



Una Experiencia de Aprendizaje de la Física con estudiantes de Ingeniería

Francisco Antonio Horta-Rangel^a, Israel Quiros Rodriguez^b, Tame Gonzalez Cruz^c,
Nelly Sarai Ramos Reyes^d

^a División de Ingenierías. C.G. Universidad de Guanajuato. anthort@hotmail.com

^b División de Ingenierías. C.G. Universidad de Guanajuato. iquiros6403@gmail.com

^c División de Ingenierías. C.G. Universidad de Guanajuato. tamegc72@gmail.com

^d División de Ingenierías. C.G. Universidad de Guanajuato. n_0519@hotmail.com

ARTICLE INFO

Received: August 11, 2017

Accepted: September 10, 2017

Available on-line: November 2, 2017

Keywords: Aprendizaje De La Física; Proyectos; Tecnología.

E-mail addresses:

anthort@hotmail.com.

iquiros6403@gmail.com

tamegc72@gmail.com

n_0519@hotmail.com

ISSN 2007-9842

© 2017 Institute of Science Education.

All rights reserved

ABSTRACT

In the present work, we consider a proposal of learning of the University Physics directed to students of engineering in curricular subjects of mechanics, according to the institutional study plan corresponding to the engineering of the Engineering Division of the University of Guanajuato. The teaching experience of working in a physics laboratory along with the subjects of Science, Technology, Engineering and Mathematics with engineering students has developed under a concept of support to disciplinary knowledge to promote a reasoning approach in their university education from academic projects that promote in the student a spirit of research, creativity and assimilation of technologies that converge at all stages of the project, from initial approaches and discussions to objectives, experimental design of prototypes and, of course, the solutions sought for the project. An important factor in the development of the project is the teamwork where students participate from the selection, design, design and operation of experiments and prototypes, giving importance to the automation and obtaining of experimental information facilitated by computer simulation or through, so that students take ownership of knowledge in a continuous assimilation of theoretical and practical concepts that can help at any time of their professional life as engineers through the acquisition of skills and competences in the development of this methodology.

En el presente trabajo se considera una propuesta de aprendizaje de Física universitaria dirigida a estudiantes de ingenierías en temas curriculares de mecánica conforme al plan de estudios institucional correspondiente a las ingenierías de la División de Ingenierías en la Universidad de Guanajuato. La experiencia docente de trabajar en un laboratorio de Física considerando de manera conjunta Temáticas de Ciencia, Tecnología, Ingeniería y Matemáticas con estudiantes de ingenierías se ha desarrollado bajo un concepto de apoyo a los conocimientos disciplinarios para fomentar en su formación universitaria, un razonamiento científico que abordan metódicamente con experimentos seleccionados enmarcados como proyectos académicos, que promueven en ellos un espíritu de investigación, creatividad y asimilación de tecnologías que convergen en todas las etapas desarrolladas del proyecto, desde los planteamientos y discusiones iniciales, hasta los objetivos, diseño experimental del prototipo y por supuesto, las soluciones perseguidas del propio proyecto. Un factor importante en el desarrollo del proyecto es el trabajo en equipo donde los estudiantes participan desde la selección, planteamiento, diseño y operación de los experimentos y prototipos, dando la importancia a la automatización y obtención de la información experimental auxiliados de ser necesario por simulación por computadora o por el uso de sensores bajo interface, de modo tal que los estudiantes se apropian del conocimiento en una asimilación continua de conceptos teóricos y prácticos que le podrían ayudar en un momento dado en su vida profesional como ingenieros al adquirir habilidades y competencias en el desarrollo de esta metodología.

I. INTRODUCCIÓN

Desde hace varios años, se ha aplicado con cierto éxito una metodología de aprendizaje en Estados Unidos hace ya más de una década, denominado STEM (Science, Technology, Engineering and Mathematics) (Borrego, 2014; Programa STEM, 2017), Ciencia, Tecnología, Ingeniería y Matemáticas, la cual está basada en fortalecer los conocimientos de los estudiantes en disciplinas científicas, cubriendo todos los niveles de la educación (Means, *et al.*, 2016) bajo un enfoque de realizar proyectos o resolver problemas específicos basado en aplicaciones de las ciencias y la tecnología (Brophy, S. *et al.*, 2008; Secretaría de Educación de Guanajuato, 2017), con la intención de desarrollar el interés científico en los estudiantes y desarrollen habilidades para resolver situaciones y dificultades que se generan en el desarrollo y transcurso del propio proyecto (García & Edwin, 2009).

Como antecedente a este tema, en ese mismo transcurso de tiempo, investigadores de la Universidad de Guanajuato con el apoyo de la Secretaría de Educación Pública del Estado (SEG), trabajaron un esquema prácticamente idéntico realizando talleres dirigidos a docentes del nivel medio superior (Mendoza *et al.*, 2014) para fortalecer los conocimientos de estos docentes y de ese modo, fortalecer el aprendizaje de sus alumnos en el aula (Horta *et al.*, 2014; Rebollo, 1994). La estrategia era proporcionarles a los docentes, capacitación de tecnología de hardware y software bajo uso de sensores e interfaces electrónicas a la PC, que aprendían por cursos previos y que, por medio del apoyo de los investigadores abordaban proyectos científicos que eran presentados y evaluados en un congreso estatal institucional (Secretaría de Educación de Guanajuato, 2017). Desafortunadamente, las políticas gubernamentales de cambio sexenales prácticamente han desaparecido ese esfuerzo aunque continua, se ha quedado solamente una versión burocrática como copia de los talleres originales.

Por su parte, en la División de Ingenierías de la Universidad de Guanajuato, se tiene ya tiempo trabajando por experimentos y proyectos con los cursos de física teniendo una relativa mejoría en el aprendizaje de temas de mecánica y en particular en dinámica rotacional (Horta Rangel, F.A., Gonzalez Cruz, T., González Arias, A., 2014). Una reciente renovación de los programas curriculares de la Ingeniería, ha permitido que para este curso de Física (Mecánica Analítica), el nivel de matemáticas mínimo solicitado sea de cálculo diferencial e integral, por lo que el nivel de posibles proyectos aumenta en calidad (Mendoza *et al.*, 2014). La selección de temáticas para proyectos es totalmente libre pero se privilegian las temáticas de aplicaciones a la ingeniería. Recientemente, en el curso de mecánica analítica, se ha incorporado la automatización de proyectos a través de la programación, bajo interface a la pc y sensores con Arduino.

II. METODOLOGÍA

El presente trabajo se realizó con estudiantes de nivel universitario de las carreras de Ingeniería Ambiental de la Universidad de Guanajuato, los cuales cuentan con conocimientos universitarios de álgebra, geometría vectorial y cálculo diferencial e integral. De igual forma, se tuvo en comparativa un segundo grupo del mismo nivel y carrera profesional utilizando exámenes comunes de los temas estudiados. Los grupos seleccionados contaban con un poco más de 20 estudiantes cada uno.

En esta experiencia docente, fue trabajada una propuesta metodológica de aprendizaje de la Física para un primer curso universitario de esta asignatura de mecánica clásica (tercer semestre) a través de actividades experimentales focalizadas a la comprensión de conceptos básicos auxiliados por un nivel de matemáticas de cálculo diferencial e integral con actividades experimentales bajo el uso de prototipos sencillos diseñados para aplicar sus conocimientos en los temas (Páraic & O'Donoghue, 2014).

Por parte del profesor, se establece al inicio del curso una secuencia didáctica de experimentos con un respaldo teórico sólido que permiten al estudiante ir reforzando sus conocimientos sobre las temáticas de la asignatura. En este proceso, el quehacer principal de los estudiantes se centra en la experimentación en donde tienen la libertad de utilizar su creatividad, ingenio y el uso de Arduino para la mejora de sus propios experimentos. De forma paralela, los estudiantes trabajan un proyecto científico, considerando las temáticas del curso que pudieran plantear y aplicar a situaciones de Ciencias o ingeniería que puedan cumplir con las actividades y objetivos planteados al final del curso. Las iniciativas de proyectos son valoradas por el profesor en relación a las problemáticas planteadas bajo los objetivos específicos que acompañen su comprensión de la asignatura bajo un esquema de trabajo que les permita integrar tecnología digital y analógica (Duque, 2012; Selcen, 2016).

Es necesario que los estudiantes aprendan con soltura las técnicas de mediciones y propagación de incertidumbres, para conocer los alcances de las mediciones realizadas, tanto en los ajustes y en las calibraciones de aparatos así como en los cálculos interrelacionado con los datos de las variables experimentales dando una utilidad importante a la interpretación de los gráficos obtenidos, y por tanto establecer conclusiones válidas al tener elementos de juicio sobre el comportamiento de los sistemas en estudio y sustentar los modelos matemáticos que se propongan con ese fin.

En la reflexión de los resultados de sus proyectos, los estudiantes de ingeniería (Duque, 2012; Selcen, 2016). trabajan e interactúan en equipo, siendo en esta etapa donde el profesor les guía y les apoya para que conciban una visión correcta de las relaciones matemáticas y de los modelos físicos obtenidos en el proceso del proyecto. Se intenta bajo esta metodología una mejora en las habilidades del estudiante en el uso de la tecnología y en el nivel del análisis de las matemáticas empleadas sin coartar las propuestas de software o hardware especializado, o apoyo de circuitos electrónicos o del uso de otros lenguajes de programación que beneficien su aprendizaje y al propio proyecto (Horta *et al.*, 2011).

III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Bajo la comparativa de resultados entre ambos cursos de física, las respuestas de los estudiantes de este grupo con esta metodología. Se realizaron tres exámenes separados en temas y consto de diez problemas cada examen. Se tomaron las calificaciones de quince estudiantes para cada grupo y el porcentaje de aciertos por pregunta para cada grupo se seleccionó por separado (Gráfico de barras de la figura 1). Al realizar un cálculo del total de los porcentajes se obtuvo un promedio aproximado con una ganancia de un 20 por ciento de aciertos del grupo experimental del total de los exámenes aplicados.

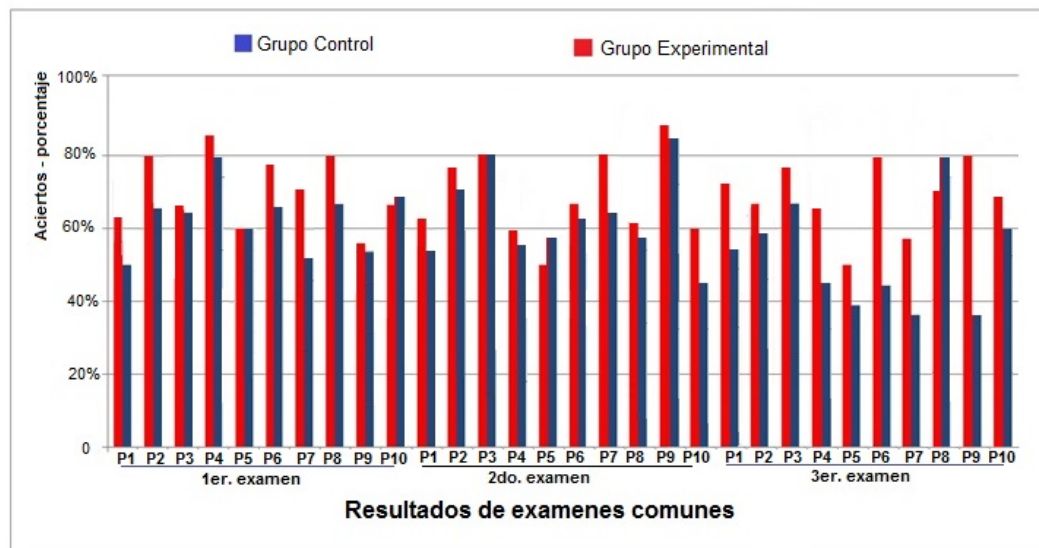


FIGURA 1. Resultados de Aciertos entre el grupo de Control y el Experimental.

Por otro lado, se identificaron de manera general los siguientes cuatro puntos que como objetivos particulares del presente trabajo se buscaban cubrir al final del curso y al término de la presentación de proyectos apoyados en el proceso ya descrito en la metodología, así como los conocimientos disciplinares esperados:

- 1.- Los estudiantes cultivaron habilidades y competencias al realizar las actividades experimentales propuestas a lo largo del curso.
- 2.- Los estudiantes hicieron uso de sus habilidades tecnológicas y desarrollaron capacidades de reflexión y análisis matemático aplicado a un proyecto científico.
- 3.- La metodología implementada propicio un aprendizaje colaborativo al compartir ideas y consensar soluciones en equipo.

4- Los estudiantes obtuvieron los conocimientos teóricos previstos para el curso y al finalizar las actividades fueron evaluados por actividades y exámenes por escrito

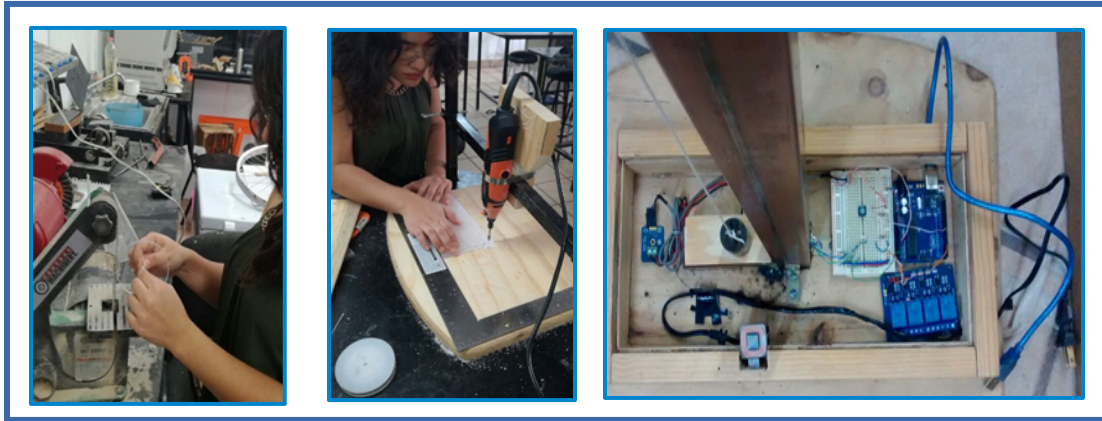


FIGURA 2. Trabajo de automatización del proyecto “Maquina de Atwood”.

IV. CONCLUSIONES

En esta experiencia académica, se buscó potenciar las capacidades de los estudiantes, al combinar conocimientos científicos y habilidades tecnológicas en el estudiante de ingeniería, tales como la programación o la automatización digital y analógica sin perder de vista que se busca impulsar la creatividad del estudiante y por tal motivo, los estudiantes desarrollaron destrezas en consulta bibliográfica de artículos científicos y de habilidades técnicas en un laboratorio universitario de Física.

El aprendizaje en esta modalidad basada en un modelo similar a STEM, es una oportunidad real para que los docentes puedan introducir en el aula, una gama de experimentos que fortalecen las posibilidades de guiar al estudiante a un efectivo aprendizaje de las ciencias, considerando una planeación de estrategias didácticas para la comprensión de temas científicos que son estudiados en el aula.

El aprendizaje de las Ciencias basado en experimentos y tecnología es una oportunidad fundamental para desarrollar estas capacidades de innovación y de destrezas tecnológicas en los estudiantes, ya que estos procesos se sustentan en conocimiento científico, lo cual les permite a los estudiantes comprender con calidad el conocimiento disciplinar con una mejora evidente del aprendizaje obtenido.

REFERENCIAS

Borrego, M. and Henderson, C. (2014). Increasing the Use of Evidence-Based Teaching in STEM Higher Education: A Comparison of Eight Change Strategies. *J. Eng. Educ.*, Vol. 103: pp. 220–252.

Brophy, S., Klein, S., Portsmore, M. and Rogers, C. (2008). Advancing Engineering Education in P-12 Classrooms. *Journal of Engineering Education*, Vol.97: pags 369–387.

Duque, Jorge Celis. Educación en ingeniería para la ciudadanía, la innovación y la competitividad en Iberoamérica. ISBN: 978-958 1ª. Edición 2012. Edición ASIBEI (2012).

García Arteaga, Edwin German. (2009). Retórica de los Textos Universitarios de Física. Tesis de Master en Investigación en Didáctica de las Ciencias Experimentales. Universidad Autónoma de Barcelona. Cataluña. España. <http://edumat.uab.cat/didactica/files/compartits/edwin-garcia.pdf>.

Horta Rangel, F. A., Corona Fernandez, J., Ríos, J. A., Mendoza Puga, L. A. (2011). Academic experiences of workshops of Natural Sciences aimed at teachers of junior high schools. Special Issue of ICPE 2011 Proceedings. Latin-American Journal of Physics Education. Pags 312-315. www.lajpe.org/index_icpe11.html

Horta Rangel, F.A., Gonzalez Cruz, T., González Arias, A. (2014). Physics courses for non-physicists; what should (and should not) be done. *Lat. Am. J. Phys. Educ.* Vol, 8. No.1: págs.75-81.

Means, B., Wang, H., Young, V., Peters, V. L. and Lynch, S. J. (2016). STEM-focused high schools as a strategy for enhancing readiness for postsecondary STEM programs. *J Res Sci Teach*, Vol. 53: pp. 709–736.

Mendoza Puga, L. E., Horta Rangel F. A., González Cruz, E., Morales Álvarez, U. Calidad en el diseño de la Maestría en Aprendizaje de las Ciencias. Conference Paper. Congreso Universidad 2014. La Habana, Cuba.

Páraic Treacy & John O'Donoghue (2014) Authentic Integration: a model for integrating mathematics and science in the classroom. *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*, Vol. 45.No. 5, pags 703-718.

[Programa STEM. Estudia STEM en los Estados Unidos. (2017). <https://studyusa.com/es/field-of-study/530/stem>.

Rebollo Bueno M. (1997). La naturaleza de la ciencia y su relación con el aprendizaje de las ciencias en la educación secundaria obligatoria. *Revista Encuentros en la Biología*, ISSN-e 1134-8496, N°. 39.

Riveros, E. G. (2017). Uso de Arduino en Programación Electrónica con metodología de aprendizaje basado en problemas. Repositorio Institucional Abierto. Tesina. <http://ria.utn.edu.ar/handle/123456789/1835>.

Secretaría de Educación de Guanajuato. (s.f.). Medios y métodos educativos.. Recuperado de: <https://mediosymetodoseducativos.wordpress.com/2011/06/03/concluye-taller-ciencias-a-la-carta-para-maestras-y-maestros/>. Fecha de consulta 1 de agosto de 2017.

Selcen Guzey, S., Moore, T. J. and Morse, G. (2016). Student Interest in Engineering Design-Based Science. *School Science and Mathematics*, Vol. 116: pp. 411–419.