



Integración de robótica educativa de bajo coste en el ámbito de la educación secundaria para fomentar el aprendizaje por proyectos

Low cost educational robotics integration at high school scope to promote project-based learning

Daura Vega-Moreno

Universidad de Las Palmas de Gran Canaria

daura.vega@ulpgc.es

Xavier Cufí Solé

Grupo de Robótica y Computación de la Universidad de Girona

xavier.cufi@udg.edu

María José Rueda

Plataforma Oceánica de Canarias (PLOCAN)

mariajose.rueda@plocan.eu

Diego Llinás

Universidad Complutense de Madrid

diego.llinas.rueda@gmail.com

RESUMEN.

Para mejorar el sistema tradicional de enseñanza/aprendizaje es necesario introducir en las aulas dinámicas participativas y colaborativas, que permitan la interacción de los estudiantes en actividades o proyectos concretos donde el educador modifica su rol tradicional por el de orientador, mientras que el alumno debe tomar un papel más activo aprendiendo a través de su propio esfuerzo con un fin específico y concreto, con un producto como resultado. Esto es lo que se fomenta en el aprendizaje por proyectos, y como ejemplo específico, el uso de la Robótica Educativa en el aula como herramienta interdisciplinar y transversal para el aprendizaje de todas las materias de ciencias, tecnología, programación e idiomas.

Con las ventajas de la robótica educativa a nivel comercial, pero a un coste diez veces menor, nace el proyecto EDUROVs, basado en la construcción de un robot submarino por parte de estudiantes de secundaria, a partir de materiales de bajo coste usando hardware y software libre.

PALABRAS CLAVE.

Proyecto Científico, Robótica, Aprendizaje activo, Aprendizaje por Experiencias

ABSTRACT.

To improve traditional system of education/learning it is necessary to introduce in classroom participative and collaborative dynamics and activities, that let the interaction of students on specific projects or activities where the educators change their traditional role by counselor one, while the students have to take a more active role learning through their own effort with specific and concrete goal, with a product as result. This is what promotes project-based



Fecha de recepción: 26-11-2015 Fecha de aceptación: 06-05-2016

Vega-Moreno, D., Cufí, X., Rueda, M^a. J, & Llinás, D. (2016). Integración de robótica educativa de bajo coste en el ámbito de la educación secundaria para fomentar el aprendizaje por proyectos

International Journal of Educational Research and Innovation (IJERI), 6, 162-175

ISSN: 2386-4303



learning, and as specific example, the use of Educational Robotics in classroom as interdisciplinary and transversal tool for learning sciences, technology, programming and languages.

With the advantages of commercial educational robotic, but a price ten times lower, born EDUROVs project, based on built of underwater robots by secondary school students made from low cost materials using open source software and hardware.

KEY WORDS.

Science Project, Robotics, Active Learning, Experiential Learning (learning by doing)

1. Introducción.

1.1. *El sistema educativo por asignaturas.*

El sistema educativo tal y como lo conocemos, por asignaturas, se desarrolló hace 120 años, y aunque ha sufrido ciertas modificaciones no ha cambiado en lo esencial. Fundamentado en bloques estancos de conocimiento, frecuentemente no impartidos de forma conjunta, integrada y transversal. Estos bloques de información y conocimiento son mecanismos organizativos, no educacionales; y en un mundo altamente tecnológico como el actual no se corresponden con las necesidades educativas reales, ni con las necesidades formativas de un mercado en crecimiento (Bottoms & Webb, 1998, Jobs in the Future, 2002).

Son muchos los expertos que afirman que este sistema educativo, exclusivamente por asignaturas, sin contenidos interconectados, dividido en bloques compartimentados de información, representa una herramienta obsoleta e incompleta para el aprendizaje del alumno, especialmente en aquellos casos en que el alumno recibe el conocimiento de forma pasiva (Anderman & Midgley, 1998; Lumsden, 1994). Los alumnos aprenden mucho más construyendo y entendiendo con sus propias experiencias los conceptos, basados en conocimientos previos o adquiridos para tal fin (Karlin & Viani, 2001).

1.2. *Aprendizaje por Experiencias – Aprendizaje por Proyectos.*

Un complemento adecuado al sistema educativo actual es el aprendizaje por proyectos (Perrenoud, 2006). El conocimiento hoy en día está disponible en formato abierto y gratuito en internet, por tanto el aprendizaje basado exclusivamente en el traslado de información del profesor al alumno está obsoleto, debe fomentarse el aprendizaje por habilidades (Beltrán, 2000). La preparación por proyectos es una oportunidad de fomentar el aprendizaje activo del alumno de una forma transversal y multidisciplinar, mejorando la integración de esos conocimientos con el uso y desarrollo aplicado de los mismos (Alcober, 2003).

El alumnado se implica mucho más en su propio aprendizaje, se motiva, fomentando la colaboración con los demás compañeros, lo cual permite explotar mucho mejor las capacidades de cada alumno individualmente creando en la pluralidad y diversidad del alumnado un factor positivo para el aprendizaje y mejora del conjunto.

Trabajar por proyectos permite el refuerzo del aprendizaje de competencias educativas (González, 2008), pero además permite integrar de una forma práctica valores como la





cooperación, generosidad u organización que no son fáciles de enseñar de una forma teórica. No se trata de eliminar completamente el sistema tradicional de enseñanza/aprendizaje, sino buscar la adecuada combinación del trabajo expositivo del profesor en un sistema más tradicional, con el trabajo colaborativo que se hace en el aula desde un aspecto más práctico desarrollando un proyecto concreto. Además trata de dar solución a uno de los principales problemas de la enseñanza actualmente, la falta de motivación del estudiante.

La creatividad, la motivación y la actitud activa de los estudiantes son unas de las principales carencias del modelo educativo actual. Esta forma de aprendizaje permite la integración interdisciplinar de conocimiento de una forma colaborativa, activa, divertida y motivadora para el alumnado, aprendiendo a afrontar retos en equipo. Este modelo disruptivo de aprendizaje, con el uso de las experiencias frente al currículum formal, va en consonancia con la disponibilidad y el acceso a la información hoy en día, donde el aprendizaje es ubicuo e informal, con internet como principal fuente de documentación. El aprendizaje disruptivo potencia las habilidades blandas, sustituye el mando y el control por la cooperación y el respeto, con una enseñanza inclusiva centrada en el estudiante (Bass, 2012).

Además los proyectos permiten la intervención del entorno y la familia, los alumnos incrementan su motivación por un proyecto cuando tienen un producto final que enseñar a sus allegados y de lo que sentirse orgullosos. A los alumnos les gusta crear algo tangible para mostrar a una audiencia, y más especialmente cuando esos espectadores son sus propios padres o tutores (Bandura & Riviére, 1982).

Este sistema de realización de proyectos está cada vez más implantado en las Universidades y la Educación Superior en general, pero el verdadero logro es conseguir integrarlo de forma genérica en educación secundaria y primaria para motivar al estudiante desde edades tempranas hacia disciplinas técnicas y que además sirvan de entrenamiento para la dinámica que seguirá en el futuro tanto en su etapa como estudiante como en la etapa adulta profesional.

El principal problema para la implantación de este tipo de aprendizaje en las aulas es el coste que conlleva y el hecho de que pueden representar para el profesor una alta dedicación, formación y tiempo, que pueden hacer necesaria ayuda externa para su implantación. (Badia & García, 2006).

Esto hace que no sea sencillo trabajar con cualquier proyecto o reto que se plantee o el que alumnado plantee, aunque es importante dar respuesta a la curiosidad innata que los alumnos poseen y explotar las ideas originales que tengan, los proyectos deben ser orientados de forma que no supongan un reto excesivo para el profesor.

Las opciones de proyectos libres a través de propuestas del alumnado frecuentemente llevan a callejones sin salida que pueden tener como consecuencia sentimientos de fracaso, además frecuentemente el profesorado no está preparado para el desarrollo de determinados proyectos si no reciben un apoyo o soporte paralelo.

Es por ello que se hace necesario disponer de proyectos ya elaborados, que establezcan una dinámica colaborativa entre el alumnado y que refuercen de forma transversal los proyectos docentes establecidos, con una estructura metodológica y con instrucciones





claras y sencillas para aplicar en el aula, incluso por parte de docentes no experimentados en el ámbito de la innovación y la aplicación de este tipo de experiencias.

1.3. Robótica Educativa.

Son muchas las acciones que se están orientando en esta línea de actuación, especialmente en el campo de las tecnologías y la robótica, amparados por el amplio abanico de la oferta existente y la atracción que despierta entre los jóvenes (Cufí, 2012, 2015 y Villanueva, 2011).

Otras iniciativas en el campo de las actividades extraescolares avalan esta opción, como ejemplo a destacar se podría nombrar la reciente creación en el MUNCYT de un Taller de programación para escolares entre 8 y 12 años impartido en colaboración con Google (MUNCYT, 2005). También son cada vez más frecuentes empresas privadas dedicadas a la Robótica Educativa como una actividad extraescolar más, como podría ser la pintura, la música o el deporte.

El principal problema es que estas actividades no se extienden a todo el alumnado y además frecuentemente tienen un coste muy elevado, inaccesible para muchas familias.

Muchos centros han comenzado a implantar las Tecnologías y la Robótica Educativa como herramienta para el aprendizaje por proyectos, debido a su aplicabilidad como herramienta transversal para la ciencia, la tecnología, matemáticas e ingeniería; entre otras líneas.

Estos centros, frecuentemente impulsados por proyectos de financiación pública, han comenzado a implantar en sus clases paquetes comerciales de robótica educativa de las principales marcas en este campo (Lego Mindstorms Education[®], BQ[®], Robotics KidsLab[®], entre otros). Son sistemas de fácil implantación y compatibles con la mayor parte de los proyectos docentes en tecnología y ciencias. Tienen instrucciones e interfaces de programación amigables tanto para el profesor como para el alumnado, con lo cual cuentan con las premisas básicas para ser una herramienta útil en la implantación del aprendizaje experimental. Pero los costes para introducir este tipo de sistemas asociados a marcas comerciales en las aulas son muy altos debido a su precio, que está por encima de los 300€ por unidad, y además limita la capacidad creativa de los usuarios a las opciones suministradas en el kit (siempre limitadas en el kit básico y escalables pero a unos costes muy elevados), no permitiendo la integración de ningún componente externo a la marca comercial.

Como alternativa nace el proyecto EDUROVs, un proyecto de Robótica Educativa integrado en las aulas, basado en la construcción de un robot programable a partir de herramientas de bajo coste, con hardware y softwares libres, tomando como ejemplo la robótica submarina.

Estos robots están basados en la ideología de hardware-software libre, apoyada a nivel internacional por el auge del "Movimiento Maker", aprendizaje colaborativo y el "hazlo tu mismo" (Dougherty, 2012). Con esta filosofía y frecuentemente como respuesta a actividades altamente tecnológicas con fines productivos o lúdicos, se están abriendo multitud de "MakeSpaces" a nivel internacional. Son espacios y talleres abiertos al público para poder desarrollar y crear prototipos utilizando como base esta ideología hardware-software libre, con posibilidades de creación casi infinitas en ámbitos muy diversos (aplicaciones médicas, ingeniería, diseño, domótica...) (Kemp, 2013). Estos núcleos de





desarrollo tecnológico están teniendo un importante auge en el mercado laboral, ya que pueden suponer un punto de inflexión en el desarrollo de los prototipos, especialmente con el despegue de las impresoras 3D (basadas también en esta filosofía).

Nuestros alumnos deben estar preparados para el nuevo modelo de mercado y las habilidades que se exigirán en los próximos 10 años, entre las que se encuentran el pensamiento adaptativo y la capacidad para afrontar nuevos retos, las competencias multiculturales y multidisciplinares, el pensamiento computacional y la cooperación virtual (Davies, 2011). Todas estas competencias se alinean con la aplicación de proyectos como aprendizaje colaborativo, en particular con la aplicación de la Robótica Educativa en el aula, pero esta formación por experiencias y proyectos no puede depender de paquetes comerciales de alto coste y capacidades de ampliación y creatividad limitadas.

2. Material y métodos.

El desarrollo de proyectos en el aula basados en el movimiento “Maker”, de hardware y software libre, no se puede esperar que surja siempre de propuestas y acciones directas del profesorado. Esta tarea no es responsabilidad exclusiva del profesorado, frecuentemente en situaciones de inestabilidad laboral y posiblemente no formado para estas nuevas líneas de actuación y trabajo en el aula. Tampoco se puede atribuir todo el peso a la dirección del centro. Debe ser responsabilidad de los centros la implantación de nuevos proyectos, pero no el desarrollo y la creación de los mismos.

Todas estas propuestas podrían llegar a ser realmente difíciles de aplicar en la práctica en la educación primaria y secundaria si no se cuenta con profesorado formado en esta nueva forma de educar y con propuestas concretas que faciliten la implementación directa, sin que suponga una carga excesiva para el profesor.

Estas estrategias muy frecuentemente se frenan o desaparecen cuando el profesor debe realizar todo el esfuerzo de desarrollar nuevas iniciativas a menudo sin el respaldo de las autoridades competentes e incluso sin apoyo de la propia directiva de su centro.

Es por ello que se requieren de propuestas concretas de bajo coste que puedan ser implantadas en todos los centros, pero de tan fácil manejo, amigables y accesibles para el profesorado como lo son los paquetes comerciales de robótica educativa.

Se deben disponer de proyectos educativos que sean directamente productos “usables” por los centros y con posibilidades de permanencia en los mismos, que no dependan de fuentes de financiación externa.

Basado en la experiencia desarrollada en el proyecto EDUROVs y la opinión de más de 50 docentes de diferentes centros de secundaria se observó que para que un proyecto educativo se pueda integrar en el aula como aprendizaje experimental, debe cumplir una serie de mínimos:

- Que sea un entorno accesible, “amigable”, atractivo y motivador para el alumnado y para el profesorado
- Se disponga de la información y material desde el principio a modo de “kit” y/o “instrucciones” que faciliten su aplicación por parte del profesor, la difusión del conocimiento y el trabajo autónomo del alumnado como parte del aprendizaje activo.





- Para el profesor debe ser una actividad de aplicación directa, que no requiera de una alta especialización o formación para el docente, más allá de la requerida para su puesto específico.
- Que se obtenga un producto final que pueda ser mostrado a una audiencia, y que dicho producto realice una acción evaluable. Esta acción puede ser movimiento, un cálculo o programa, un resultado...
- Que incluya elementos estandarizados y métodos cuantitativos que permitan una evaluación del impacto de las actividades educativas implementadas sobre el alumnado

Una propuesta con garantía de éxito que cumple con toda la lista de mínimos exigibles, es la aplicación de la robótica educativa en los centros docentes. La robótica representa una contribución muy positiva en la enseñanza de materias de ciencias, tecnologías, ingeniería y matemáticas, en un entorno “amigable” tanto para el profesor como para el alumnado. Esto es aplicable tanto a los productos comerciales, como los basados en hardware-software libre como el proyecto EDUROVs. Este último integra en una misma actividad la creatividad, el trabajo con nuevos materiales y la programación, todo ello a coste muy bajo. La Robótica integrada en el aula permite adquirir las competencias deseadas orientando los objetivos del proyecto experimental hacia las líneas de conocimiento que se desean trabajar. El proyecto se basará en conocimientos previos adquiridos o impartidos para tal fin, preferentemente en un entorno multi e interdisciplinar, integrando en una misma actividad diversas materias.

Estos proyectos permiten fomentar la motivación del alumnado y su curiosidad por el entorno que le rodea, permitiendo con ello reforzar la creatividad a través de tareas colaborativas, a menudo observando con ello un cambio en la actitud del alumno, hacia acciones y comportamientos mucho más receptivos al aprendizaje.

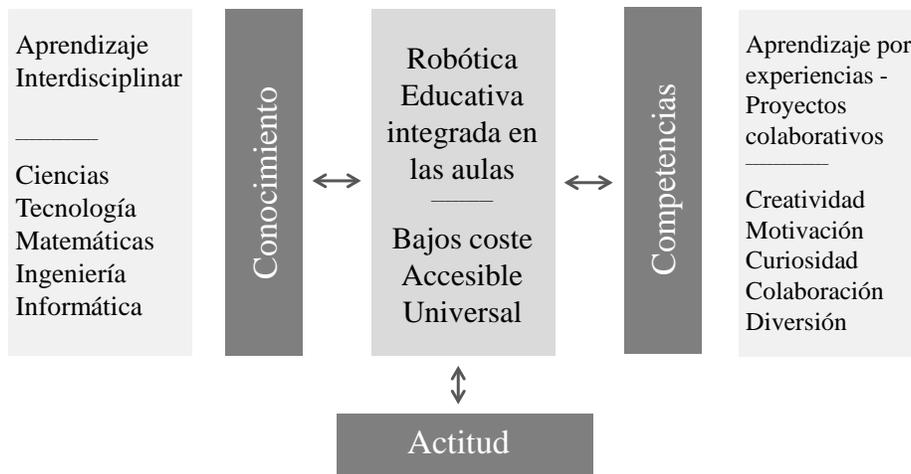


Figura 1. Marco del aprendizaje por proyectos desarrollado en el caso práctico del proyecto EDUROVs





2.1. Proyecto EDUROVs.

El robot educativo se construye a partir de material sencillo de fácil adquisición y no dependiente de ninguna marca comercial específica. Se realiza tomando como material básico madera y cable para la consola de control y tubos de PVC para el chasis del robot submarino. También necesita de material específico como dos pulsadores y un joystick para la consola, así como pequeños motores y hélices que permitan el movimiento del ROV en el agua (al ser submarinos los robots se denominan ROVs – *remote operated vehicles*). Para estas piezas específicas pueden utilizarse diferentes opciones existentes en el mercado, sin necesitar de ninguna marca registrada en particular.

Con objeto de hacer el proyecto más sencillo a los centros participantes en el proyecto se les envió un kit de material específico por ROV a construir, hasta un máximo de 3 kits por centro. Se les proporcionó un manual de instrucciones en formato papel y otro en formato vídeo (Vega Moreno, 2013 y Llinás, 2013 respectivamente) y un manual conteniendo la lista detallada de materiales y opciones de proveedores a nivel nacional para facilitar su distribución e implantación a largo plazo en los centros (Vega Moreno, 2014). De esta forma la continuidad del proyecto no se ve limitada a la recepción del kit, los cuales son dependientes de fuentes de financiación externa.

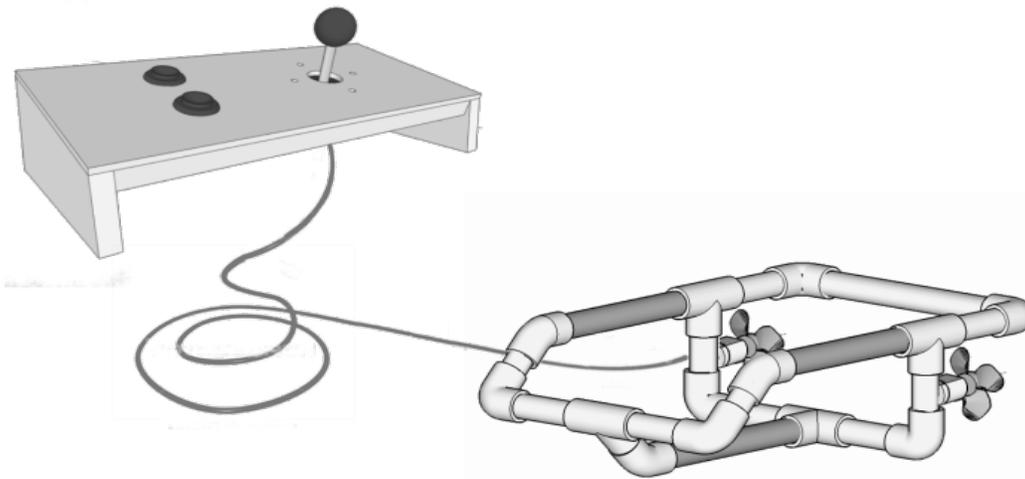


Figura 2. Esquema del robot propuesto en el proyecto EDUROVs

El coste por ROV adquiriendo todo el material nuevo es de entre 60-70€ (según proveedores), incluyendo la fuente de alimentación, la cual es reutilizable y acoplable a distintos robots simultáneamente, y representa el 25% del coste del ROV.

Reutilizando la fuente de alimentación y aprovechando madera y tornillería, frecuentemente disponible en el reciclaje de material (o usando un material diferente a la madera), el coste por unidad no supera los 45€, frente a los 350€ de media de cuesta cualquier robot educativo comercial de marcas registradas.



Figura 3. Escolares trabajando el proyecto en el aula.

Hasta el momento se han enviado un total de 198 kits de material con un éxito de finalización del 99%, pero para algunos centros su porcentaje de finalización es del 133%, construyendo un ROV adicional para el cual no se había enviado material. Para la ejecución del proyecto los centros tienen el curso académico para finalizar el robot. En muchos casos el bajo coste hace posible que los centros docentes, una vez evalúan que el proyecto es perfectamente asumible en tiempo y dinero, se animan a adquirir por su cuenta el material ayudándose de las instrucciones facilitadas y de la lista de material necesario (Vega Moreno, 2013 y 2014).

Aunque el proyecto lleva vigente desde 2013, fue en 2014 cuando la distribución se realizó a nivel nacional, con una demanda de centros que superó en más del doble a la oferta de kits disponibles. Sólo en 2014 se distribuyeron un total de 100 kits entre algunas comunidades autónomas a nivel nacional.

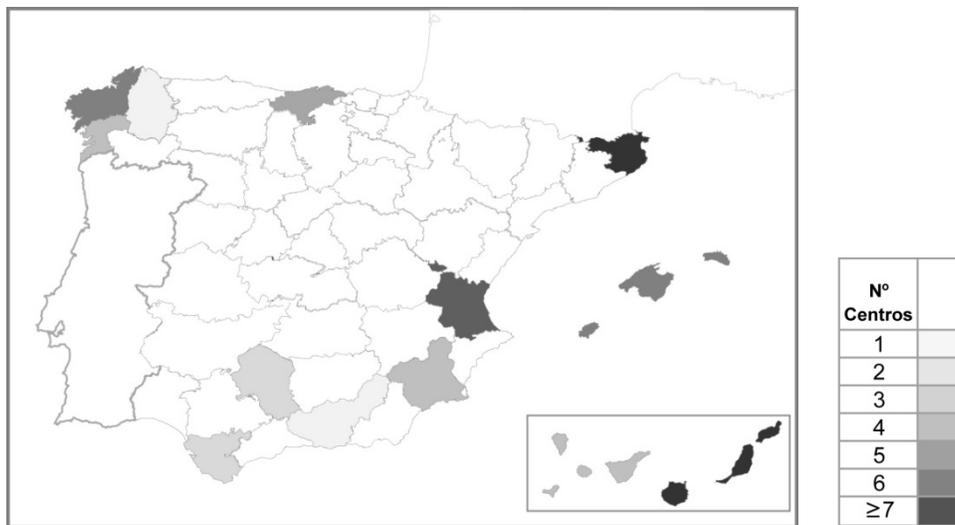


Figura 4. Distribución de número de centros por provincia en el proyecto EDUROVs 2014.



Algunos centros participantes en 2014 han continuado la fabricación de los ROVs con los alumnos del siguiente curso a pesar de no haber sido posible obtener financiación en 2015 para una distribución de kits a nivel nacional. Para facilitar esa tarea se publicó en 2014 un manual conteniendo todos los detalles de los materiales necesarios y una lista extensiva de proveedores (Vega Moreno, 2014), permitiendo que cualquier persona interesada se pudiera sumar al proyecto, incluso aunque no pertenezca a un centro docente.

Toda esta información es pública a través de la web del proyecto, <http://tallerrov.plocan.eu/>. La formación de los profesores y el alcance del proyecto se gestiona a través de un Aula Virtual en entorno Moodle (<http://aula.plocan.eu/>), también de acceso público y abierto. De esta forma simplemente con registrar los datos, cualquier persona puede acceder a las instrucciones y a la información y montar su propio robot, sea docente, alumno, padre o centro de actividad extraescolar.

Muchos centros integraron EDUROV en el proyecto docente de su centro, principalmente en la asignatura de Tecnología, pero no exclusivamente. El alcance del proyecto y las competencias abarcadas fueron diferentes en función del rango de edad y el nivel del alumnado receptor:

Curso	Grado de Éxito	Originalidad y creatividad	Programación (algunos centros)	Materias Profesores Involucrados	Temáticas impartidas con el ROV
3º ESO	98%	26% de los casos	NO	Tecnología Física	Flotabilidad. Inercia Impulso eléctrico
4º ESO	100%	62%	SI	Química	Sensórica
1º Bachillerato	100%	100%	SI	Matemáticas	Programación
2º Bachillerato	100%	100%	SI	Inglés Informática	Caracterización físico-química

Con el robot como herramienta de aprendizaje transversal no sólo se impartieron contenidos de la asignatura de tecnología, sino que los alumnos tuvieron la oportunidad de aprender competencias en:

- **Tecnología:** materiales, motores y conexiones eléctricas, soldadura, polaridad eléctrica
- **Física:**
 - comprobar el efecto de la flotación y regular el peso-empuje hasta obtener una flotabilidad neutra
 - Concepto de inercia en el agua y movimientos horizontales y circulares
 - Impulso eléctrico: intensidad de la corriente y amperaje
 - Caracterización de las propiedades físicas del agua, principalmente temperatura
- **Química:** Caracterización de propiedades químicas del agua con la instalación de sensores (salinidad, pH, entre otros).





- Informática: muchos centros fomentaron la creación de un blog con los pasos del montaje y el desarrollo diario del proyecto, frecuentemente acompañados de vídeos de apoyo. Se fomentó la interconexión entre los alumnos de diferentes centros e incluso el contacto a nivel internacional con proyectos similares (Learning by Doing, Puerto Rico).
- Inglés: se trata de fomentar el intercambio de información con otros centros similares como experiencias comunes a nivel internacional.

Para darle inteligencia al robot muchos de los centros a partir de un nivel de 4º de la ESO decidieron integrar una placa con microcontrolador. En todos los casos se utilizó la plataforma de hardware libre Arduino, acoplado frecuentemente con lenguajes de programación “amigables” para el alumnado y de entorno libre, como scratch para Arduino (S4A, 2013) o Visualino (Ruiz, 2014), ya que la programación directa puede ser más complicada para niveles de secundaria.

Esto permitió la integración de sensores físico-químicos como un sensor de temperatura y la creación por parte de un centro de un sensor de salinidad (IES Santa Ana, Tenerife, documentado en la publicación de Vega Moreno, 2014).

3. Resultados.

Tanto cuando la actividad se integró en el proyecto docente de una o varias asignaturas, a cuando se realizó como actividad extraescolar, los resultados mostraron un aumento del interés del alumnado por el aprendizaje en más de un 92% de los casos, incluso cuando se trabajó con escolares conflictivos, inadaptados al sistema educativo actual, y con altos índices de suspenso. Estos alumnos mostraron tal interés, que alguno de los casos se decidió montar un “Aula de Robótica” en las horas de descanso lectivo como el recreo para integrar a estos alumnos, reduciendo el ausentismo escolar.

Muchos centros construyeron más robots de los suministrados en material, con lo cual confirmaban nuestra hipótesis de continuidad independientemente de fuentes de financiación externa o patrocinadores del proyecto. Estos centros adquirieron el material necesario por su cuenta, en muchos casos en proveedores distintos a los sugeridos, los cuales se observa como un punto positivo, ya que la distribución de estas piezas es superior a lo que inicialmente evaluamos, incluso en regiones ultraperiféricas como son las islas Canarias.

La integración de este proyecto de bajo coste en los proyectos docentes de los centros participantes fue igual de buena o mejor que en los casos en que habían trabajado con robótica educativa comercial, porque al ser sistemas tan modulares y personalizables el profesor puede adaptar cada parte del montaje al apartado del proyecto docente asociado.

Estos robots permiten trabajar temáticas específicas de asignaturas como tecnología, o personalizables para formación profesional, como lo son los diferentes materiales (madera, PVC, metacrilato, espuma, impresión 3D) desarrollando la creatividad en el diseño y terminación (ya que los moldean, dibujan y pintan a su antojo) y en las diferentes herramientas de fabricación: conexiones eléctricas, soldaduras, pegues, atornillados... pero





también permiten integrarlo con asignaturas básicas como son las matemáticas, la física, la química y asignaturas transversales como la informática o el inglés. Año tras año ha crecido significativamente el número de centros interesados y adscritos al proyecto, siendo todos los años la demanda muy superior a la oferta. En Canarias donde el proyecto ha tenido financiación durante tres años el crecimiento ha sido exponencial

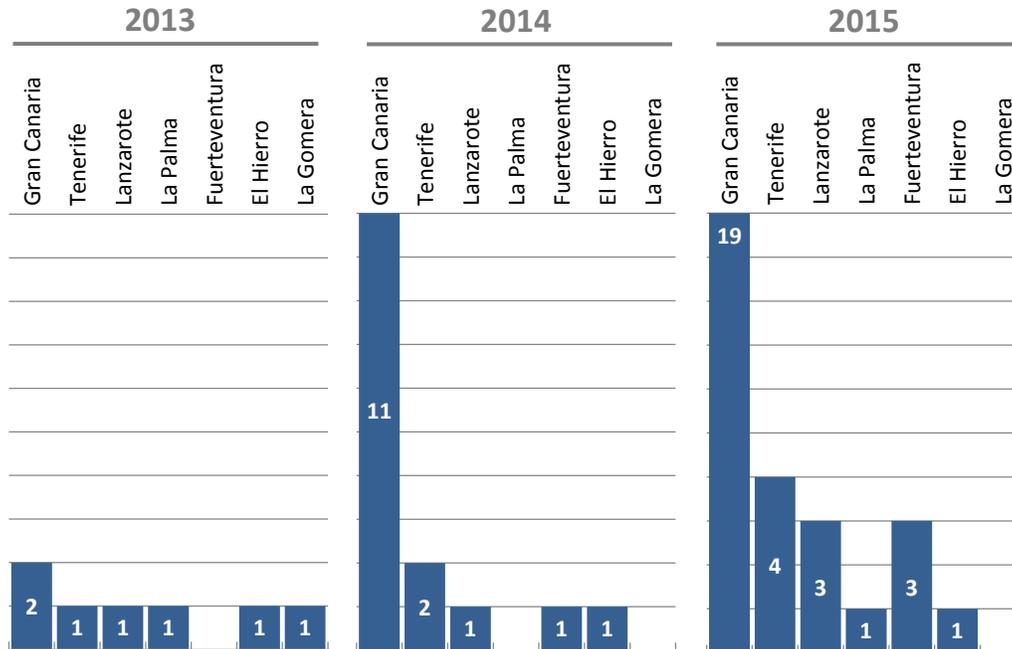


Figura 5. Evolución del número de participantes por islas evaluado desde el 2013 al 2015 en las islas Canarias.

Para evaluar el impacto que tuvo el proyecto en la enseñanza y aprendizaje de los alumnos participantes, se realizaron diversas encuestas tanto a los profesores implicados como a los alumnos.

De 220 alumnos encuestados, el 99% repetiría una experiencia similar y lo recomendaría como actividad a implantar en otros centros.

Las encuestas se realizaron solicitando la valoración para diferentes apartados en una escala del 1 al 5, siendo el 1 la valoración más baja y el 5 la más alta.

A los profesores y los alumnos se les consultó por los siguientes items:

- ¿El proyecto EDUROVs ha conseguido poder conectar con el alumnado de mejor forma, fomentando el aprendizaje de forma más amena?
- ¿Ha aumentado entre los alumnos la comprensión y el aprendizaje de los contenidos y las competencias previstas?
- ¿Ha favorecido la motivación de los estudiantes hacia las materias impartidas o relacionadas con la temática?



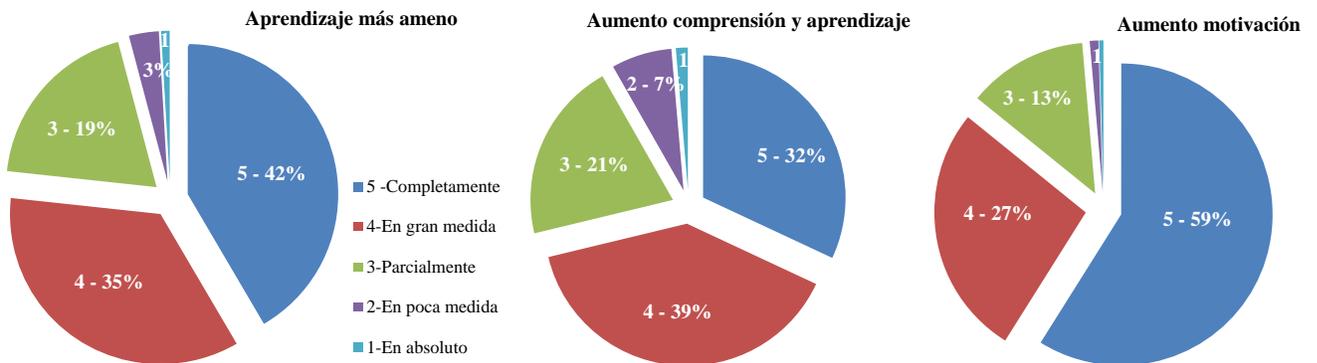


Figura 6. Encuesta realizadas a 220 alumnos participantes del proyecto educativo.

De los resultados obtenidos en las encuestas realizadas a los alumnos, sólo un 10% consideró la construcción del ROV como difícil o muy difícil, siendo asumible para el 90% restante. Es un dato muy positivo teniendo en cuenta que la evaluación se ha hecho en alumnos desde 3º ESO, donde la asignatura de tecnología no es una opción, es obligatoria incluso para aquellos alumnos con clara orientación hacia formación no tecnológicas o científica.

De 42 profesores encuestados, el 100% lo evaluó como una actividad completamente recomendable para otros centros y todos los encuestados indicaron su intención de repetirlo otros años. Además todos los encuestados indicaron que la actividad es asumible por los escolares, catalogándola de difícil sólo un 12% del total. Un 48% la evaluaron como fácil o muy fácil, y un 40% como asumible para sus alumnos.

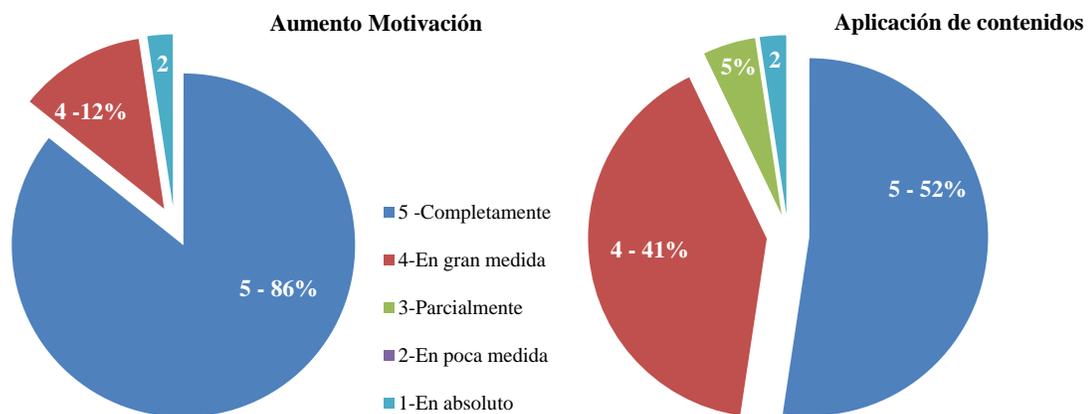


Figura 7. Encuesta realizadas a 42 profesores involucrados en el proyecto educativo.





4. Conclusiones.

La mayor parte de los docentes de secundaria considera que un proyecto educativo experimental como EDUROVs aumenta la motivación del alumnado sobre la materia propuesta, y facilita el aprendizaje en asignaturas como matemáticas, física, química, informática y tecnología. De esta forma el alumnado adquiere las competencias específicas requeridas de una forma mucho más amena basada en el aprendizaje por proyectos y experiencias, con la aplicación práctica de los contenidos teóricos impartidos previamente, favoreciendo además el aprendizaje de competencias transversales como el trabajo en equipo, la búsqueda de información, la resolución de problemas y la exposición de resultados al resto de compañeros.

5. Agradecimientos

El proyecto EDUROVs ha sido financiado a nivel autonómico en las islas Canarias por la Obra Social "la Caixa" desde 2013 hasta 2015 y a nivel nacional en 2014 por la Fundación Española para la Ciencia y la Tecnología (FECYT), a través del proyecto VOTEMAR.

6. Referencias

- Alcober, J., Ruiz, S. & Valero, M. (2003) Evaluación de la implantación del aprendizaje basado en proyectos en la EPSC (2001-2003). *XI Congreso universitario de innovación educativa en enseñanzas técnicas*.
- Anderman, L. H. & Midgley, C. (1998). Motivation and Middle School Students. *ERIC Digest*.
- Badia, A. & García, C. (2006). Incorporación de las TIC en la enseñanza y el aprendizaje basados en la elaboración colaborativa de proyectos RUSC. *Universities and Knowledge Society Journal, Universitat Oberta de Catalunya*, 3, 42-54.
- Bandura, A. & Riviére, A. (1982). *Teoría del aprendizaje social*. Espasa-Calpe Madrid.
- Bass, R. (2012). Disrupting ourselves: the problem of learning in higher education. *EDUCAUSE Review*, 47 (2), 1-140.
- Beltrán, F. (2000). John Dewey. Una democracia vital. J. Carbonell (Coor.), *Pedagogías del siglo XX* (pp. 47-58).
- Bottoms, G. & Webb, L. D. (1998). Connecting the Curriculum to "Real Life." *Breaking Ranks: Making It Happen*. National Association of Secondary School Principals, ERIC.
- Cufí, X., Villanueva, M., ElFakdi, A., García, R. y Massich, J. (2012) Team-based building of a remotely operated underwater robot as a method to increase interest for engineering among secondary school students. *EDULEARN12 Proceedings. 4th International Conference on Education and New Learning Technologies*, pp 4768-4775.
- Cufí, X., Villanueva, M., ElFakdi, A., Hurtos, N., Muntaner-Perich, E., Freixenet, J., Palomeras, N., Quintana, J., Massich, J., Renart, A. y Bosch, A. (2015). Team-based Workshop to Engage Young Students in Engineering and Science: Building and Driving a ROV (R2B2). Two especial editions in India. *OCEANS'15 MTS/IEEE Proceedings*, Genova.





- Davies, A., Filder, D., Gorbis, M. (2011). *Future Work Skills 2020*. Institute for the Future for University of Phoenix Research Institute.
- Dougherty, D. (2012). *The maker movement innovations*, MIT Press, 2012, 7, 11-14.
- El-Fakdi, A; Cufí, X.; Hurtós, N; Correa, M (2015). Team-Based Building of a Remotely Operated Underwater Robot, an Innovative Method of Teaching Engineering. *Journal of Intelligent & Robotic Systems*, 10846, Springer.
- González, M.R. (2008). El enfoque por competencias en el EEES y sus implicaciones en la enseñanza y el aprendizaje. *Tendencias pedagógicas*, 13, 79.
- Jobs for the Future (2002). *Using real-world projects to help students meet high standards in education and the workplace*. Boston. Southern Regional Education Board. Recuperado de <http://jff.org/>
- Karlin, M. & Viani, N. (2001) *Project-based learning*. Medford, OR: Jackson Education Service District
- Kemp, A. (2013). *The Makerspace Workbench: Tools, Technologies, and Techniques for Making*. Maker Media, Inc.
- Learning by Doing – ROV Programme. Recuperado de <http://learningbydoingpr.com/>
- Llinás, D., Vega Moreno, D., Rodríguez, C. (2013) *Taller de Robótica Submarina - Video Manual de realización*. Telde (España). ISBN 978-84-695-8339-5. D.L-GC-1118-2013
- Lumsden, L. S. (1994). *Student Motivation To Learn*. ERIC Digest, Number 92.
- MUNCYT, Museo Nacional de Ciencia y Tecnología (2005). *Club Tecnológico Google*. Recuperado de <http://www.muncyt.es/portal/site/MUNCYT>
- Perrenoud, P. (2006). Aprender en la escuela a través de proyectos: ¿por qué?, ¿cómo?. *Reforma de la Educación Secundaria*, 115
- Ruiz, V. (2014). Visualino. Recuperado de <http://www.visualino.net/>
- S4A- *Scratch for Arduino* (2013). Recuperado de <http://s4a.cat/>
- Santamarí Puig, N., Tarín Martínez, R.M., Mases, M.T., Ventura Robira, M., Díez Navarro, M.C.,..., Ballester, J. (2010). *Los proyectos de trabajo en el aula. Reflexiones y experiencias prácticas*. Barcelona: Editorial Graó.
- Vega Moreno, D., Rodríguez, C., Villanueva, M. y Cufí, X. (2013). *Taller de Robótica Submarina - Manual de Construcción de un ROV*. Gran Canaria (España). Edita Plataforma Oceánica de Canarias (PLOCAN).
- Vega Moreno, D. (2014). *Taller de Robótica Submarina. Materiales, Mejoras Técnicas y Adecuación al Sistema Educativo*. Edita Plataforma Oceánica de Canarias (PLOCAN). Gran Canaria (España).
- Villanueva, M., Cufí, X., ElFakdi, A., Ridaó, P y García, R. (2011). Attracting Talent to Increase Interest for Engineering among Secondary School Students. Team-based building of a Remotely Operated Underwater Robot. *2011 IEEE Global Engineering Education Conference (EDUCON) Proceedings – "Learning Environments and Ecosystems in Engineering Education"*, pp 347–353.

