



Universidad de Oviedo
Universidá d'Uviéu
University of Oviedo

Aprendizaje Basado en Proyectos. Ejemplo 1: robot Pi4.

*Nano Cursos (NOOC) para compartir metodologías y herramientas.
Septiembre de 2020.*

Aitor Vázquez Ardura – vazquezaitor@uniovi.es- Ingeniería Eléctrica, Electrónica, de Computadores y de Sistemas (DIEECS).

Marco del proyecto

Pi4 es la agrupación de cinco asignaturas que se imparten en el tercer semestre en el Máster de Ingeniería de Telecomunicación, en la Escuela Politécnica de Ingeniería de Gijón. Durante cuatro meses, se les plantea a los estudiantes de este máster la realización de un proyecto conjunto que cubre una parte importante de cada una de las cinco asignaturas.

El porcentaje de peso del proyecto en cada asignatura es diferente, de acuerdo con las competencias y resultados propios de cada una, pero en ningún caso el porcentaje es inferior al 60%.

El curso lectivo 2019-2020 se realizó por segunda vez esta metodología y se espera repetirla en cursos venideros. El número de estudiantes fue de 11 en el primer año y 21 en el segundo año.

Planteamiento del proyecto

Los estudiantes deben realizar un robot de rescate de una persona herida. Se fijan los siguientes requisitos básicos obligatorios:

1. El robot debe ser autónomo y debe desplazarse.
2. El robot debe localizar una radiobaliza y moverse desde un punto inicial hasta la localización de la baliza.
3. El robot debe realizar alguna medida de alguna magnitud física y enviarla de manera remota a un servidor, que actúa de estación base.
4. Debe realizarse una planificación de explotación comercial y de desarrollo del proyecto.

De manera adicional, se plantean algunas mejoras o ampliaciones, aunque estas mejoras se dejan abiertas a los estudiantes para que planteen de manera original sus contribuciones al proyecto.

Los estudiantes se agrupan en equipos de 3 a 4 personas, de manera libre (ellos mismos eligen a sus compañeros, actuando los docentes como jueces si hubiera algún conflicto o miembro sin grupo).

Los estudiantes han de realizar dos presentaciones orales públicas ante los docentes y ante el resto de los compañeros de curso, una intermedia y una final, junto con una demostración ante



Universidad de Oviedo
Universidá d'Uviéu
University of Oviedo

alumnos de cursos anteriores. De manera complementaria, deben entregar informes técnicos de diferente alcance para cada asignatura.

Todos los grupos parten de un punto común: el chasis, los motores, las baterías y la radiobaliza son similares en todos los equipos, tal y como se muestra en la . Sin embargo, el desarrollo de las distintas partes del robot es propio.

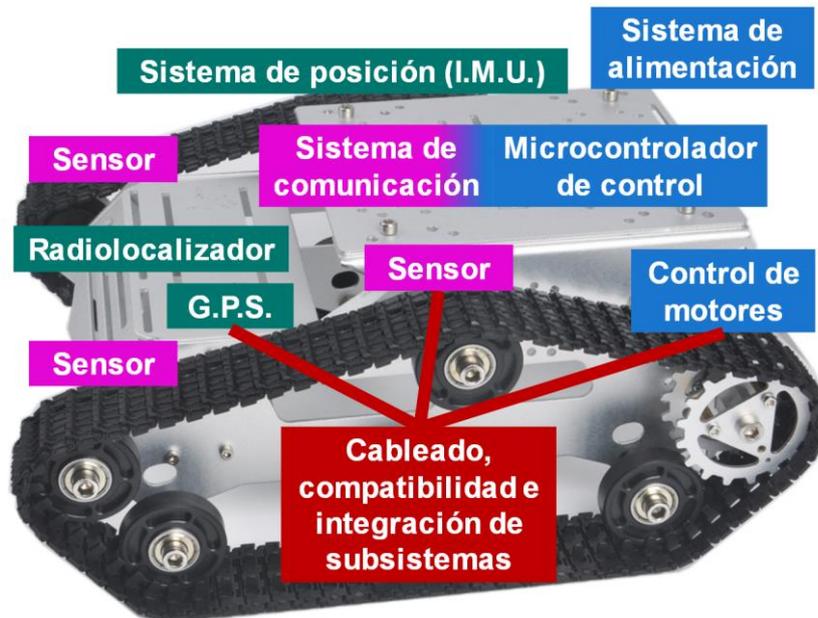


Fig. 1. Chasis y subsistemas del robot. En verde, los subsistemas de ISR, en azul ISE, en rosa IST y en rojo ISC.

En las cinco asignaturas, hay aspectos docentes no cubiertos por el proyecto que se evalúan bien con tareas adicionales, bien mediante un examen escrito.

Planificación del proyecto

Al comienzo del curso se les proporciona a los estudiantes una pequeña planificación de tareas básicas, como la mostrada en la Fig. 2. Nótese que cada asignatura tiene su propia planificación. En esta figura se han sombreado en amarillo las semanas con presentaciones: la intermedia en la semana 7, la final en la semana 12 y la demostración la semana 13.



		13-14 sept.	17-21 sept.	24-28 sept.	1-5 oct.	8-12 oct.	15-19 oct.	22-26 oct.	29 oct.-2 nov.	5-9 nov.	12-16 nov.	19-23 nov.	26-30 nov.	3-7 dic.	10-14 dic.	17-21 dic.	24 dic- 8 en.	9-21 en.
Semana		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	Ex.	Vacas.	Ex.
Electrónica	Diseño PCB driver	■	■															
	Pruebas driver		■	■														
	Programación driver		■	■														
	Diseño sistema alimentación				■	■												
	PCB sistema alimentación					■	■	■										
	Pruebas sistema alimentación							■	■	■								
	Cableado, conectores y EMI		■				■		■		■	■						
Radio	Radio Baliza	■	■	■														
	Radiolocali	■	■	■														
	Pruebas Sistema Localización			■	■	■	■											
	Filtros Kalman						■	■										
	Prueba Filtros							■	■	■								
	Tarea 6																	
Telemática	Programación arduino		■	■	■													
	Programación sensores				■	■												
	Diseño del servidor						■	■	■									
	Envío / recepción datos								■	■	■							
	Análisis de datos										■	■	■					
	Representación de datos										■	■	■					
Comunicaciones	Especificación Requisitos	■	■															
	Especificación de Sistema			■	■	■												
	Integración del Sistema								■	■	■	■						
	Elaboración Plan de pruebas								■	■	■	■	■					
	Pruebas de Sistema												■	■	■			
	Plan de mejora. Especific. Req.				■	■	■											
	Plan de mejora. Especific. Sist.					■	■	■	■	■								

Fig. 2. Planificación de cuatro de las cinco asignaturas para el proyecto Pi4.

De manera adicional, en cada asignatura se proporcionan las herramientas básicas y las referencias teóricas necesarias para abordar cada tarea. Por ejemplo, en el caso de electrónica, se les proporciona un listado con programas de diseño de placas de circuito impreso, recomendaciones generales y conceptos teóricos sobre el trazado de pistas en un sustrato. Esta competencia está reflejada, además, como un resultado del aprendizaje en la memoria Verifica de la asignatura.

Previamente a esta etapa, los docentes nos hemos coordinado según la planificación adicional de la Fig. 3. Nótese que las etapas de este flujograma coinciden con las cuatro etapas de desarrollo de un proyecto según la metodología ABP. La primera etapa de coordinación es una adición debido al carácter transversal del proyecto, que abarca las cinco asignaturas.

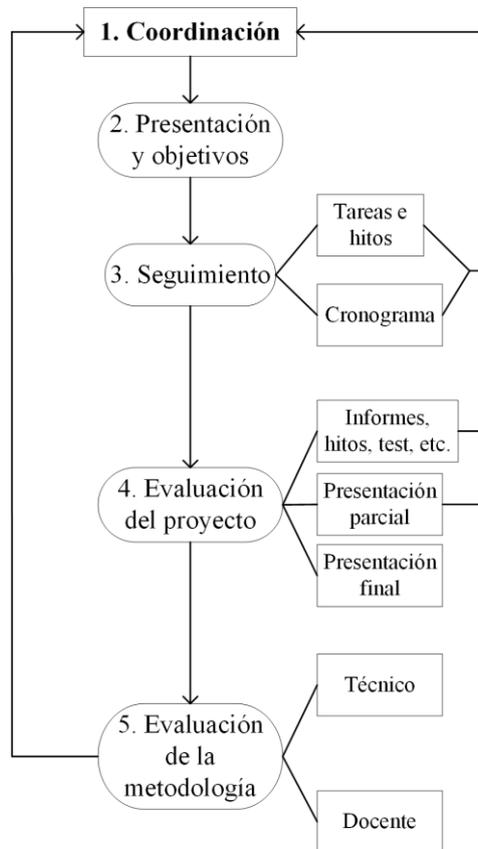


Fig. 3. Flujoograma del plan de trabajo seguido.

Seguimiento y evaluación

Las sesiones de prácticas o laboratorio se utilizan para realizar un seguimiento de los avances de cada grupo. Mediante la consecución de hitos (por ejemplo, se fabrica la placa del motor, se sueldan los componentes, se prueban los componentes, se verifican los fallos, etc.) se validan los avances de cada equipo y se plantean alternativas a las soluciones buscadas por los propios estudiantes (con preguntas tales como ¿es posible mejorar esta solución? ¿Cuál es el mayor inconveniente? ¿Qué ventaja tiene sobre otra solución? ¿Qué futuros problemas podría ocasionar? Etc.).

Las presentaciones orales y los documentos entregados se evalúan mediante distintas rúbricas, siempre partiendo de la premisa que han de cumplirse los requisitos básicos fijados en el planteamiento del proyecto. En cada caso, se proporciona a cada equipo una realimentación con los aspectos a mejorar o problemas encontrados en estas presentaciones.

Para la primera presentación oral, los docentes escogen aleatoriamente a un miembro del equipo, quien actuará de presentador. Durante el turno de preguntas, los docentes dirigen las mismas de manera personalizada al resto de miembros del equipo.



Universidad de Oviedo
Universidá d'Uviéu
University of Oviedo

En la presentación final, son los miembros del equipo quienes escogen al presentador libremente, con la única limitación de no poder repetir el mismo presentador de la presentación inicial. En este caso, las preguntas de los docentes pueden ser para cualquier miembro del equipo, incluido el presentador y son siempre personales.

En los informes y entregables los miembros de cada equipo deben realizar una autoevaluación de su participación en cada tarea.

Algunas consideraciones adicionales

Este ejemplo se basa en un proyecto coordinado y, por lo tanto, su complejidad es elevada. Es posible realizar precisamente en base a la colaboración que se establece entre las distintas asignaturas. De esta forma, los estudiantes disponen de las horas de trabajo personal de cada una para dedicarlas al proyecto.

Pese a la planificación proporcionada, cada grupo se auto-gestiona: así, hay equipos que comienzan por una parte del proyecto y otros por otra, de acuerdo con sus propios criterios. En ocasiones, estas decisiones no son muy acertadas, pero los docentes hemos preferido no intervenir en aquellos casos en los que sean subsanables. En los casos en los que el planteamiento de los estudiantes conduzca a una solución catastrófica o demasiado dilatada en el tiempo, se les reconduce hacia otro tipo de solución, pero siempre incentivando su propia reflexión.

Pese a que todos los grupos comparten la misma plataforma, se incentiva la originalidad de cada grupo: el hecho de que en la nota final alcanzada se reflejen precisamente sus ideas originales promueve una cierta competencia entre los equipos para destacar sobre el resto y ahuyenta el plagio.

Colaborar no es plagiar. En muchas ocasiones, son los propios equipos quienes se ayudan entre ellos frente a determinados problemas. Estas colaboraciones son positivas, siempre que no conlleven una copia de las soluciones planteadas. No en vano, en la vida diaria nosotros mismos recurrimos a nuestros compañeros para solucionar o consultar problemas que nos acontecen. Los docentes deben estar alerta ante estas colaboraciones para evitar que se traduzcan en réplicas y, también, para evitar falsas ayudas (si se incentiva la competencia, puede ocurrir que determinados equipos den soluciones erróneas de manera intencionada al resto para perjudicarlos, tal y como ocurre en la realidad).

Al tratarse de un proyecto transversal, en ocasiones los alumnos se agrupan según sus habilidades y se reparten las tareas de cada asignatura: una persona realiza la parte de electrónica, otra la de telemática, etc. Esta división juega en contra del fomento del trabajo en equipo; sin embargo, tiene sentido que cada equipo se organice de acuerdo con sus preferencias o fortalezas: recuerde que esta metodología promueve la resolución de problemas reales y en la vida real asignamos los recursos humanos y materiales según su mejor adaptación a las



Universidad de Oviedo
Universidá d'Uviéu
University of Oviedo

exigencias de cada tarea. Por lo tanto, no debe penalizarse este hecho, pero sí supervisarlo para evitar un aislamiento de cada miembro del grupo.

En cuanto a la realización de la rúbrica y de la evaluación, no se debe olvidar que el docente debe valorar el aprendizaje de cada alumno y no solo el resultado final conseguido. En la metodología ABP se tiende a pensar que el mejor proyecto (el más funcional, el más original o el más bonito) se evaluará con la mejor nota; esta afirmación no tiene por qué ser necesariamente cierta. Alumnos con proyectos más limitados pueden haber afrontado problemas mayores. Un ejemplo. En un equipo del pasado curso, todos sus miembros tenían altas capacidades de partida para las aplicaciones telemáticas, pero nula experiencia en electrónica. En otros equipos, al menos un miembro sí había tenido experiencia con la electrónica o al menos, un cierto interés en esta materia. Este hecho provocó un retraso en las tareas de electrónica en este equipo, debido a que su curva de aprendizaje fue más lenta. Esto hizo que este equipo se retrasase en el resto de las tareas y que no pudieran implementar tantas ampliaciones como los demás. Estas dificultades deben tenerse en cuenta en las distintas rúbricas y evaluar la curva de aprendizaje de los estudiantes, prestando especial atención a los problemas que cada equipo se ha encontrado y las soluciones que han tomado.

La demostración frente a otros estudiantes de cursos inferiores ha sido una experiencia muy gratificante en este ABP. Por un lado, los equipos se han enfrentado a una audiencia muy diferente a los docentes de la asignatura. Los estudiantes de cursos inferiores no tienen, a priori, tantos conocimientos y, por lo tanto, deben esforzarse por realizar explicaciones más claras y directas a esta audiencia. Por otro, los asistentes realizaban preguntas más directas a los equipos y menos técnicas que los docentes, lo que les obligaba nuevamente a los estudiantes a lidiar con esta situación fuera de su zona de confort.

Téngase en cuenta que en este proyecto se pretendía fomentar las habilidades de integración y otras competencias transversales de los alumnos, al coordinar cinco asignaturas diferentes y fomentar su visión como un todo dentro de un proyecto global.