

Implementación de la metodología STEAM en la asignatura Sistemas Hidroneumáticos en la UNAH-VS

Implementation of STEAM Methodology in the Subject Hydropneumatic Systems in the UNAH-VS

Darwin Reyes Hernández^a

^aDepartamento de Ingeniería Mecánica, Universidad Nacional Autónoma de Honduras en el Valle de Sula, darwin.reyes@unah.edu.hn

Resumen

En este artículo se presentan los resultados obtenidos de la implementación de la metodología STEAM en el III periodo de 2022, aplicada a la asignatura optativa Sistemas Hidroneumáticos de la carrera de Ingeniería Mecánica de la Universidad Nacional Autónoma de Honduras en el Valle de Sula. Considerando que fue la primera vez que se habilitó esta asignatura en el campus de la UNAH-VS, se intentó innovar con herramientas didácticas, entre ellas, la estrategia de aprendizaje basado en proyectos, por lo que se diseñó un proyecto que tuvo como primer objetivo que los estudiantes resolvieran un problema técnico de abastecimiento de energía y que conocieran la tecnología de monitoreo, y como segundo objetivo, que los estudiantes pudieran sensibilizarse con los problemas actuales del medio ambiente.

Con el fin de lograr estos objetivos, se implementó la metodología STEAM, la cual permitió a los estudiantes de ingeniería poner en práctica conocimientos fisicomatemáticos, la creatividad para diseñar y el entendimiento para razonar problemas ambientales. Para medir los resultados del proyecto, se revisaron los planos de diseño elaborados por los estudiantes, quienes utilizaron un instrumento de medición llamado «Solar Power Meter» o metro solar que fue gestionado como iniciativa del Departamento de Ingeniería Mecánica para esta asignatura.

Los estudiantes utilizaron de forma conjunta con el instrumento principal dos aplicaciones instaladas en sus dispositivos móviles, por medio de las cuales se miden inclinación y orientación respectivamente. Cuando los estudiantes finalizaron sus mediciones de campo en cinco semanas, elaboraron cálculos de instalación de un sistema solar cuya finalidad teórica fue proporcionar agua caliente al edificio 4. Los estudiantes pudieron comparar sus resultados en contraste con el uso de energías fósiles.

Palabras clave: aprendizaje basado en proyectos, medio ambiente, metodología STEAM, metro solar, aplicaciones móviles.

Abstract

This article presents the results obtained with the implementation of the STEAM methodology in the third term 2022, applied to the optional subject Hydropneumatic Systems. Considering that it is the first time that this subject is enabled on the UNAH-VS campus, there is a need to innovate with didactic tools, including the project-based learning strategy, for which a project is designed whose primary objective is that students solve a technical problem of energy supply, and that they know the monitoring technology, and as a second objective that the students can be sensitized with the current problems of the environment. To achieve these objectives, the STEAM methodology is implemented, which allows engineering students to put into practice physico-mathematical knowledge, creativity to design and understanding to reason environmental problems. To measure the results of the project, the design plans prepared by the students are reviewed, who use a measuring instrument called «Solar Power Meter» or solar meter that was managed as an initiative of the Department of Mechanical Engineering for this subject.

The students use together with the main instrument, two apps installed on their mobile

devices through which they measure inclination and orientation respectively. When students complete their field measurements in five weeks, they make installation calculations for a solar system whose theoretical purpose is to provide hot water for Building 4. Students can compare their results against the use of fossil fuels.

Keywords: project-based learning, environment, STEAM methodology, solar power meter, mobile apps.

Introducción

El proyecto propuesto se desarrolló bajo la metodología STEAM, consistió en evaluar las condiciones de recurso solar que tiene la UNAH-VS, y para ello se realizaron mediciones a una distancia de 25 metros del edificio 4 de la UNAH-VS. Se pretendió que los estudiantes al finalizar la asignatura fueran capaces de utilizar un aparato tecnológico, así como el aprovechamiento de dos aplicaciones para ingeniería utilizadas desde sus celulares, considerando que ellos no suelen usar el internet para fines educativos aplicados. Además, los estudiantes no suelen entender la importancia del cuidado del medio ambiente al no participar en actividades de campo, por lo que se vuelve una buena estrategia didáctica que ellos realicen estos lineamientos fuera del aula en contacto directo con la naturaleza y, específicamente, midiendo una fuente de energía renovable directa.

Esta fue la primera vez que la asignatura de Sistemas Hidroneumáticos se ofrece como una opción optativa en el campus de la UNAH-VS. La matrícula de esta clase asignada en el tercer periodo del año 2022 fue de ocho estudiantes, quienes pertenecen a la carrera de Ingeniería Mecánica y están por egresar. Con la implementación de esta nueva metodología, se espera incrementar la matrícula en periodos siguientes, creando un ambiente favorable de interés por parte de futuros estudiantes de la asignatura.

Para la realización efectiva del proyecto, se utilizaron recursos como videos introductorios del tema de energía solar, presentación de hoja de cálculos en Excel y el aprendizaje sobre el uso del instrumento de medición solar, que solamente es aplicable cuando el estudiante se encuentra en contacto directo con el sol fuera del aula.

Fundamentación teórica

Debido a la necesidad que existe de encontrar eco soluciones, se requieren más ideas innovadoras en relación con este tema. En el mundo contemporáneo cobra cada vez más atención la actual crisis ambiental expresada en complejas problemáticas como el calentamiento global, la degradación de los ecosistemas, la desaparición de especies o la contaminación (Bolaños, 2015). Por tal razón, el proyecto asignado para esta clase busca conectarse con el lado humano de los estudiantes, de tal manera que su proceso de aprendizaje sea más apasionante, ya que tendrían un fin más altruista dentro de una clásica y tradicional solución de ingeniería.

Al analizar la metodología STEAM aplicada a este proyecto dentro de la asignatura, se entiende que los estudiantes aprenden sobre «Science: Ciencia: S», ya que deben analizar las diferentes trayectorias con que el sol ingresa a la atmósfera. También aprenden sobre «Technology: Tecnología: T», considerando que se les enseña a utilizar un dispositivo de medición solar y dos aplicaciones móviles sobre el análisis complementario de variables de medición solar. Luego ellos aplican de forma directa «Engineering: Ingeniería: E», debido a que los estudios de abastecimiento de energía son parte de las competencias que los estudiantes de Ingeniería Mecánica deben adquirir en la carrera. Uno de los grandes aportes que ellos aprenden es «Art: Arte: A», ya que analizan el problema ambiental y se sensibilizan con el tema, pudiendo surgir ideas más significativas para crear un diseño que permita resolver

la necesidad de llevar agua caliente utilizando energías limpias. Finalmente ellos aplican «Math: Matemáticas: M», ya que el instrumento proporciona datos que ellos deben utilizar para resolver ecuaciones y llegar a conclusiones técnicas sobre la cantidad de energía que pueden obtener de forma gratuita y amigable con el medio ambiente.

Actualmente, el enfoque STEAM se ha popularizado en otros países del mundo, debido a que es posible combinar las artes con la ciencia, la tecnología y la matemática, la ingeniería y el arte. Esto genera innovación y motivación, además de asociar el pensamiento lógico con la creatividad, haciendo más atractivas las ciencias para los estudiantes (Meza y Duarte, 2020). El aprendizaje STEAM es un modelo que persigue la integración y el desarrollo de las materias científico-técnicas y artísticas en un único marco interdisciplinar (Yakman, 2008). Por esa razón, en la carrera de Ingeniería Mecánica existen diversos conocimientos técnicos y administrativos que permiten la integración potencial de muchos esfuerzos para desarrollar proyectos que no sean solamente técnicos, sino que tengan una naturaleza incluso social y de apoyo humanitario.

El enfoque STEAM, con integración de las artes y diseño, ha sido adoptado en otros países, especialmente por su énfasis en la innovación, y porque la evidencia sugiere que ofrece un mayor atractivo para aquellos estudiantes que no se identifican tanto con las ciencias que con las artes creativas.

A través de esta propuesta de metodología, aplicada en la asignatura de Sistemas Hidro-neumáticos, el estudiante puede volverse más creativo e independiente, ya que se le permite desarrollar su diseño solar de forma libre. En un modelo de enseñanza de las competencias del siglo XXI, sin lugar a duda, la tecnología juega un papel determinante. Los recursos tecnológicos son un medio y no un fin en sí mismos, y el fundamento de la calidad educativa reside en la efectividad de las estrategias didácticas de los

Tabla 1. Caracterización del rol del docente y estudiante en el aprendizaje basado en proyectos

Docente	Estudiantes
Dar un papel protagonista al alumno en la construcción de su aprendizaje.	Asumir su responsabilidad ante el aprendizaje.
Ser consciente de los logros que consiguen sus alumnos.	Trabajar con diferentes grupos gestionando los posibles conflictos que surjan.
Ejercer de guía, tutor, facilitador del aprendizaje que acude a los alumnos cuando lo necesitan.	Tener una actitud receptiva hacia el intercambio de ideas con los compañeros.
El papel principal es ofrecer a los alumnos diversas oportunidades de aprendizaje.	Compartir información y aprender de los demás.
Ayudar a sus alumnos a que piensen críticamente, orientando sus reflexiones y formulando cuestiones importantes.	Ser autónomo en el aprendizaje (buscar información, contrastarla, comprenderla, aplicarla, etc.) y saber solicitar ayuda y orientación cuando se necesite.
Realizar sesiones de tutoría con los alumnos.	Disponer de las estrategias necesarias para planificar, controlar y evaluar los pasos que lleva a cabo en su aprendizaje.

Fuente: Zambrano, 2022.

docentes y en su capacidad de establecer relaciones positivas con sus estudiantes. Sin embargo, niños y jóvenes necesitan estar expuestos cotidianamente a usos productivos y creativos de la tecnología, de modo que los ayuden a entender el mundo complejo y sofisticado que les rodea. El valor de las tecnologías digitales en educación radica en que facilitan el dominio de los contenidos curriculares, al tiempo que estimulan el desarrollo de competencias esenciales para crear y usar nuevo conocimiento en el mundo (Fullan y Langworthy, 2014).

Una de las mejores estrategias para incluir la metodología STEAM dentro de la didáctica de una clase de ingeniería es utilizar como apoyo el aprendizaje basado en proyectos, dado que los estudiantes de ingeniería son por naturaleza, prácticos y les gusta interactuar físicamente con instrumentos y equipos (Díaz, 2018). Al utilizar el aprendizaje basado en proyectos como estrategia pedagógica, el estudiante logra un aprendizaje más significativo y enriquecedor, y esto genera una sinergia de doble aprendizaje entre estudiantes y docentes. Entender esto es fácil en las carreras de ingeniería, ya que los

alumnos basan la mayoría de sus clases superiores en análisis de casos de proyectos. Como se puede analizar en la Tabla 1, cuando se desarrolla el aprendizaje basado en proyectos, tanto el estudiante como el docente asume diferentes roles.

Como se describe en la Tabla 1, hay una fuerte vinculación de colaboración entre el docente y los estudiantes para lograr los objetivos de aprendizaje. El estudiante se vuelve más independiente durante la actividad y toma sus propias decisiones como, por ejemplo, qué podría hacer en caso de que hubiera lluvia en el momento de las mediciones. El docente está pendiente de la actividad en campo y monitorea los resultados preliminares que los estudiantes obtienen con el instrumento.

Metodología

A continuación se describen todos los pasos del proyecto asignado a la clase de Sistemas Hidro-neumáticos para poner en práctica la metodología STEAM.

Tabla 2. Desglose de actividades STEAM basada en el proyecto de clase «Abastecimiento de agua caliente a base de energía solar, UNAH-VS»

Parámetros STEAM	Descripción del aprendizaje
S: Ciencia	Paso 1. Los estudiantes aprenden en el aula a través de videos, conceptos de física relacionados con la energía solar.
T: Tecnología	Paso 2. Los estudiantes aprenden fuera del aula a utilizar un metro solar y dos aplicaciones móviles para detectar los mejores puntos energéticos de captación solar cerca del edificio 4 de la UNAH-VS.
E: Ingeniería	Paso 3. Los estudiantes empiezan una campaña de medición en el sitio ideal seleccionado por ellos, que dura seis semanas. Luego aprenden sobre los modelos de abastecimiento de agua caliente.
A: Arte	Paso 4. Los estudiantes realizan diseño del sistema de agua caliente a base de energía solar. En el proceso miden la cantidad de dióxido de carbono que dejan de liberar a la atmósfera de acuerdo con el diseño, motivando en ellos un sentido de pertenencia con su ecosistema.
M: Matemáticas	Paso 5. Los estudiantes realizan los últimos cálculos matemáticos para definir las capacidades de carga de los equipos de energía solar.

Fuente: elaboración propia, con base en la nomenclatura conocida de la palabra original en inglés STEAM, 2023.

Para realizar esta iniciativa, se consultó con la Coordinación de Ingeniería Mecánica de la UNAH-VS a cargo del ingeniero Edwin Chavarría, quien gestionó desde un inicio la apertura por primera vez de esta asignatura en la carrera de Ingeniería Mecánica. El ingeniero Chavarría validó los temas que conformaron el contenido de la clase. En la asignatura de Sistemas Hidroneumáticos se estudian los fundamentos de los sistemas hidráulicos y neumáticos, haciendo énfasis en sus cálculos, diseño y operación. Se estudian también los sistemas de abastecimiento de agua potable, aguas negras, agua caliente y sistema contra incendio. Considerando que el agua es un recurso en el que deben estudiarse las formas en la que esta se desplazará hacia las personas, surge la idea de innovar y aprovechar la oportunidad para priorizar fuentes renovables en lugar de sistemas energéticos tradicionales.

A raíz de ello, se implementó un proyecto en que los estudiantes deben diseñar de forma creativa un plano que permita analizar las condiciones constructivas de un sistema de abastecimiento de agua caliente para un edificio,

pero con el impulso de paneles termosolares. De esta manera, inicia la implementación de la metodología STEAM, ya que los estudiantes parten de un problema de investigación: «¿Cuánta energía puede proveer el sol para alimentar el sistema de abastecimiento de agua caliente al edificio 4 de la UNAH-VS, garantizando así la reducción de gases contaminantes?». En esta primera etapa los estudiantes analizaron proyectos parecidos desarrollados en otros países, a fin de partir de una base sólida de ideas iniciales como referencia.

Una vez diseñado e incorporado en el sílabo, este proceso de aprendizaje basado en proyectos se socializó con los estudiantes en el Campus Virtual. Luego, los estudiantes empezaron a entender en qué consiste la metodología STEAM y descubrieron cómo les va a ayudar a resolver el problema planteado. En la Tabla 2 se describen las partes de la metodología STEAM que argumentan los aspectos del proyecto asignado que deben trabajar durante el periodo lectivo. Los estudiantes asumieron la responsabilidad de cumplir con cada uno de los aspectos asignados como entregables de un

proyecto. En ese sentido, la dinámica de avances de entrega del proyecto se midió de la misma forma en la que se hace en proyectos reales de la industria.

En la etapa de aprendizaje de conceptos, los estudiantes conocieron las diferentes trayectorias del sol cuando se proyecta sobre la superficie, además aprendieron sobre las unidades de medida solar. Para utilizar un dispositivo de medición solar, como el que se muestra en la Figura 1, los estudiantes recibieron la capacitación sobre la puesta en marcha del aparato y la interpretación en la toma de datos por parte del docente de la asignatura, quien utilizó de forma didáctica el dispositivo a través de la ventana del segundo nivel del Edificio 4 de la UNAH-VS para que los estudiantes pudieran ver algunas lecturas. Estas lecturas fueron tomadas en un horario de 1:30 y 2:00 de la tarde.

Resultados

Se logró la activa participación de todo el curso en el proyecto y la comprensión de la metodología STEAM, la cual se aplicó en todas sus etapas. Los estudiantes cumplieron con cinco jornadas de medición en campo utilizando el metro solar. Las jornadas de medición se realizaron los sábados, en el horario de 1 a 4 de la tarde. Los estudiantes tomaron medidas de irradiancia solar con el aparato desde la semana de exámenes del primer parcial hasta la primera semana del tercer parcial, como se observa en la Figura 2.

Para complementar la calidad en la toma de medición, y como se visualiza en la Figura 3, los estudiantes descargaron dos aplicaciones sugeridas por el docente: Angle Meter, para medir la inclinación de un objeto, y Brújula digital, para medir la orientación, considerando que se debía medir específicamente orientando el sensor del metro solar en dirección sur, con una inclinación de 30°. Estas especificaciones son parte de sugerencias técnicas para garantizar que el

Figura 1. Imagen de referencia del instrumento utilizado. Metro solar digital



Fuente: imagen tomada del artículo «Mediciones de análisis de anemómetros digitales y medidores de energía solar para la instalación de plantas de energía híbridas eólicas y solares» (Mulyana, 2019).

Figura 2. Estudiantes de la asignatura tomando medidas



Fuente: elaboración propia, 2022. Imagen tomada a una distancia de 25 metros de la parte frontal del edificio 4, UNAH-VS. Periodo III-2022.

instrumento obtenga los valores máximos de irradiancia solar posibles, con los cuales se desarrollan cálculos más adecuados. La argumentación teórica sobre la decisión de utilizar estas especificaciones técnicas fue explicada previamente por parte del docente de la asignatura en las clases introductorias del tema.

Una vez que se obtuvieron datos por cinco semanas, los estudiantes realizaron los cálculos pertinentes y lograron desarrollar de forma creativa un diseño de cómo podría instalarse un sistema de colectores solares en el Edificio 4 de la UNAH-VS para tener abastecimiento de agua caliente en puntos estratégicos. Aunque el proyecto culmina con el diseño —ya que la implementación real del proyecto no existe, sino que solamente se está cumpliendo con una función didáctica—, el impacto del resultado final motivó a los estudiantes a pensar en las bondades de las energías limpias. Una vez que se entregó el diseño, el docente revisó los cálculos y validó la calidad del resultado, lo que significó la culminación exitosa de un problema energético ambiental propuesto.

Entre los principales logros obtenidos, se destaca que al inicio del proyecto los estudiantes no comprendían totalmente que era la metodología STEAM, y la mitad de ellos solo había escuchado o tenía una idea de que era la metodología STEM. En contraste, al finalizar la actividad lograron entender el aporte que daba la creatividad hacia el aprendizaje y por ende como se diferencia STEM de STEAM.

También se logró que los estudiantes pudieran trabajar en equipo, lo que fortaleció en ellos la habilidad de compartir la responsabilidad en la toma de medidas con el instrumento, ya que tuvieron que turnarse para ir al sitio a realizar el estudio durante las cinco semanas.

Al finalizar la validación de resultados del proyecto, se hizo una encuesta presencial, donde se les consultó a los estudiantes sobre lo que les había parecido la actividad, recibiendo una totalidad de aceptación por parte de los ocho estudiantes de la asignatura. Esto permitió que los estudiantes pudieran recomendar a otros sobre los alcances académicos del aprendizaje que se implementa dentro de la asignatura, lográndose así una matrícula para esta clase optativa de catorce estudiantes en el primer periodo 2023.

Figura 3. Uso del instrumento de medición solar y aplicaciones móviles



Fuente: elaboración propia, 2022. Imagen tomada a una distancia de 25 metros de la parte frontal del edificio 4, UNAH-VS. Periodo III-2022.

Conclusiones

Los estudiantes aprendieron sobre tecnologías innovadoras y fortalecieron sus conocimientos en el campo de la generación de energía, lo cual les beneficia en su profesionalización; además pudieron incrementar, con esta propuesta basada en proyectos, sus competencias de trabajo en equipo, independencia, creatividad y finalmente responsabilidad, ya que ellos estuvieron a cargo del cuidado y correcto manejo del instrumento de medición.

Los estudiantes se concientizaron sobre el cuidado del medio ambiente. Cuando desarrollaron el diseño, se dieron cuenta del impacto positivo que tienen los proyectos de energía limpia. Por consiguiente, el aprendizaje basado en proyectos y la metodología STEAM empleada en esta propuesta dio a los estudiantes

un espacio de reflexión sobre lo que estaban haciendo, permitiéndoles comparar con cifras la diferencia en la emanación de gases contaminantes de las tecnologías tradicionales y la tecnología que ellos estaban estudiando en la asignatura.

Referencias

- BOLAÑOS, V., ORTEGA, F. Y REYES D. (2015). Medio ambiente, ciencia y sociedad. *Andamios*, 12(29).
- DÍAZ, O., MARTÍNEZ, F. Y SANTOS, L. (2018). Análisis de la investigación sobre aprendizaje basado en proyectos en Educación Física. *Revista Electrónica Interuniversitaria de Formación del Profesorado*, 21(2), 27-42.
- FULLAN, M. Y LANGWORTHY, M. (2014). A Rich Seam. How New Pedagogies Find Deep Learning. Pearson. http://www.michaelfullan.ca/wp-content/uploads/2014/01/3897.Rich_Seam_web.pdf
- MEZA, H. Y DUARTE, E. (2020). La metodología STEAM en el desarrollo de competencias y la resolución de problemas. [Conferencia]. II Congreso Internacional de Educación, Costa Rica.
- MULYANA, T. (2019). Mediciones de análisis de anemómetros digitales y medidores de energía solar para la instalación de plantas de energía híbridas eólicas y solares. *Journal of Advanced Research in Fluid Mechanics and Thermal Sciences*, 55.
- YAKMAN, G. (2008). STEAM education: An overview of creating a model of integrative education. [Conferencia]. Salt Lake City, USA.
- ZAMBRANO, M., DÍAZ, A. Y MENDOZA, K. (2022). El aprendizaje basado en proyectos como estrategia didáctica. *Revista Conrado*, 18(84), 172-182.