

JUBA-II. LA ENSEÑANZA EXPERIENCIAL EN UN CONCURSO DE ROBÓTICA

Puig Pareja, Mila¹, Collado Gutiérrez, Javier¹, García Santacruz, Carlos¹,
Fernández del Campo, Eric², Padrón Nápoles, Víctor Manuel³

1: Estudiante Ingeniería Electrónica Industrial y Automática

2: Estudiante Ingeniería Sistemas de Telecomunicación

3: Profesor Titular Departamento de Ingeniería Industrial

Escuela Arquitectura, Ingeniería y Diseño

Universidad Europea de Madrid

c/ Tajo s/n Villaviciosa de Odón, 28670 Madrid

e-mail: {milapuig@hotmail.es, j.colladogutierrez@gmail.com,

carlosgarciasantacruz@gmail.com, ecfdc101@gmail.com, victor.padron@uem.es}

web: <http://www.uem.es>

Resumen. *La enseñanza utilizando proyectos es una metodología activa de aprendizaje de gran eficiencia. En este trabajo se expone la experiencia de los alumnos que han participado en un proyecto muy especial, la construcción de un robot para el concurso internacional, “Laureate Award for Excellence in Robotic Engineering”. Los alumnos expondrán el bagaje competencial que llevaron al proyecto, de dónde provenía (formal o informal, reglado o no reglado, teórico o experiencial) y cómo ha contribuido este proyecto al refuerzo y adquisición de nuevas competencias y talentos, que contribuyen a una formación integral, poliédrica; tanto desde el punto de vista profesional, como personal.*

Palabras clave: aprendizaje experiencial, learning-by-doing, electrónica, robótica, fabricación, trabajo en equipo, concursos, club.

1. INTRODUCCIÓN

La enseñanza a través de la realización de proyectos es una metodología activa que permite incrementar la motivación, reforzar los conocimientos, habilidades y competencias aprendidas, de forma formal e informal, e incluso incorporar otros talentos (técnicos, comerciales, artísticos), que hagan de esa ingeniera o ingeniero, un creador único, diferente.

La enseñanza utilizando proyectos y prácticas orientadas al aprendizaje activo tiene ya cierto arraigo en la enseñanza de las ingenierías de nuestra universidad (Fondón & et al, 2004; Padrón Nápoles, Ugarte Suárez, Hussain Alanbari & Gachet Páez, 2006) pues permite que el estudiante vea rápidamente el resultado de su aprendizaje, fijando mejor los conocimientos y adquiriendo habilidades y competencias de forma experiencial. Con este marco de fondo nuestra escuela en el curso 2012-2013 se organizó como una escuela de ingeniería basada en proyectos – PBES – “Project Based Engineering School” (Gaya & et al, 2014; Flores, Lara & Gaya, 2013).

Se puede observar que la enseñanza evoluciona a una mayor integración de la teoría con la práctica, introduciendo un factor experiencial, que permita un aprendizaje más

poliédrico; no sólo teórico, no sólo práctico; sino que incluye cada vez más un componente emocional que aporte motivación y confianza al que aprende; y un componente social que incluya la interacción con el grupo, a través del trabajo en equipo, armonizando el trabajo coral e individual.

Una actividad muy motivadora y dinamizadora en el ámbito universitario son los concursos de ingeniería. En nuestra escuela podemos citar el “Egg-Drop”, a nivel de la Red Laureate podemos citar el “Laureate Award for Excellence in Robotic Engineering”, mientras que a nivel internacional existen muchos concursos, como por ejemplo, los “DARPA Challenge” de Robótica.

El objetivo del trabajo que aquí se presenta es dar la palabra a los propios estudiantes, ganadores de la edición del concurso de Robótica “Laureate Award for Excellence in Robotic Engineering” en 2015, para que ellos desde su propia perspectiva y utilizando sus propias palabras, narren su experiencia, y que esta pueda servir de ejemplo, motivación y fuente de aprendizaje, a nuestros alumnos actuales y futuros.

2. EL CONCURSO

La temática del concurso de Robótica “Laureate Award for Excellence in Robotic Engineering”, este año fue la gestión medioambiental a través de la medición de la calidad del aire. Este robot no se enmarca en ninguna asignatura o PBES, sino que está relacionado con el Club de Robótica de la Escuela, siendo por tanto un esfuerzo extra curricular de profesor y alumnos.

El robot debe ser capaz de moverse en entornos desconocidos sobre diferentes tipos de terrenos (tierra, nieve, rocas, arena, hierba, grava y barro), y además, monitorizar la calidad del aire midiendo parámetros físicos y químicos durante 24 horas. Estos datos han de ser transmitidos en tiempo real y todo esto ha de poder realizarse tanto en interiores, como en exteriores.

Al concurso se presentaron algo más 40 propuestas, siendo el equipo de la Universidad Europea de Madrid seleccionado finalista, conjuntamente con los equipos de otras cinco universidades de la Red Laureate. Procediéndose entonces a la construcción del robot. La evaluación del proyecto incluyó cuatro aspectos fundamentales: la solidez técnica de la propuesta, la perspectiva de negocio del proyecto, la innovación y la creatividad, y finalmente, el funcionamiento del robot.

3. LA EXPERIENCIA DE LOS ALUMNOS

3.1. Las personas.

La Motivación. ¿De dónde proviene en tu caso? ¿Cómo la mantienes? ¿Cómo la valoras? ¿Es ya un hábito “transparente” para ti?

“Mi principal motivación para este concurso fue aprender más sobre robótica. Casi todo lo que he aprendido sobre electrónica ha sido a base de proyectos que se me iban ocurriendo, y vi en éste una gran oportunidad de adentrarme en la robótica, redes de sensores y comunicaciones.”

“Sinceramente, cuando hace unos meses me propuso mi profesor participar en este concurso, lo primero que pensé fue ¿por qué yo? ¿Si realmente no tengo experiencia construyendo robots? Pero entonces llegó a mí un pensamiento, que a día de hoy le sigo dando gracias por aparecer, y es el siguiente: “Claro que no tengo ni idea, pero ahí está el reto, en no tener ni idea de cómo lograr algo, y conseguir lograrlo” Y por eso acepté participar, porque no hay nada como intentar alcanzar una meta, para que durante el recorrido te des cuenta de tus fortalezas y tus debilidades, tanto personalmente como profesionalmente.”

“La mantengo a base de buen humor y buena compañía, sin la cual no podríamos haber conseguido nada. La valoro y pienso en ella todos los días, en jornadas largas de trabajo, saber que lo que estás haciendo no sólo es importante para ti, sino para un equipo, es muy positivo.”

Cultura del esfuerzo. ¿Cómo la visualizas, qué es para ti? ¿Cómo la has aprendido? ¿Cómo la valoras?

“La cultura del esfuerzo es algo que se me ha inculcado desde pequeño y, para mí, implica que hay que luchar por conseguir los objetivos marcados con todas nuestras fuerzas, aunque parezca imposible alcanzarlos, y comprobar como lo imposible, en muchos casos, se convierte poco a poco en realidad.”

“La cultura del esfuerzo es algo que se va adhiriendo a ti con el paso del tiempo, para ello pienso que necesitas una motivación, un reto, algo que te haga pensar que aunque el camino sea tortuoso, tiene su recompensa al final del recorrido, y esa recompensa es la satisfacción de echar la vista atrás, y comprobar cómo poco a poco has ido evolucionando y creciendo como persona.”

“La cultura del esfuerzo es algo con lo que vives día a día, yo lo veo como alguien que trabaja para llegar a algo, ya sea dando pasitos o pasos grandes, pero avanzando hacia el objetivo. Esto yo lo aprendí cuando jugaba al baloncesto, cada entrenamiento era un paso para ser mejor, pero también he aprendido a no pasarme de esfuerzo ya que puede ser peligroso física y mentalmente. Yo me valoro como una persona que se esfuerza en conseguir objetivos, ya sea a corto o largo plazo, sin pausa, pero sin prisa.”

Foco. Centrarte en tus objetivos. Aprender a cómo realizarlos. ¿En tu caso cómo lo haces? ¿Cuáles han sido los objetivos en este proyecto? ¿Han sido parciales o integrales?

“Cuando empiezo a hacer algo no paro hasta que sienta que es suficiente por el momento, básicamente, sigo mi metodología, los objetivos se consiguen con esfuerzo, con calma y buen paso. En este proyecto los objetivos fundamentales eran aprender y divertirse y yo creo que han sido cumplidos completamente, hemos aprendido mucho y nos hemos divertido mucho.”

“Suelo centrarme en los objetivos y trato de dividirlos en pequeños hitos para que sean más alcanzables, marcando plazos. Dada la gran complejidad de este proyecto, iban surgiendo nuevos objetivos casi a diario, haciendo imposible gestionar el proyecto de

esta forma. El objetivo final era tener el robot completamente operativo y cumpliendo todos los requerimientos para el día del concurso.”

“Tengo mi armario de ropa ordenado de abajo arriba de la siguiente manera: Ropa interior, pantalones, camisetas y chaquetas, y por último aunque sea raro tengo los zapatos colocados. Con esto quiero hacer ver cómo me estructuro cuando tengo que organizar proyectos de cualquier tipo, soy una persona que se organiza empezando por lo imprescindible y va poco a poco estructurando lo demás, paso por paso, y en este caso los zapatos que es algo indispensable para salir a cualquier lugar, simbolizan a la hora de organizarme, el toque final que hace que todo lo que he estado pensando realizar, tenga sentido.

En particular para este proyecto, aunque he intentado seguir más o menos mi método para estructurar todo, al final el principal objetivo que teníamos era llegar al día del concurso, por tanto muchos de los objetivos iban surgiendo sobre la marcha, según las necesidades que tuviésemos en cada momento.”

3.1.1 Aspectos emocionales

Paciencia y calma. ¿Cómo las valoras? ¿Las cultivas o entrenas?

“Debido a mi ritmo de vida, tuve que aprender a ser paciente y mantener la calma hace años. Son aptitudes indispensables a la hora de realizar trabajos bajo presión y deben ser entrenadas, en caso contrario la situación de estrés sería inaguantable.”

“Son dos actitudes imprescindibles a la hora de llevar a cabo cualquier tipo de proyecto, ¿el por qué? porque sin ellas no hay mucho que hacer a la hora de trabajar en equipo, y es algo que hay que primero cultivar, y luego con el paso del tiempo manteniéndolas y fortaleciéndolas.”

“Como ya he dicho antes, la paciencia y la calma son fundamentales en mi vida, todo llegará si se trabaja hacia ello, sólo hay que tener paciencia e ir con calma.”

Adaptación y Retos. ¿Te gustan los retos? ¿Cómo los afrontas? ¿Cómo te preparas?

“Me encantan los retos, creo que es la mejor manera de conocerse a uno mismo, y te hacen sentir vivo siempre, y para ellos me preparo como si fuese un observador, y ese reto realmente no fuese para mí, para poder verlo desde una perspectiva en la que no me encuentre bajo presión.”

“Me gustan los retos. Creo que para sacar lo mejor de uno mismo, es necesario tener una buena motivación, y un reto es la motivación perfecta para superarse y sacar el mejor yo de cada uno.”

“Me gustan los retos porque sacan mi mayor rendimiento, y dependiendo de qué tipo sean (físico o mental) pues me los preparo de una forma u otra, pero siempre me hago un esquema mental de lo que tengo que hacer y como lo tengo que hacer.”

Confianza en ti mismo. ¿Cómo la cultivas?

“Intentando sacar siempre lo mejor de mí, y que con eso, sea capaz de por lo menos sacarle una sonrisa a alguien, creo que eso es fundamental para confiar en ti mismo.”

“Para que la gente confíe en ti, primero tienes que confiar en ti mismo, por ello mediante acciones como ganar algo o sacar buenas notas, mejora mi confianza, pero aunque no lo consiga, sé que he hecho mi mayor esfuerzo y por ello no dudo de que, la siguiente vez, lo conseguiré.”

“Creo que la mejor forma de confiar en uno mismo es sentir que el trabajo está bien hecho y hacer las cosas como nos gustaría que el resto las hiciese. Al fin y al cabo, ¿no confiamos a diario en los demás?”

3.2. El Proyecto y tú

Durante el proyecto los alumnos han tenido la oportunidad de trabajar en muchos aspectos que le han dado a este proceso de enseñanza un carácter multidisciplinar, poliédrico e inmensamente rico, lleno de vida.

Estos aspectos son **técnico** (electrónica, programación, mecánica e impresión 3D, sensores, redes), **creativo** (diseño del robot, diseño del sistema, diseño del video), **comercial** (expresión oral y escrita, creación de una historia, de unos objetivos), **artístico** (selección de imágenes, textos, localizaciones), **coordinación y gestión**, etc.

¿Cómo los has valorado? ¿Experiencia previa? ¿Cursos anteriores? ¿Proyectos anteriores? ¿En qué crees que has aportado más al equipo? ¿Qué nuevos conocimientos o talentos has aprendido?

“Cada aspecto del equipo es fundamental para que el resto pueda llevarse a cabo, por lo que todos son, de una u otra forma, igual de importantes para el conjunto del proyecto. Considero que mi experiencia previa, fundando el club de Arduino de la universidad, realizando varios PBL (Project Based Learning), y el propio proyecto final de grado que realicé el año pasado, han ayudado mucho en la gestión y desarrollo de este proyecto, aportando conocimientos tanto prácticos como teóricos que no se aprenden en clase.

Creo que mi mayor aporte al equipo han sido mis conocimientos de diseño mecánico e impresión 3D. Este proyecto me ha servido para mejorar mucho mi nivel de programación y he aprendido mucho sobre telemetría, comunicaciones en tiempo real y sobre redes de sensores.”

“Todos los puntos son fundamentales a la hora de realizar cualquier tipo de proyecto, si el técnico es fundamental e imprescindible para este mundo cada día más tecnológico, el creativo es aún más importante, ya que hay que saber diferenciarse del resto.

Sobre la experiencia anterior a este proyecto, he realizado varios PBL en la universidad que me han aportado mucha confianza en mí misma y experiencia con el mundo real; también he sido miembro del club de robótica (club Arduino) que me ha dado conocimientos que no he conseguido con la teoría de clase.

Creo que mi capacidad organizativa ha sido lo que más ha ayudado al equipo, e intentar que todos estén a gusto y haya buen ambiente; eso último es fundamental. He aprendido muchísimo con este proyecto sobre muchos aspectos: electrónica, programación, mecánica, diseño... ¡hasta de clases de lijas y pinturas!”

“El equipo, el trabajo hecho y el concurso en general han sido una experiencia increíble y altamente recomendable. Yo ya había participado previamente en el mismo concurso, pero no pasé de la primera fase porque teníamos una idea un tanto especial que no funcionó. He aportado en mis conocimientos de programación e inglés, aunque todos hemos aportado algo en todas las partes. En este proyecto he aprendido a trabajar con otro tipo de gente al que estaba acostumbrado, he aprendido una electrónica más avanzada, mecánica e información en general sobre sensores, radio, etc...”

Con relación a los aspectos mencionados anteriormente. ¿Qué habías aprendido de forma formal (en una clase, taller, curso, etc.) y cuál informal (por tu cuenta, trabajando, creando, fuera de una clase, taller, etc.)? ¿Qué cursos, talleres, etc. te han ayudado? ¿Cuáles has aprendido en la carrera y cuáles de forma independiente?

“De la parte formal, creo que todos hemos aprendido electrónica en clase y por mi parte aprendí Arduino en varios cursillos y programación en clase. Por mi cuenta, he aprendido a programar más en profundidad mediante tutoriales online, libros, etc... Me he informado más sobre las placas que utilizamos...”

“Casi todos los conocimientos teóricos sobre circuitos y electrónica los aprendí en clase. Sin embargo, los conocimientos prácticos adquiridos en el club de Arduino o en casa, fueron imprescindibles para una resolución de problemas mucho más ágil. Respecto a diseño mecánico, aprendí en cursos impartidos en verano en otras universidades y, sobre impresión 3D, he ido aprendiendo e investigando de forma autodidacta a lo largo de los últimos años, si bien las comunidades online que comparten conocimiento sobre ello fueron una inagotable fuente de recursos para mi aprendizaje.”

“Por ejemplo lo que he aprendido, es que por mucho que te digan en clase que te puedes dar calambres con la electricidad, que puedes cargarte placas si unes metal y metal, o conectando cualquier cosa a una batería o fuente de alimentación sin comprobar antes todo, es que hasta que no te ocurre de verdad, no se te va a quedar grabado para siempre.”

3.3. El Proyecto y tus competencias

Para facilitar las preguntas sobre el catálogo de competencias de la Universidad Europea, estas se han clasificado en cinco grandes aspectos: Conocimientos y Habilidades, Fortaleza Emocional, Entorno de Trabajo, Iniciativa y Espíritu Emprendedor, y Creatividad.

¿Cómo crees que han afectado este y otros proyectos realizados en la carrera a los cinco puntos que se mencionan a continuación? ¿Por qué y cómo?

3.3.1 Conocimientos y Habilidades

“Todos los proyectos que he realizado en la carrera me han dado una gran cantidad de conocimientos nuevos y habilidades necesarias para mi futuro. Pienso que hacer proyectos es la mejor manera de aprender a ejecutar los conocimientos adquiridos en una situación real.”

3.3.2 Fortaleza Emocional.

“Conocer a tanta gente con tantos estilos diferentes te marca, porque te das cuenta de que tú también eres diferente, pero lo que ves es que la gente feliz es la gente que busca más retos, y por ello, soy feliz.”

3.3.3 Entorno de Trabajo

“Como he comentado previamente, trabajar en tantos proyectos con gente tan diferente hace que necesites aprender a adaptarte a tu entorno, manejar a las personas como mejor sea posible y controlar la situación.”

3.3.4 Iniciativa y espíritu emprendedor

“Estos proyectos han hecho que despierte en mí una llamita emprendedora, pero primero quiero comenzar trabajando en un puesto fijo y si encuentro una idea innovadora, puede que la llama crezca y me tire a por ella.”

3.3.5 Creatividad

“Todo lo aprendido en estos proyectos hace que pueda tener ideas nuevas y diseñar mejor gracias a la necesidad de hacerlo en ellos.”

4. EL ROBOT JUBA-II

Se construyó un robot que fuese lo más **atractivo y divertido**, de manera que un sistema tecnológico sofisticado, se convierta en **una herramienta educativa que enganche a niños, jóvenes y adolescentes al ámbito de la robótica, la tecnología y el cuidado del medio ambiente**. Se apuesta, **por educar y atraer**, pues sólo así las **nuevas generaciones podrán realmente cuidar el medioambiente**. Y a la vez se aprovecha para **fomentar las vocaciones relacionadas con la ciencia y la tecnología**.

Juba-II son en realidad dos robots, Juba (el robot nodriza capaz de moverse en todo tipo de terrenos) que lleva dentro a su hijo, el robot pequeño y dulce, que a su vez lleva la plataforma con sensores de presión, temperatura, humedad relativa, CO, CO₂, NO₂, etanol, isobutano y metanol. El robot Juba es capaz de moverse a una velocidad de 3 km/h y está diseñado para poder “dormir”, reduciendo su consumo y aumentando su autonomía. El robot puede ser tele-operado o trabajar de forma autónoma, las funcionalidades se controlan conjuntamente desde un PC, un móvil y desde una emisora de radio control. Una cámara permite visualizar el entorno del robot (lo que es muy útil para su control). El sistema de sensores, es completamente autónomo y se comunica vía radio o GSM con una interfaz desarrollada a este propósito que se ejecuta en un PC.

5. CONCLUSIONES

En este artículo se muestra un ejemplo muy especial de aprendizaje utilizando un

proyecto, el desarrollo y presentación de un robot en un concurso internacional. Los propios estudiantes exponen cómo este tipo de enseñanza y los PBES en general afectan a su desarrollo personal y profesional.



Figura 1. El equipo ganador del concurso con Juba-II

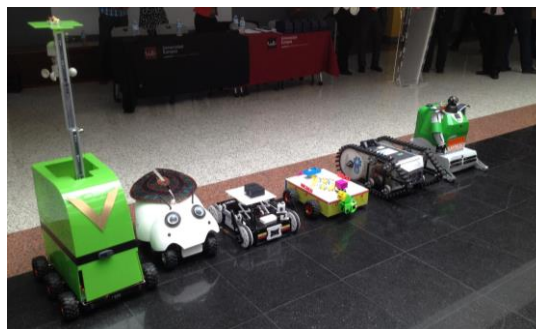


Figura 2. Los seis robots finalistas de la edición 2015.

REFERENCIAS

- Flores, V., Lara, P., & Gaya, C. M. (2013). Project Based Engineering School, Una escuela conectada con un mundo profesional sostenible. *X Jornadas Internacionales de Innovación Universitaria*, (págs. 476-484). Villaviciosa de Odón.
- Fondón, R., & et al. (2004). *Proyectos y prácticas de sistemas electrónicos digitales orientados al aprendizaje activo*. Madrid: Víctor Manuel Padrón Nápoles.
- Gaya, M., García, M., Martínez, J., Vigil, R., Velasco, P., Terrón, M., & et al. (2014). PBES. Una experiencia de aplicación PBL con resultados muy prometedores. *Revista CIDUI*.
- Padrón Nápoles, V., Ugarte Suárez, M., Hussain Alanbari, M., & Gachet Páez, D. (2006). *Estudio de metodologías activas y experiencia de su introducción en las asignaturas de Sistemas Digitales*. Barcelona: Grafema.