



Universidad Internacional de La Rioja
Facultad de Educación

Trabajo fin de máster

APLICACIÓN DE LA ROBÓTICA LEGO EN LA DOCENCIA DE TECNOLOGÍA EN EL IES PRÍNCPE DE GIRONA

Presentado por: Daniel Martínez Caballé
Línea de investigación: 1.1.1 Medios audiovisuales y nuevas tecnologías aplicadas a la educación
Director/a: José Manuel Hermosilla
Ciudad: Barcelona
Fecha: 23 de Julio de 2013

A todos los que me han ayudado a llegar hasta aquí, a Jordi y en especial, a Anna, por su ánimo y apoyo.

Agradecimientos

En primer lugar, me gustaría mostrar mi más sincero agradecimiento a mi Director de Trabajo Final de Máster, José Manuel Hermosilla, por su dirección, atención, apoyo y comentarios en la elaboración del presente trabajo.

En segundo lugar, agradecer a Antonio Pinto Llona, su participación e implicación en este proyecto.

Sin ellos, la realización de este trabajo no hubiera sido posible. A ambos, muchísimas gracias.

Resumen

El trabajo que se presenta a continuación describe el proceso de implantación de la robótica Lego a nivel de secundaria en un instituto de Barcelona. El análisis de dicho proceso, va a permitir conocer, entre otros aspectos, qué recursos van a ser necesarios, cómo se puede usar la robótica educativa en el aula de Tecnología o qué impacto tiene sobre los alumnos.

Así, en una primera parte se lleva a cabo una breve contextualización de la robótica Lego en el marco educativo, y se realiza una breve introducción al trabajo con este tipo de robots, quedando patente de este modo el enorme potencial de este recurso educativo. En una segunda parte, se describe y analiza la experiencia llevada a cabo en el IES Príncipe de Girona, tanto desde el punto de vista del docente que lideró dicha implantación, como del alumno. Este análisis permitirá identificar los recursos que han sido necesarios y una posible metodología de aplicación, así como conocer la percepción que tienen los alumnos acerca de la utilización de robots Lego en el aula.

Finalmente, como complemento a éste análisis, se proponen una serie de ejercicios prácticos, que pueden ser de utilidad tanto para el alumno de secundaria y/o bachillerato, como para el profesor que decida implantar este recurso educativo en el aula.

Palabras clave

Innovación metodológica; Recurso educativo; Robótica Lego; Tecnología.

Abstract

The following work describes the process of implementation of Lego robotics in a secondary school of Barcelona. The analysis of this process, will allow us to know, among other things, what resources will be needed, how to use educational robotics technology in the classroom or what impact has on students.

The first part is a brief contextualization of Lego robotics in an educational framework and provides a brief introduction to working with this type of robot, showing in this way, the big potential of this educational resource. The second part describes and analyzes the experience carried out in the secondary school Prince of Girona, from the point of view of the teacher who led such implementation, and

from the student. This analysis let us identify what resources were needed and one methodology of implementation, as well as the student's perceptions about the use of Lego robots in the classroom.

Finally, to complement this analysis, some practical exercises are proposed. These can be useful for students or teachers who decide to implement this educational resource in a classroom.

Keywords

Methodological Innovation; Educational resource; Lego's Robotic; Technology.

ÍNDICE

Resumen	4
1. Introducción	11
2. Concreción del trabajo	12
2.1 Planteamiento de objetivos	12
2.2 Fundamentación de la metodología de investigación	12
2.3 Fundamentación de las fuentes bibliográficas utilizadas	13
3. Marco teórico	13
3.1. Ideas generales	13
3.2 El currículum en Tecnología y la robótica	15
3.3 La robótica como recurso educativo en Tecnología	16
3.4 Los robots Lego	19
4. Instrumentos y técnicas de investigación	24
4.1 Descripción del objeto de estudio	24
4.2 Observación y toma de datos	25
4.3 Encuesta	26
4.4 Entrevista	26
5. Resultados y análisis	27
5.1 Período de observación	27
5.2 Encuesta	29
5.3 Entrevista	48
6. Propuesta práctica	49
6.1 Prácticas para alumnos de secundaria	49
6.2 Prácticas para alumnos de bachillerato	53
6.3 Prácticas para docentes	56
7. Conclusiones y perspectivas de futuro	58

8. Referencias bibliográficas.....	60
9. Anexos.....	65
9.1 Currículum de Tecnología en secundaria y bachillerato	65
9.2 Ejemplos de piezas Lego	76
9.3 Encuesta	78
9.4 Entrevista	80
9.5 Programa del curso Introducción a Lego Mindstorms NXT-G.....	82
9.6 Bibliografía relacionada con robótica Lego Mindstorms NXT-G	83

ÍNDICE DE FIGURAS

Fig. 1. Secuencia de trabajo en robótica	18
Fig. 2. Secuencia de trabajo de un robot	19
Fig. 3. Representación gráfica de los resultados de la primera pregunta de la encuesta.....	30
Fig. 4. Representación gráfica de los resultados de la segunda pregunta de la encuesta.....	31
Fig. 5. Representación gráfica de los resultados de la tercera pregunta de la encuesta.....	33
Fig. 6. Representación gráfica de los resultados de la cuarta pregunta de la encuesta.....	34
Fig. 7. Representación gráfica de los resultados de la quinta pregunta de la encuesta.....	35
Fig. 8. Representación gráfica de los resultados de la sexta pregunta de la encuesta.....	36
Fig. 9. Representación gráfica de los resultados de la séptima pregunta de la encuesta.....	37
Fig. 10. Representación gráfica de los resultados de la octava pregunta de la encuesta.....	38
Fig. 11. Representación gráfica de los resultados de la novena pregunta de la encuesta.....	39
Fig. 12. Representación gráfica de los resultados de la décima pregunta de la encuesta.....	40
Fig. 13. Representación gráfica de la relación entre el número de grados que gira la rueda y la distancia que avanza	50
Fig. 14. Programación que permite al robot avanzar y detenerse a 20 cm de la pared	54
Fig. 15. Programación que permite al robot realizar el proceso de calibración	55
Fig. 16. Programación que permite al robot detenerse al llegar a una línea negra	56

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Resumen de las últimas convocatorias de FLL en España	22
Tabla 2. Resultados obtenidos en la primera pregunta del test.....	30
Tabla 3. Resultados obtenidos en la segunda pregunta del test	31
Tabla 4. Resultados obtenidos en la tercera pregunta del test	32
Tabla 5. Resultados obtenidos en la cuarta pregunta del test.....	34
Tabla 6. Resultados obtenidos en la quinta pregunta del test	35
Tabla 7. Resultados obtenidos en la sexta pregunta del test.....	36
Tabla 8. Resultados obtenidos en la séptima pregunta del test.....	37
Tabla 9. Resultados obtenidos en la octava pregunta del test	38
Tabla 10. Resultados obtenidos en la novena pregunta del test.....	39
Tabla 11. Resultados obtenidos en la décima pregunta del test.....	40
Tabla 12. Resultados obtenidos por los alumnos de secundaria	42
Tabla 13. Resultados obtenidos por los alumnos de bachillerato	44
Tabla 14. Tabla de recogida de datos	51
Tabla 15. Tabla de recogida de datos	51
Tabla 16. Tabla de recogida de datos	52
Tabla 17. Tabla de recogida de datos	54
Tabla 18. Contribución de la Tecnología a las competencias básicas en ESO	65
Tabla 19. Competencias específicas de Tecnología en ESO.....	66
Tabla 20. Currículum de Tecnología en 1º de la ESO.....	67
Tabla 21. Currículum de Tecnología en 2º de la ESO	68
Tabla 22. Currículum de Tecnología en 3º de la ESO	69
Tabla 23. Currículum de Tecnología en 4º de la ESO	70
Tabla 24. Contribución de la Tecnología a las competencias básicas en Bachillerato	71
Tabla 25. Competencias específicas de Tecnología en Bachillerato	72
Tabla 26. Currículum de Tecnología en 1º de Bachillerato	73

Tabla 27. Currículum de Tecnología en 2º de Bachillerato	74
Tabla 28. Ejemplos de piezas Lego	76
Tabla 29. Libros sobre robótica Lego	83

1. Introducción

El auge que está experimentando en estos últimos años el uso de robots Lego en aulas de secundaria y bachillerato, lleva a plantearse una reflexión sobre el proceso de implantación de este recurso en los centros educativos. Actualmente, resulta notable la demanda de una metodología participativa en el aula, en la que los docentes desarrollen un rol diferente al de transmisor de conocimiento, siendo el alumno¹ el principal protagonista de su aprendizaje. Este cambio puede ser llevado a cabo de varias maneras, resultando la robótica educativa, un modo atractivo de lograr que el alumno participe activamente en su propio proceso de aprendizaje.

El presente trabajo parte de las cualidades beneficiosas que tiene la robótica educativa en el proceso de aprendizaje de los alumnos, descritas en anteriores trabajos (Balcells, 2012) así como de las competencias y los valores (conceptuales, procedimentales y actitudinales) que se trabajan al emplear robots Lego (Ocaña, 2012), para llegar a plantear qué recursos deberá considerar el docente que decida implantarla en su aula de secundaria y/o bachillerato. Así, en una primera parte se abordará el currículum de la asignatura de Tecnología en secundaria y bachillerato a nivel autonómico; en una segunda parte, se tratará la robótica educativa en el aula de secundaria, para finalizar con el estudio de implantación de la robótica educativa en un centro concreto de Barcelona, el IES Príncep de Girona, uno de los institutos pioneros en llevar a cabo dicha implantación.

Dado que el principal destinatario de este trabajo es el docente, se suministrarán una serie de materiales deseando que le resulten de utilidad si finalmente decide implantar la robótica en su aula, y también con el objetivo de ayudarle a extraer todo el potencial educativo de este recurso didáctico. Estos materiales comprenden desde propuesta de prácticas para alumnos de ESO y Bachillerato, hasta prácticas para docentes que ya dispongan de conocimientos en el manejo de robots Lego.

¹ Salvo expresar lo contrario, en este informe la palabra alumno se refiere tanto a alumnos como a alumnas, y la palabra profesores tanto a profesores como a profesoras.

2. Concreción del trabajo

El presente trabajo analiza el proceso de implantación de la robótica Lego en el aula de secundaria de un instituto. Con ello, se pretende obtener información y recursos a tener en cuenta por el docente, en el momento en que éste planifique hacer uso de los robots Lego en su aula.

2.1 Planteamiento de objetivos

Los principales objetivos de este trabajo son:

- Describir el proceso de implantación de la robótica Lego en el aula de secundaria del IES Príncipe de Girona.
- Proporcionar recursos a los docentes de secundaria y bachillerato que ayuden a superar algunas de las dificultades propias de la anterior implantación.

Como objetivo secundario se establece:

- Conocer un modo de emplear la robótica como recurso educativo en el aula de secundaria y fuera de ella.

2.2 Fundamentación de la metodología de investigación

La metodología empleada para la consecución de los objetivos planteados anteriormente, es una metodología cualitativa, basada principalmente en la adquisición directa de información sobre la experiencia de uno de los docentes, impulsor de la implantación de la robótica en el aula de secundaria del instituto IES Príncipe de Girona. Esto ha implicado una primera fase en la que se ha llevado a cabo un análisis bibliográfico de la cuestión y el establecimiento de un marco teórico. En una segunda fase, de tipo observacional, se ha asistido a:

- Clases de robótica en 3º de la ESO impartidas por el docente en el IES Príncipe de Girona. En estas clases se ha podido ver las diferentes prácticas planteadas a los alumnos con el fin de trabajar algún aspecto concreto del currículum y la manera de llevarse a cabo.
- Tutorías con alumnos del centro citado anteriormente que desarrollaban el trabajo de investigación sobre robótica. Dos de estos trabajos, fueron la construcción de un toma muestras automático y la construcción de un *segway*, ambos con robótica Lego.

- Actividades extraescolares llevadas a cabo en el centro de referencia, como la preparación y asistencia a la competición First Lego League o la visita a otros centros escolares que también utilizan la robótica en el aula.

La anterior información se ha complementado con la realización posterior de:

- Un cuestionario en la que se ha podido constatar cuál es la opinión de los alumnos respecto a las actividades llevadas a cabo en el aula y el proceso de implantación de la robótica educativa en el instituto.
- Una entrevista al docente, autor a su vez, de varios cursos de robótica destinados a profesores de secundaria.

Finalmente, se ha analizado toda la información obtenida, para llegar a proponer recursos que se espera que sean útiles en el proceso de implantación de la robótica educativa en el aula de secundaria y/o bachillerato.

2.3 Fundamentación de las fuentes bibliográficas utilizadas

Tal como se muestra en el apartado de referencias bibliográficas, las fuentes consultadas para la elaboración del presente trabajo han sido variadas, utilizando como principal herramienta de búsqueda, internet. Este hecho viene dado por la novedad del tema, que provoca que la mayor parte de documentos no estén en formato papel sino que están colgados en webs especializadas en el tema, como la de Lego (<http://www.firstlegoleague.es/>). No obstante, también se han consultado obras de carácter más general, tesis, artículos de revistas y otras publicaciones que han servido, entre otras cosas, para ayudar a contextualizar la propuesta de innovación metodológica que supone el empleo de la robótica en el aula.

3. Marco teórico

3.1. Ideas generales

En el momento de establecer un posible marco que permita comprender el motivo por el que se lleva a cabo la implantación de la robótica en el aula, hay que tener en cuenta una de las ideas recogidas por Martín (2000, p.389) extraída del Informe Europeo sobre la Calidad de la Educación del año 2000 elaborado por la Comisión Europea:

En todos los estados Miembros, la calidad de la educación y la formación es una cuestión de la mayor importancia política. Se considera que la posesión de un alto nivel de conocimientos, competencias y cualificaciones es una condición fundamental para ejercer la ciudadanía activa, para acceder al

mercado de trabajo, y para favorecer la cohesión social. La formación permanente permite a toda persona modelar su futuro profesional y personal; la calidad de la enseñanza resulta esencial para las políticas relacionadas con el mercado de trabajo y la libre circulación de trabajadores en la Unión Europea.

Esta preocupación lleva a las instituciones y a los docentes a tomar una serie de decisiones con el objetivo de optimizar el proceso de enseñanza y aprendizaje. Esta idea queda recogida en el Informe español sobre educación e indicadores elaborado por el Instituto Nacional de Evaluación Educativa (2012, p. 33):

En la mayoría de los países, las decisiones acerca de la organización de la instrucción, es decir, la optimización del proceso de enseñanza y aprendizaje, la selección de métodos e instrumentos didácticos, el seguimiento del desarrollo educativo del alumnado, su agrupación, etc., se toman en los propios centros educativos. (...). En España el porcentaje de decisiones de estas características tomadas por los centros educativos alcanza el 78%.

Dentro de esta selección de métodos e instrumentos didácticos se encontraría la robótica educativa, que Rivera (2011, p.1) define como:

La generación de entornos de aprendizaje basados principalmente en la iniciativa y la actividad de los estudiantes. Ellos podrán concebir, diseñar, desarrollar y operar diferentes robots educativos que les permitirán resolver algunos problemas y retos previamente planteados, a la par que les facilitarán aprendizajes de diversas áreas curriculares. Es así que integra diferentes áreas de manera natural y espontánea.

La robótica educativa nació en el Instituto Tecnológico de Massachusetts (MIT) y tuvo como principal impulsor a Seymour Papert, la misma persona que creó el software para niños LOGO. Por otro lado, existe el término robótica pedagógica (también llamada Pedagogía de las Ciencias Experimentales) definida por Martial Vivet en Cabrera (1996, p.3) como:

La actividad de concepción, creación y puesta en funcionamiento, con fines pedagógicos, de objetos tecnológicos que son reproducciones reducidas muy fieles y significativas de los procesos y herramientas robóticas que son usados cotidianamente, sobre todo, en el medio industrial. (...) Dada la definición anterior debemos reconocer que la primera actividad dentro de la robótica pedagógica es encargarse de estudiar el proceso de concebir, diseñar y construir mecanismos robóticos. La segunda función que se debe realizar en esta área es la de constatar que efectivamente dichos mecanismos cumplan los fines pedagógicos.

Así, aunque hay algunos autores que utilizan los dos términos indistintamente existe cierta tendencia a considerar la robótica educativa como una rama de la robótica pedagógica, que ha sido desarrollada especialmente para ser introducida en los centros educativos (Balcells, 2012).

3.2 El currículum en Tecnología y la robótica

En Cataluña, el currículum de Tecnología en secundaria viene regulado por el Decreto 143/2007 de 26 de junio por el que se establece la ordenación de las enseñanzas de la Educación Secundaria Obligatoria, posteriormente modificado por el Decreto 51/2012 de 22 de Mayo.

Respecto a nivel de Bachillerato, el currículum de Tecnología en Cataluña, viene regulado por el Decreto 142/2008 de 15 de julio por el que se establece la ordenación de las enseñanzas de Bachillerato. En el apartado de Anexos se reproducen los principales contenidos de ambos decretos, las correspondientes competencias que se trabajan en Tecnología y su aportación a la adquisición de las competencias básicas². Hay que destacar que “el área de conocimiento que supone la robótica permite desarrollar todas las Competencias Básicas, según expone Ocaña (2010a)” (Ocaña, 2012, p.58).

Como se puede observar de la lectura de la documentación anterior, la robótica está principalmente presente en cuarto de la ESO, pero permite trabajar muchos de los temas que figuran en el currículum, desde primero de la ESO hasta segundo de Bachillerato.

Los posibles beneficios que le va a reportar tanto al docente como al alumno el uso de la robótica en el aula son variados. Así, permite a los estudiantes fomentar el nivel investigativo y el desarrollo de su creatividad, su capacidad de abstracción, desarrollar un pensamiento sistemático, estructurado, lógico y formal, las relaciones interpersonales y el hábito del trabajo en equipo. Además los alumnos aprenden a estructurar investigaciones y resolver problemas concretos, desarrollan nuevas habilidades, utilizan vocabulario especializado, seleccionan las piezas y toman decisiones (Odorico, Lage y Cataldi, 2012). Por tanto, los alumnos aprenden haciendo y con un método de prueba y error. Por otro lado, permiten al docente realizar acciones que desarrollen la motivación, la memoria, el lenguaje y el pensamiento lógico matemático de sus alumnos, así como el desarrollo de la ciencia y tecnología integrando conocimientos, capacidades y actitudes (Rivera, 2011).

² 1. Competencia comunicativa lingüística y audiovisual 2. Competencias artística y cultural. 3. Tratamiento de la información y competencia digital 4. Competencia matemática 5. Competencia de aprender a aprender 6. Competencia de autonomía e iniciativa personal 7. Competencia en el conocimiento y la interacción con el mundo físico 8. Competencia social y ciudadana.

Las actividades de robótica pueden darse tanto dentro como fuera del ámbito escolar y a través de ellas, el docente consigue integrar tres áreas de conocimiento: la mecánica, ya que el movimiento del robot es producido por una serie de mecanismos de transmisión y de transformación de movimientos; la electrónica porque los robots envían señales a los motores para dar una respuesta concreta y reciben información de su entorno a través de sensores que funcionan con circuitos electrónicos; y la informática, ya que las decisiones que toma el robot se generan a partir del procesamiento de información con un software informático. Además, le permite abordar de manera amena y motivadora multitud de contenidos curriculares propios del área de Tecnología, así como contenidos multidisciplinares (principios y leyes de física, historia de la robótica, herramientas TIC, etc.) (Ocaña, 2011) pero sin olvidar que además de los contenidos curriculares que los alumnos pueden aprender utilizando la robótica, el propósito de ésta,

No es necesariamente enseñar a los estudiantes a convertirse en expertos en robótica, sino más bien, como señalan diversas investigaciones y autores (Acuña, 2007; Goh y Aris, 2007; LEGO educational, 2008; Ruiz-Velasco, 2007), es favorecer el desarrollo de competencias que son esenciales para el éxito en el siglo XXI, como: la autonomía, la iniciativa, la responsabilidad, la creatividad, el trabajo en equipo, la autoestima y el interés por la investigación (Sánchez, 2010, p.6).

3.3 La robótica como recurso educativo en Tecnología

Se entiende por recurso educativo todo aquel material que es utilizado en un contexto educativo determinado, con una finalidad didáctica o para facilitar el desarrollo de las actividades formativas. La robótica, entendida como recurso educativo, va a demandar que el docente conozca la metodología de su aplicación, ya que parte del resultado que se va a obtener en el aula va a estar en función del modo en que el docente aplique este recurso. Por tanto, la simple introducción de un nuevo medio educativo en la enseñanza no ayudará en nada a elevar la calidad de ésta si se continúan enseñando las mismas cosas, siempre, de la misma manera (Beto, 2010).

La utilización de la robótica educativa en el aula, pretende la realización de actividades didácticas con una metodología de tipo activa, participativa, innovadora y constructivista por parte del alumno, donde el aprendizaje humano no es el resultado de la transmisión de conocimientos, sino un proceso cooperativo³ y activo

³ El término "trabajo en grupo" se ha usado siempre que se decide organizar actividades en grupos pequeños. El "aprendizaje cooperativo" pertenece a esta categoría de trabajo en

de construcción del conocimiento, estableciendo relaciones entre sus experiencias y conocimientos previos y la nueva información (aprendizaje significativo). Por tanto, el docente guía a sus alumnos pero son ellos los que toman la iniciativa y aplican los conocimientos teóricos explicados en clase de un modo integrado. Seymont Papert agregó a esta filosofía educativa constructivista desarrollada por Jean Piaget, en la que el que aprende lo hace a través de la manipulación y construcción de objetos, la construcción, obteniendo el construccionismo, de modo que el conocimiento es más eficaz cuando los alumnos se dedican a construir productos que resultan ser personalmente más significativos para ellos (Alimisis, Moro, Arlegui, Pina, Frangou y Papanikolau, 2007). Por tanto, esta propuesta metodológica de corte constructivista-construccionista daría lugar a lo que se ha denominado, “aprender haciendo”. Según Papert, “cuando los niños se involucran creando, haciendo o construyendo algo, al mismo tiempo están construyendo conocimientos en sus mentes” (Rivera, 2011). Estas características hacen que los proyectos de robótica sean muy apropiados en los aprendizajes basados en proyectos (ABP) (Hung 2002). Así, en los trabajos de Aliane (2010), Grimheden (2003), Piguet (2002) y Mingyang (2004) se pueden leer distintas experiencias en la utilización de sistemas robóticos en el marco de ABP (Aliane, 2010).

Algunas de las características más relevantes de esta metodología son (Aliane, 2010):

- Se desarrolla en un entorno real y experimental ayudando a los alumnos a relacionar los contenidos teóricos con el mundo real, provocando que aumente la receptividad por parte de los alumnos para aprender conceptos teóricos.
- El propio alumno toma un papel activo en el proyecto, ya que es él el que marca el ritmo y la profundidad del aprendizaje, y fija los objetivos.
- Resulta motivadora para los alumnos, pudiendo mejorar su rendimiento académico y su continuidad en los estudios.

grupo, pero no todo trabajo en grupo es necesariamente aprendizaje cooperativo, ya que el trabajo en grupo no toma en cuenta la responsabilidad individual involucrada en la contribución del joven (carece de responsabilidad individual), y la desigualdad en cuanto al trabajo, es decir, siempre habrá estudiantes que harán todo o la mayoría del trabajo, mientras que otros contribuyen con muy poco o nada (carece de igualdad en la participación) (Sánchez, 2010).

-Permite desarrollar competencias técnicas específicas así como competencias generales, como el trabajo en equipo, la planificación, la innovación y la creatividad, la iniciativa, etc.

-El rol del profesor no es el de observador pasivo sino el de tutor y consultor. Por tanto, debe suministrar los conocimientos necesarios en los momentos oportunos, para estimular el proceso de aprendizaje de sus alumnos.

La secuencia de trabajo desarrollada por los alumnos en el aula puede representarse de la siguiente manera:

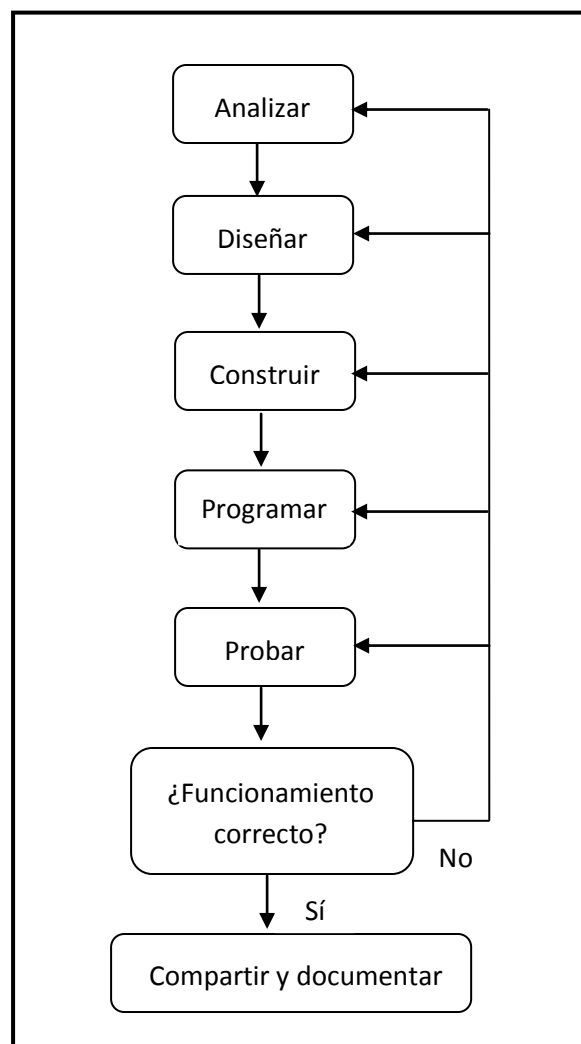


Fig. 1. Secuencia de trabajo en robótica
(Fuente: elaboración propia)

Así, los alumnos analizan el problema, diseñan una solución, la construyen, programan y la ponen a prueba. Si no funciona correctamente o no cumple con las

especificaciones iniciales, deben volver a alguna de las fases anteriores. En caso contrario, pueden redactar una memoria técnica sobre el robot construido y/o explicar en clase al resto de compañeros la solución aportada. A lo largo de todo este proceso de prueba y error, se pueden aplicar diferentes metodologías pedagógicas, desde la tormenta de ideas para intentar dar con una solución, o el seminario a modo de debate, donde los diferentes grupos deberán defender ante sus compañeros la bondad de la solución aportada. En Aliane (2010) se ilustra el anterior proceso en la asignatura cuatrimestral de Robótica de quinto curso de la titulación de Ingeniería Informática.

3.4 Los robots Lego

El producto denominado Lego Mindstorms permite que el usuario pueda construir y programar robots autónomos que, adecuadamente programados con el software Lego NXT-G, realizan una determinada tarea. Así, se comercializan una serie de kits que incorporan diferentes piezas⁴, un sistema de control, un software, motores y sensores que el usuario puede ensamblar para acabar construyendo un robot motorizado que interpreta su entorno. De este modo se obtiene un robot que es algo más que la simple unión de piezas.

La secuencia de trabajo de un robot es la siguiente. En primer lugar, los sensores captan información del ambiente y la envían al centro de control. A continuación esta información es procesada y como resultado, el programa envía una serie señales a los motores, que actuarán de modo que el robot responde a la información que proviene del exterior. Todo este proceso se puede representar gráficamente del siguiente modo:

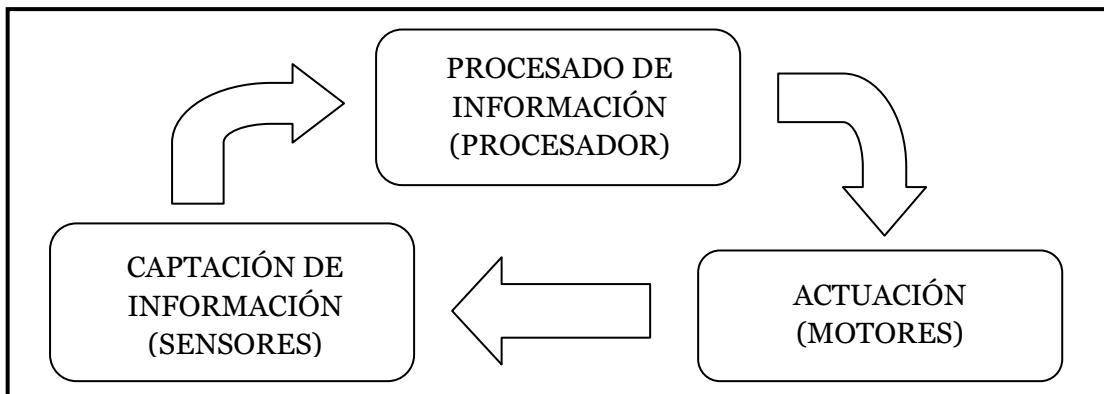


Fig. 2. Secuencia de trabajo de un robot (Fuente: elaboración propia)

⁴ En Maki (2007) pueden verse diferentes piezas, mecanismos y transformaciones que se pueden realizar con Lego.

El desarrollo de estos kits se basa en unos principios educativos acorde a las teorías del desarrollo cognitivo postuladas por Piaget, y que posteriormente fueron revisadas, tal como ya se ha comentado, por Seymour Papert. La idea básica es que el alumno aprende de forma activa, manipulando y construyendo objetos, aprendiendo mejor de que lo haría si no los construyera, siendo por tanto, una adecuada herramienta de aprendizaje. “Sin embargo, dar vida a un objeto por medio de la interacción con un ordenador personal hace posible desarrollar aplicaciones que van más allá de la idea original de los primeros que propusieron esta metodología” (Miglino, 2007, p.2).

En el apartado de Anexos se incluye una ilustración sobre el robot y algunas de las piezas que se pueden utilizar.

El material LEGO Mindstorms, “sigue el enfoque didáctico conocido como STEM (Sciences, Technology, Engineering, and Mathematics), que consiste en aplicar el aprendizaje basado en proyectos, para la enseñanza de manera integrada de Matemáticas, Ciencias, Tecnología y la introducción de conceptos de Ingeniería (Cifuentes y Ozil, 2008).” (Ocaña, 2012, p.58).

El motivo por el que se escogió el sistema Lego Mindstorms, entre todos los productos de robótica que existen, son las numerosas ventajas que aporta, las cuales vienen especificadas en el trabajo de Balcells (2012). Así, entre otras razones, se puede decir que es uno de los más económicos del mercado, utiliza un sistema de fácil montaje y desmontaje, es una plataforma ampliable, y compatible con sensores creados por otras compañías, permite trabajar tanto en 2D (diseño por ordenador) como en 3D y con múltiples lenguajes de programación, se adapta a los diferentes estilos de aprendizaje que se pueden dar en un aula, motiva tanto a niños como a adultos y permite trabajar con robots a personas que no tienen conocimientos previos en programación o robótica.

Asimismo, Lego Education realiza una propuesta pedagógica basada en los cuatro pilares de la educación establecidos por la Unesco en su informe sobre la educación para el siglo XXI (Delors, 1995):

-Aprender a conocer: combinando un conocimiento general de las materias con un conocimiento más específico. También supone aprender a aprender para aprovechar las oportunidades que ofrece la educación a lo largo de la vida.

-Aprender a hacer: adquirir una cualificación profesional, y la competencia que capacite a la persona para hacer frente a las diferentes situaciones y trabajar en equipo. Aprender a hacer en el marco de diferentes experiencias sociales o de trabajo tanto espontáneamente como formalmente.

-Aprender a vivir juntos: aprender a comprender al otro y la percepción de las formas de interdependencia con los demás, respetando los valores de pluralismo, comprensión mutua y paz.

-Aprender a ser persona: que salga a la luz la propia personalidad del individuo y éste pueda obrar con creciente autonomía, juicio y responsabilidad personal.

Tal como ya se ha comentado, la aplicación de la robótica en general y de la robótica Lego en particular, se puede realizar tanto fuera como dentro del aula. Dentro del aula, puede emplearse, por ejemplo en (Cabrera, 1996):

-Primaria y secundaria: resulta atractivo para los alumnos aprender, por ejemplo, programación o matemáticas, “jugando” y no memorizando el contenido y plasmándolo en un examen.

-Universidad y en Formación profesional de jóvenes: esta herramienta permite explicar, por ejemplo, conceptos de control o programación.

-El laboratorio: se pueden usar los robots para simular el comportamiento de muchos sistemas y algunas formas de procesos de producción en la industria.

Un ejemplo de aplicación de la robótica fuera del aula es el programa internacional First Lego League (FLL), creado en 1998 como resultado de la colaboración entre la Fundación FIRST para la inspiración y el reconocimiento de la Ciencia y la Tecnología, y el grupo LEGO. Los principales objetivos de este programa internacional son (Scientia, 2011-2012):

-Promover competencias en ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas (STEM) anteriormente comentado.

-Contribuir a la creación de vocaciones científicas y tecnológicas mediante una fórmula probada y unos contenidos motivadores, que se actualizan cada año.

-Estimular la participación en proyectos de divulgación científica y tecnológica de alto impacto y valor.

Así, los alumnos de diferentes centros deben diseñar, construir y programar un robot autónomo que sea capaz de superar el mayor número de pruebas. Éstas son variadas, desde coger una anilla o arrastrar una pelota, a levantar una barra, pulsar un botón o tirar unos bolos. Así, el robot de los participantes dispone de dos minutos y medio para resolver el mayor número de pruebas planteadas en el circuito de competición, disponiendo de tres rondas para conseguir la mejor puntuación sobre una puntuación máxima de 400 puntos. Además, los participantes deben presentar el robot construido ante un equipo de jueces formado por ingenieros y científicos y presentar una solución innovadora a un problema relacionado con la temática de ese año.

Los jueces no sólo tienen en cuenta la obtención de puntuación por parte del robot sino que también premian el comportamiento del robot, la innovación de la solución, la estrategia, el trabajo en equipo o el diseño. Los ganadores de la final, pasan a la gran final, donde participan equipos de todo el mundo.

Es interesante destacar que para la construcción del robot, los alumnos cuentan con la ayuda de algún profesor o a veces de los padres, con lo que se consigue de algún modo, implicar a éstos en la educación de sus hijos. Precisamente, este fue uno de los indicadores considerados por la Comisión Europea para establecer el nivel de calidad de la Educación en el año 2000 (Martín, 2000).

En la siguiente tabla, se muestra la sede de la final y el tema tratado en las últimas cuatro ediciones. Así por ejemplo, durante el curso 2011-2012 se celebraron en España 20 torneos clasificatorios de *Food Factor* celebrándose la final en Pamplona.

Tabla 1. Resumen de las últimas convocatorias de FLL en España

Convocatoria	Tema tratado	Lugar de celebración de la final
Curso 2009-2010	<i>Smart Move.</i> Conseguir conectar personas, lugares, mercancías y servicios de la forma más segura y eficiente.	Barcelona
Curso 2010-2011	<i>Body Forward.</i> Explorar la ingeniería biomédica para reparar lesiones, superar enfermedades y minusvalías, mejorando nuestra calidad de vida.	Bilbao

Curso 2011-2012	<i>Food Factor.</i> Explorar mejoras que se pueden aplicar a la alimentación.	Pamplona
Curso 2012-2013	<i>Nature's Fury.</i> Explorar impresionantes tormentas, terremotos, olas de mar y muchos más fenómenos de la naturaleza que podemos enmarcar en lo que llamamos, desastres naturales.	Tarragona

Esta competición dispone de un código ético y valores a respetar por todos los participantes. Estos son:

- Trabajo en equipo
- Trabajo para encontrar soluciones con la ayuda de los entrenadores
- Honrar el espíritu de una competición amigable
- Preponderancia del descubrimiento frente a los logros
- Intercambio de experiencias entre los equipos
- Profesionalidad atenta en todas las tareas realizadas
- Afán por divertirse

Año tras año, el número de participantes en esta competición aumenta, hasta tal punto que existen estudios sobre el impacto que tiene esta competición en los participantes a nivel de competencias (Fundación CTIC, 2011).

4. Instrumentos y técnicas de investigación

En el presente apartado se muestra cuál ha sido la metodología y las herramientas empleadas para la obtención de la información que más tarde, será analizada y permitirá la obtención de las correspondientes conclusiones. La metodología y herramientas utilizadas han consistido en:

- Observación y toma de datos
- Realización de encuesta
- Realización de entrevista

4.1 Descripción del objeto de estudio

El objeto del presente estudio han sido tanto el docente como los alumnos. El profesor, por ser la persona que ha llevado a cabo la implantación de la robótica en el aula del instituto, y los estudiantes por ser los receptores de dicha implantación.

Respecto el docente, éste es Antonio Pinto Llona, catedrático de instituto y profesor de Tecnología en el IES Príncipe Girona. Es licenciado en Ciencias Químicas y Doctor en Ingeniería Química y entre sus múltiples proyectos está el haber llevado a cabo de forma exitosa la introducción de la robótica en el citado instituto. De hecho, fue uno de los pioneros en utilizar este recurso educativo en clase de Tecnología en Barcelona por lo que, a pesar de la novedad del tema, dispone de cierta experiencia en robótica educativa. Asimismo, es autor de algunos cursos de robótica para docentes de instituto y director de algunos trabajos de investigación de alumnos de bachillerato sobre robótica.

En lo referente a los alumnos y al centro, hay que decir que el instituto Príncipe de Girona es un instituto de Enseñanza Secundaria de titularidad pública, que forma parte de la red educativa de la Generalitat de Cataluña. Está ubicado próximo a la emblemática Sagrada Familia, lo que provoca que en el barrio predomine el sector terciario, especialmente el comercio y la restauración. Por otro lado, el porcentaje de población inmigrante en el centro es elevado (42 %), siendo la nacionalidad del alumnado muy variada. Muchos de estos alumnos son recién llegados, no tienen conocimientos mínimos de español ni catalán y algunos de ellos cuentan con graves necesidades económicas. Desde el punto académico, la tipología de alumnado es muy variada: alumnos que están motivados y tienen capacidad, otros están

desmotivados, algunos de los alumnos precisan de adaptaciones curriculares y alguno de ellos son discapacitados y tiene necesidades especiales. Actualmente, la mitad de los alumnos no llegan a la ESO, y de los que llegan, un 10% acaban en el mundo laboral, un 30% hacen cursos de grado medio y un 50% continúan el bachillerato. Superado el bachillerato, un 30% estudia grados superiores y un 50% va a la universidad.

Los alumnos que participaron en el presente estudio pertenecían a diferentes niveles educativos: 3º y 4º de la ESO y 1º de Bachillerato, teniendo en cuenta que los alumnos de 3º de la ESO utilizaban el robot dentro de la asignatura Tecnología mientras que los de 4º de la ESO y 1º de Bachillerato lo empleaban en una actividad extraescolar o como trabajo de investigación.

4.2 Observación y toma de datos

La observación que se llevó a cabo se realizó en dos ambientes diferentes: uno el académico, en el que se asistió presencialmente a varias clases impartidas por el docente a los alumnos de 3º de la ESO y a algunas tutorías con alumnos de bachillerato, y un segundo ambiente extraescolar, en el que se pudo ver el desarrollo de varias jornadas de trabajo preparatorias para el torneo de First Lego League del presente año, en el que participaron los alumnos de 4º de la ESO y 1º de Bachillerato.

Durante el período de observación en el aula, se puso especial atención a:

- El modo en que el docente utilizaba este recurso educativo para explicar el tema correspondiente, ya que aunque lógicamente no es la única manera de emplear la robótica en el aula, sí puede constituir un punto de partida para el docente que decida implantar este recurso educativo en su clase.

- Los recursos materiales que empleaba el docente para llevar a cabo su clase. Este aspecto se consideró de vital importancia ya que, si un docente se decide a aplicar esta metodología en el aula, deberá conocer que recursos materiales específicos va a necesitar.

Por tanto, se intentó responder a las preguntas: ¿cómo se puede utilizar la robótica en el aula? y ¿qué recursos se va a necesitar para ello?

Por otro lado, en el período de observación llevado a cabo en las sesiones extraescolares, se puso especial atención a la manera en que el docente trabajaba los

contenidos principalmente actitudinales, con sus alumnos. Este hecho se consideró importante teniendo en cuenta que en el instituto hay alumnos de muchas etnias distintas y conseguir su integración no resulta tarea fácil. En este caso, la pregunta que se planteó inicialmente fue si el uso de la robótica en el aula, aumentaba el grado de cohesión entre los alumnos o ejercía algún tipo de influencia sobre las distintas relaciones que tienen los alumnos entre sí.

4.3 Encuesta

Con el fin de conocer la opinión de los alumnos sobre la implantación de la robótica en el Instituto Príncipe de Girona, se realizó una encuesta a una población de 19 alumnos. Catorce de ellos pertenecían a los grupos de 4º de la ESO y el resto a 1º de Bachillerato. No se realizó la encuesta a los alumnos de 3ºESO porque en el momento de realizar el presente estudio, apenas habían trabajado con el robot y tan sólo habían manipulado algunas piezas Lego.

La relación de los alumnos de 4º ESO y 1º de Bachillerato con la robótica se da, bien a nivel de actividad extraescolar o como tema de trabajo que deben realizar en segundo de bachillerato denominado “Treball de recerca” (Trabajo de investigación).

En el apartado de anexos, se muestra la encuesta aplicada.

4.4 Entrevista

La entrevista se realizó a Antonio Pinto Llona, uno de los profesores de la asignatura de Tecnología del Instituto Príncipe de Girona.

El objetivo de la entrevista es conocer la experiencia personal de este docente en la integración de la robótica en el aula de secundaria, y que ésta pueda resultar de utilidad para docentes que también decidan utilizar este recurso educativo.

La entrevista aplicada ha sido del tipo semiestructurada, de modo que se preparó una batería de preguntas que fueron ampliadas durante el transcurso de la propia entrevista. En el apartado de anexos, se reproduce la entrevista realizada.

5. Resultados y análisis

5.1 Período de observación

Durante el período de observación, se pudo conocer la metodología empleada por el docente, para explicar determinados contenidos de la asignatura de Tecnología utilizando la robótica Lego.

El día en que se inició la unidad didáctica correspondiente, el docente realizó una serie de grupos de trabajo y suministró el material a los alumnos, teniendo en cuenta que los grupos se configuraron intentando que fueran heterogéneos. Uno de los objetivos de la realización de los grupos por parte del profesor, fue aumentar la integración de los alumnos de las diferentes etnias presentes en clase. Así, si hubieran sido los propios alumnos los que realizaran los grupos, probablemente se hubieran conseguido agrupaciones de alumnos por etnias.

Una vez realizados los grupos, el docente estructuró las clases del siguiente modo:

- Los primeros 20-25 minutos el profesor explicó el contenido teórico de la clase.
- A continuación, pasó a los alumnos el ejercicio o práctica que debían realizar.
- Los diferentes grupos empezaron a trabajar de forma cooperativa, mientras el docente iba dando orientaciones a los diferentes grupos.
- Finalmente, el docente propuso un ejercicio para casa, como complemento a lo que se había hecho en clase.

Las primeras sesiones se desarrollaron de un modo bastante lento y eran ejercicios sencillos, pues para la mayoría de alumnos era la primera vez que entraban en contacto con robots Lego. Sin embargo con el tiempo, los alumnos fueron cada vez más autónomos y trabajaron más rápido.

Asimismo, a medida que iban transcurriendo las sesiones, los ejercicios (convertidos prácticamente en retos) resultaban más atractivos para los alumnos y éstos aceptaban, cada vez más, el error como método para llegar a la solución. No les importaba tanto el equivocarse sino que lo que querían por encima de todo, era conseguir llegar a la solución.

Aunque el docente no estableció inicialmente cual debía ser el papel de cada componente del grupo, pronto los propios alumnos adoptaron un rol dentro de éste:

desde el alumno que asumió el papel de líder, al que se limitaba a trabajar siguiendo las indicaciones de sus compañeros.

Algunas de las características de la metodología de trabajo expuesta anteriormente (trabajo cooperativo, grupos heterogéneos, adaptación al alumno, el docente como orientador con actitud abierta, el error como estrategia didáctica, etc.) vienen referenciadas en varios trabajos, como los de Balcells (2012) o el de Acuña (2012) por lo que no se trata de una metodología totalmente innovadora, sino de un modo de trabajar bastante generalizado cuando se incorpora la robótica al aula.

Por lo que respecta a la robótica extraescolar, ésta se llevó a cabo en sesiones de cuatro horas aproximadamente, en la que los alumnos trabajaban en grupo en el diseño, construcción y programación de un robot que posteriormente se presentaría al campeonato First Lego League.

Aunque no se llevó a cabo un estudio cuantitativo ni cualitativo de tipo formal, la experiencia del propio docente indica que el empleo de la robótica influye en las relaciones entre los alumnos, ya que trabajan juntos en un proyecto que les motiva y por tanto, se implican más que si tan sólo se realizan los grupos, por ejemplo, para hacer un trabajo académico. Aparece además, una componente que no se da en clase, que es la competitividad, el esfuerzo por construir un robot que obtenga la mayor puntuación en el torneo. Se pudo observar y reprender cierto tipo de comportamientos de algunos alumnos que en su afán de conseguir un robot ganador, olvidaron lo que significa el trabajo en equipo, y dejaron a un lado ciertos valores como la tolerancia a que otro alumno piense diferente o el respeto entre compañeros.

Por otro lado, la observación de la actuación del docente descrita anteriormente, ha permitido determinar cuáles son los tres recursos principales que el profesor que decida implantar la robótica en su aula debe considerar:

-Económicos: cada uno de los kits tiene un coste aproximado entre 370 y 390⁵ €. El número de equipos a comprar va a depender del número de alumnos. La ratio ideal sería 2-3 alumnos por robot pero a veces conseguir esta relación es complicado. Cada centro en particular conoce las diferentes vías a través de las cuales puede obtener recursos económicos: subvenciones, programas europeos, ayudas, el AMPA,

⁵ Datos extraídos de <http://ro-botica.com/es/tienda/LEGO-Education/LEGO-Mindstorms-Education-NXT/> con fecha de 18/06/2013

etc. En el caso del IES Príncipe de Girona, los robots se han ido adquiriendo a partir del presupuesto del centro. Inicialmente, se compraron dos equipos y al año siguiente se compraron los otros dos. Un hecho a destacar es el apoyo de la Dirección en todo este proceso, lo cual ha facilitado que se destinara una partida de 600 € para este fin dos años consecutivos.

Existen varias posibles fuentes de financiación. Una de ellas es el antiguo Programa Sócrates, actualmente denominado Programa de aprendizaje permanente Lifelong Learning. Dentro de él, existe el Programa Comenius dirigido tanto a alumnos como docentes desde Preescolar hasta Secundaria.

-Formativos: quizás en el momento en que se decida implantar la robótica Lego en el aula, el docente no disponga de conocimientos en esta disciplina. De un tiempo a esta parte, están aumentando el número de instituciones que ofertan cursos de iniciación. Así, por ejemplo, la Generalitat de Cataluña, algunas universidades y otras instituciones como el Colegio de Químicos de Cataluña ofrecen al profesorado la oportunidad de introducirse en la robótica Lego y en su interfaz de programación, Lego Mindstorms NXT-G. Estos cursos suelen tener una duración aproximada de 20 horas y en ellos se repasan las principales partes de un robot (sensores, motores, piezas, etc.) así como el lenguaje de programación, el cual, a través de la disposición de bloques y establecimiento del valor de las variables, permiten que el robot actúe de la forma deseada. En el apartado de Anexos, se reproduce el índice de uno de los cursos ofertados por la Generalitat de Cataluña extraído de la web edu365.cat (2009).

-Temporales: este factor está incluido implícitamente en los dos anteriores, ya que el docente va a invertir tiempo tanto en conseguir los recursos económicos como en formarse (en caso que no disponga de conocimientos previos de robótica Lego).

5.2 Encuesta

Con el objetivo de conocer la opinión de los alumnos respecto a las actividades llevadas a cabo en el aula y del proceso de implantación de la robótica educativa en el instituto, se realizó una encuesta cuyos resultados se exponen y comentan a continuación.

Análisis cuantitativo

Primera pregunta: ¿Cuánto tiempo hace que trabajas con robots Lego?

Tabla 2. Resultados obtenidos en la primera pregunta del test

Respuesta	4º ESO		1º BACHILLERATO	
	Nº alumnos	Porcentaje	Nº alumnos	Porcentaje
Menos de 1 año	11	84,60	0	0
1-2 años	0	0	4	80
2-4 años	1	7,70	0	0
Más de 4 años	1	7,70	1	20
No me acuerdo	0	0	0	0

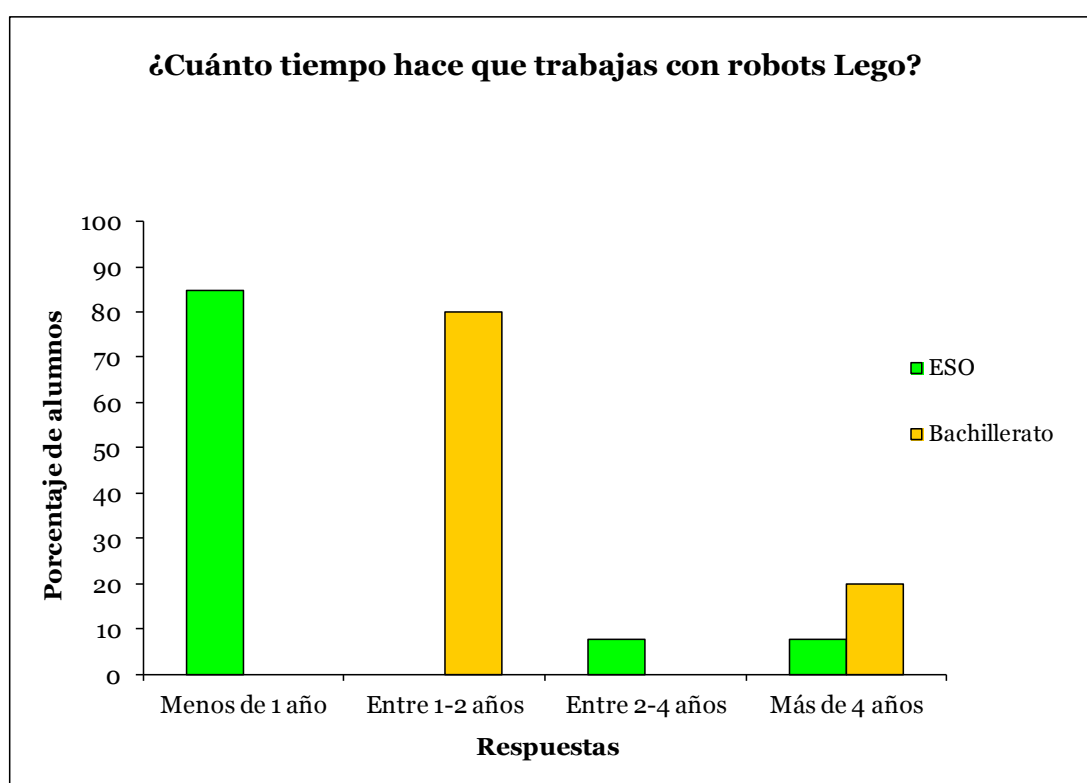


Fig. 3. Representación gráfica de los resultados de la primera pregunta de la encuesta

Aproximadamente, el 85 % de los alumnos de ESO (el 62% del total de alumnos) han empezado a trabajar con este tipo de robots en el instituto y por tanto llevan menos de un año trabajando con robótica Lego. Por otro lado, cuatro de los cinco alumnos de Bachillerato (el 22% del total de alumnos encuestados) llevan entre uno y dos años trabajando con robots Lego. Hay tres alumnos, dos de 4º de la ESO y uno de 1º

de Bachillerato, que llevan más de dos años, e incluso dos de ellos más de cuatro, trabajando a nivel personal con robots Lego.

Por tanto, se puede decir que las opiniones mostradas por los alumnos en la encuesta, provienen prácticamente de forma exclusiva de su experiencia obtenida en el instituto y no de contactos previos con la robótica Lego realizados a nivel personal.

Segunda pregunta: ¿Conocías los robots Lego antes de usarlos en el instituto?

Tabla 3. Resultados obtenidos en la segunda pregunta del test

Respuesta	4º ESO		1º BACHILLERATO	
	Nº alumnos	Porcentaje	Nº alumnos	Porcentaje
Sí	6	46,15	1	20
No	6	46,15	4	80
No me acuerdo	1	7,70	0	0

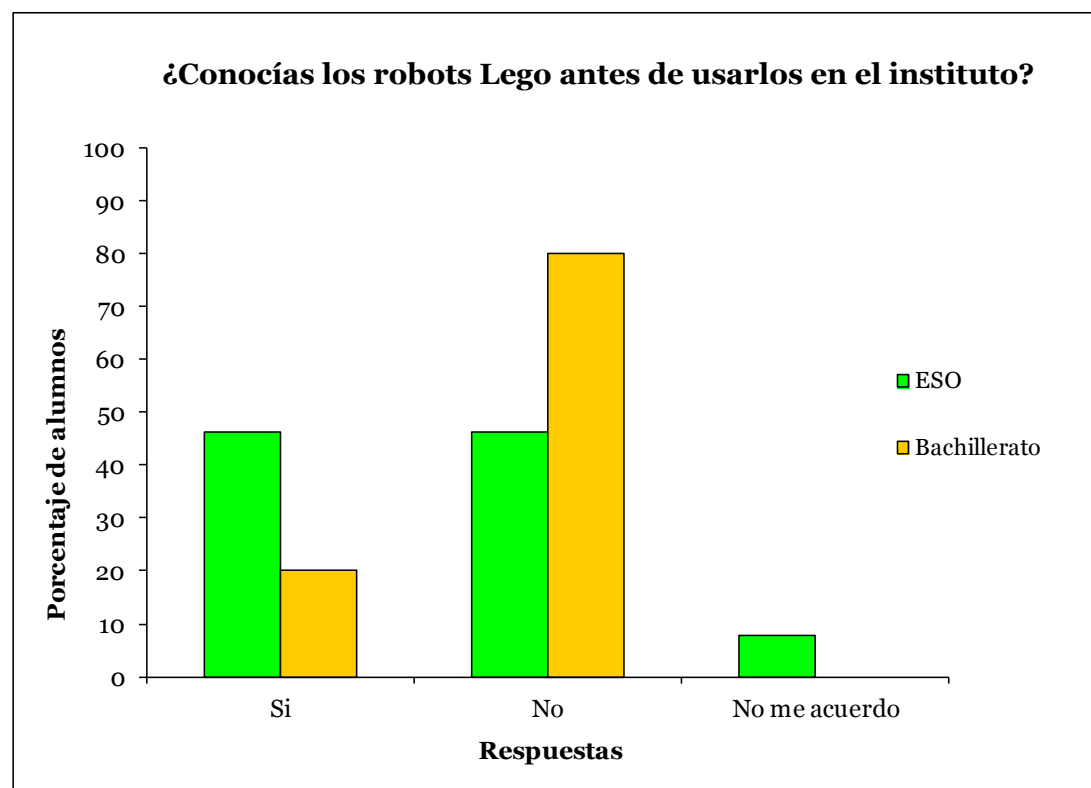


Fig. 4. Representación gráfica de los resultados de la segunda pregunta de la encuesta

A pesar de iniciar su trabajo con robótica Lego en el centro, aproximadamente el 39% de todos los encuestados, refieren que ya conocían este tipo de robots antes de emplearlos en el instituto.

Este hecho denota la gran difusión que están teniendo en los últimos años los robots Lego entre los estudiantes.

Tercera pregunta: ¿Qué crees que te ha aportado trabajar con este tipo de robots?

Tabla 4. Resultados obtenidos en la tercera pregunta del test

Respuesta	4º ESO		1º BACHILLERATO	
	Nº alumnos	Porcentaje	Nº alumnos	Porcentaje
Me ha ayudado a entender algunos conceptos relacionados con algunas de las asignaturas que estudio	2	12,50	0	0
Ha aumentado mi interés por la robótica y la tecnología en general	6	37,50	0	0
He conocido compañeros de otros centros	0	0	1	20
Me lo he pasado bien	6	37,50	4	80
No me ha aportado nada	2	12,50	0	0
Otros	0	0	0	0

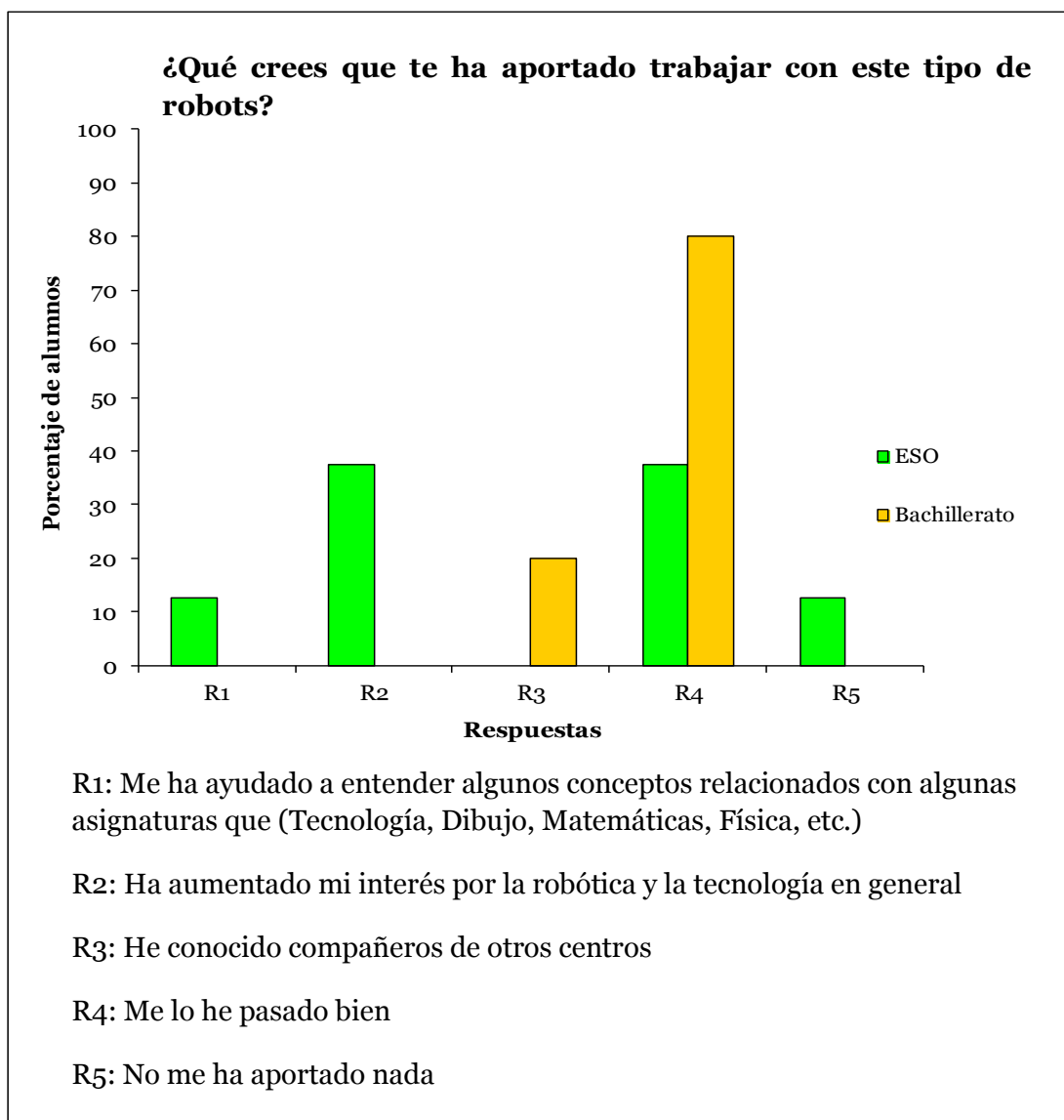


Fig. 5. Representación gráfica de los resultados de la tercera pregunta de la encuesta

Los cinco alumnos de Bachillerato encuestados consideran que lo que les ha aportado trabajar con robótica Lego es diversión o la posibilidad de conocer otros compañeros pero ninguno indica que le haya servido para aumentar su motivación hacia la asignatura o que le haya ayudado en otras asignaturas como dibujo o matemáticas.

También se puede ver como a nivel de secundaria, las respuestas se han distribuido mayoritariamente en dos opciones, de modo que de estas dos posibilidades el 50% de los alumnos afirman que el trabajar con robótica Lego les ha aumentado el interés por la robótica y la tecnología en general, mientras que el otro 50% asegura que el trabajar con este tipo de robots les ha aportado diversión. Quedan fuera de

estos porcentajes, cuatro alumnos, dos de los cuales afirman que no les ha aportado nada y dos que les ha ayudado a entender algunos conceptos relacionados con alguna de las asignaturas que estudia.

Aproximadamente, el 53% de todos los alumnos aseguran que la principal aportación de la robótica a su etapa académica ha sido que les ha proporcionado diversión, mientras que el 32% del total (6 alumnos de ESO pero ninguno de bachillerato), afirman que les ha servido para aumentar su interés por la robótica y la tecnología en general.

Cuarta pregunta: ¿Crees que los robots Lego son una buena herramienta para la asignatura de Tecnología o habría que buscar otros recursos u otras metodologías diferentes?

Tabla 5. Resultados obtenidos en la cuarta pregunta del test

Respuesta	4º ESO		1º BACHILLERATO	
	Nº alumnos	Porcentaje	Nº alumnos	Porcentaje
Sí	4	28,60	2	40
No	3	21,40	1	20
No lo sé	7	50	2	40

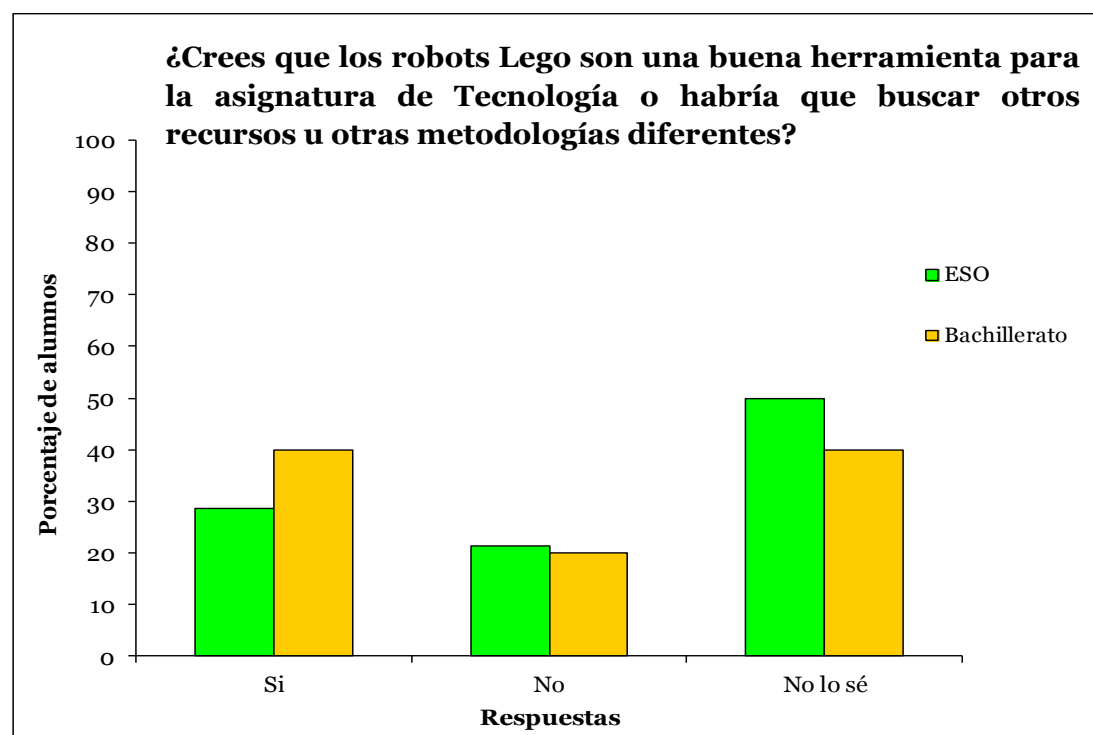


Fig. 6. Representación gráfica de los resultados de la cuarta pregunta de la encuesta

Considerando los resultados obtenidos en esta pregunta por todos los alumnos, hay que destacar el hecho que el 47% de ellos aseguran que no saben si los robots son una buena herramienta para la asignatura de Tecnología, el 21% consideran que no y el resto de alumnos, el 32% del total, sí que cree que la robótica Lego es una buena herramienta para la asignatura de Tecnología.

Quinta pregunta: ¿Hallas alguna relación entre los robots Lego y tu vida cotidiana?

Tabla 6. Resultados obtenidos en la quinta pregunta del test

Respuesta	4º ESO		1º BACHILLERATO	
	Nº alumnos	Porcentaje	Nº alumnos	Porcentaje
Sí	1	7,14	0	0
No	11	78,58	2	40
No lo sé	2	14,28	3	60

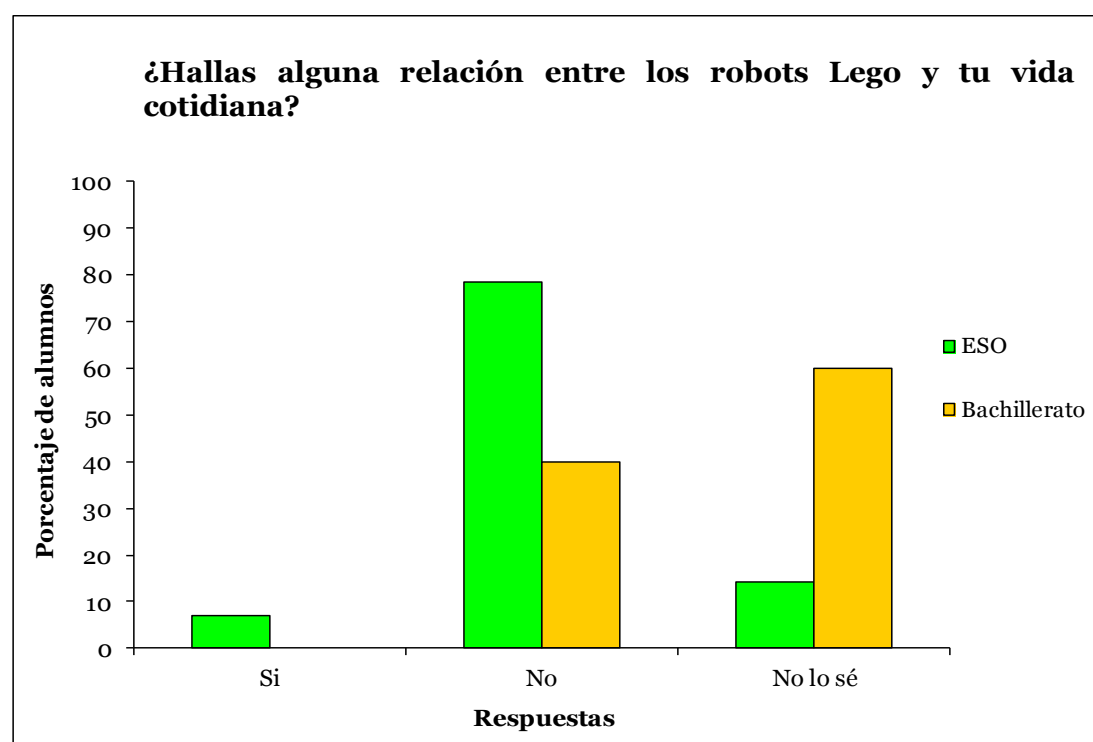


Fig. 7. Representación gráfica de los resultados de la quinta pregunta de la encuesta

En la tabla anterior, se puede ver como ningún alumno de Bachillerato encuentra relación entre los robots Lego y su vida cotidiana, y tres no lo saben.

Considerando a todos los alumnos, se puede decir que el 68% afirman no encontrar ninguna relación entre los robots Lego y su vida cotidiana. Este es un dato a tener en consideración ya que es muy importante que los alumnos encuentren relación entre lo que se explica en clase y la vida real.

Sexta pregunta: ¿Crees que trabajar con los robots Lego ha influido en el ambiente que se vive en clase o en el instituto?

Tabla 7. Resultados obtenidos en la sexta pregunta del test

Respuesta	4º ESO		1º BACHILLERATO	
	Nº alumnos	Porcentaje	Nº alumnos	Porcentaje
Sí, de forma positiva	6	42,86	3	60
Sí, de forma negativa	1	7,14	0	0
No	4	28,57	1	20
No lo sé	3	21,42	1	20

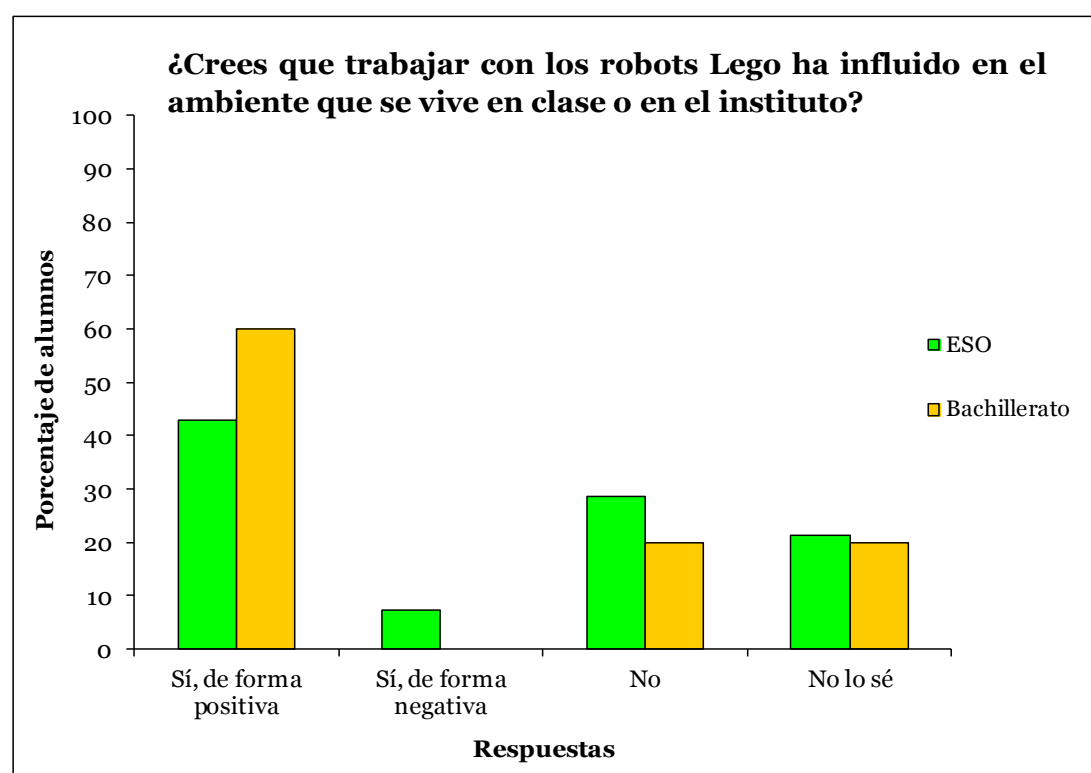


Fig. 8. Representación gráfica de los resultados de la sexta pregunta de la encuesta

El 47% de todos los alumnos considera que el hecho de haber trabajado con robots Lego ha sido beneficioso para el ambiente que se vive en clase. Por el contrario, tampoco es despreciable el porcentaje de alumnos, el 26%, que afirman que el hecho de trabajar con robótica Lego no ha influido en el ambiente que se respira en el aula ni el porcentaje del 21% que no sabe si la robótica Lego ha influido en el ambiente que se vive en el centro, o el del 6% (que corresponde sólo a un alumno de secundaria) que considera que la robótica Lego ha influido negativamente en el aula,

no habiendo ningún alumno de Bachillerato que considere que el hecho de trabajar con robótica Lego ha influido de forma negativa en el ambiente escolar.

Séptima pregunta: ¿Cuál es tu nota promedio en la asignatura de Tecnología?

Tabla 8. Resultados obtenidos en la séptima pregunta del test

Respuesta	4º ESO		1º BACHILLERATO	
	Nº alumnos	Porcentaje	Nº alumnos	Porcentaje
Menos de 5	0	0	0	0
5-6,9	4	28,57	1	33,33
7-8,9	7	50	1	33,33
9-10	3	21,43	1	33,33

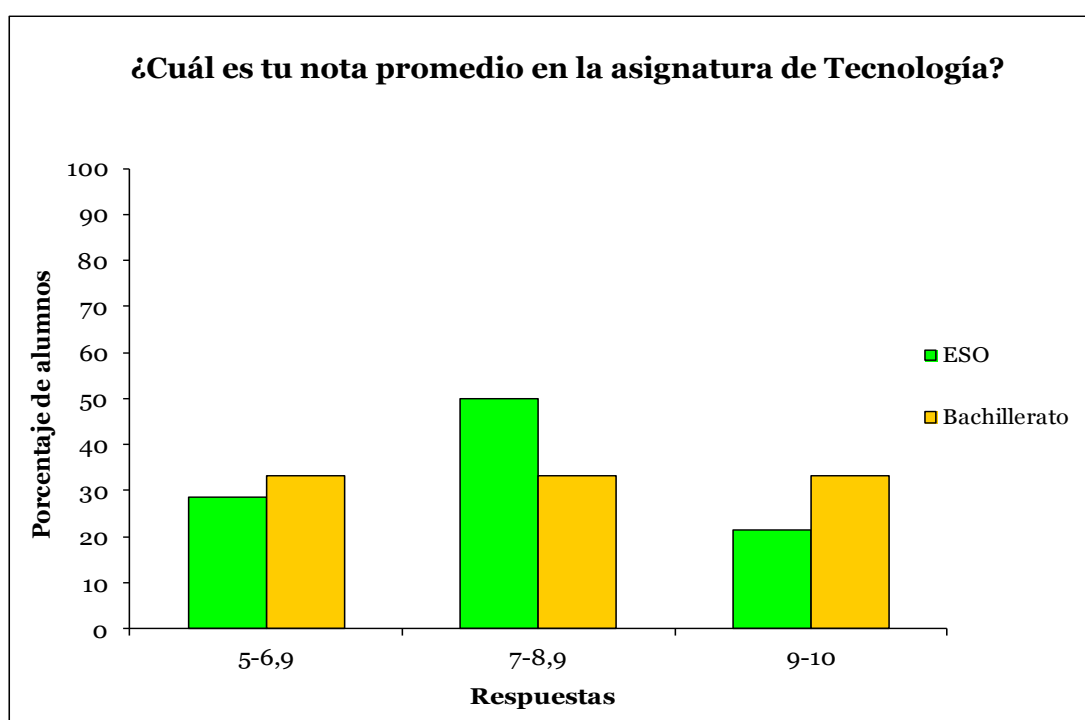


Fig. 9. Representación gráfica de los resultados de la séptima pregunta de la encuesta

En la tabla anterior podemos ver que ninguno de los alumnos encuestados tiene una nota promedio en la asignatura de Tecnología inferior al cinco.

Globalmente, los resultados obtenidos en esta pregunta indican que el 29% de todos los alumnos que ha contestado a esta cuestión y que trabajan con robots Lego, obtienen una nota promedio en la asignatura de Tecnología entre 5-6,9, un 47% obtiene una nota promedio entre 7-8,9 y el 24% restante una nota media entre 9 y 10.

Por tanto, la mayoría de alumnos que están utilizando robótica Lego, obtienen resultados buenos o muy buenos en la asignatura de Tecnología.

Octava pregunta: ¿Te gustaría continuar trabajando con robots Lego?

Tabla 9. Resultados obtenidos en la octava pregunta del test

Respuesta	4º ESO		1º BACHILLERATO	
	Nº alumnos	Porcentaje	Nº alumnos	Porcentaje
Sí	6	42,86	3	60
No	0	0	2	40
No lo sé	8	57,14	0	0

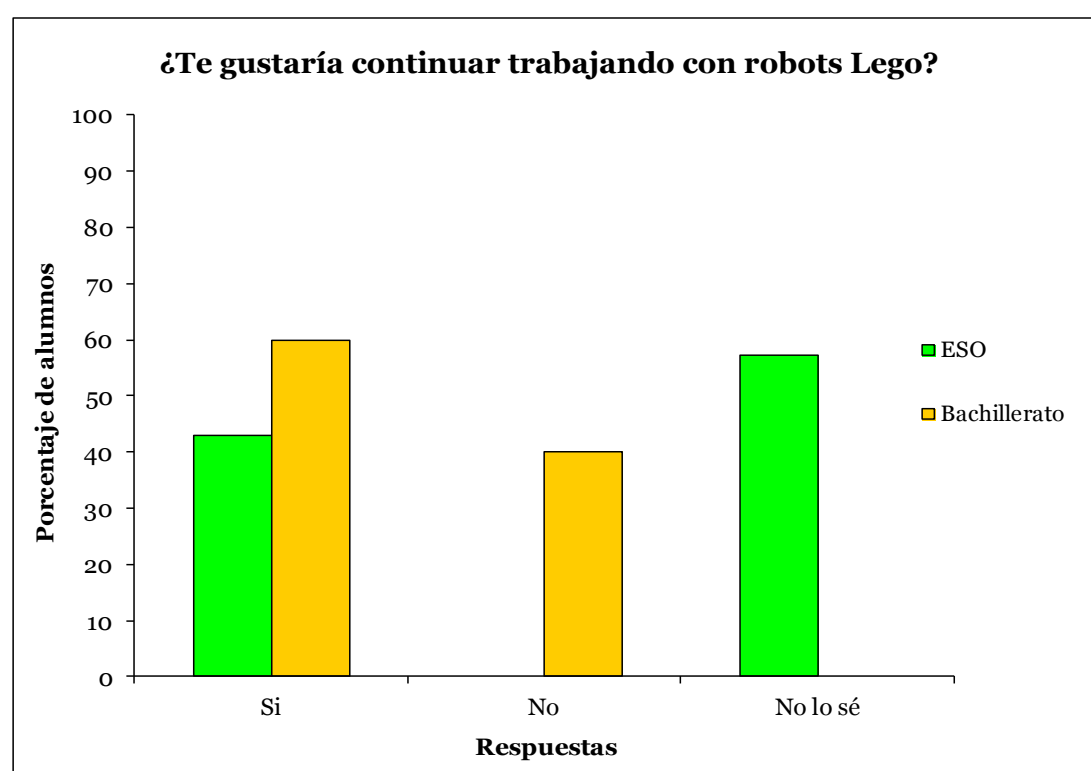


Fig. 10. Representación gráfica de los resultados de la octava pregunta de la encuesta

Es importante destacar que no hay ningún alumno de secundaria que no quiera continuar trabajando la robótica Lego en clase. Sin embargo, hay dos alumnos de Bachillerato que no desean continuar con el trabajo con este tipo de robots.

A nivel global, el 47% de todos los encuestados le gustaría continuar trabajando con este recurso educativo argumentando que “es divertido” y “me lo paso bien”, mientras que el 42% del total (correspondientes a 8 alumnos de ESO) todavía no lo

sabe y sólo un 11% (2 alumnos de bachillerato) preferirían no seguir trabajando la robótica Lego en el aula.

Novena pregunta: ¿Tienes alguna propuesta de mejora para el curso siguiente (comprar más piezas, cambiar el tipo de robot, dedicarle más tiempo, etc.)?

Tabla 10. Resultados obtenidos en la novena pregunta del test

Respuesta	4º ESO		1º BACHILLERATO	
	Nº alumnos	Porcentaje	Nº alumnos	Porcentaje
No	11	78,58	4	80
Sí	3	21,42	1	20

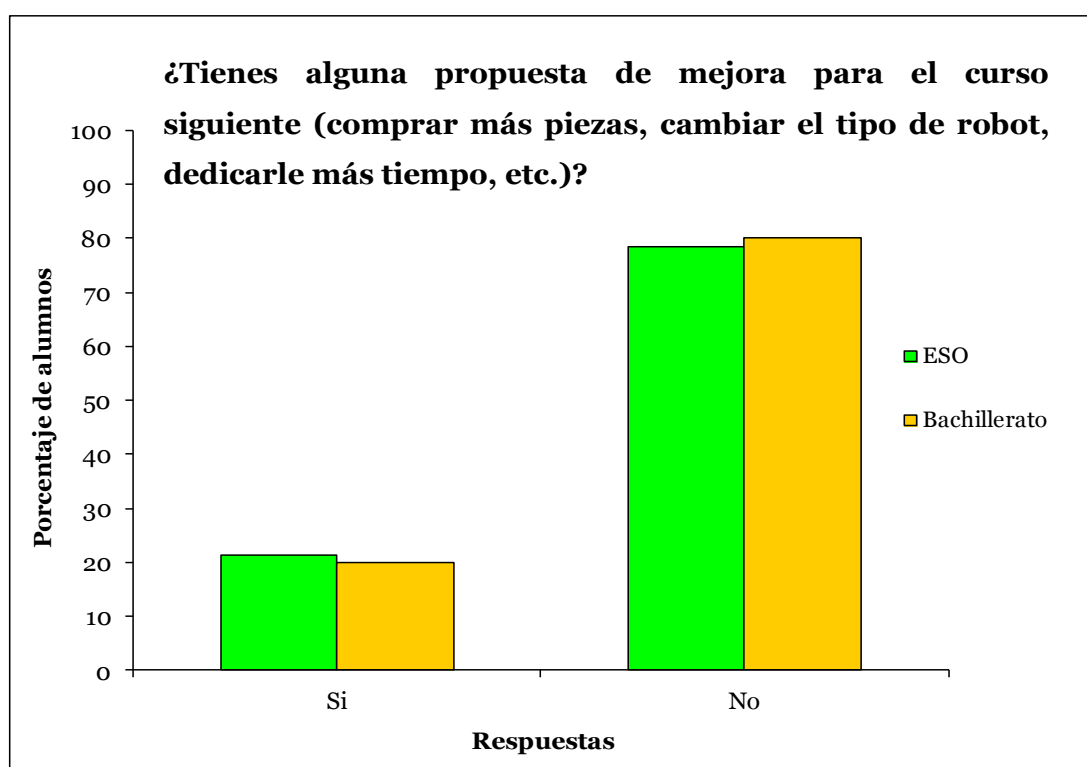


Fig. 11. Representación gráfica de los resultados de la novena pregunta de la encuesta

Tras la pregunta a los alumnos de si éstos tenían alguna propuesta de mejora, el 79% de todos los alumnos no tenía ninguna aportación a realizar, mientras que cuatro de ellos, el 21%, han escrito: me gustaría “que se compraran más piezas”, “que se dedicara más tiempo a la robótica Lego”, “que se profundizara más” y “que se diera a conocer a más gente”.

Pregunta décima: ¿Te gustaría dedicarte profesionalmente al mundo de la robótica?

Tabla 11. Resultados obtenidos en la décima pregunta del test

Respuesta	4º ESO		1º BACHILLERATO	
	Nº alumnos	Porcentaje	Nº alumnos	Porcentaje
Sí	2	14,28	0	0
No	8	57,14	5	100
No lo sé	4	28,57	0	0

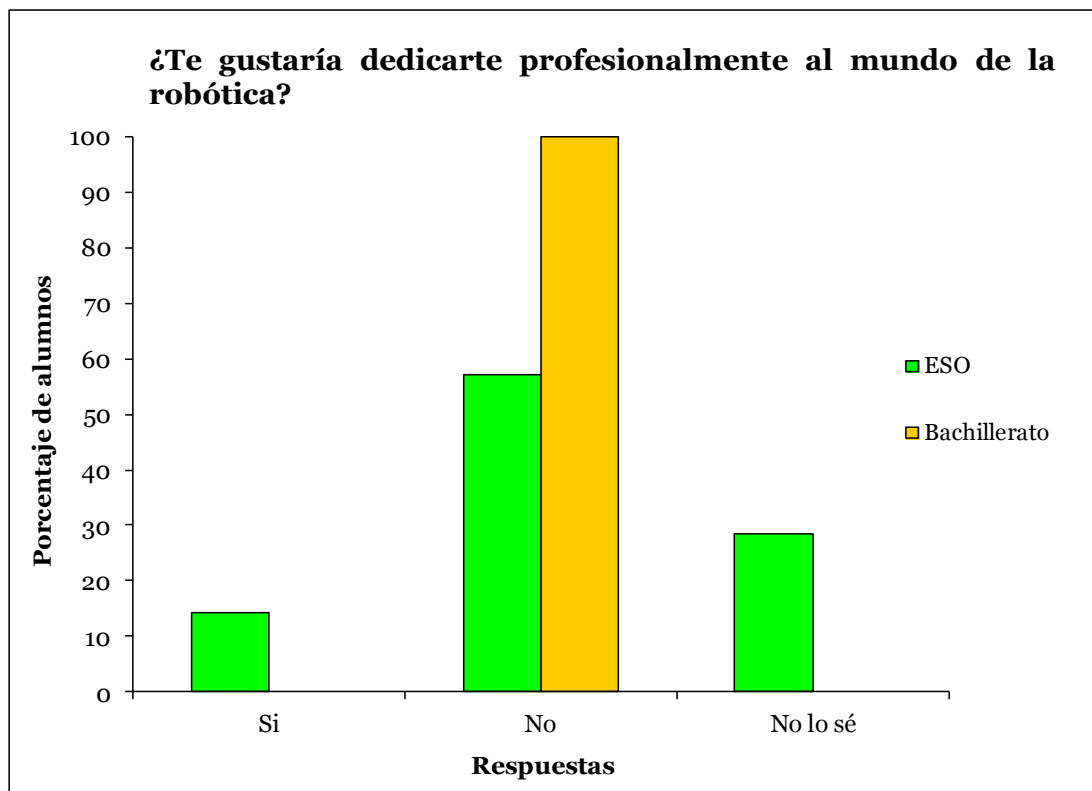


Fig. 12. Representación gráfica de los resultados de la décima pregunta de la encuesta

En primer lugar, hay que destacar que ningún alumno de Bachillerato tiene intención de dedicarse profesionalmente al mundo de la robótica. Así, todos han marcado la opción “No” directamente, sin haber ningún alumno que tan siquiera haya optado por la opción “No lo sé”.

Globalmente, el 68% de todos los alumnos no le gustaría dedicarse profesionalmente a los robots, un 21% no lo sabe (correspondiente a cuatro alumnos de ESO) y el resto, un 11% (dos alumnos de ESO), sí le gustaría enfocar su carrera profesional hacia este sector.

Análisis cualitativo

La lectura de la anterior exposición y análisis de datos, aporta información de los alumnos obtenida pregunta a pregunta. Sin embargo, el estudio de las respuestas dadas por cada alumno en diferentes preguntas puede aportar más información.

En la tabla siguiente se muestran los resultados obtenidos por cada uno de los alumnos:

Tabla 12. Resultados obtenidos por los alumnos de secundaria

		ALUMNO/A													
PREGUNTA		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1. ¿Cuánto tiempo hace que trabajas con robots Lego?	Menos de un año			x	x	x	x		x	x	x	x	x	x	x
	1-2 años														
	2-4 años	x													
	Más de 4 años							x							
	No me acuerdo														
2. ¿Conocías los robots Lego antes de utilizarlos en el instituto?	Sí	x				x		x	x	x					x
	No			x	x						x	x	x	x	
	No me acuerdo						x								
3. ¿Qué crees que te ha aportado trabajar con este tipo de robots? (podéis marcar más de una opción)	Me ha ayudado a entender algunos conceptos relacionados con alguna de las asignaturas que estudio (Tecnología, Dibujo, Matemáticas, Física, etc.)	x					x								
	Ha aumentado mi interés por la robótica y la tecnología en general			x		x		x	x	x					x
	He conocido compañeros de otros centros														
	Me lo he pasado bien		x		x		x		x			x	x		
	No me ha aportado nada										x			x	

	Otros. ¿Cuáles?																
4. ¿Crees que los robots Lego son una buena herramienta para la asignatura de Tecnología o habría que buscar otros recursos o metodologías diferentes?	Sí. ¿Cuáles?	x			x					x			x				
	No					x		x									x
	No lo sé		x	x			x		x			x			x	x	
5. ¿Hallas alguna relación entre los robots Lego y tu vida cotidiana?	Sí. ¿Cuál?						x										
	No	x	x	x	x			x	x	x			x	x	x	x	x
	No lo sé					x						x					
6. ¿Crees que trabajar con robots Lego ha influido en el ambiente que se vive en clase o en el instituto?	Sí, de forma positiva		x	x	x			x	x	x							
	Sí, de forma negativa					x											
	No											x	x	x	x		
	No lo sé	x					x										x
7. ¿Cuál es tu nota promedio en la asignatura de Tecnología?	Menos de 5																
	5-6,9						x					x	x			x	
	7-8,9	x	x	x	x				x						x		x
	9-10					x		x		x							
8. ¿Te gustaría continuar trabajando con robots Lego?	Sí. ¿Por qué?	x			x	x		x		x			x				
	No. ¿Por qué?																
	No lo sé		x	x			x		x			x			x	x	x
9. ¿Tienes alguna propuesta de mejora para el próximo curso? (comprar más	No	x	x	x		x	x	x	x			x	x			x	x
	Sí. ¿Cuál?				x					x				x			

piezas, cambiar el tipo de robot, dedicarle más tiempo, etc....)																	
10. ¿Te gustaría dedicarte profesionalmente al mundo de la robótica?	Sí							X		X							
	No	X	X		X		X					X	X	X	X		
	No lo sé			X		X			X		X						

Tabla 13. Resultados obtenidos por los alumnos de bachillerato

		ALUMNO/A				
PREGUNTA		1	2	3	4	5
1. ¿Cuánto tiempo hace que trabajas con robots Lego?	Menos de un año					
	1-2 años	X	X	X	X	
	2-4 años					
	Más de 4 años					X
	No me acuerdo					
2. ¿Conocías los robots Lego antes de utilizarlos en el instituto?	Sí				X	
	No	X	X	X		X
	No me acuerdo					
3. ¿Qué crees que te ha aportado trabajar con este tipo de robots? (podéis marcar más de una opción)	Me ha ayudado a entender algunos conceptos relacionados con alguna de las asignaturas que estudio (Tecnología, Dibujo, Matemáticas, Física, etc.)					

	Ha aumentado mi interés por la robótica y la tecnología en general					
	He conocido compañeros de otros centros					X
	Me lo he pasado bien	X	X	X	X	
	No me ha aportado nada					
	Otros. ¿Cuáles?					
4. ¿Crees que los robots Lego son una buena herramienta para la asignatura de Tecnología o habría que buscar otros recursos o metodologías diferentes?	Sí. ¿Cuáles?	X				X
	No		X			
	No lo sé			X	X	
5. ¿Hallas alguna relación entre los robots Lego y tu vida cotidiana?	Sí. ¿Cuál?					
	No			X	X	
	No lo sé	X	X			X
6. ¿Crees que trabajar con robots Lego ha influido en el ambiente que se vive en clase o en el instituto?	Sí, de forma positiva	X	X			X
	Sí, de forma negativa					
	No				X	
	No lo sé			X		
7. ¿Cuál es tu nota promedio en la asignatura de Tecnología?	Menos de 5					
	5-6,9			X		
	7-8,9					X
	9-10	X				
8. ¿Te gustaría continuar trabajando con robots	Sí. ¿Por qué?	X				X

Lego?	No. ¿Por qué?		x	x	x	
	No lo sé					
9. ¿Tienes alguna propuesta de mejora para el próximo curso? (comprar más piezas, cambiar el tipo de robot, dedicarle más tiempo, etc....)	No	x	x	x	x	
	Sí. ¿Cuál?					x
10. ¿Te gustaría dedicarte profesionalmente al mundo de la robótica?	Sí					
	No	x	x	x	x	x
	No lo sé					

Con respecto a los alumnos de secundaria podemos concluir que:

-Los alumnos que consideran que la robótica Lego es una buena herramienta para la asignatura de Tecnología, afirman que este tipo de robots aumenta su interés por la asignatura, les aporta diversión o bien les ayuda a entender conceptos de otras asignaturas.

-Existen cuatro alumnos con notas promedio bajas que afirman que la robótica Lego no les ha aportado nada o tan sólo diversión.

-Los alumnos que afirman que la robótica Lego no es buena herramienta para la asignatura de Tecnología, señalan en la pregunta anterior que la robótica les ha ayudado a aumentar su interés por esta disciplina. Esto puede ser indicativo que la pregunta número 4, “¿Crees que los robots Lego son una buena herramienta para la asignatura de Tecnología o se tendrían que buscar otros recursos o metodologías diferentes?” está mal formulada, en el sentido que los alumnos que han marcado que no, querían indicar realmente que no hace falta buscar otros recursos o metodologías diferentes, no que los robots Lego no sean una buena herramienta para la asignatura de Tecnología.

-Uno de los alumnos considera que el uso de robots Lego en el aula ha influido negativamente en el ambiente del centro. Quizás, se debería añadir en esta pregunta un apartado de “¿porqué?” para obtener más información.

-Dos de los tres alumnos con mejores notas promedio en la asignatura de Tecnología, desean dedicarse profesionalmente a la robótica. Por contrapartida, dos de los cuatro alumnos que tienen notas promedio más bajas, no les gustaría dedicar su carrera profesional a la robótica.

-La gran mayoría de alumnos no quieren dedicarse profesionalmente a la robótica o no lo saben pero quieren continuar trabajando con ella en el aula. Tan sólo dos de los alumnos con las notas promedio de Tecnología más altas y que desean continuar, quieren orientar su carrera profesional hacia esta disciplina.

En el caso del alumnado de Bachillerato:

-Se puede ver como 3 de 4 alumnos que tan sólo llevan trabajando con robótica Lego entre 1 y 2 años no conocían este tipo de robots, mientras que un alumno que lleva más de cuatro años trabajando en este tema, no tenía conocimiento de la existencia de robots Lego antes de ser introducidos en el instituto.

-De los cinco alumnos encuestados, hay dos que no quieren continuar trabajando la robótica Lego argumentando que se aburren o que no les interesa el tema. Quizás sería oportuno que el docente considerara este hecho para intentar motivar más al alumnado. Además, uno de los alumnos que no desea continuar ni dedicarse profesionalmente, tiene la nota promedio en la asignatura de Tecnología más baja. Éste sería otro argumento por el que sería interesante aumentar la motivación de este alumno por la asignatura de Tecnología.

5.3 Entrevista

La entrevista realizada al docente Antonio Pinto Llona, explica de forma resumida el modo en que se ha implantado la robótica Lego en el instituto y pone de relieve algunos de los aspectos ya comentados en el apartado de análisis del período de observación.

Uno de los factores que aparece como fundamental para el docente que decida utilizar este recurso en el aula, es el de disponer de tiempo para la formación y preparación del material. A la inversión de tiempo que realiza normalmente un docente en la preparación habitual de una clase, habría que añadirle el hecho que se va a hacer uso de una metodología novedosa (de la que posiblemente no se disponga de experiencia) y sobre la cual no hay gran cantidad de material enfocado a ser utilizado en el aula de secundaria, con lo que posiblemente el docente deberá realizar un esfuerzo adicional por adaptar dicho contenido a los objetivos que desea obtener en su clase, o generar material propio que le resulte de utilidad.

Otro de los aspectos que se destacan en la entrevista es el de disponer de recursos económicos para la adquisición de equipos. Este factor resulta vital para lograr los objetivos, del mismo modo que en un aula de informática no es recomendable que un grupo de cuatro o cinco alumnos dispongan solamente de un ordenador para trabajar.

Aunque los dos factores anteriormente comentados son importantes, el entrevistado hace referencia a un aspecto que también resulta relevante en el proceso de implantación: disponer del apoyo de la Dirección del centro y del resto de los compañeros.

De lo explicado por el entrevistado, se deduce que el proceso de implantación descrito ha contado con dos elementos claves: la iniciativa, y el esfuerzo y empeño del docente. Iniciativa del docente para autoformarse y apostar por la utilización de

un recurso educativo, que en aquellos años, todavía no era muy popular, al menos en Barcelona. Y esfuerzo y empeño, pues la integración de este recurso educativo en el aula, se ha producido tras cinco años de actividades extraescolares. Por tanto, el docente ha invertido gran cantidad de horas de su tiempo libre en llevar a cabo una actividad extraescolar, que cinco años más tarde, se ha empezado a implantar en el aula del centro.

Asimismo, el entrevistado hace especial referencia al papel que ha jugado la robótica educativa en el acercamiento de algunas de las familias al centro. El diseño, construcción y programación del robot así como la preparación para la First Lego League del año correspondiente, ha conllevado que algunos padres descubran una manera de implicarse en la educación de sus hijos, divertirse e interactuar con otros padres. En este caso, la manera de conseguirlo ha sido a través de los robots Lego, una actividad que ha motivado tanto a padres como a hijos, pero lógicamente, no es la única posibilidad. Lo que parece claro, es que la propuesta que se realice con este fin, debe ser atractiva para todos, lo que no siempre es fácil, sobre todo en el tiempo actual en el que existen gran cantidad de actividades que pueden resultar estimulantes para los adolescentes, pero que no siempre fomentan los valores que promueve la competición First Lego League.

6. Propuesta práctica

Dado que el presente trabajo es en gran medida descriptivo, no se plantea la realización de una propuesta práctica. No obstante, debido a que no se han hallado gran cantidad de recursos de robótica de tipo práctico aplicados al aula de secundaria o para la formación de docentes a un nivel superior al de iniciación, se plantea a continuación una serie de ejercicios susceptibles de ser llevados a cabo en el aula.

6.1 Prácticas para alumnos de secundaria

Ejemplo 1: Longitudes

Objetivo: el principal objetivo de esta práctica es que los alumnos determinen experimentalmente, el número de grados que han de introducir en cada uno de los dos motores del robot para que éste recorra una distancia de un metro.

Contenidos: con la realización de esta práctica, los alumnos trabajan contenidos conceptuales, procedimentales y actitudinales. Algunos de ellos son:

-Contenidos conceptuales: para poder llevar a cabo el ejercicio, los alumnos deben encontrar (o puede ser suministrada por el docente) la expresión matemática que relacione el giro de la rueda con la longitud recorrida. Además, dado que este ejercicio consiste en una determinación experimental, los alumnos deberán repetir el experimento tres veces y hacer un breve tratamiento de los resultados y errores obtenidos. Todo este trabajo puede quedar recogido en un breve informe que será entregado al docente o hacer una breve presentación en clase.

-Contenidos procedimentales: los alumnos deben diseñar la estrategia de trabajo. Así por ejemplo, deben llegar a la conclusión que han de medir con un pie de rey el diámetro de las ruedas del robot.

-Contenidos actitudinales: los alumnos deberán aprender a tolerar las diferentes opiniones sobre cómo resolver el problema por parte de los compañeros de grupo y aprender a argumentar sus opiniones.

Resolución: una posible estrategia de resolución es la siguiente:

Paso 1: Hallar la relación entre el número de grados que gira la rueda y la distancia que avanza:

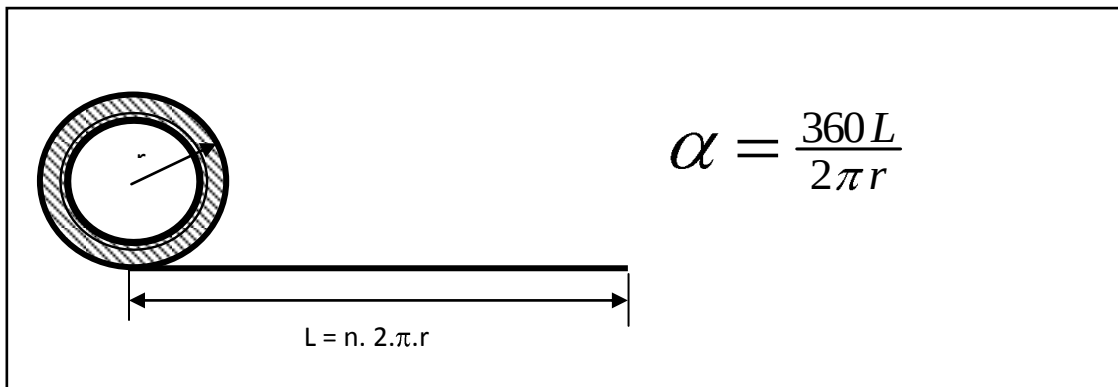


Fig. 13. Representación gráfica de la relación entre el número de grados que gira la rueda y la distancia que avanza

Siendo,

α el ángulo de giro ($^\circ$)

L la longitud recorrida (cm)

r el radio de las ruedas (cm)

n el número de vueltas de las ruedas

Paso 2: realizar la medición del diámetro de las ruedas y marcar con un marcador o un trozo de cinta aislante, una distancia de un metro de longitud. Con estos datos y la formula anterior se podrá calcular un valor de α teórico que se utilizará en el siguiente paso.

Paso 3: preparar una tabla de recogida de datos. Un ejemplo podría ser la siguiente:

Tabla 14. Tabla de recogida de datos

Grados _____	Modo de trabajo del robot: freno					
Potencia del motor	Distancia recorrida	% error	Distancia recorrida	% error	Distancia recorrida	% error
25						
50						
75						
100						

Tabla 15. Tabla de recogida de datos

Grados _____	Modo de trabajo del robot: flotación					
Potencia del motor	Distancia recorrida	% error	Distancia recorrida	% error	Distancia recorrida	% error
25						
50						
75						
100						

Paso 4: llevar a cabo la experimentación y anotar los resultados

Paso 5: realizar el tratamiento matemático de los resultados obtenidos y extraer las correspondientes conclusiones.

Ejemplo 2: Velocidades

Objetivo: el principal objetivo de esta práctica es que los alumnos determinen experimentalmente, la velocidad del robot al recorrer una distancia de 1 metro con diferentes potencias.

Contenidos: análogamente al caso anterior, con la realización de esta práctica, los alumnos trabajan diferentes tipos de contenidos:

-Contenidos conceptuales: para poder llevar a cabo el ejercicio los alumnos deben partir de la definición del concepto velocidad y deberán emplear la fórmula deducida en la práctica anterior. Como en el anterior ejemplo, se trata de un procedimiento experimental, por lo que los alumnos deberán repetir el experimento tres veces y hacer un breve tratamiento matemático de los resultados obtenidos. Como en el caso nº 1, todo este trabajo puede quedar recogido en un breve informe que será entregado al docente o hacer una breve presentación en clase.

-Contenidos procedimentales: los alumnos deben diseñar la estrategia de trabajo. Así por ejemplo, deben llegar a la conclusión que para poder resolver el ejercicio, se van a medir distancias y tiempos. El cociente entre ambos permitirá determinar la velocidad.

-Contenidos actitudinales: los alumnos deberán aprender a aceptar las distintas opiniones que vayan surgiendo en el grupo sobre cómo resolver el problema y aprender a argumentar sus opiniones.

Resolución: una posible estrategia de resolución es la siguiente:

Paso 1: si se utiliza el mismo robot que en la práctica anterior no será necesario medir el diámetro de las ruedas. En ese caso, la siguiente tarea a realizar es marcar la distancia de un metro.

Paso 2: construir una tabla de recogida de datos, como por ejemplo:

Tabla 16. Tabla de recogida de datos

Grados _____	Modo de trabajo del robot					
	Freno			Flotación		
Potencia del motor	Velocidad	Velocidad	Velocidad	Velocidad	Velocidad	Velocidad

25						
50						
75						
100						

Paso 3: realizar la experimentación y anotar los resultados obtenidos

Paso 4: realizar el tratamiento matemático de los resultados obtenidos y extraer las correspondientes conclusiones.

6.2 Prácticas para alumnos de bachillerato

Ejemplo 1: Sensores. Ultrasonido

Objetivo: el principal objetivo de esta práctica es que los alumnos determinen experimentalmente la sensibilidad de un sensor de ultrasonido.

Contenidos: con la realización de esta práctica, los alumnos trabajan diferentes tipos de contenidos:

-Contenidos conceptuales: para poder llevar a cabo el ejercicio, los alumnos deben conocer la base de funcionamiento de este tipo de sensores. Como en ejemplos anteriores, se trata de un procedimiento experimental, por lo que los alumnos deberán repetir el experimento tres veces y hacer un breve tratamiento de los resultados y errores obtenidos. Como ya se ha comentado anteriormente, estos datos pueden quedar recogidos en un informe que será entregado al docente o ser presentados en clase al resto de compañeros.

-Contenidos procedimentales: los alumnos deben diseñar la estrategia de trabajo. Así por ejemplo, deben tener claro que los resultados obtenidos están influenciados por la potencia y por tanto la velocidad que lleve el robot.

-Contenidos actitudinales: los alumnos deberán aprender a aceptar las distintas opiniones que vayan surgiendo en el grupo sobre cómo resolver el problema y aprenderán a argumentar sus opiniones.

Resolución: una posible estrategia de resolución es la siguiente:

Paso 1: Los alumnos deben realizar el programa que permita que el robot, situado inicialmente a 1 metro de la pared, avance y se pare cuando detecte que está a 20 cm

respecto de la pared. En este caso la programación se recogería en los siguientes tres bloques:

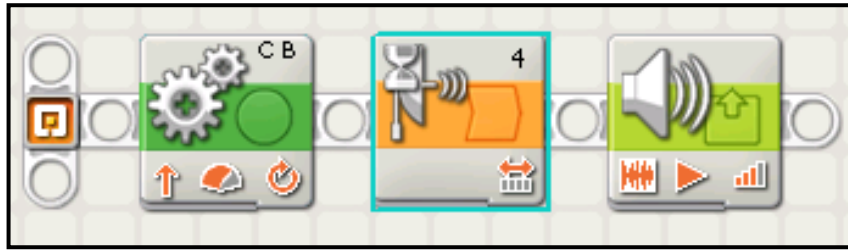


Fig. 14. Programación que permite al robot avanzar y detenerse a 20 cm de la pared (Fuente: elaboración propia)

Paso 2: diseñar una tabla de recogida de datos, como por ejemplo:

Tabla 17. Tabla de recogida de datos

Distancia objetivo: 20 cm	Modo de trabajo del robot: ilimitado					
Potencia del motor	Distancia a la pared	% error	Distancia a la pared	% error	Distancia a la pared	% error
25						
50						
75						
100						

Paso 3: realizar la experimentación y anotar los resultados obtenidos

Paso 4: realizar el tratamiento matemático de los resultados obtenidos y extraer las correspondientes conclusiones que pueden quedar recogidas en un informe.

Esta práctica puede complementarse, solicitando a los alumnos que determinen también la distancia mínima de respuesta del sensor, ya que por debajo de la distancia de los 3 cm el robot no es capaz de trabajar con precisión.

Otro aspecto adicional que puede resultar interesante es que los alumnos verifiquen la importancia de las propiedades reflexivas del material de la pared, para la consecución de unos buenos resultados.

Ejemplo 2: Sensores. Luz

Objetivo: el principal objetivo de esta práctica es que los alumnos sean capaces de elaborar un programa que permita al robot detenerse al llegar a una línea negra utilizando un sensor de luz.

Contenidos: con la realización de esta práctica, los alumnos trabajan diferentes tipos de contenidos:

-Contenidos conceptuales: para poder llevar a cabo el ejercicio, los alumnos deben conocer la base de funcionamiento de los sensores de luz, partir de la idea que todo instrumento de medida necesita de un proceso de calibración previo y ser conscientes de la importancia de la ubicación concreta del sensor para obtener buenos resultados. Estos pueden quedar recogidos en un informe que será entregado al docente o ser presentados en clase al resto de compañeros.

-Contenidos procedimentales: los alumnos deben diseñar la estrategia de trabajo. Así por ejemplo, deben tener claro que lo primero a realizar es una calibración del sensor de luz. En este caso la superficie de color blanco supondría un reflejo de la luz del 100% mientras que una superficie negra absorbería toda la luz y por tanto la cantidad de luz que llegaría al sensor sería del 0%.

-Contenidos actitudinales: los alumnos deberán aprender a aceptar las distintas opiniones que vayan surgiendo en el grupo sobre cómo resolver el problema y aprender a argumentar sus opiniones.

Resolución: una posible estrategia de resolución es la siguiente:

Paso 1: elaboración de la secuencia de calibración, entendiendo que el color blanco supone un 100% de luz, y el color negro el 0%:



Fig. 15. Programación que permite al robot realizar el proceso de calibración
(Fuente: elaboración propia)

Paso 2: Comprobar la anterior secuencia a nivel práctico

Paso 3: Elaborar una secuencia de programación que permita al robot detenerse al llegar a una línea de color negro. Esta secuencia podría ser la siguiente:

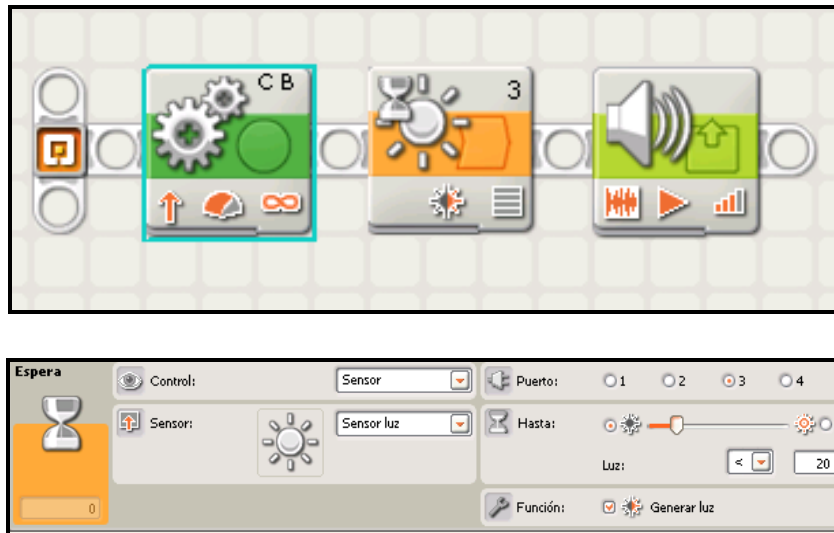


Fig. 16. Programación que permite al robot detenerse al llegar a una línea negra (Fuente: elaboración propia)

Paso 4: Comprobar que el robot se detiene al llegar a una línea negra. Como en el caso anterior, todos los resultados obtenidos y observaciones pueden quedar recogidos en un informe.

Como se puede comprobar, los ejemplos anteriores ponen de manifiesto la enorme potencialidad de la robótica Lego en el campo educativo, ya que permite que el alumno consiga poner en práctica conocimientos de varias asignaturas simultáneamente.

6.3 Prácticas para docentes

A continuación, se presenta la propuesta de un ejercicio práctico, susceptible de ser planteado a los docentes que ya disponen de conocimientos previos de robótica Lego. Su realización puede servir de guía para aquellos docentes que decidan impartir cursos de esta tipología y también como recurso a partir del cual, el profesor puede extraer ejercicios prácticos para llevar a cabo en clase con los alumnos.

Diseño de un robot seguidor de línea

Es habitual encontrar en el mercado robots que son capaces de seguir una línea negra. El estudio de este comportamiento implica el plantearse algunas cuestiones

como por ejemplo, ¿Dónde debo colocar el sensor para que el robot realice un seguimiento efectivo? ¿Qué estrategias de resolución puedo utilizar? ¿Qué ventajas e inconvenientes presenta cada una? A continuación, se aportan algunas ideas que pueden servir de ayuda en el tratamiento de las anteriores cuestiones y que el docente puede llevar a la práctica con el robot.

Ubicación del seguidor de línea

Existen diferentes publicaciones que pueden ayudar a abordar esta cuestión. Uno de ellos es el trabajo de Restrepo, Molina y Torres (2009), donde se presenta un algoritmo para la ubicación óptima de los sensores en un robot seguidor de línea.

Estrategias de resolución

En el estudio de qué estrategias de resolución son susceptibles de ser aplicadas, habrá que tener en cuenta que:

- Se puede realizar un seguidor de línea controlado por giro o por potencia.
- Deberá estudiarse cómo realizar la calibración del sensor de luz
- Se puede construir un seguidor por la izquierda o por la derecha de la línea.
- Es posible diseñar un seguidor de línea usando un sensor de luz analógico.
- Se deberá estudiar las posibilidades de un sensor controlado de forma proporcional, integral y derivativo así como las posibles combinaciones que se pueden realizar entre ellos.

Ventajas e inconvenientes

El análisis de los diseños anteriores, llevan al docente a extraer sus propias conclusiones acerca de las ventajas de cada uno. Así por ejemplo, habrá que valorar que opción es mejor si la línea a seguir presenta curvas fuertes o curvas suaves, en qué casos se prefiere más precisión que velocidad o a la inversa, etc.

En el apartado 9.6 de los anexos, se hace referencia a una serie de libros de robótica Lego que pueden ser de utilidad para el docente y/o los alumnos para resolver este tipo de cuestiones.

7. Conclusiones y perspectivas de futuro

El estudio del proceso de implantación de la robótica en el aula de secundaria del IES Príncipe de Girona, así como la propia utilización de este recurso en el aula, ha permitido extraer las siguientes conclusiones:

-Se confirman algunas de las características comentadas en la bibliografía sobre el trabajo con estos robots en el aula, como el aumento de la interacción entre los alumnos y que estos se divierten a la vez que trabajan diferentes tipos de contenidos.

-La implantación de este recurso educativo requiere tiempo y dedicación. Sin embargo, su potencial pedagógico y multidisciplinar justifica la inversión de ambos recursos por conseguir llegar a utilizar robótica Lego en el aula con fines didácticos.

-Por contrapartida, a la conclusión anterior, internet permite el acceso a información cada vez más abundante sobre robótica educativa, por lo que se prevé que este hecho facilite la implantación en el aula.

Por otro lado, se recomiendan algunas consideraciones a tener en cuenta para futuras actuaciones en el centro y la posterior elaboración de trabajos de investigación:

-Los alumnos destacan la importancia de la diversión en la realización de las tareas por lo que quizás sería conveniente aumentar el uso de recursos educativos que permitan al alumno aprender y divertirse a la vez en las diferentes asignaturas.

-Ampliar la muestra donde poder aplicar la encuesta presentada. De esta manera se obtendrán resultados más significativos y más completos y se podrá conocer mejor el impacto que tiene el uso de robots Lego en los alumnos.

-Utilizar la temática de los robots en otras disciplinas que no sea la Tecnología, como la Historia, la Ética, etc., de modo que el tema de la robótica no esté reservado sólo a la asignatura de Tecnología.

-Dado que el recurso educativo planteado ha permitido el acercamiento de algunos padres al centro escolar, habría que valorar la posibilidad de ampliar la realización de este tipo de actividades.

Con toda la información presentada hasta el momento, este trabajo final de máster pretende alcanzar todos los objetivos que se habían propuesto inicialmente. De este modo, esta modesta contribución puede ayudar a mejorar los procesos de enseñanza y aprendizaje del alumnado de secundaria y/o bachillerato que cursen la asignatura de Tecnología en el centro IES Príncipe de Girona.

8. Referencias bibliográficas

- Acuña, A. (2012). La robótica educativa: un motor para la innovación. *Fundación Omar Dengo*. Recuperado el 2 de junio de 2013 de <http://goo.gl/n2QiKy>
- Aliane, N. (2010). Una experiencia de aprendizaje basado en proyecto en una asignatura de robótica. *Departamento de Arquitectura de Computadores y Automática. Universidad Europea de Madrid*. Recuperado el 3 de junio de 2013 de <http://www.uem.es/myfiles/pageposts/jiu/jiu2006/archivos/EDAP/EDAP32.pdf>
- Alimisis, D., Moro, M., Arlegui, J., Pina, A., Frangou, S. y Papanikolau, K. (2007). Robotics and Constructivism in Education: the TERECoP Project. *Eurologo, Bratislava*. Recuperado el 3 de junio de 2013 de <http://goo.gl/D1sH1>
- Balcells, I. (2012). *La robótica aplicada a la materia de Tecnología de la ESO como medio para desarrollar la creatividad*. (Trabajo Final de Máster). Universidad Internacional de la Rioja, La Rioja. Recuperado el 3 de junio de 2013 de <http://goo.gl/G1FsC>
- Beto (2010). *Reporte de tesis: Robots y robótica*. (C.U. Quevedo, Ed.). Recuperado el 10 de junio de 2013 de <http://es.scribd.com/doc/25156170/Reporte-de-Tesis-Beto-1>
- Cabrera, O.L. (1996). La Robótica Pedagógica. *Soluciones Avanzadas*, 40, 1-7.
- Comisión Europea (2012). *Rethinking Education: Country Analysis*. Recuperado el 4 de junio de 2013 de <http://goo.gl/4Ker4>
- Delors, J., Amagi, I., Carneiro, R. et al. (1995). *La educación encierra un tesoro. Informe a la Unesco de la Comisión Internacional sobre la Educación para el siglo XXI*. Santillana. Ed. Unesco
- Dirección General de Educación y Cultura (2000). *Informe Europeo sobre la Calidad de la Educación Escolar. Dieciséis Indicadores de Calidad*. Bruselas: Comisión Europea.
- Fundación CTIC Sociedad de la Información. (2011). *Estudio sobre el impacto de la First Lego League. Asturias 2010*. Recuperado el 15 de junio de 2013 de <http://goo.gl/rDZfH>

Fundación Scientia (2011-2012). Memoria Food Factor. Publicación propia de *First Lego League*. Recuperado el 10 de junio de 2013 de http://www.firstlegoleague.es/docs/Memoria_Food_Factor.pdf

Generalitat de Catalunya. Departamento de Educación. (2009). Introducción a Lego Mindstorms NXT. *Edu365.cat*. Recuperado el 21 de junio de 2013 de http://www.edu365.cat/imagina/robots/lego_nxt/

Grimheden, M. y Hanson, M. (2003). How might Education in Mechatronics benefit from Problem Based Learning. *4th International Workshop on Research and Education in Mechatronics*, Bochum, Alemania, 211-218.

Hung, D. (2002). Situated cognition and problem-based learning: Implications for learning and instruction with technology. *Journal of Interactive Learning Research*, 13(4), 393-414.

Instituto Nacional de Evaluación Educativa. (2012). *Panorama de la Educación. Indicadores de la OCDE 2012*. Madrid: Ministerio de Educación, Cultura y Deporte.

Maki, T. (2007). *LEGO Technic*. Versión 1.00. Isogawa Studio, Inc. Recuperado el 10 de junio de 2013 de <http://goo.gl/B7cGM>

Martín, M. (2000). Comisión Europea: informe europeo sobre la calidad de la educación. Dieciséis indicadores de calidad. *Revista Española de Educación Comparada*, 6, 389-394.

Miglino, O., Hautop, H. y Cardazi, M. (2007). *La robótica como herramienta para la educación*. Recuperado el 3 de junio de 2013 de <http://goo.gl/p70jw>

Mingyang, G. (2004). A Case to Do Empirical Study Using Educational Projects. *Journal of Issues in Informing Science and Information Technology*, 509-520.

Ocaña, G. (2011). Robótica avanzada. Explotación Didáctica. *CEP Indalo*. Almería, España. Recuperado el 3 de junio de 2013 de <http://goo.gl/6qnRF>

Ocaña, G. (2012). Robótica como asignatura en enseñanza secundaria. Resultados de una experiencia educativa. *Revista Digital del Centro del Profesorado Cuevas-Olula: Espiral. Cuadernos del Profesorado*, vol. 5, nº10, pp.56-64.

Odorico, A., Lage, F. y Cataldi, Z. (2012). *Educación en robótica, una tecnología integradora*. Recuperado el 8 de junio de 2013 de: <http://www.utn.edu.ar/aprobeduteco7/docs/45.pdf>

Piguet, Y., Francesco, M. y Siegwart, R. (2002). Hands-On Mechatronics: Problem-Based Learning for Mechatronics. *IEEE International Conference on Robotics and Automation*, Washington D.C., USA. Recuperado el 8 de junio de 2013 de <http://infoscience.epfl.ch/record/97471/files/icra02.pdf>

Restrepo, C., Molina, J. y Torres, C. (2009). Algoritmo genético para la ubicación óptima de sensores en un robot seguidor de línea. *Scientia et Technica*, Año XV, 41, pp. 87-92.

Rivera, E. (2011). Robótica Educativa. *IE Felipe Huamán Poma de Ayala*. Recuperado el 3 de junio de 2013, de Scribd: <http://es.scribd.com/doc/73474390/Modulo-Robotica-educativa>

Sánchez, J.A. (2010). Aplicación de la Robótica Educativa y los Estilos de Aprendizaje en la Formación Docente de los alumnos de la Maestría en Informática Aplicada a la Educación. *IV Congreso Mundial de Estilos de Aprendizaje*. Perú. Recuperado el 3 de junio de 2013 de <http://galeon.com/roboticaperu/Aplicacion.pdf>

Legislación

Decreto 143/2007, de 26 de junio, por el que se establece la Ordenación de las Enseñanzas de la Educación Secundaria Obligatoria. Diario Oficial de la Generalitat de Cataluña, 4915, de 29 de junio de 2007.

Decreto 142/2008 de 15 de julio por el que se establece la Ordenación de las Enseñanzas de Bachillerato. Diario Oficial de la Generalitat de Cataluña, 5183, de 29 de junio de 2008.

Decreto 51/2012 de 22 de mayo, de modificación del Decreto 143/2007, de 26 de junio, por el que se establece la ordenación de las enseñanzas de la educación secundaria obligatoria. Diario Oficial de la Generalitat de Cataluña, 6134, de 24 de mayo de 2012.

Fuentes web y vídeos

Centro de Aprendizaje y Formación de Altas Capacidades. *Grupo Educativa*. Recuperada el 6 de junio de 2013 de <http://goo.gl/XmT2w>

Children full of life. NHK. (2004). [Vídeo] Youtube.

Departament d'Ensenyament de la Generalitat de Catalunya. *Cesire Aulatec*. Recuperada el 5 de junio de 2013 de <http://goo.gl/cbdX1>

Fundación Neuronilla para la Creatividad e Innovación. *Neuronilla, especialistas en creatividad e innovación*. Recuperada el 5 de junio de 2013 de <http://goo.gl/6uvsM>

Grupo de robótica educativa. *Robótica Educativa*. Recuperada el 5 de junio de 2013 de <http://goo.gl/Lhn4x>

Grupo Educar caminant. *Educar caminant*. Recuperada el 5 de junio de 2013 de <http://goo.gl/jghq6>

La Vanguardia. *La vanguardia.com*. Recuperada el 5 de junio de 2013 de <http://goo.gl/4j9MG>

Lego Education. BrickBybrick. Recuperada el 6 de junio de <http://goo.gl/uE73P>

Periódico el País. *El País.com*. Recuperada el 5 de junio de <http://goo.gl/bJ21m>

Portal educativo del Estado argentino. *Educa.ar*. Recuperada el 5 de junio de 2013 de <http://goo.gl/Fy5rW>

Portal educativo PortalESO. *PortalESO*. Recuperada el 5 de junio de 2013 de <http://www.portaleso.com/>

Tienda Ro-bótica. *Ro-Botica, Robótica educativa y personal*. Recuperada el 3 de junio de 2013 de <http://ro-botica.com/es/Ro-botica/>

Universidad de Almería. *XDocen. Materiales de caso para la formación del profesorado*. Recuperada el 6 de junio de 2013 de <http://educa30.ual.es/xdocen/>

Web de la editorial Estribor. *Editorialestribor.com*. Recuperada el 5 de junio de 2013 de <http://goo.gl/jl2KX>

Web oficial de First Lego League. *First Lego League*. Recuperada el 5 de junio de 2013 de <http://www.firstlegoleague.es/>

Bibliografía complementaria

Ansgar Bredenfeld, A., Hofmann, A. y Steinbauer, G. (2010). Robotics in Education Initiatives in Europe - Status, Shortcomings and Open Questions. *Intl. Conf. on Simulation, Modeling and Programming for Autonomous Robots*. Recuperado el 3 de junio de 2013 de <http://www.terecop.eu/SIMPAR2010/TR-TWR-2010/22-TeachingRobotics.pdf>

Ansorge, J. (2006). *Webbot: a project to inspire interest in robotics discovery*. (Tesis doctoral). Universidad de Nebraska, USA. Recuperada de <http://dwb4.unl.edu/Diss/Ansorge/Ansorge.pdf>

Benedetelli, D. (2006). *Squadre di robot mobili basati su tecnologia Lego Mindstorms*. (Tesis doctoral). Universidad de Siena, Italia.

Fundación Scientia (2012). First Lego League. El desafío senior solutions. Publicación propia de *First Lego League*. Recuperado el 3 de junio de 2013 de <http://goo.gl/VLUUpG>

Grega, W. y Pilat, A. (2008). Real time control teaching using Lego Mindstorms NXT Robot. *Proceedings of the International Multiconference on Computer Science and Information Technology*, 625-628. Recuperado el 3 de junio de 2013 de <http://goo.gl/WPm7a>

Heck, B., Ahmed, S., Michaels, J., Dean, E., Garyet, C y Shearman, S. (2009). Signal Processing Experiments with Lego Mindstorms NXT Kit for us in signals and systems courses. *2009 American Control Conference*, 3787-3792. Recuperado el 3 de junio de 2013 de <http://goo.gl/5F3jq>

López. R. (2001). *El Área de Tecnología en Secundaria*. Madrid: Narcea.

Ranganathan, P., Schulz, R. y Mardani, M. (2008). Use of Lego NXT Mindstorms Brick in Engineering Education. *Proceedings of the 2008 ASEE North Midwest Sectional Conference*. Recuperado el 3 de junio de 2013 de <http://goo.gl/foOj8>

Ruiz-Velasco, E. (2007). *Educatrónica*. México: Díaz de Santos.

Sánchez, J.A. (2011). *Diagnóstico y aplicación de los estilos de aprendizaje en los estudiantes del Bachillerato Internacional: una propuesta pedagógica para la enseñanza eficaz de la robótica educativa*. (Tesis doctoral). UNED, Madrid. Recuperada el 3 de junio de <http://goo.gl/otkAY>

9. Anexos

9.1 Currículum de Tecnología en secundaria y bachillerato

Tabla 18. Contribución de la Tecnología a las competencias básicas en ESO
(Fuente: Decreto 143/2007, de 26 de junio)

La materia de Tecnologías colabora en el desarrollo de otras competencias básicas. Participa en el desarrollo de la competencia matemática mediante el uso de herramientas matemáticas, de manera contextualizada, en la medida en que proporciona situaciones de aplicabilidad a diversos campos y facilita la visibilidad de estas aplicaciones y de las relaciones entre los diferentes contenidos matemáticos. Las herramientas matemáticas especialmente presentes en la materia, están relacionadas con la resolución de problemas prácticos del entorno: medida y cálculo de magnitudes básicas, el uso de escalas, la lectura e interpretación de gráficos y la resolución de problemas basados en la aplicación de expresiones matemáticas referidas a principios y fenómenos físicos.

Las tecnologías contribuyen también a la adquisición de competencias comunicativas. La contribución a la competencia lingüística se realiza a través de la adquisición del vocabulario específico, que debe ser utilizado en los procesos de búsqueda, análisis, selección, síntesis y comunicación de la información. La lectura, interpretación y redacción de informes y documentos técnicos contribuye al conocimiento y a la capacidad de utilizar textos de diferentes tipologías. La contribución a la competencia artística y cultural se logra por medio del uso de instrumentos de representación gráfica y el diseño y construcción de objetos y estructuras, pero también por la apreciación de la diversidad de producciones tecnológicas de las sociedades.

A la adquisición de la competencia de aprender a aprender, se contribuye mediante el desarrollo de estrategias de resolución de problemas tecnológicos, especialmente por medio de la obtención, análisis y selección de información útil para abordar un proyecto.

Finalmente, la competencia de autonomía e iniciativa personal implica desarrollarse con autonomía e iniciativa personal en diversos ámbitos de la vida y del conocimiento, incluido el tecnológico; abordar los problemas tecnológicos de manera reflexiva y plantear alternativas y soluciones de manera autónoma y creativa.

Tabla 19. Competencias específicas de Tecnología en ESO (Fuente: Decreto 143/2007, de 26 de junio)

Las competencias propias de la materia de Tecnologías están estrechamente vinculadas a las competencias específicas centradas en convivir y habitar el mundo, que comprende la competencia en el conocimiento y la interacción con el mundo y la competencia social y ciudadana.

Alcanzar la competencia de convivir y habitar el mundo implica adquirir conocimientos sobre objetos, procesos, sistemas y entornos tecnológicos, así como desarrollar destrezas técnicas y habilidades para manipular objetos con precisión y seguridad. El análisis de objetos y sistemas técnicos desde distintos puntos de vista permite conocer como se han diseñado y construido los elementos que los forman y qué función desempeñan dentro del conjunto, facilitando su uso y conservación.

En la materia de Tecnologías, el conocimiento y la interacción con el mundo físico implica identificar problemas relevantes, realizar observaciones y manipulaciones, formularse preguntas y obtener respuestas aplicando el conocimiento teórico y empírico disponible. También supone adquirir competencias para hacer un uso responsable de los recursos, el cuidado del medio, practicar un consumo racional y velar por la propia salud y la de los demás como elementos clave de la mejora de la calidad de vida de las personas.

La competencia social y ciudadana integra conocimientos, habilidades y actitudes para aplicar los conocimientos propios de la materia en el marco de un trabajo individual y colectivo riguroso y también para tomar decisiones en un mundo en que los avances en los ámbitos científico y tecnológico son muy rápidos y tienen una influencia decisiva en la vida de las personas, la sociedad y el entorno. También implica el desarrollo de valores y criterios éticos asociados a la ciencia y a la tecnología, dentro del objetivo de educar para una ciudadanía responsable en una sociedad con un componente tecno científico cada vez más complejo y exigente.

El tratamiento de la información y la competencia digital también debe considerarse una competencia propia de la materia. El tratamiento específico de las tecnologías de la información y la comunicación, integrado en esta materia, proporciona una oportunidad especial para desarrollar esta competencia, asociada al desarrollo de contenidos que permiten localizar, procesar, elaborar, almacenar, presentar y difundir la información a través de las tecnologías de la información y la

comunicación.

El uso de estas tecnologías está asociado, también, a la simulación de procesos tecnológicos y a la adquisición de destrezas relativas a los entornos multimedia. Esta competencia permite valorar la información y la comunicación como fuentes de comprensión y transformación del entorno en un mundo globalizado.

Tabla 20. Currículum de Tecnología en 1º de la ESO (Fuente: Decreto 143/2007, de 26 de junio)

La tecnología y el proceso tecnológico. Herramientas y materiales de tecnología.

Reconocimiento y análisis de las herramientas y máquinas propias del entorno tecnológico: utilización, mantenimiento y normas de seguridad. Análisis de las propiedades y usos de los diferentes materiales técnicos y deducción de sus aplicaciones a partir de la observación y el análisis de diferentes objetos.

Utilización de instrumentos de representación gráfica aplicando acotaciones, escalas y sistemas de representación normalizados para representar objetos. Valoración de la necesidad de hacer un uso responsable de los materiales contemplando su posible ahorro, reutilización y reciclaje. Valoración de la necesidad de utilizar las herramientas y técnicas adecuadas para trabajar con cada material siguiendo las normas de seguridad.

Diseño y construcción de objetos

Diseño y construcción de un objeto sencillo con los materiales y herramientas adecuadas aplicando los sistemas de representación tratados. Observación de objetos cotidianos y construcción de objetos simples para identificar sus elementos estructurales y los esfuerzos a los que están sometidos. Diseño y construcción de estructuras sencillas aplicadas a un objeto para mejorar su resistencia a los esfuerzos.

Diseño y construcción de circuitos eléctricos básicos aplicados a objetos de construcción propia. Utilización de simuladores de estructuras para determinar, a nivel básico, esfuerzos y estabilidad.

Las TIC como herramienta para la integración y la comunicación de la información.

Utilización, funcionamiento y análisis de los diferentes dispositivos TIC que aportan o recogen información mediante el ordenador: cámaras, dispositivos de memoria, PDAs, teléfonos móviles e interconexión entre ordenadores. Utilización de los sistemas operativos para almacenar, organizar y recuperar información de

soportes físicos o virtuales. Utilización de programas para la creación, edición, mejora y presentación de la documentación y los trabajos elaborados.

Tabla 21. Currículum de Tecnología en 2º de la ESO (Fuente: Decreto 143/2007, de 26 de junio)

Electricidad

Reconocimiento de la función de los elementos de un circuito eléctrico y de su simbología: generadores, conductores, receptores y aparatos de control. Caracterización de la corriente eléctrica alterna y continua. Identificación de los efectos de la corriente eléctrica: luz, calor, movimiento, magnetismo. Análisis de los principales procesos de generación de electricidad a partir de diferentes fuentes de energía. Valoración de la utilización de energías renovables para la generación de la electricidad. Reconocimiento experimental de motores eléctricos. Medida de las magnitudes eléctricas básicas en un circuito: tensión eléctrica, intensidad y resistencia. Diseño y construcción de circuitos eléctricos sencillos con elementos físicos para dar respuesta a las necesidades de la vivienda y otros entornos y con los programas de simulación para estudiar los efectos producidos por los cambios de algunas de las variables.

Procesos y transformaciones tecnológicas en la vida cotidiana

Caracterización de la obtención de materias primas. Reconocimiento de la transformación industrial de las materias primas en productos elaborados. Identificación de técnicas utilizadas en los procesos de transformación de productos elaborados. Identificación de acciones relacionadas con la comercialización de productos: embalaje, etiquetaje, manipulación y transporte. Valoración del consumo responsable.

Análisis de un proceso industrial cercano

Contraste de similitudes y diferencias entre procesos tecnológicos. Valoración de los cambios en las necesidades humanas. Valoración del impacto de la transformación de las materias primas en el medio.

El ordenador como medio de información y comunicación.

Uso de internet: interpretación de su terminología, estructura y funcionamiento. Utilización del ordenador como medio de comunicación individual y en grupo: correo electrónico, foro, chat y videoconferencia. Utilización de herramientas y aplicaciones para la búsqueda, descarga e intercambio y publicación de información. Actitud crítica y responsable de la propiedad y distribución de los

programas y de la información. Selección de la información obtenida por medios telemáticos teniendo en cuenta su autoría, fiabilidad y finalidad. Utilización y gestión de recursos compartidos mediante redes locales. Utilización de entornos virtuales de aprendizaje. Uso de los medios de presentación de la información. Creación y exposición de presentaciones de los trabajos individuales y en grupo.

Tabla 22. Currículum de Tecnología en 3º de la ESO (Fuente: Decreto 143/2007, de 26 de junio)

Máquinas, mecanismos y estructuras

Caracterización de los diferentes tipos de esfuerzos que puede sufrir un material mediante la observación. Análisis de objetos cotidianos y de construcción simple para analizar sus elementos estructurales y los esfuerzos a los que están sometidos. Caracterización de las máquinas térmicas. Valoración del uso de combustibles tradicionales y alternativos y de su impacto en el medio. Reconocimiento de mecanismos utilizados para la transmisión y transformación del movimiento y análisis de su función en diferentes máquinas. Utilización de simuladores para reproducir y entender el funcionamiento de mecanismos y asociaciones de ellos y determinar esfuerzos y estabilidad de estructuras. Diseño, desarrollo y evaluación de proyectos que incluyan mecanismos y asociaciones de mecanismos para la realización de una función determinada.

Los proyectos tecnológicos.

Identificación de problemas tecnológicos y de las fases del proceso de búsqueda de soluciones. Caracterización de los elementos del proyecto tecnológico: utilidad y funcionalidad del objeto o proceso; relación de materiales, herramientas y maquinaria necesaria; estudio económico del proyecto, planificación del proceso de realización; evaluación del resultado; elaboración de la memoria. Construcción de un objeto o máquina que integre las fases de un proyecto técnico. Uso de aplicaciones informáticas para la búsqueda de información, la resolución de problemas y la presentación de la memoria. Utilización de la simbología y el lenguaje técnico adecuado. Valoración del ahorro de material: reciclaje, reutilización y ahorro. Aplicaciones y normas de seguridad y uso en la utilización de máquinas, herramientas y espacios.

Las comunicaciones

Análisis de las comunicaciones por cable e inalámbricas: telefonía, radio, sistemas de posicionamiento global, ordenador y televisión. Reflexión sobre su uso responsable. Creación y edición de contenidos multimedia para la publicación de

trabajos individuales y de grupo en Internet. Exposición oral de trabajos individuales y de grupo utilizando el ordenador como medio de comunicación en un espacio real o virtual.

Tabla 23. Currículum de Tecnología en 4º de la ESO (Fuente: Decreto 143/2007, de 26 de junio)

La vivienda

Análisis de los elementos que condicionan el diseño de la vivienda: situación, características básicas, necesidades de los usuarios, estética. Caracterización del protocolo de acceso a una vivienda: trámites para su compra o alquiler, condiciones de habitabilidad, acceso a los servicios. Análisis de los componentes que configuran las instalaciones de una vivienda, utilizando la simbología correspondiente y reconociendo la normativa de seguridad. Identificación de los costes de los servicios básicos. Reconocimiento de las técnicas básicas y de los materiales de mantenimiento y reparación en situaciones concretas. Valoración de las ventajas de la utilización de nuevos materiales en las viviendas. Medidas de seguridad en la vivienda. Valoración de estrategias de ahorro energético y de agua en las viviendas: arquitectura bioclimática y domótica.

Electrónica, neumática e hidráulica

Análisis de circuitos electrónicos analógicos y digitales sencillos, reconociendo los componentes básicos, su simbología y su funcionamiento. Realización de cálculos. Caracterización de aplicaciones de la electrónica a procesos técnicos y aparatos. Análisis y descripción de los componentes de los sistemas neumáticos e hidráulicos y de sus principios de funcionamiento. Aplicación de la neumática y la hidráulica a la industria y otros entornos técnicos. Uso de simuladores para analizar el funcionamiento de circuitos electrónicos y diseñar circuitos neumáticos e hidráulicos. Diseño y montaje de circuitos electrónicos y neumáticos que cumplan o realicen una función determinada.

Control y automatización

Análisis de los diferentes elementos de control: sensores, motores y dispositivos de control. Análisis de sistemas automáticos: componentes y funcionamiento. Aplicación de la tecnología de control a las instalaciones de las viviendas y de la industria. Diseño, planificación y construcción de sistemas automáticos. Uso del ordenador como elemento de programación y control. Uso de simuladores informáticos para comprender el funcionamiento de sistemas automáticos y

realizar su diseño. **Máquinas automáticas y robots: automatismos. Arquitectura de un robot. Elementos mecánicos y eléctricos necesarios para su movimiento. Diseño, construcción y programación de robots.** Valoración de la incidencia de la automatización en el desarrollo tecnológico a lo largo de la historia.

Tabla 24. Contribución de la Tecnología a las competencias básicas en Bachillerato (Fuente: Decreto 142/2008, de 15 de julio)

La materia de Tecnología industrial I y II colabora en el desarrollo de las competencias generales del bachillerato. Contribuye al logro de la competencia comunicativa a través de la adquisición y el uso contextualizado del vocabulario tecnológico específico, el cual debe ser utilizado en los procesos de búsqueda, análisis, selección, síntesis y comunicación de la información. Y esto supone interaccionar oralmente, por escrito con textos de diferentes tipologías y también con el uso de los lenguajes audiovisuales, utilizando también las TIC. Asimismo, la lectura, la interpretación de textos de otros y la redacción de los propios informes y documentos técnicos contribuyen al logro de esta competencia. La contribución a la competencia en investigación se alcanza mediante el diseño y la realización de proyectos tecnológicos, con autonomía y creatividad, y utilizando metodologías y técnicas adecuadas. Comporta realizar un conjunto de actividades estructuradas y orientadas a la investigación para dar solución a un determinado problema tecnológico.

A la adquisición de la competencia en la gestión y el tratamiento de la información se contribuye por medio del desarrollo de actividades tecnológicas que requieren buscar, analizar, valorar y seleccionar información, procedente de fuentes diversas y obtenidas en diferentes soportes, para convertirla en conocimiento útil.

Contribuir, desde esta materia, a la competencia digital implica adquirir capacitación tecnológica, es decir, conocer qué es y cómo funciona la tecnología y utilizar adecuadamente el hardware, el software y las redes de comunicación para lograr objetivos específicos.

La competencia personal e interpersonal incluye desarrollarse con autonomía e iniciativa personal, también en el ámbito tecnológico, abordar problemas tecnológicos de manera reflexiva y plantear alternativas y soluciones que sean

socialmente y éticamente justas y equitativas.

Finalmente, a la competencia en conocimiento e interacción con el mundo se contribuye con la adquisición de conocimientos sobre objetos, procesos, sistemas y entornos tecnológicos, así como desarrollando destrezas técnicas y habilidades para manipular aparatos y máquinas con precisión y seguridad.

Tabla 25. Competencias específicas de Tecnología en Bachillerato (Fuente: Decreto 142/2008, de 15 de julio)

Las competencias específicas de la materia de Tecnología industrial I y II están estrechamente vinculadas a las competencias generales del bachillerato y contribuyen eficazmente a su desarrollo. Como competencias específicas más significativas podemos establecer las siguientes: competencia tecnológica, competencia en experimentación y competencia en modelización y simulación.

La competencia tecnológica implica tener una sólida cultura tecnológica de base, adquirir conocimientos sobre objetos, herramientas, instrumentos, procesos, sistemas y entornos tecnológicos, y lograr, esencialmente, las siguientes capacidades: abordar y resolver problemas tecnológicos sencillos característicos con creatividad y autonomía, analizar objetos y sistemas técnicos desde diferentes puntos de vista para conocer los elementos que los forman y la función que desempeñan dentro del conjunto, utilizar con precisión terminología, simbología, métodos de representación gráfica e instrumentos de procesos y sistemas técnicos, analizar y valorar críticamente el impacto social, ético, humano, económico y medioambiental del desarrollo tecnológico y, finalmente, actuar con autonomía, confianza y seguridad en la inspección y la intervención en máquinas, sistemas y procesos tecnológicos.

Además, en un entorno cada vez más tecnológico, esta competencia también implica interaccionar directamente y mucho con las TIC: dominar los conceptos necesarios para emplearlas eficazmente, usarlas en la resolución de problemas y en la realización de actividades tecnológicas, y usar el ordenador y otros tipos de aparatos computadores para recoger datos, medir magnitudes, simular circuitos y realizar el control y la automatización de procesos y sistemas técnicos.

La competencia en experimentación está vinculada a competencias de carácter instrumental, sistémico y metodológico e implica adquirir capacidades para proyectar, planificar y construir objetos, circuitos, instalaciones y sistemas técnicos,

aplicando las técnicas específicas que le son propias y manipulando con destreza los materiales, las herramientas y las máquinas necesarias. También supone desarrollar habilidades para efectuar correctamente medidas y realizar pruebas de funcionamiento.

Alcanzar la competencia en modelización y simulación implica adquirir conocimientos sobre simulaciones didácticas por medio de programas informáticos, los cuales permiten que el alumnado descubra las leyes que rigen procesos tecnológicos y que recree el funcionamiento de una máquina, circuito o sistema; al mismo tiempo, estos programas representan una buena herramienta para potenciar el desarrollo de las habilidades cognitivas y facilitar la toma de decisiones. Esta competencia también supone adquirir capacidades para resolver problemas tecnológicos que plantean un modelo real, representar un modelo simulado con un diagrama, identificar situaciones que se puedan estudiar con un modelo informático y relacionar las simulaciones con situaciones reales.

Tabla 26. Currículum de Tecnología en 1º de Bachillerato (Fuente: Decreto 142/2008, de 15 de julio)

El proceso tecnológico y la producción industrial

Análisis de la evolución tecnológica. Relación entre ciencia, tecnología y sociedad. Definición del proceso tecnológico y descripción de la organización industrial. Diseño, innovación y mejora de productos. Valoración crítica del papel de las nuevas tecnologías. Planificación, desarrollo, gestión y comercialización de la producción. Las leyes del mercado y la globalización. Apreciación del control de calidad. Justificación de la normalización. Valoración y uso de las normas de seguridad e higiene en el trabajo.

Materiales

Clasificación de los materiales industriales, análisis de la estructura interna y enumeración de las propiedades. Explicación de la evolución histórica. Descripción de la obtención y la transformación de materiales. Identificación de aleaciones y de nuevos materiales. Aplicaciones características de los materiales industriales. Selección de las técnicas y tratamientos de modificación y mejora de las propiedades de los materiales. Valoración del impacto ambiental producido por la obtención, la transformación y los residuos de materiales.

Sistemas energéticos

Identificación de las fuentes de energía y recursos energéticos. Comparación entre

energías renovables y no renovables. Caracterización de la obtención, la generación y la transformación de las principales fuentes de energía. Enumeración de las centrales productoras de energía. Apreciación del impacto medioambiental. Descripción del transporte de energía y las redes de distribución. Montaje y experimentación de instalaciones de transformación de energía. Valoración crítica del consumo de energía. Descripción de las medidas y de las técnicas de ahorro y de eficiencia energética.

Máquinas y sistemas

Caracterización de las máquinas. Distinción de las máquinas simples. Identificación de los elementos constituyentes, de los sistemas mecánicos y de los soportes y uniones. Enumeración de los mecanismos de transmisión y transformación de movimientos. Montaje y experimentación de mecanismos característicos. Descripción de los conceptos fundamentales de la neumática. Identificación de los elementos básicos de una instalación neumática. Análisis de circuitos neumáticos característicos y enumeración de aplicaciones. Identificación de los elementos de un circuito eléctrico y análisis de circuitos característicos. Representación esquematizada de circuitos utilizando la simbología adecuada. Interpretación de planos y esquemas. Montaje y experimentación de circuitos eléctricos y neumáticos básicos. Simulación de circuitos.

Procesos de fabricación

Clasificación y descripción de los procesos y de las técnicas de fabricación. Reconocimiento de las máquinas y de las herramientas apropiadas para cada procedimiento. Indicación del criterio de uso y mantenimiento de herramientas y normas de seguridad. Contrastación de las nuevas tecnologías aplicadas a los procesos de fabricación. Valoración del impacto ambiental de los procedimientos de fabricación. Determinación de los tratamientos de los residuos industriales.

Tabla 27. Currículum de Tecnología en 2º de Bachillerato (Fuente: Decreto 142/2008, de 15 de julio)

Materiales

Definición de oxidación y de corrosión. Reconocimiento de los tratamientos superficiales de los materiales. Descripción de los procedimientos de ensayo de materiales. Metro técnica. Descripción de los procedimientos de reciclaje de materiales. Selección de las normas de uso y seguridad en la manipulación. Identificación de las formas comerciales de los materiales.

Máquinas térmicas y eléctricas

Descripción de los principios de máquinas. Definición de energía útil, potencia de una máquina, par motor al eje, pérdidas y rendimiento. Caracterización de máquinas térmicas. Clasificación, descripción y enumeración de aplicaciones. Caracterización de máquinas eléctricas. Clasificación, descripción y análisis de circuitos de aplicación. Reconocimiento de los sistemas de calefacción y de refrigeración. Descripción de la bomba de calor.

Oleo hidráulica y electro neumática

Caracterización de la óleo hidráulica. Enumeración de los principios básicos. Descripción de las técnicas de producción, condicionamiento y distribución de fluidos.

Identificación de los elementos de accionamiento, regulación y control. Análisis de circuitos óleo hidráulicos básicos. Enumeración de aplicaciones. Simulación de circuitos. Análisis de circuitos electro neumáticos característicos. Aplicaciones. Montaje, simulación y experimentación de circuitos electro neumáticos básicos.

Sistemas automáticos

Caracterización de la tecnología de control. Explicación de la estructura de un sistema automático. Clasificación: sistemas de lazo abierto y de lazo cerrado. Identificación de los elementos que componen un sistema de control: transductores, captadores, actuadores, controladores, generadores de consigna, comparadores y otros elementos auxiliares. Análisis de circuitos característicos de control. Experimentación en simuladores.

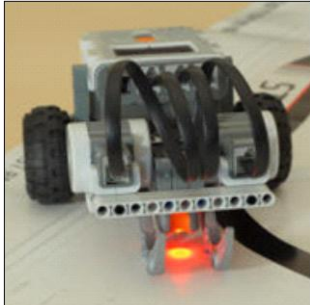
Control y programación de sistemas automáticos

Caracterización de sistemas digitales. Enumeración de los principios de álgebra de Boole. Descripción de circuitos lógicos combinacionales. Identificación de puertas y funciones lógicas. Demostración de procedimientos de simplificación de circuitos lógicos.

Representación gráfica, montaje y experimentación de circuitos combinacionales. Caracterización de circuitos lógicos secuenciales. Descripción de los aspectos fundamentales del control programado. Reconocimiento de autómatas programables. Análisis de aplicaciones. Caracterización de circuitos de control programado. Diferenciación entre programación rígida y flexible. Montaje y experimentación de circuitos de control programado.

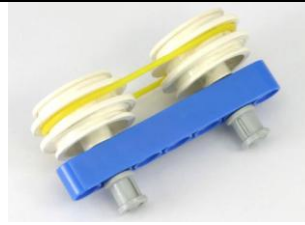
9.2 Ejemplos de piezas Lego

Tabla 28. Ejemplos de piezas Lego

		
CONTROLADOR NXT		
		
SENSOR ULTRASONIDO	SENSOR DE CONTACTO	SENSOR DE LUZ
		
MOTOR	DIODO EMISOR	
PIEZAS AUXILIARES		
		
VIGAS	CONECTORES	ENGRANAJES



RUEDAS



POLEAS



GOMAS

9.3 Encuesta

LOS ROBOTS LEGO EN EL IES PRÍNCEP DE GIRONA

El objetivo de esta encuesta es conocer tu experiencia en el trabajo con robots Lego. Toda la información se tratará de forma **ANÓNIMA Y CONFIDENCIAL Y NO tiene ningún valor académico. Muchas gracias por tu colaboración.**

CHICO ☐ CHICA ☐ EDAD:____ CURSO:____ FECHA: __/__/2013
--

1. ¿Cuánto tiempo hace que trabajas con robots Lego?

☐ Menos de un año ☐ 1- 2 años ☐ 2- 4 años ☐ Más de 4 años ☐ No me acuerdo

2. ¿Conocías los Lego antes de utilizarlos en el instituto?

☐ Sí ☐ No ☐ No me acuerdo

3. ¿Qué crees que te ha aportado trabajar con este tipo de robots? (puedes marcar más de una opción)

☐ Me ha ayudado a entender algunos conceptos relacionados con algunas asignaturas que (Tecnología, Dibujo, Matemáticas, Física, etc.)

☐ Ha aumentado mi interés por la robótica y la tecnología en general

☐ He conocido compañeros de otros centros

☐ Me lo he pasado bien

☐ No me ha aportado nada

☐ Otros. ¿Cuáles?_____

4. ¿Crees que los robots Lego son una buena herramienta para la asignatura de Tecnología o habría que buscar otros recursos u otras metodologías diferentes?

☐ Sí ¿Cuáles?_____

☐ No

☐ No lo sé

5. ¿Hallas alguna relación entre los robots Lego y tu vida cotidiana?

☐ Sí ¿Cuál?_____

☐ No

☐ No lo sé

6. ¿Crees que trabajar con los robots Lego ha influido en el ambiente que se vive en clase o en el instituto?

☐ Sí, de forma positiva ☐ Sí, de forma negativa ☐ No ☐ No lo sé

7. ¿Cuál es tu nota promedio en la asignatura de Tecnología?

☐ Menos de 5 ☐ 5-6,9 ☐ 7-8,9 ☐ 9-10

8. ¿Te gustaría continuar trabajando con robots Lego?

☐ Sí ¿Por qué? _____

☐ No ¿Por qué? _____

☐ No lo sé

9. ¿Tienes alguna propuesta de mejora para el curso siguiente (comprar más piezas, cambiar el tipo de robot, dedicarle más tiempo, etc.)?

☐ No

☐ Sí ¿Cuál? _____

10. ¿Te gustaría dedicarte profesionalmente al mundo de la robótica?

☐ Sí ☐ No ☐ No lo sé

MUCHAS GRACIAS POR TU COLABORACIÓN

9.4 Entrevista

Entrevista realizada a Antonio Pinto Llona, profesor de Tecnología del IES Príncipe de Girona

PREGUNTAS:

¿Cómo conoció este tipo de robots o se introdujo en este mundo de la robótica Lego?

Todo surgió en 2008 cuando un representante del Área de Innovación Educativa del Consorci de Educació vino al instituto y nos mostró este tipo de robots. Nos hizo una pequeña presentación y pronto me di cuenta de la enorme potencialidad de este recurso. Así que empecé a introducirme, un poco por mi cuenta, en este mundo de la robótica Lego, ya que yo hasta aquel momento no había trabajado nunca con robots.

¿Cómo ha adquirido la formación en Lego?

Aunque asistí a algún curso de introducción que el propio Consorci ofertaba, la verdad es que prácticamente todo lo demás lo he aprendido de forma autodidacta.

¿No se ofertan cursos de robots Lego? (pregunta añadida en el transcurso de la propia entrevista)

Sí, lo que pasa es que los cursos que he encontrado son bastante básicos de modo que mi formación se basa en la lectura y consulta de libros y artículos, la mayoría en inglés.

Por tanto, ¿obtener material didáctico para las clases (ejercicios, etc.) es complicado? (pregunta añadida en el transcurso de la propia entrevista)

Sí. La mayor parte de los ejercicios y material que utilizo en mis clases lo he elaborado yo mismo. Es decir que uno de los aspectos que debe tener en cuenta el docente en el momento de valorar si implantar la robótica en su aula o no, es que la implantación de este recurso educativo le va a exigir la dedicación de bastante tiempo, sobre todo al principio.

¿Cuándo y cómo empezó a implantar la robótica Lego en el IES Príncipe de Girona?

En el año 2008 empecé a desarrollar actividades extraescolares con robots Lego. Cada sábado por la mañana nos reuníamos yo y algunos alumnos (al principio, pocos) para trabajar con los robots, de modo que diseñábamos y construíamos un robot que luego participaba en la competición de First Lego League. La verdad es que recuerdo con mucho cariño aquellos días, porque al acabar la mañana venía alguno de los padres de los alumnos y también participaba en el proyecto, de modo que con el paso del tiempo se estrecharon lazos con algunas familias. Me gustaría destacar este último aspecto pues creo que es de vital importancia la participación de los padres en la formación de sus hijos.

Poco a poco, con el paso de los años y los buenos resultados que íbamos obteniendo en las competiciones, los robots Lego se hicieron cada vez más populares en el instituto. Más tarde, en el curso 2012-2013 tras acordarlo con el resto de profesores de Tecnología y el Director, lo empezamos a implementar en tercero de la ESO con la intención de ampliarlo al resto de cursos de secundaria y bachillerato.

¿Cuál es la principal dificultad que se ha encontrado en la implantación de la robótica en el Instituto?

Mi principal dificultad en todo este proceso de implantación de la robótica en el aula ha sido el de conseguir un número de kits de robots suficiente, para poder trabajar con una ratio de alumnos por robot no demasiado elevada. Al principio sólo teníamos dos robots, y actualmente disponemos de cuatro equipos.

¿Tiene previsto comprar alguno más? (pregunta añadida en el transcurso de la propia entrevista)

Sí, tenemos previsto adquirir uno o dos más para el curso 2013-2014.

¿Qué recomendación o consejo le daría a un docente que quisiera integrar la robótica en el aula?

Creo que la principal dificultad que debe ser abordada en primer lugar, es la obtención de recursos económicos para poder adquirir equipos suficientes y lograr tener una media de 2-3 alumnos por robot. Para mí esta sería la ratio ideal.

¿Cuál es, en su opinión, el principal beneficio o ventaja que aporta la robótica en el aula?

En mi opinión, los principales beneficios o ventajas de utilizar la robótica en el aula es por un lado su aspecto innovador y por otro, que integra conocimientos de informática, mecánica y control. Pero como ya he dicho antes, su aplicación fuera del aula también aporta beneficios.

Y finalmente, si hablamos de los robots, ¿qué mejora propondría a Lego?

Pues la verdad es que ninguna. Creo que está todo muy bien pensado y desarrollado.

Muchas gracias por su colaboración.

9.5 Programa del curso Introducción a Lego Mindstorms NXT-G

Curso para profesores de Introducción a LEGO® Mindstorms NXT

UNIDAD 1. Introducción al curso: los robots y la tecnología, introducción a las piezas de LEGO Technic, a los motores, a los sensores y al lenguaje de programación (1-2 sesiones)

Temas: introducción al lenguaje de programación, a la lógica de programación y a la relación con las partes del robot.

UNIDAD 2. Motores, desplazamientos y giros: el control preciso de la distancia recorrida (2 sesiones)

Temas: los motores, cálculo de rotaciones en función del diámetro de la rueda.

UNIDAD 3. Sensores, condiciones y bucles: la toma de decisiones (2-3 sesiones)

Temas: diferentes tipos de sensores y calibrado, bifurcación, bucle, arrancar procesos en paralelo.

UNIDAD 4. Bifurcaciones y bucles avanzados: lógica de desplazamiento y toma de decisiones en función de una combinación de sensores (2-3 sesiones)

Temas: combinación de sensores con bifurcación y bucle, bloque lógico, elementos lógicos en cascada.

UNIDAD 5. Variables, rangos, bifurcaciones múltiples, bloques de usuario y cálculo numérico: el control del flujo de un programa (2-3 sesiones)

Temas: bloques lógicos y matemáticos, argumentos y variables, transformación de valores, concentrador de datos, interrelación con bucles y bifurcaciones, bifurcación múltiple, bloques de usuario o subprogramas con argumentos y variables de salida.

9.6 Bibliografía relacionada con robótica Lego Mindstorms NXT-G

Tabla 29. Libros sobre robótica Lego

Título	Autor	Año	Descripción
LEGO MINDSTORMS NXT Hacker's Guide	Dave Prochnow	2006	Guía para usuarios avanzados
LEGO MINDSTORMS NXT Orange Book	Yoshihito Isogawa	2006	Libro publicado en japonés donde se muestra el diseño, la construcción y la programación de diferentes robots
LEGO MINDSTORMS NXT: The Mayan Adventure	James Floyd Kelly	2006	Construcción y programación de robots Lego de exploración
Advanced NXT: The Da Vinci Inventions Book	Matthias Paul Scholz	2007	Libro donde se detalla la construcción de algunos inventos de Leonardo da Vinci con robots Lego
Building Robots with LEGO Mindstorms NXT	Mario Ferrari Guilio Ferrari David Astolfo (Editor)	2007	Libro para usuarios con conocimientos previos de robótica Lego
Extreme NXT: Extending the LEGO MINDSTORMS NXT to the Next Level (Technology in Action)	Philippe E. Hurbain Michael Gasperi	2007	Libro para usuarios de nivel intermedio
LEGO MINDSTORMS NXT Black Book	Oba Shinichiro	2007	Libro publicado en japonés donde se muestra el diseño, la construcción y programación de cuatro robots
LEGO MINDSTORMS NXT Gray Book	Shinichiro Oba and Takuya Matsubara	2007	Libro publicado en japonés donde se aportan trucos e ideas de diseño

LEGO Mindstorms NXT Power Programming: Robotics in C	John C. Hansen	2007	Libro sobre el diseño, construcción y programación de robots con programación en C
LEGO MINDSTORMS NXT-G Programming Guide (Technology in Action)	James Floyd Kelly	2007	Libro para usuarios noveles
Maximum Lego NXT: Building Robots with Java Brains	Brian Bagnall	2007	Libro sobre el diseño, construcción y programación de robots con lenguaje Java
The LEGO MINDSTORMS NXT Idea Book: Design, Invent, and Build	Martijn Boogaarts Jonathan Daudelin Brian L. Davis James Floyd Kelly Lou Morris Fay Rhodes Rick Rhodes Matthias Paul Scholz Christopher R. Smith Rob Torok	2007	Libro de iniciación donde se explica paso a paso la construcción de varios robots
The Unofficial Lego Mindstorms NXT Inventor's Guide	David J. Perdue	2007	Libro sobre construcción y programación de robots Lego
Creating Cool MINDSTORMS NXT Robots	Daniele Benedettelli	2008	Libro útil para iniciarse en la construcción y programación de robots Lego
First LEGO League: The Unofficial Guide	James Floyd Kelly Jonathan Daudelin	2008	Libro para equipos noveles y experimentados que decidan participar en la First Lego League

LabVIEW for LEGO MINDSTORMS NXT	Michael Gasperi	2008	Libro de programación de robots Lego con Lab View
LEGO MINDSTORMS NXT One-Kit Wonders: Ten Inventions to Spark Your Imagination	James Floyd Kelly Matthias Paul Scholz Christopher R. Smith Martijn Boogaarts Jonathan Daudelin Eric D. Burdo Laurens Valk BlueTooth Kiwi Fay Rhodes	2008	Libro para principiantes y usuarios avanzados
Programming Lego Mindstorms NXT	Owen Bishop	2008	Libro de programación de robots Lego
The Lego Mindstorms NXT Zoo!: A Kid-Friendly Guide to Building Animals with the NXT Robotics System	Fay Rhodes	2008	Libro de construcción y programación de animales contruidos con robots Lego
LEGO MINDSTORMS NXT-G Programming Guide, Second Edition	James Floyd Kelly	2010	Libro donde se amplía la información suministrada en la primera edición
The Art of LEGO MINDSTORMS NXT-G Programming	Terry Griffin	2010	Libro donde se explica detalladamente la programación con el lenguaje NXT-G de Lego
The LEGO MINDSTORMS NXT 2.0 Discovery Book: A Beginner's Guide to Building and	Laurens Valk	2010	Libro para iniciarse en la robótica Lego

Programming Robots			
Classroom Activities for the Busy Teacher: NXT (2nd Ed)	Damien Kee	2011	Libro en el que a través de 10 lecciones prácticas a modo de retos, se muestra como los docentes pueden implementar la robótica en sus aulas
The Unofficial LEGO Technic Builder's Guide	Pawel "Sariel" Kmiec	2012	Libro donde se recogen trucos e ideas de construcción de robots Lego y mecanismos como engranajes, poleas, etc.