la caja de arena (figura 6).

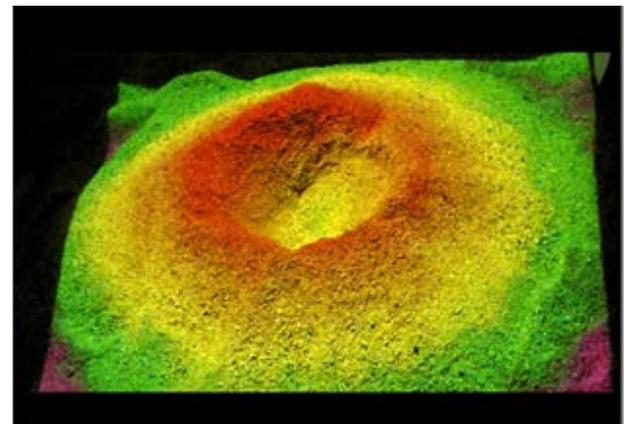


FIGURA 6. Proyección en la caja de arena.

V. CONCLUSIONES

Como esta experiencia aún no ha terminado, es difícil ofrecer una evaluación completa del proceso. Las dificultades iniciales están relacionadas con el hecho de que tanto los estudiantes como los profesores no están acostumbrados a desarrollar por completo este tipo de iniciativas, así mismo por las dificultades organizativas que implica realizar proyectos en un programa de estudios estructurado dividido en asignaturas y cuatrimestres. Sin embargo, en el proceso de renovación que se está llevando a cabo por parte de la Coordinación de Universidades Politécnicas y Tecnológicas con recomendaciones del Centro de Acreditación para Enseñanza de la Ingeniería, se tiene la oportunidad de utilizar métodos de aprendizaje alternativos, que nos permitan afrontar los nuevos retos de la educación universitaria en el siglo XXI.

Resumir todas las actividades prácticas que un ingeniero mecatrónico desarrollará durante su carrera en un solo proyecto de trabajo resulta ser muy complicado a no ser que este trabajo corresponda a su tesis de grado. En este trabajo se hace un esfuerzo para superar estas dificultades y muestra dos ejemplos de proyectos prácticos que se llevaron a cabo durante un curso de “Modelado y simulación de sistemas”. Los proyectos mecatrónicos como elementos integradores al final de los cursos se han convertido en una herramienta de gran alcance con un énfasis en la exploración y comprensión de los principios fundamentales de diversas áreas de la ingeniería.

Al comparar los resultados del curso con un enfoque en ABP con los cursos de años anteriores, se pueden destacar algunos resultados interesantes.

Se realizaron encuestas al inicio y final de curso. Las encuestas fueron desarrolladas en Google para permitir que los estudiantes respondieran las preguntas libremente. Se observó que el porcentaje de estudiantes que optaron por desarrollar un proyecto integrador en diversas asignaturas aumentó del 35% al 83%. De estos, el número de estudiantes que tuvieron problemas para terminar un curso de manera satisfactoria disminuyó de 47% a 8%. Otro dato obtenido fue la percepción entre los estudiantes de que las competencias matemáticas fueron desarrolladas aumentó del 33% al 90%.

REFERENCIAS

- [1] Griffin, P., McGaw, B. and Care, E., *Assessment and Teaching of 21st Century Skills, Educational Assessment in an Information Age*, (Springer, The Neederlands, 2015).
- [2] Freudenthal, H., *Why to teach mathematics so as to be useful*, *Educational studies in mathematics* **1**, 3-8 (1968).
- [3] Pollak, H. O., *On some of the problems of teaching applications of mathematics*, *Educational Studies in Mathematics* **1**, 24-30 (1968).
- [4] Coordinación de Universidades Politécnicas, *Estrategias de Gestión para la Operación del Modelo de Educación Basado en Competencias*, (Coordinación de Universidades Politécnicas, México, 2015).
- [5] Galeana, L., *Aprendizaje basado en proyectos*, (2014). <<http://formasinteractuar1070339.blogspot.mx/>> consultado el 3 de diciembre de 2017.
- [6] Larmer, J. and Mergendoller, J. R., *Seven essentials for project-based learning*, *Educational leadership* **68**, 34-37 (2010).
- [7] Frey, J. and Finan, W., *Engineering Education in Japan: A Career-long Process*, *Engineering Education* **81**, 466-72 (1991).
- [8] Maldonado, M. P., *Aprendizaje basado en proyectos colaborativos. Una experiencia en educación superior Laurus*, *Revista de Educación* **14**, 158-180 (2008).
- [9] Copot, C., Ionescu, C. and De Keyser, R., *Interdisciplinary project-based learning at master level: control of robotic mechatronic systems*, *IFAC-PapersOnLine* **49**, 314-319 (2016).
- [10] Martí, J., Heydrich, M., Rojas, M. and Hernández, A., *Aprendizaje basado en proyectos*, *Revista Universidad EAFIT* **46**, 11-21 (2010).
- [11] Tobón, S., Pimienta, J. y García Fraile, J. A., *Secuencias didácticas: aprendizaje y evaluación de competencias*, (Pearson, México, 2010).
- [12] Mine, M. R., Van Baar, J., Grundhofer, A., Rose, D. and Yang, B., *Projection-based augmented reality in disney theme parks*, *Computer* **45**, 32-40 (2012).
- [13] Kurganov, A. and Petrova, G., *A second-order well-balanced positivity preserving central-upwind scheme for the Saint-Venant system*, *Communications in Mathematical Sciences* **5**, 133-160 (2007).