

Aprendizaje basado en retos en un entorno universidad-empresa

Rosalino Rodríguez-Calderón
Escuela de Ingeniería y Ciencias
Tecnológico de Monterrey
Morelia, Michoacán, México
rosalino@tec.mx

Abstract— *En este trabajo se describe la experiencia de diseñar y construir una estación meteorológica y un sistema de granja porcícola inteligente, como medio de aprendizaje de la Electrónica, la programación y la Automatización. Bajo un contexto de Aprendizaje Basado en Retos. Surgiendo dichos retos de una empresa dedicada al ganado porcícola, así como de una empresa dedicada a proyectos enfocados en ciencias ambientales.*

Keywords— *Innovación Educativa, Educación Profesional, Educación Basada en Retos, Automatización, Internet de las Cosas, Redes Industriales.*

I. INTRODUCCIÓN

El Aprendizaje Basado en Retos (ABR) es un enfoque pedagógico que involucra activamente al estudiante en una situación problemática real, relevante y de vinculación con el entorno, la cual requiere de un reto y la ejecución de una solución [1]. Se centra en la adquisición de nuevos conocimientos, el desarrollo de competencias y habilidades blandas a partir del surgimiento de dicho reto.

En este sentido se describe la experiencia de colaboración universidad-empresa que se llevó a cabo con los cursos de Redes Industriales y Automatización Industrial en la que se planteó un par de retos que se solucionaron aplicando contenidos de Electrónica, Programación, y Automatización.

El trabajo se organiza de la siguiente manera, en la sección 2 se presenta un panorama del contexto desde el cual surge la experimentación, mientras que en la sección 3 se describe el caso completo, presentado los resultados de dicha experimentación en la sección 4, finalizando en la sección 5 con las conclusiones.

II. APRENDIZAJE BASADO EN RETOS

La educación en la actualidad requiere de cambios, donde el alumno sea colocado al centro y sea participe de su formación y no únicamente un ente pasivo. Recientemente el Tecnológico de Monterrey modificó su modelo educativo, el cual busca activar y potencializar las capacidades de innovación, permitiendo a los alumnos mantenerse vigentes y ser agentes de cambio en tiempos sin precedentes, en los que la educación está experimentando una transformación completa [2]. El aprendizaje de los estudiantes durante sus estudios de licenciatura está centrado en la relación del alumno con su profesor y con el entorno, en el que los alumnos desarrollan competencias disciplinares y transversales, mediante la resolución de retos vinculados con problemáticas reales, demostrando su dominio a través de diversas evidencias de aprendizaje [2]. En este Modelo, denominado Tec21, la unidad central del aprendizaje son los retos.

El Aprendizaje Basado en Retos tiene sus raíces en el Aprendizaje Vivencial, teniendo como principio base que los estudiantes aprenden mejor cuando se encuentran de forma activa ante experiencias abiertas de aprendizaje, que cuando se encuentran de manera pasiva en actividades estructuradas [1, 3]. El Aprendizaje Basado en Retos se ha usado en la ingeniería como un enfoque pedagógico donde se ha observado que se requiere una perspectiva del mundo real, porque sugiere que el aprendizaje involucra el hacer o actuar del estudiante respecto a un tema de estudio [1, 3]. Este acercamiento ofrece un marco de aprendizaje centrado en el estudiante que emula las experiencias de un lugar de trabajo actual [1]. Es así que el Aprendizaje Basado en Retos aprovecha el interés de los estudiantes por darle un significado práctico a la educación, mientras desarrollan competencias claves como el trabajo colaborativo y multidisciplinario, la toma de decisiones, la comunicación avanzada, la ética y el liderazgo [1, 4].

En el Aprendizaje Basado en Retos los profesores se convierten en más que transmisores de contenidos, se transforman en colaboradores de aprendizaje, buscan nuevo conocimiento junto con los estudiantes, al mismo tiempo que moldean hábitos y nuevas formas de pensamiento [1]. Este enfoque puede incrementar la motivación y generar una actitud positiva en el estudiante y el maestro hacia el aprendizaje [1]

En este contexto, se describe la experiencia vivida en un par de cursos de la carrera de Ingeniero en Mecatrónica del Tecnológico de Monterrey, donde se establecen retos como entidades fundamentales del aprendizaje, los cuales se detonan a partir de problemáticas planteadas por un par de empresas locales. Dichos cursos son Redes Industriales y Automatización Industrial.

En el curso de Redes Industriales se estudian contenidos de programación y uso de PLC (controladores lógicos programables) así como redes para la industria. Para el cual se define como reto la implementación de la automatización de una granja porcícola. Por otro lado, en el curso de Automatización Industrial se abordan temas de PLC, microcontroladores y sensores/actuadores. Para el cual el reto fue el desarrollo de una estación meteorológica.

III. CASOS DE ESTUDIO

A. Granja Porcícola Inteligente

Redes Industriales es un curso de séptimo semestre del programa Ingeniero en Mecatrónica que tiene la intención de que el alumno conozca las características, topologías, protocolos y configuración de redes de comunicación más utilizadas en la industria. Como resultado del aprendizaje se espera que el alumno pueda diseñar e implementar para

distintos PLC redes de dispositivos, redes de campo y de Ethernet Industrial. Además de poder identificar y resolver problemas de interconexión de dispositivos a través de las redes de comunicación industrial y representar procesos a través de interfaces humano máquina (HMI), así como implementación de cableado estructurado y soluciones para la integración de planta tanto en el ámbito comercial como industrial.

Para la materia de Redes Industriales el reto fue el control de variables físicas como temperatura, humedad y gas metano para generar una granja inteligente porcícola. En la figura 1 se muestra una imagen de dicha granja porcícola. El reto surge de la empresa GALGOSTONE ubicada en Huandacareo, en el estado Michoacán (México). Esta automatización permite que los puercos se desarrollen óptimamente, evitando enfermedades y por ende aumento en la productividad. Como resultado del reto, los alumnos construyeron un sistema automático por medio de dos PLC con sensores y actuadores. La comunicación entre los PLC se realiza por medio de una red de tipo Profinet, como se muestra en la figura 2. Además de contar con una HMI para manipular directamente los actuadores, así como el encendido de los PLC, ver figura 3. También se generó una página web para visualizar el estado del sistema, dicha página se puede observar en la figura 4.

En la figura 5 se muestra evidencia de lo antes explicado. Mientras que en el siguiente enlace se puede observar un ejemplo de los resultados obtenidos.

<https://www.youtube.com/watch?v=dMRr8CNUZ0c>



Fig. 1. Granja porcícola.



Fig. 3. HMI de control local.



Fig. 4. Página web para acceso remoto

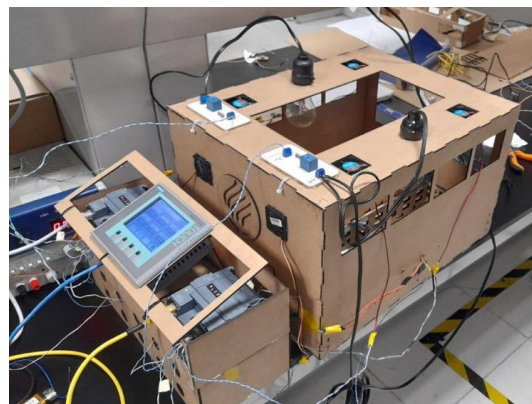


Fig. 5. Sistema completo para granja porcícola inteligente.



Fig. 2. Red Profinet implementada.

B. Estación meteorológica

Actualmente el lago de Cuitzeo, en el estado de Michoacán (México), sufre carencia de agua por lo que es importante monitorear variables físicas que permitan aplicar analítica para evaluar el impacto del cambio climático y generar proyectos para la recuperación de dicho lago. En este sentido la consultora ambiental LIMNOS planteó como reto el diseño y construcción de una estación meteorológica para generar mediciones de cantidad de lluvia y velocidad de viento, en su primera etapa. Este reto fue abordado por la materia de Automatización Industrial, ubicada en el quinto semestre del programa de Ingeniería en Mecatrónica, del Tecnológico de Monterrey campus Morelia.

El curso Automatización industrial es de nivel intermedio en Ingeniería Mecatrónica donde el alumno aplica y desarrolla tecnologías y herramientas electrónicas, de software y de control automático para la implementación de estrategias de automatización. Como resultado el alumno integra dispositivos tales como sensores y actuadores, con elementos de control como PLC y microcontroladores, con el fin de automatizar procesos, sistemas y maquinaria con necesidades industriales específicas.

En este marco de vinculación los alumnos realizaron el proceso de selección de sensores, la programación de PLC y la incorporación del Internet de las cosas para que la información se pudiera guardar en un servidor y acceder a ella en cualquier momento y lugar. En la figura 6 se muestra el sensor usado para la medición de velocidad de viento, mientras que en la figura 7 se puede ver el sistema para monitorear lluvia. Estos sensores se conectaron a un PLC, el cual por medio de un servicio web albergaba una página para su monitoreo remoto. La página implementada se muestra en la figura 8.

En el siguiente enlace se puede observar una demostración del funcionamiento de la estación meteorológica, mientras que la figura 9 se muestra el diseño estructural de la misma.

<https://www.youtube.com/watch?v=UcPKSW-P0fA>



Fig. 6. Sensor YWSS-1 para implementación de anemómetro.

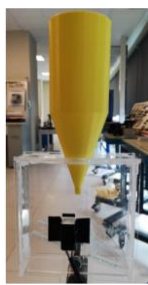


Fig. 7. Sistema de pluviómetro.



Fig. 8. Monitoreo remoto de variables físicas.



Fig. 9. Estructura de la estación meteorológica.

IV. RESULTADOS

A. Participantes

Los participantes en la experimentación fueron alumnos de quinto y séptimo semestre de la carrera de Ingeniero en Mecatrónica, del Tecnológico de Monterrey Campus Morelia. El 80% de los participantes hombres y el 20% restante mujeres, con edad de 21 años en promedio. Los cuales estaban inscritos en el periodo académico agosto-diciembre 2021.

B. Instrumento y Procedimientos

La metodología de investigación fue cuantitativa basada en siete preguntas, misma que se listan en la tabla I. Las preguntas fueron hechas con base en la escala Likert (ver tabla II).

La encuesta tiene como propósito medir el enganche, la motivación y el aprendizaje significativo, de manera que las preguntas elaboradas se agruparon en estas tres categorías; las definiciones para cada una de éstas, así como las preguntas utilizadas para medirlos fueron:

Enganche. Se usan las preguntas 1 y 2 buscando medir que tan involucrados o activos están los alumnos en las actividades del reto, es decir cómo es la calidad del esfuerzo. Además de cuantificar qué tanto atrae la atención el desarrollo del proyecto, es decir, su frecuencia de participación [6, 7, 8].

Motivación. Para este rubro se toman las preguntas 3, 4 y 5, que ayudan a cuantificar si los alumnos profundizaron en los contenidos de los cursos, además, nos proporcionan información de la posible vinculación que los alumnos pudieron hacer entre los contenidos/actividades/proyectos y los intereses personales, reflejado en mayor participación. Adicionalmente, se puede medir si vieron la utilidad de los contenidos/actividades/proyectos para resolver problemas de su vida profesional [6, 7, 8].

Aprendizaje significativo. Con esta variable se puede cuantificar si los alumnos relacionan contenidos de otros cursos y si los usan para dar solución al proyecto [6]. También permiten medir si encontraron una aplicación de los contenidos en la solución de una problemática real [6]. Para este aspecto se utilizaron las preguntas 6 y 7.

TABLA I. PREGUNTAS

Q1 Tu participación e involucramiento en el proyecto actual fue mayor en comparación con proyectos anteriores (Donde no se tuvo vinculación con empresa/institución).

Q2 Durante el desarrollo del proyecto, frecuentemente hablaste, pensaste, discutiste y tomaste acuerdos sobre el proyecto, en comparación con proyectos anteriores.

Q3 Sin considerar la calificación. El proyecto se relaciona con tus intereses personales.

Q4 El proyecto te permitió establecer relaciones con las competencias de tu profesión.

Q5 Fue necesario profundizar en los conceptos/contenidos/tecnologías/herramientas propias del curso donde desarrollaste el proyecto.

Q6 Fue necesario aplicar los conocimientos adquiridos para construir el prototipo que dio solución a la problemática.

Q7 Considero importante para mí desarrollo participar en proyectos vinculados con empresas/instituciones externas a la universidad.

TABLA II. ESCALA LIKERT

Totalmente de acuerdo		ESCALA LIKERT			Totalmente en desacuerdo	
5	4	3	2	1		

Después de la experiencia se aplica la encuesta antes descrita a los estudiantes involucrados, observado que esta forma de enseñanza, de la electrónica, de la programación y de la automatización, contribuye fuertemente al enganche y compromiso. También se observa que esta forma de trabajo contribuye al aprendizaje significativo, así como a reforzar habilidades como trabajo colaborativo y sentido humano. Dichas conclusiones se obtienen de analizar los resultados mostrados de la figura 10 a 16, donde la mayoría de las respuestas rondan el valor 4 de la escala Likert, es decir cercano a completamente de acuerdo.

Tu participación e involucramiento en el proyecto actual fue mayor en comparación con proyectos anteriores (Donde no se tuvo vinculación con empresa/institución).
12 respuestas

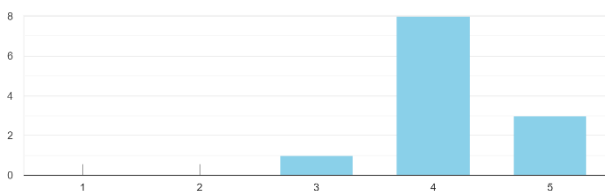


Fig. 10. Resultados de la pregunta 1.

Durante el desarrollo del proyecto, frecuentemente hablaste, pensaste, discutiste y tomaste acuerdos sobre el proyecto, en comparación con proyectos anteriores.
12 respuestas

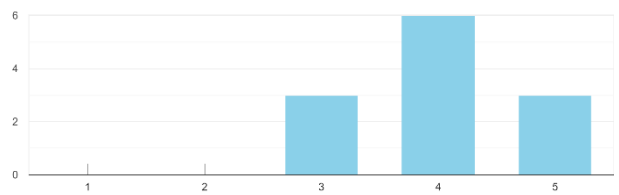


Fig. 11. Resultados de la pregunta 2.

Sin considerar la calificación. El proyecto se relaciona con tus intereses personales.
12 respuestas

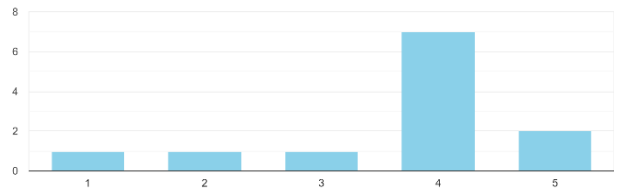


Fig. 12. Resultados de la pregunta 3.

El proyecto te permitió establecer relaciones con las competencias de tu profesión.
12 respuestas

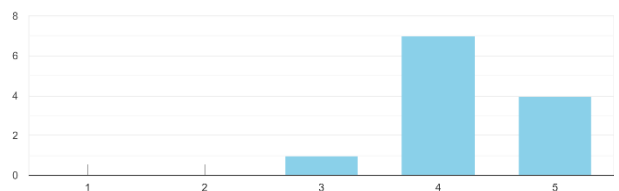


Fig. 13. Resultados de la pregunta 4.

Fue necesario profundizar en los conceptos/contenidos/tecnologías/herramientas propios del curso donde desarrollaste el proyecto.
12 respuestas

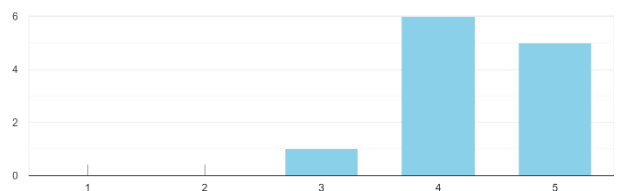


Fig. 14. Resultados de la pregunta 5.

Fue necesario aplicar los conocimientos adquiridos para construir el prototipo que dio solución a la problemática.
12 respuestas

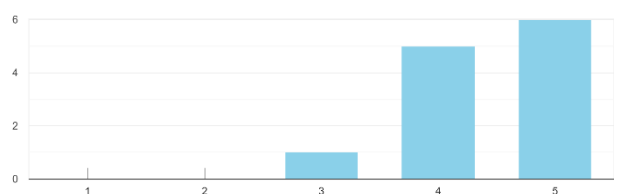


Fig. 15. Resultados de la pregunta 6.

Considero importante para mi desarrollo participar en proyecto vinculados con empresas/instituciones externas a la universidad.
12 respuestas

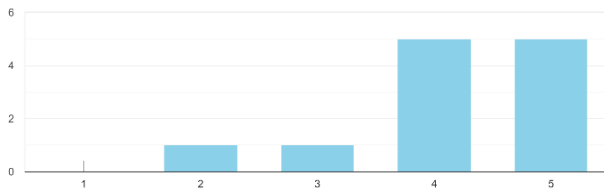


Fig. 16. Resultados de la pregunta 7.

V. CONCLUSIONES

Finalizada la experiencia de aprendizaje se vio que los estudiantes consideraron muy relevante para su aprendizaje el proceso de generar solución a los retos que las empresas plantearon, ya que validaron la aplicación práctica de los conceptos y fortalecieron la comprensión de los contenidos abordados en el salón de clase. Lo anterior de acuerdo con los resultados de la encuesta, además de los comentarios de los alumnos, los cuales se citan textualmente a continuación:

“Me gustó aplicar el conocimiento que hemos aprendido y más que haya sido para ayudar a resolver un problema social/ambiental”.

“Al participar en un proyecto que busca resolver una necesidad/problema te sientes más comprometido con realizar un buen trabajo, porque además de la calificación, es algo que vas a entregar y que debe funcionar bien”.

“Creo que es importante realizar este tipo de proyectos porque el haber podido ir a campo a experimentar ayuda a adquirir experiencia y conocimientos que tal vez no se puedan adquirir únicamente desde el salón de clases”.

“Me parece una gran iniciativa involucrar a los estudiantes en proyectos que con causas sociales como el de este semestre, ya que los estudiantes obtienen experiencia práctica de proyectos reales mientras ayudan a una causa, y además, los socios formadores reciben ayuda para poner solución a su problemática. Es una ventaja para ambos grupos de personas”.

“Trabajar con una empresa/institución externa da una buena perspectiva de cómo se estaría trabajando una vez egresado. Da un sentido todavía mayor de responsabilidad tener que responder como representante del tec a una persona externa”.

“Un excelente proyecto ya que se plantea la solución de resolver una problemática real lo cual nos proporciona experiencia en un futuro campo laboral”.

“Me gustó porque es un proyecto que si tiene un impacto”.

“Me gustó mucho, pero no me gusta que nuestros proyectos queden en una maqueta, hubiera sido muy padre poder verlo implementado”.

Por otra parte, se puede destacar también que los estudiantes tomaron decisiones sustentadas en sus resultados, proceso que fortalece sus competencias profesionales, desarrollaron habilidades para el diseño, así como experiencia en la puesta en marcha de prototipos.

Finalmente, se considera que el tiempo fue una de las grandes limitantes, ya que dispusieron únicamente de 5 semanas para la planeación, diseño y construcción de las soluciones a los retos. Además de la inversión monetaria que se requiere para la generación de los prototipos.

AGRADECIMIENTOS

Un agradecimiento especial a todos los estudiantes del Tecnológico de Monterrey campus de Morelia y profesores que apoyaron y contribuyeron en esta experiencia de aprendizaje.

El autor desea agradecer el apoyo financiero de Writing Lab, Institute for the Future of Education, Tecnológico de Monterrey, México, en la producción de este trabajo”.

REFERENCIAS

- [1] "EduTrends Retos — Observatorio | Instituto para el Futuro de la Educación". Observatorio | Instituto para el Futuro de la Educación. <https://observatorio.tec.mx/edutrendsabr?rq=retos> (accedido el 31 de enero de 2022).
- [2] "Tec21". Inicio | Tecnológico de Monterrey. <https://tec.mx/es/tec21> (accedido el 15 de diciembre de 2021)
- [3] Salinas-Navarro E., Garay-Rondero C., "Requirements of Challenge based Learning for Experiential Learning Spaces, an Industrial Engineering Application Case", 2020 IEEE International Conference on Teaching, Assessment, and Learning for Engineering (TALE), Takamatsu, Japan, 8-11 Dec. 2020.
- [4] U. Hernandez-Jayo, J. Ignacio García, "Ejemplo de aplicación del concepto Aprendizaje Basado en Proyectos en estudios de Máster", XIV Congreso de Tecnologías Aplicadas a la Enseñanza de la Electrónica (TAEE), Porto, Portugal, Julio 2020.
- [5] Y. Yorozu, M. Hirano, K. Oka, and Y. Tagawa, "Electron spectroscopy studies on magneto-optical media and plastic substrate interface," IEEE Transl. J. Magn. Japan, vol. 2, pp. 740–741, August 1987 [Digests 9th Annual Conf. Magnetics Japan, p. 301, 1982].
- [6] Tecnológico de Monterrey. "Convocatoria NOVUS 2018, del Tecnológico de Monterrey": <https://novus.itesm.mx/>. Apr. 2018.
- [7] R. Rodríguez-Calderón and R. Belmonte-Izquierdo, "Educational Platform for the Development of Projects Using Internet of Things," in IEEE Revista Iberoamericana de Tecnologías del Aprendizaje, vol. 16, no. 3, pp. 276–282, Aug. 2021, doi: 10.1109/RITA.2021.3122971.
- [8] Tebbe et al, 2014; National Survey of Student Engagement. The College Student Report