

La robótica a través del aprendizaje colaborativo

Pedro Pozo Morillas
pepomo@gmail.com

Resumen

Propuesta dirigida a alumnos de 4º ESO, que busca incrementar la motivación y la participación en una actividad sobre Robótica (temario obligatorio de la asignatura de Tecnología), mediante una combinación de tres factores: el “Ciclo de Diseño” como metodología y las estrategias de “Aprendizaje entre Iguales” y “Aprender a Aprender” como canalización del proyecto, para culminar con la participación en la competición escolar de robótica “FIRST Lego League”.

1. Introducción: contextualización y presentación del centro

Los datos principales que definen el proyecto presentado son los siguientes:

- Centro: actividad desarrollada en el Colegio Internacional de Sevilla San Francisco de Paula
- Área: asignatura de Tecnología, englobada en el Departamento de Plástica y Tecnología.
- Niveles educativos implicados: 4º ESO y 1º Bachillerato.
- Lugar donde se ha llevado a cabo: aula de Tecnología del centro y escenarios de la “FIRST Lego League” (en el curso de referencia para esta comunicación, Universidad de Sevilla y Palacio de Congresos de Tarragona).
- Necesidades básicas:
- Volumen de alumnos: 48 alumnos de 4º ESO y 6 alumnos de 1º Bachillerato.

Figura 1. *Aspecto robot Lego con sensores básicos incorporados.*



Nota: Adaptado de <https://www.weareteachers.com/6-fun-ideas-lego-mindstorms-education-ev3/> por We Are Teacehrs, 2024

2. Desarrollo metodológico por criterios de evaluación y planificación temporal: el Ciclo del Diseño

Este proyecto se llevó a cabo en el aula de Tecnología del centro, en la que se cuenta con carro de ordenadores portátiles con el software necesario instalado (desde el paquete básico de Microsoft Office hasta el programa de control Lego EV3).

Es por ello que, además, es sencillo tomar la decisión de que toda la información y herramientas necesarias para que los alumnos afronten el proyecto se compartan de manera pública a través del sitio web de creación propia.: <https://tecnologiaconpedro.weebly.com>

Figura 2. Página principal de la wiki <https://tecnologiaconpedro.weebly.com/>



Fuente: elaboración propia

Entrando en esta web, los alumnos pueden descargarse los documentos necesarios en las páginas específicas de cada nivel educativo, con accesos directos en la barra de navegación superior.

¿Con qué metodología se decide abordar este proyecto? El centro en el que se ha desarrollado esta actividad, el Colegio Internacional de Sevilla San Francisco de Paula, está adscrito al Bachillerato Internacional, que propone para los años de la Escuela Secundaria un enfoque, el Programa de los Años Intermedios (en adelante, el PAI), de vocación holística y basado en un desarrollo metodológico propio, no en los contenidos, que son adaptables a las distintas regulaciones educativas nacionales.

Asimismo, es importante señalar que los alumnos destinatarios de esta idea llevan cuatro años trabajando en este sistema, por lo que ya conocen esta manera de aproximarse a los proyectos.

En el caso concreto de la asignatura de Tecnología, escenario principal de la iniciativa, la metodología que propone el PAI se basa en una concatenación de etapas de un mismo proyecto, separadas entre sí y con una nota independiente en cada fase, pero interconectadas. Es el Ciclo de Diseño.

Figura 3. Ciclo de Diseño Programa Años Intermedios (PAI) del Bachillerato Internacional (OBI)



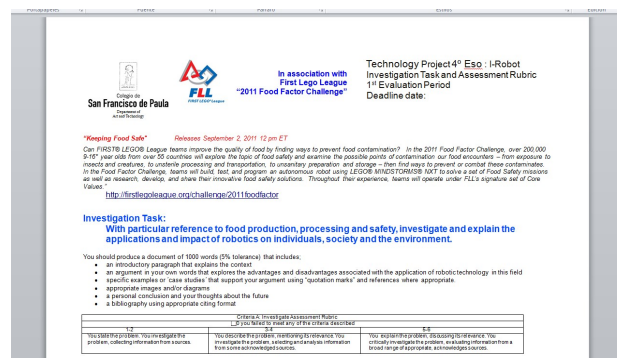
Fuente: [3] <http://www.ibo.org/es/>, IBO, 2024

Los mencionados criterios con los que se desarrollan los proyectos son los siguientes:

2.1. Criterio A: Investigar y analizar

Es la parte más teórica de cada proyecto, consistente en plantear a los alumnos un tema sobre el que realizar una aproximación teórica al tema. Conforme se va avanzando en la Secundaria, las preguntas se vuelven más abiertas, así como los métodos de investigación permitidos. En este caso, se les lanza sólo una idea: “¿Cuál es el impacto de la robótica en los individuos y la sociedad?”, que en cada año académico, para evitar plagios, deben desarrollar según un enfoque distinto, que se hace coincidir con el elegido por la “First Lego League” (*a partir de ahora, FLL*) para su competición escolar.

Figura 4. Documento de rúbrica específica del Criterio A, “Investigar y analizar”



Fuente: elaboración propia

En el curso escolar de referencia para este estudio, se buscaron soluciones desde la robótica a los problemas cotidianos de las personas de edad avanzada, solicitando a los estudiantes una entrevista con una persona de más de 65 años, trabajando así la competencia social y ciudadana.

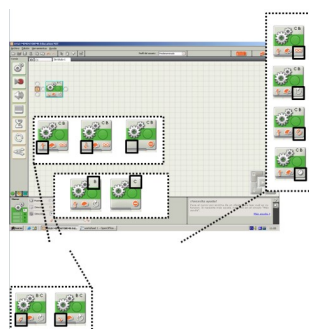
El formato final de entrega debía ser un documento en Word de 1500 palabras, con cuatro secciones separadas en estilos: introducción, desarrollo, conclusión y selección/análisis de las fuentes. Se trata de una tarea individual, que en ciertos casos ayuda a matizar las notas de los trabajos en grupo.

2.2. Criterio B- Diseñar la solución

La tarea se divide en dos etapas: diseñar y planificar la solución.

Para el diseño de la solución, y trabajando ya en equipos de 3 a 5 miembros cada uno, los alumnos deben aprender de manera autónoma (“Aprender a Aprender”) y con ayuda de alumnos de un curso superior (“Alumnos como Profesores”), a utilizar el software oficial de Lego EV3, y a construir un robot Lego que se ajuste a sus necesidades, en función de sus especificaciones de diseño.

Figura 5. Interfaz software de control de robótica utilizado en el proyecto.

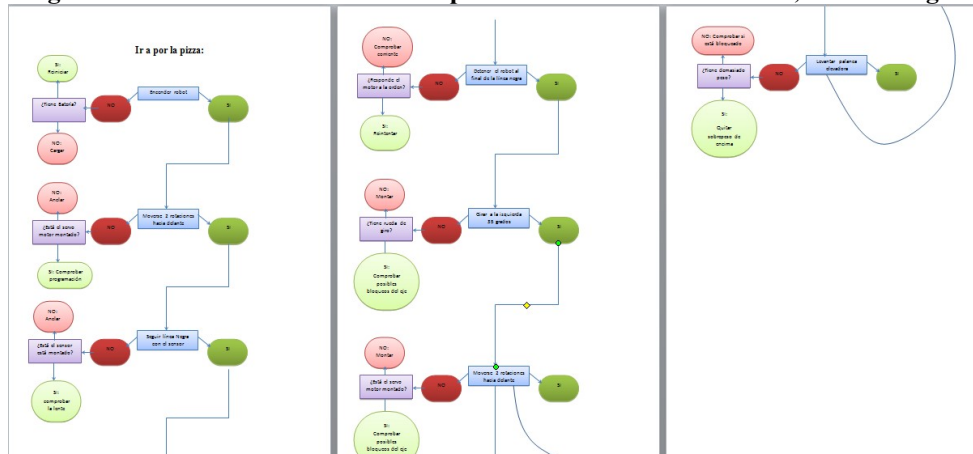


Fuente: elaboración propia

En lo relativo al Diseño, se trabajan pues dos campos de habilidades: la programación informática, y el diseño y construcción de los accesorios necesarios para la realización de los “retos” planteados. En la mayoría de los casos, los grupos trabajaron de manera autónoma repartiendo estas tareas entre sus componentes, forma de trabajo que incrementaba la responsabilidad individual ante la tarea común.

En cuanto a la Planificación de la actividad, y teniendo en cuenta que el programa se basa en la programación por bloques, se elige el método del diagrama de flujos, pidiendo a los alumnos que representen con esta herramienta analítica cómo han diseñado, programado y comprobado sus robots, incluyendo todas las etapas desde el análisis del reto hasta la solución final.

Figura 6. Análisis de un alumno de la posible secuencia de un “reto”, con un diagrama de flujos



Fuente: elaboración propia

2.3. Criterio C-Crear la solución

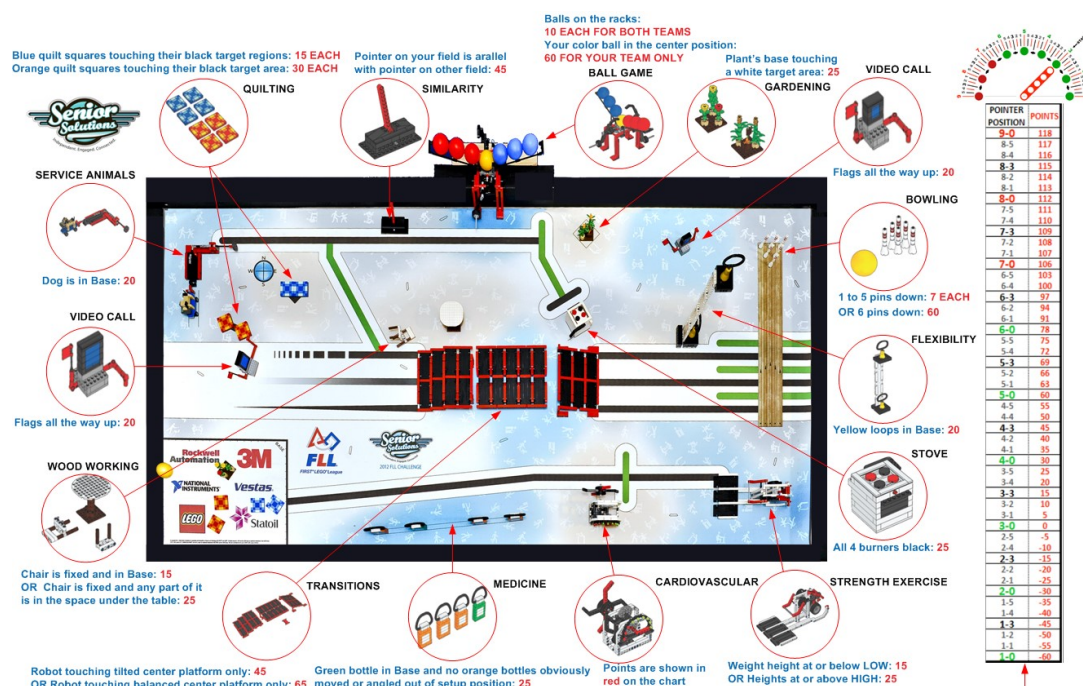
Consultando la documentación oficial de la página oficial de la FLL, viendo tutoriales on-line, aprovechando los consejos de sus compañeros de 1º Bachillerato, utilizando el método de ensayo-error para aprender de sus errores y mejorar sus programaciones descargadas en el robot del grupo...es decir, empleando herramientas de “Aprender a Aprender”, los alumnos deben dar respuesta a los “retos” planteados. Se cuenta para ello con un robot Lego y un tablero de “juego” que presenta el siguiente aspecto:

Figura 7. Aspecto del tablero FLL-Senior Solutions en al Aula de Tecnología



Fuente: elaboración propia, captura vídeo con enlace en este documento

Figura 8. Resumen de las misiones de la FLL y sus puntuaciones/penalizaciones.




Fuente: [2] <http://www.firstlegoleague.es/> Lego, 2015

2.4. Criterio D-Evaluar

Por último, pero no por ello menos importante, los alumnos, de nuevo de manera individual, deben evaluar todo el proyecto, tanto a su participación personal como la tarea del grupo. Para ello, se le formulan una serie de cuestiones, de carácter abierto. Valgan como ejemplos:

- ¿En qué retos ha trabajado tu equipo? ¿Por qué elegiste esos retos?
- ¿Eres capaz de manejar el programa NXT? Identifica aquellos movimientos y/o programaciones en las que te sientes más cómodo, y aquellos en los que no.
- Cuando estás aprendiendo a utilizar un programa informático, explica por qué es importante explorar, experimentar y probar por ti mismo (Aprender a Aprender).
- Describe el éxito de tus programaciones finales. ¿Completaste algún reto? ¿Cuál? ¿Hubo algún problema que no pudisteis resolver? ¿Cuáles y por qué?

Figura 9. Preguntas formuladas, de carácter abierto, para la tarea de Evaluación


San Francisco de Paula
 Departamento de
 Física y Tecnología

TECNOLOGÍA 4º ESO
 Proyecto: Yo, Robot
 1ª Evaluación
 Criterio E: Evaluación
 Fecha de entrega: 23 Noviembre

Durante este trimestre, habéis estado usando LEGO NXT Generation robots. En cada sección, escribe una reflexión/evaluación, tratando de explicar qué has aprendido durante este trimestre.

COMPLEJIDAD DE LOS RETOS
 ¿En qué retos ha trabajado tu equipo? ¿Por qué elegiste esos retos?

CAPACIDAD DE MANEJO DEL PROGRAMA
 ¿Eres capaz de manejar el programa NXT? Identifica aquellos movimientos y/o programaciones en las que te sientes más cómodo, y aquellos en los que no.
 Cuando estás aprendiendo a utilizar un programa informático, explica por qué es importante explorar, experimentar y probar por ti mismo (Aprender a Aprender).

ÉXITO Y COMPLEJIDAD EN EL DISEÑO DE SOLUCIONES
 ¿Fue capaz tu equipo de crear un programa que superara el reto elegido? ¿Fue capaz de utilizar un sensor? ¿De qué tipo?
 ¿Fue capaz de usar un bucle? Explica dónde y por qué usaste este tipo de bloques de programación, más complejos.
 Explica cómo evaluaste el éxito de tu programa, ¿te salió bien a la primera? Incluye en tu respuesta ejemplos específicos de cómo cambiaste las programaciones.
 Describe el éxito de tus programaciones finales. ¿Completaste algún reto? ¿Cuál? ¿Hubo algún problema que no pudisteis resolver? ¿Cuáles y por qué?

CONSTRUCCIONES DE ACCESORIOS
 ¿Habéis sido capaces de construir accesorios y/o extensiones para vuestro robot?
 Representad de manera gráfica esta respuesta, bien a través de un dibujo, bien a través de una imagen fotográfica.
 Dad ejemplos específicos de las situaciones en las que habéis tenido problemas con el "hardware", y las soluciones que habéis aportado, en el caso de que lo hayáis podido hacer (dejando de lado por favor, el tema de la rueda pequeña trasera).

Fuente: elaboración propia

Es destacable el hecho de que en las rúbricas asociadas a la evaluación de este criterio, con nota independiente, se hace especial hincapié en que ninguna de las respuestas se considera o no “válida”, sino justificadamente razonada o no. Concretamente, el descriptor de este criterio menciona que:

Al final del curso, los alumnos deberán ser capaces de:

1. *realizar pruebas para evaluar el producto/solución en relación con las especificaciones de diseño*
2. *evaluar el éxito del producto/solución de forma objetiva, en función de las pruebas, sus propios puntos de vista y el del usuario al que se dirige*
3. *evaluar el impacto del producto/solución en los individuos y en la sociedad*
4. *explicar cómo se podría mejorar el producto/solución. [2]*

Por último, y como ya se ha mencionado anteriormente, destacar que he tratado de registrar todo el proceso en un vídeo, que se encuentra colgado en el siguiente enlace: <http://youtu.be/VinoKwTIKgM> o <http://www.youtube.com/watch?v=VinoKwTIKgM&feature=youtu.be>

Tabla 1: Documento de resumen de las tareas de cada criterio y fechas de entrega, que se entrega a los alumnos, tutores y familiares

TAREA	Criterio A: Investigar y analizar	Criterio B: Diseñar	Criterio C: Crear la solución	Criterio D: Evaluar	Criterio F: AIE
Formativa	Tarea 1: Producir una primera versión del ensayo (max 1000 palabras) que investiga el impacto de la robótica en los individuos, sociedad y el medioambiente (33% peso nota)	Tarea 2: Producir una serie de diagramas de flujo que analicen los retos y propongan las soluciones de control para ellos (primera versión) (33%)	Tarea 4: Primeras versiones de las programaciones. Diseño en el ordenador y descarga en uno de los robots. (0%)	Tarea 6: Probar y modificar los programas de control para mejorar la actuación de los robots en los retos. Llevar un registro de los cambios que han sido realizados, y justificándolos. (0%)	Según Colegio
	14 ENERO	28 ENERO	04 FEBRERO	24 FEBRERO	-
Sumativa	Tarea 2: Producir una versión final del ensayo (max 1500 palabras), incluyendo las correcciones del profesor (67)	Tarea 2: versión mejorada y corregida de los diagramas de flujo, incluyendo las correcciones del profesor Tarea 3: Diseñar y construir los accesorios necesarios para el robot (67%)	Tarea 7: Crear, guardar y descargar en uno de los robots Lego NXT las programaciones procedentes de vuestro análisis de los diagramas de flujo, guardando un registro de las evoluciones. Probarlos en la competición final. (100%)	Tarea 8: Evaluar las etapas del Cielo de Diseño, respondiendo a las cuestiones planteadas. Tarea 9: Redactar un documento explicando cómo podría mejorarse la versión final de los programas de control (100%)	Según Colegio
	04 FEBRERO	18 FEBRERO	11 MARZO	11 MARZO	-

3. Participación en la FIRST Lego League

Todo este aprendizaje en el aula, en horarios lectivos y extra lectivos, se canaliza a través de la participación en la Fase Regional de esta competición escolar de robótica, cuya página web puede consultarse en: <http://www.firstlegoleague.es/>, para tratar de llevar la motivación de los alumnos a un proyecto voluntario, fuera de su horario lectivo, rompiendo así su zona de confort con la asignatura, y estableciendo un nuevo esquema de relaciones interpersonales, tanto entre los alumnos, como con el profesor responsable de la actividad.

Figura 10. Logotipo de la First Lego League



Fuente: [2] <http://www.firstlegoleague.es/>

4. Objetivo y contenidos de la actividad

4.1. Objetivo principal

El objetivo principal con esta actividad puede resumirse como: aprender a diseñar y programar un robot Lego NXT Mindstorms o bien EV3, dando una respuesta eminentemente práctica al Saber Básico C “Pensamiento computacional, automatización y robótica”, obligatorio en la asignatura de Tecnología en 4º ESO según la LOMLOE, desde el aprendizaje colaborativo y empleando estrategias de “Aprendizaje entre Iguales” en el uso de Nuevas Tecnologías aplicadas a la Educación.

4.2. Objetivos secundarios

1. Empleo de la creatividad para la resolución de tareas que se presentan como situaciones desconocidas, pero que con un análisis adecuado (diagrama de flujos) pueden solucionarse.
2. Fomento de las relaciones interpersonales mediante grupos de trabajo de alumnos con habilidades diversas, combinando sus esfuerzos para la consecución de un objetivo común.
3. Entendimiento de la robótica como un tema que no está lejos de su alcance, dándole un enfoque práctico de cara a posibles orientaciones profesionales futuras.
4. Desarrollo de habilidades informáticas más allá de la producción de documentación, con nociones básicas sobre programación, empleando para ello un lenguaje sencillo por bloques.
5. Llevar la asignatura de Tecnología un poco más allá de los confines del aula-taller...

4.3. Contenidos teóricos que se cubren

1. Uso del ordenador como elemento de diseño, utilizando como software de control de robótica el programa Lego EV3, para trabajar con la información del simulador para verificar y comparar la función del diseño del sistema.
2. Uso del ordenador como elemento de programación y control. Trabajo con simuladores informáticos para verificar y comprobar el funcionamiento de los sistemas diseñados.
3. Análisis de circuitos. Construcción de un producto y desarrollo de un sistema de control de calidad, con testeos intermedios evaluativos.
4. Desarrollo de investigaciones en formato de ensayo, que tengan como pregunta-guía: “¿Cómo de integradas deben estar las vidas biológica y artificial?”.
5. Experimentación con sistemas automáticos, sensores, actuadores y aplicación de la retroalimentación para el diseño y construcción de robots.
6. Electrónica analógica. Componentes, simbología, análisis y montaje de circuitos elementales.
7. Evaluaciones: cruzada, propia y del Ciclo de Diseño.

5. Estrategias de enseñanza-aprendizaje:

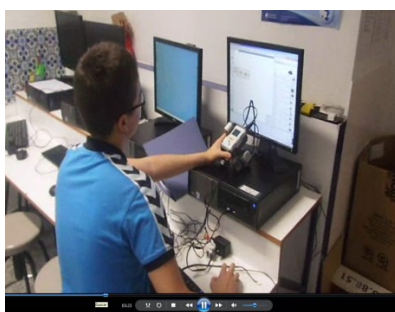
La metodología desarrollada en este proyecto se basa en tres estrategias fundamentales para la adquisición de los contenidos teóricos expuestos, y de las competencias y habilidades trabajadas.

5.1. Aprender a Aprender

Mediante el uso de una herramienta informática específica, de la cual el profesor muestra únicamente los principios básicos de funcionamiento, son los alumnos los que deben resolver situaciones desconocidas a partir del método de ensayo/error.

Concretamente, se trata de trabajar principios básicos del trabajo por proyectos y de la programación por bloques, a través de la siguiente tarea: programar al menos una de las “misiones” de los robots según las reglas de la competición escolar, descargar lo programado en el robot construido con diseño propio, realizar comprobaciones, anotar, corregir, y recalcular. Son pues los alumnos los que van consultando tutoriales on-line, comunicándose entre ellos y “jugando” con el programa elegido.

Figura 11: Alumno de 4º ESO programando por sí mismo sin ayuda del profesor¹



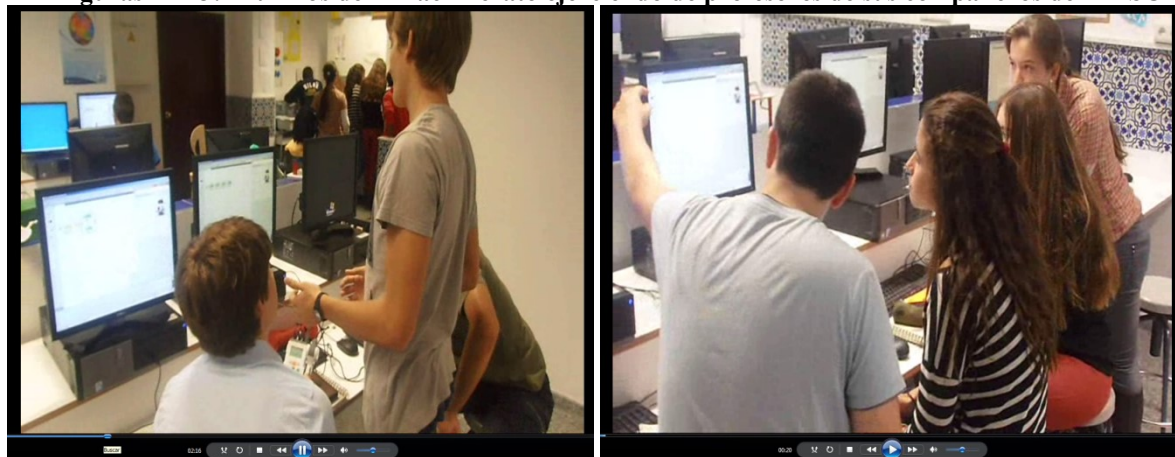
Fuente: elaboración propia

5.2. Alumnos como Profesores

Mejora de la atención de los alumnos mediante estrategias de aprendizaje colaborativo y establecimiento de colaboraciones verticales entre alumnos de distintos niveles educativos.

De manera más específica, se organizaron una serie de sesiones en las que los alumnos de 1º de Bachillerato ejercieron de profesores de los alumnos de 4º de ESO, por grupos separados de trabajo. En estos grupos se estableció una corriente de intercambio de experiencias en ambos sentidos, es decir, que pudo ser aprovechada por alumnos de ambos niveles educativos, como se deduce de las evaluaciones que realizaron, y que aparecen recogidas en el vídeo que acompaña a este documento.

Figuras 12-13: Alumnos de 1º Bachillerato ejerciendo de profesores de sus compañeros de 4º ESO



Fuente: elaboración propia

¹ Figuras 1- 6: imágenes extraídas del vídeo ilustrativo que puede consultarse en: <http://youtu.be/VinoKwTlKgM>

5.3. “Team-building” y aprendizaje entre iguales.

Por un lado, en el aspecto meramente académico, se busca el establecimiento de conexiones horizontales entre alumnos del mismo nivel educativo, pero que al inicio de la actividad, se encuentran en distintos niveles de aprendizaje.

Por otro lado, y desde el punto de vista humano, es donde se han logrado las experiencias más enriquecedoras: aprender a tomar decisiones en grupo, a distribuir las tareas de manera equitativa, a tomar responsabilidades que influyen en todo el grupo, a trabajar fuera del horario lectivo, a presentar el trabajo ante un jurado profesional, a recaudar fondos para conseguir la financiación para poder viajar juntos...y a aceptar las derrotas y disfrutar de las victorias.

Figuras 14 y 15. Grupos de trabajo en el Aula de Tecnología y en uno de los escenarios de la FLL, estableciendo conexiones horizontales y verticales



Fuente: elaboración propia

6. Análisis de los resultados

6.1. Áreas de mejora

6.1.1. Necesidades técnicas e informáticas: debe contarse con, al menos, un robot LEGO con el software oficial “Lego EV3” instalado correctamente en, al menos, un ordenador.

6.1.2. Área económica: evidentemente, es un proyecto que requiere de una inversión previa en equipamiento. El coste de la inscripción por equipo, con robot, ronda los 700€, inversión que se realizó exclusivamente el primer año. Una vez adquirido el robot y el software, el coste anual en los presupuestos del Departamento rondó los 350€. Cabe destacar que la “Fundación Scientia”, junto a la “Fundación BBVA”, consiguió una subvención del 50% para los equipos inscritos.

6.1.3. Dificultades organizativas con los horarios, sobre todo con lo de los alumnos de Bachillerato (tenían que salir de clase) y con los del profesor implicado, que debe invertir mucho tiempo libre.

6.2. Puntos fuertes desde el punto de vista del docente

Desde el punto de vista pedagógico, podría destacar, entre otros muchos aspectos, la fijación de contenidos en los alumnos de Bachillerato, la mejora clara de la atención de los alumnos, el aprendizaje de los alumnos de Secundaria, y la compleción de unas tareas con alto grado de complejidad (investigaciones científicas, programación de robots...) pero enfocada lúdicamente, lo que creó y fomentó una dinámica relajada de aproximación a la ingeniería robótica.

Desde el punto de vista de resultado “material”, se compite en la fase regional de Sevilla cada año contra otros centros, a nivel provincial, para conseguir una de las dos plazas clasificatorias para la Final Nacional. Hace cuatro años que se implantó esta actividad en mi centro, y en las dos últimas ediciones, hemos conseguido el pase a la final. Los premios, si bien para mí tienen un valor testimonial, se convierten en unas herramientas de gran capacidad de motivación.

Pero desde luego, lo que más destacaría no son los premios, ni los contenidos aprendidos, sino la experiencia vivida. El vídeo que acompaña este documento lo ilustra, a mi entender, de manera clara. Recordemos que son adolescentes de 15-16 años, y que decidan, de manera voluntaria más allá de las notas, el pasar muchas tardes y fines de semana en el colegio, trabajando en un proyecto grupal, y unidos por un objetivo común, ha sido el mayor de mis logros como docente en este proyecto.

6.3. Desde el punto de vista de los alumnos

Algunos de los testimonios de los alumnos, recogidos en vídeo, serían los siguientes:

- “(...) ¡esto me lo ha hecho Ros [uno de los alumnos de Bachillerato] a mí!”.
- “(...) he recordado conocimientos y sabiduría (sic) que ya tenía olvidados”.
- “Yo creo que es distinto, porque no es lo mismo estar hablando con un compañero, puedes hablar de manera más informal y nos comunicamos más rápido y mejor”.
- “(...) ellos pueden aprender de nuestra experiencia y (...) hemos aprendido a querernos”.

7. Enlaces de interés

<https://youtu.be/HsMOaYFXt1M>

http://issuu.com/pedropozo6/docs/equipo_sfp1_-_dossier

http://www.youtube.com/watch?feature=player_embedded&v=qGiV4fwOl3c

<http://www.thinglink.com/scene/300165460383498241>

8. Bibliografía.

[1] <https://www.weareteachers.com/6-fun-ideas-lego-mindstorms-education-ev3/>

[2] <http://www.firstlegoleague.es/>

[3] <http://www.ibo.org/es/>

[4] http://fllshelton.shsrobotics.org/html/the_game-project.htm