



FIRST LEGO League
Guía de Integración
Curricular



FIRST
LEGO
LEAGUE

Fundación
Scientia

BIENVENIDA	3
0. COLABORADORES FIRST LEGO LEAGUE	6
1. INTRODUCCIÓN	8
1.1. El Desafío FIRST LEGO League	8
1.2. La importancia de la ciencia y tecnología en la sociedad actual y en el Sistema Educativo.....	11
1.3. Robótica como Recurso Educativo. Robots LEGO MINDSTORMS.	11
2. METODOLOGÍAS PEDAGÓGICAS APLICABLES A FLL	12
2.1. Método de Proyectos.....	14
2.2. Educación STEM (Ciencia, Tecnología, Ingeniería y Matemáticas).....	15
3. INTEGRACIÓN CURRICULAR DE FLL	18
3.1. Desarrollo del currículum de Primaria y Secundaria	18
3.1.1. Competencias Básicas.....	18
3.1.2. Contenidos curriculares	22
3.1.3. Evaluación.....	27
3.2. Enfoques de Integración Curricular	27
3.2.1. FLL como actividad interdisciplinar	28
3.2.2. Integración de FLL en una asignatura de Ciencias o Tecnología	28
3.2.3. Integración de FLL como Actividad Extraescolar	29
3.3. Papel del Profesor-Entrenador. Actividades en Clase.....	30
3.3.1. Ejemplos de actividades en clase	32
3.3.2. Ejemplo de Planificación de Tareas	34
4. CASOS DE ÉXITO	41
5. MATERIAL DE APOYO	45
5.1. Documentación FLL.....	45
5.2. Webgrafía.....	45
5.3. Bibliografía	46

BIENVENIDA

En nombre de Fundación Scientia me complace daros la bienvenida a *FIRST* LEGO League España.

Nuestra misión es contribuir a despertar vocaciones en el ámbito de la ciencia, la tecnología y las ingenierías en España, mediante una experiencia educativa emocionante que inspira a miles de jóvenes en más de 80 países de todo el mundo. FLL ofrece a los participantes la posibilidad de vivir de forma directa la emoción del descubrimiento, y sobre todo de trabajar colectivamente para mejorar la sociedad.

Los protagonistas de *FIRST* LEGO League en España son los más de 38.000 participantes y 5.000 equipos han participado en las diez ediciones anteriores. Esta temporada inauguramos un [espacio](#) en nuestra página web para recoger sus experiencias. Este sitio conjuntamente con el impulso de las redes sociales nos ayudará a llegar a más personas. Contamos con vuestro soporte en la dinamización.

Por eso, en esta décima edición llena de celebraciones, contamos con vosotros. El desarrollo de *FIRST* LEGO League en España es posible gracias a vuestro esfuerzo y dedicación, y en especial a nuestros buenos socios territoriales – 25 – y nuestra comunidad de voluntarios – más de 2500 –, sin todos vosotros nada de esto sería posible.

En nombre de toda la comunidad FLL, muchas gracias por formar parte de esta aventura.

Bienvenidos al Desafío.



Ricard Huguet i Galí
Presidente
Fundación Scientia

Los Valores *FIRST* LEGO League

Somos un equipo

Trabajamos para encontrar soluciones con la ayuda de nuestros entrenadores

Nuestros entrenadores no tienen todas las respuestas, aprendemos juntos

Honramos el espíritu de una competición amistosa

Lo que descubrimos es más importante que lo que ganamos

Compartimos nuestras experiencias con los demás

Mostramos Cortesía Profesional y Coopertición en todo lo que hacemos

¡Nos divertimos!

Esta guía es propiedad de Fundación Scientia.

Ha sido elaborada para Fundación Scientia por:

Gabriel Ocaña Rebollo

Ingeniero Superior de Telecomunicaciones

Profesor de Tecnología y Entrenador FLL IES Turaniana, Roquetas de Mar (Almería)

gabriel.ocana@hotmail.es

Última actualización: septiembre de 2016

FUNDACIÓN SCIENTIA

C/ Aribau 240, 7 – i

08016 Barcelona

933.042.505

info@FIRSTlegoleague.es

0. COLABORADORES *FIRST* LEGO LEAGUE

FIRST LEGO LEAGUE es posible gracias a la colaboración de empresas, instituciones, organizaciones y personas que comparten con nosotros nuestra misión de fomentar las vocaciones científicas y tecnológicas entre los jóvenes en España y el desarrollo de competencias y habilidades necesarias para su futuro profesional.

Todos juntos trabajamos para ofrecer las mejores oportunidades a las futuras generaciones de emprendedores, ingenieros y científicos de nuestro país a través de la innovación y la creatividad, el trabajo en equipo, el espíritu emprendedor y el desarrollo de talento.

Socios FLL

Los Socios FLL organizan los torneos y desarrollan FLL y Jr.FLL en sus respectivos territorios.



LEGO Education ROBOTIX



LEGO Education ROBOTIX como colaborador educativo.

Con más de 10 años de experiencia, LEGO Education ROBOTIX ofrece los mejores recursos educativos para crear experiencias de aprendizaje únicas con las que nuestros jóvenes desarrollaran las habilidades y competencias del S.XXI.

LEGO Education ROBOTIX es el único distribuidor autorizado en España de inscripciones y materiales *FIRST* LEGO League y colabora destinando parte de los beneficios a sostener el programa *FIRST* LEGO League.

LEGO Education ROBOTIX ofrece condiciones especiales para los equipos *FIRST* LEGO League.

www.robotix.es

1. INTRODUCCIÓN

Con esta guía para integrar el Programa *FIRST* LEGO League (FLL) en el currículum escolar, se quiere ayudar a los entrenadores, que son profesores de Educación Primaria o Secundaria, facilitándoles la tarea de incluir el Desafío *FIRST* LEGO League como un recurso didáctico en sus clases.

En primer lugar se describe brevemente en qué consiste el Desafío FLL, la importancia de la ciencia y la tecnología en la actualidad y la utilidad de la robótica como recurso educativo.

Después se exponen las principales metodologías pedagógicas que permiten desarrollar las competencias y habilidades del siglo XXI con FLL.

Y a continuación se profundiza en la integración curricular de *FIRST* LEGO League: el papel del Profesor-Entrenador, ejemplos de actividades de aula, desarrollo del currículum de Primaria y Secundaria (Competencias Básicas y Contenidos) y planteamiento de las diferentes posibilidades de integración en función del número de horas lectivas dedicadas y el tipo de asignatura. Se complementa con una posible planificación y secuenciación de tareas para un trimestre.

Finalmente se repasan algunos casos donde ya se está integrando con éxito el Programa FLL en el aula. En los anexos finales se resumen los materiales de apoyo que ofrece FLL y la bibliografía utilizada en la elaboración de esta guía curricular.

Esta guía no se plantea como una guía de actividades detalladas, sino más bien es un marco general de orientación sobre cómo organizar, planificar y trabajar en el aula. Cada profesor debe adaptar y personalizar este marco en su propio contexto: centro, aula, alumnado, etc.

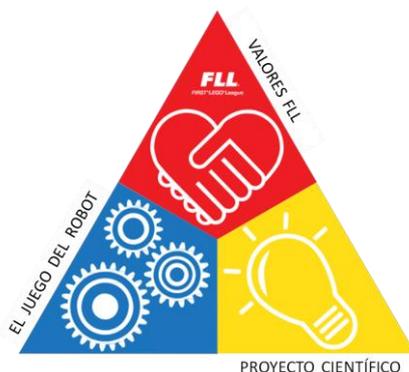
1.1. El Desafío *FIRST* LEGO League

FIRST LEGO League (FLL) es el mayor desafío de robótica para jóvenes del mundo. Está presente en más de 80 países y participan más de 290.000 jóvenes de todo el mundo, más de 10.000 de ellos en FLL España¹.

Su objetivo es promover vocaciones científicas y tecnológicas entre los más jóvenes mediante la innovación, la creatividad, el emprendimiento y el trabajo en equipo. Cada año, FLL invita a jóvenes de entre 10 y 16 años a descubrir la diversión y la emoción en la ciencia y la tecnología proponiendo un nuevo desafío que está relacionado con algún tema o alguna problemática actual.

Los equipos FLL de todo el mundo deben resolver el desafío en 3 ámbitos, y se basa en qué hacemos (Proyecto Científico y Juego del Robot) y cómo lo hacemos (Valores FLL).

¹ Datos Desafío TRASH TREK (2015/16).



Para la elaboración del **Proyecto Científico**, los equipos deben realizar un trabajo de investigación en el que aporten una solución innovadora a un problema real relacionado con el tema propuesto.

Para el **Juego del Robot** los equipos deben diseñar, construir y programar robots usando conceptos de ingeniería. Estos robots tienen que superar una serie de pruebas de manera autónoma en un campo de juego. Cada prueba tiene una puntuación determinada y se trata de conseguir el mayor número de puntos en solo 2'30".

Y todo esto demostrando cómo se han integrado los **Valores FLL**: innovación, creatividad, trabajo en equipo, emprendimiento, comunicación, etc.

Centros educativos, centros cívicos, asociaciones, grupos particulares... organizan **microFLL**², torneos oficiales pequeños, simples y económicos para poner en común todo lo que han aprendido los jóvenes preparando el desafío. microFLL da acceso a los Torneos Clasificatorios FLL.

Los **Torneos Clasificatorios FLL**, son eventos emocionantes, en los que los equipos participan para compartir todo aquello que han aprendido durante microFLL, presentan sus logros y colaboran entre sí, a la vez que muestran un espíritu de respeto en todo momento. Estos torneos están organizados por los Socios FLL (universidades y parques científico-tecnológicos) en todo el territorio español y dan acceso a la Gran Final FLL España.

² Vídeo de presentación en <http://youtu.be/D3wEx5WUGwk>



En respuesta a los retos actuales, *FIRST LEGO League* quiere contribuir al desarrollo de las habilidades y competencias del siglo XXI que preparen a los jóvenes para la vida y la nueva realidad profesional. El mundo de hoy, necesita más personas creativas, autónomas y flexibles que especialistas súper informados.

La integración de *FIRST LEGO League* en el currículum escolar permite a los alumnos aplicar conceptos de ciencia y tecnología del mundo real, trabajar colectivamente con objetivos comunes, adquirir autoestima y confianza para gestionar sus propios proyectos, y trabajar de un modo directo con los problemas diarios a los que se enfrentan científicos e ingenieros, y en general cualquier persona a lo largo de su vida: estrategia, planificación, toma de decisiones colectivas, gestión de conflictos, búsqueda de información, etc.



1.2. La importancia de la ciencia y tecnología en la sociedad actual y en el Sistema Educativo.

La Tecnología se puede definir como el conjunto de actividades y conocimientos científicos y técnicos empleados para la construcción de objetos y sistemas que resuelven problemas y satisfacen necesidades. A lo largo del último siglo ha ido adquiriendo una importancia creciente en la vida de las personas y en el funcionamiento de la sociedad moderna.

La formación actual requiere una atención específica a la adquisición de los conocimientos necesarios sobre los objetos y procesos tecnológicos, y resolver los problemas relacionados con ellos.

Por otro lado, la robótica es una rama dentro del conocimiento científico y tecnológico que estudia el diseño y la construcción de máquinas capaces de desempeñar tareas repetitivas, en las que se necesita una alta precisión, realizar tareas peligrosas para el ser humano o tareas irrealizables sin intervención de una máquina.

Las aplicaciones actuales de los robots y autómatas programables son innumerables, y van desde la domótica, los procesos de fabricación industriales y aparatos médicos hasta las sondas y los exploradores espaciales.

Las áreas de conocimiento tecnológico involucradas en la robótica son:

- **Mecánica:** Construyendo la estructura de un robot se aprenden intuitivamente conceptos como estabilidad estructural, ventajas mecánicas y relación de transmisión y transformación de movimientos.
- **Electrónica:** interconectando los sensores y actuadores se ponen en práctica circuitos electrónicos, manejo de motores y conceptos de retroalimentación y control.
- **Informática:** Programando el comportamiento del robot se analizan las tareas necesarias para que el robot pueda decidir las acciones a realizar y cumplir su función en base a información externa, definir las acciones y comprobar resultados.

Los jóvenes de nuestros días viven rodeados de aparatos altamente tecnológicos y difícilmente se sienten atraídos por mecanismos simples. Los robots representan para ellos un elemento tecnológico de enorme atractivo al estar muy próximo al tipo de dispositivos que manejan a diario.

1.3. Robótica como Recurso Educativo. Robots LEGO MINDSTORMS.

Dado el carácter interdisciplinar de la robótica, con el uso de autómatas programables y robots escolares se interrelacionan conocimientos no solo de Tecnología sino también de Informática y otras asignaturas de Ciencias más difíciles de entender por los estudiantes como Matemáticas y Física. Con el diseño, construcción y programación de robots se pueden aprender empíricamente los fundamentos

tecnológicos básicos de programación de ordenadores, circuitos electrónicos y mecanismos, medición y cálculo de magnitudes, y resolución de problemas basados en la aplicación de expresiones matemáticas y principios físicos.

Una característica especial que tiene la robótica educativa es la capacidad de mantener la atención del estudiante. El hecho de que pueda manipular y experimentar favorece que pueda centrar sus percepciones y observaciones en la actividad que está realizando. El uso de herramientas robóticas promueve el proceso de enseñanza-aprendizaje, pues facilita la integración de lo teórico con lo práctico, el desarrollo de un pensamiento sistémico y la adquisición de nociones científicas.

Teniendo esto en cuenta, los robots educativos LEGO MINDSTORMS están diseñados para acercar el mundo de la robótica a estudiantes a partir de 9 años.

Estos robots están basados en piezas de plástico de ensamblaje rápido, tiene gran variedad de engranajes y mecanismos LEGO Technic, y un entorno de programación gráfico de fácil aprendizaje.

LEGO MINDSTORMS es el robot educativo más utilizado a nivel mundial lo que hace que haya gran cantidad de recursos didácticos, desafíos de robótica a nivel mundial como *FIRST LEGO League*³, sensores avanzados de terceras partes como *HiTechnic*⁴ o *Mindsensors*⁵, e incluso software gratuito de diseño asistido por ordenador 3D (LEGO DIGITAL DESIGNER⁶).

En definitiva, los robots LEGO MINDSTORMS técnicamente son muy potentes y su aprendizaje es lo suficientemente sencillo como para que se pueda plantear su aprendizaje en el último ciclo de Educación Primaria y en Educación Secundaria.

2. METODOLOGÍAS PEDAGÓGICAS APLICABLES A FLL

A continuación se describen algunas metodologías pedagógicas que pueden aplicarse participando en *FIRST LEGO League*.

Tienen en común el concepto constructivista del aprendizaje. Según el constructivismo, el conocimiento no es una copia de la realidad sino una construcción propia del ser humano que se realiza con los esquemas que la persona ya posee (conocimientos previos). Esta construcción se realiza todos los días, en casi todos los contextos de la misma, y surge de la comprensión de los fenómenos que se quieren conocer.

El modelo constructivista está en definitiva centrado en el aprendiz y en sus experiencias previas de las que hace nuevas construcciones cognitivas. Considera que la construcción se produce:

³ <http://www.firstlegoleague.es>

⁴ <http://www.hitechnic.com>

⁵ <http://www.mindsensors.com>

⁶ <http://ldd.lego.com>

- Cuando el sujeto interactúa con el objeto del conocimiento.
- Cuando esto lo realiza en la interacción con otros.
- Cuando es significativo para el sujeto.

Los aspectos del constructivismo que tienen en común las metodologías que se van a exponer, así como su correspondencia con la "metodología FLL" para desarrollar las habilidades y competencias del siglo XXI, son los siguientes:

Aspectos del constructivismo	Metodología FLL
El aprendizaje es un proceso constructivo, no receptivo.	<i>Learn by doing.</i>
La experimentación por parte del estudiante y del profesor es fundamental.	El proceso siempre es más importante que el resultado.
Los estudiantes deben ser responsables de su aprendizaje, tienen que aprender a aprender.	Liderazgo. Iniciativa y espíritu emprendedor.
El trabajo en grupo favorece el aprendizaje social y desarrolla aprendizajes colaborativos "entre iguales".	Trabajo en equipo y cooperación.
Potenciación de la creatividad como medio de aplicar lo conocido y adquirir nuevos conocimientos.	Creatividad e innovación.
Los estudiantes deben disfrutar del aprendizaje. La motivación es muy importante para que los alumnos y alumnas pongan el máximo de sus facultades en su proceso de aprendizaje.	Motivación.
La satisfacción por los logros conseguidos es fundamental.	Autonomía y autoestima.
El hecho de proponer los problemas como desafíos a resolver atrae a los estudiantes y favorece la comunicación.	Resolución de problemas.
Compartir lo aprendido publicando los resultados para que otros aprendan es enriquecerse.	Comunicación.

2.1. Método de Proyectos

Con frecuencia la educación en ciencias se basa en el aprendizaje abstracto de fórmulas y leyes, y los estudiantes se evalúan sobre el conocimiento de esas fórmulas y leyes. Generalmente no hacen conexiones con el mundo real, donde podrían valorar su importancia. El aprendizaje es independiente de sus experiencias cotidianas y no se abordan los intereses del estudiante.

La función del Método de Proyectos o Aprendizaje Basado en Proyectos (en inglés PBL, *Project Based Learning*) es darle la vuelta a esta situación.

Los Proyectos son tareas complejas, basados en problemas del mundo real que involucran a los estudiantes en el diseño, resolución de problemas, toma de decisiones, reflexión y actividades de investigación. Dan a los estudiantes la oportunidad de trabajar relativamente autónomos por períodos extensos de tiempo, y culminan en productos reales. El Método de Proyectos tiene un carácter interdisciplinar e integrador de diferentes áreas de conocimiento.

Los fundamentos didácticos del Aprendizaje Basado en Proyectos se pueden resumir en estas orientaciones:

- Que el alumno tenga una situación auténtica de experiencia, es decir, una actividad continua en la que esté interesado por su propia cuenta.
- Que se desarrolle un problema real dentro de esa situación como un estímulo para el pensamiento.
- Que el alumno posea la información y haga las observaciones necesarias para manejarla.
- Que las soluciones sugeridas se le ocurran a él, lo cual le hará responsable para desarrollarlas de un modo ordenado.
- Que tenga la oportunidad para comprobar las ideas por sus aplicaciones, para aclarar su sentido y descubrir por sí mismo su valor.

El Método de Proyectos proporciona las experiencias contextualizadas y reales necesarias para que los estudiantes desarrollen su aprendizaje y construyan su propio conocimiento significativamente. Despierta su curiosidad intrínseca sobre el mundo que les rodea y obliga a los estudiantes a pensar crítica y analíticamente, mejorando las habilidades de pensamiento de orden superior. Requiere de la colaboración, la comunicación entre pares, resolución de problemas y el aprendizaje autónomo. Se utiliza mucho en disciplinas como Medicina, Ingeniería, Economía, etc.

Esta metodología aplica uno de los principios fundamentales de los métodos activos: *Learn by doing* (aprender haciendo). Y en la actualidad es considerada una de las herramientas clave para el aprendizaje de las competencias del siglo XXI ya citadas en el apartado anterior.

Se consideran distintos tipos de proyectos:

- **De Información:** Los alumnos se esfuerzan en informarse y orientarse para adquirir datos y experiencia inmediata de ambientes reales, y reflexionar sobre su proceso de aprendizaje. Los proyectos pueden ser Testimonial-Descriptivo (encuestas, entrevistas), Bibliográficos (consultas documentales), etc.
- **De Acción:** Abarcan situaciones de aprendizaje conectadas a la actividad psicomotora, utilizando saberes y competencias que trascienden las asignaturas. Los proyectos pueden ser Artísticos (teatro, etc.), Organizativos (exposiciones, excursiones, etc.), ...
- **De Producción:** Son proyectos que contribuyen al desarrollo cognitivo mediante la construcción de algún objeto. Pueden ser de tipo Artesanal (manualidades), Técnicos (montajes de Tecnología), de simulación (sistemas entrenadores, simuladores informáticos, etc.),...

En las asignaturas de Tecnología la modalidad de Proyectos de Producción se conoce como Método de Proyecto-Construcción, aplicándose para la construcción de prototipos técnicos que permitan desarrollar el conocimiento tecnológico como elemento integrador de conocimientos científico-técnicos.

En *FIRST LEGO League* se trabaja con esta metodología. Las situaciones a resolver tanto en el Juego del Robot como en el Proyecto Científico son problemas complejos adaptados a sus capacidades con infinidad de posibles soluciones, en las que se tienen que aplicar conocimientos de diferentes disciplinas, y que culminan con dos productos reales.

El **Desafío** que cada año se propone está relacionado con algún tema de actualidad, estableciendo el contexto del mundo real tan importante en el **Método de Proyectos**. Además, es posible aplicar dos modalidades diferentes de Proyectos: Método Proyecto-Construcción en el Juego del Robot y Proyecto de Información para el Proyecto Científico.

2.2. Educación STEM (Ciencia, Tecnología, Ingeniería y Matemáticas)

El término “STEM” es el acrónimo de los términos en inglés *Science, Technology, Engineering and Mathematics*. La doctrina de la “Educación STEM” se está impulsando en Estados Unidos en las dos últimas décadas, siendo actualmente el pilar de su reforma educativa para incrementar la alfabetización STEM de todos los estudiantes y mejorar sus resultados en todas las disciplinas de Ciencias y Tecnología.

El concepto “Educación STEM” se ha desarrollado como una nueva manera de enseñar conjuntamente Ciencias y Tecnología con dos características diferenciadoras:

- Enseñanza-aprendizaje de Ciencia, Tecnología, Ingeniería y Matemáticas de manera conjunta e integrada, en lugar de como áreas de conocimiento compartimentadas.
- Con un enfoque de Ingeniería en cuanto al desarrollo de conocimientos dirigidos a la resolución de problemas tecnológicos reales.

En cuanto al aprendizaje integrado de Matemáticas, Ciencia y Tecnología, debería ser inherente a estas disciplinas por la relación existente entre ellas. De hecho, lo artificial es estudiarlas diferenciadas unas de otras. De lo que se trata es de provocar intencionadamente situaciones que permitan aprender de manera simultánea e integrada conceptos de estas materias.

Esto se lleva a cabo en un proceso práctico de diseño y resolución de problemas, tal y como se hace en Ingeniería en el mundo real. Esta es la razón por la que se incorpora el enfoque de Ingeniería como metodología pedagógica.

La esencia de la Ingeniería es diseñar y llevar a la práctica una solución en la construcción de un objeto técnico. Éste es un proceso complejo que **consiste en aplicar conocimientos científico-tecnológicos diversos para solucionar un problema real.**

Los **científicos y los ingenieros** enfocan la resolución de problemas generalmente como un proceso de **optimización de una solución**, en lugar de probar que un problema se resuelve con una solución única. Los planes de estudio de Matemáticas y Ciencias suelen recibir la crítica de que están orientados a problemas bien definidos en los que se conoce la respuesta, sólo hay una solución, y la atención se centra en enseñar a los estudiantes como llegar a la respuesta correcta. En contraste, los problemas del mundo real están mal definidos, y a veces no tienen una respuesta correcta.

En Educación STEM, los estudiantes aprenden a resolver problemas reales sobre los que deben tomar decisiones y reflexionar. A través de la explicación de hipótesis e ideas, hacen conexiones entre los objetivos de la resolución de problemas y los procesos realizados, retienen el conocimiento adquirido y desarrollan sus habilidades.

La evolución educativa que supone la Educación STEM en el s.XXI es que la Ingeniería y sus métodos se abren paso en el currículum de la Educación Primaria y Secundaria, de igual modo que la Ciencia y el Método Científico se han incorporado al currículum a lo largo del siglo XX.

La Educación STEM está basada en principios del constructivismo, y por tanto, su pedagogía está centrada en el estudiante y en el conocimiento. Hay cada vez más evidencias de que los aprendizajes STEM mejoran el proceso educativo. Se pueden resumir los beneficios de un sistema de Educación STEM en:

- Transferencia de los conocimientos y habilidades a problemas del mundo real.
- Incremento de la motivación para aprender.
- Retención a largo plazo, una vez aprendido el conocimiento.
- Mejora los aprendizajes posteriores de conocimientos relacionados.

Es de destacar que la mejora del aprendizaje se consigue en todos los estudiantes, no solo con los más cualificados y/o futuros científicos e ingenieros.

Este nuevo paradigma educativo se integra perfectamente con el Método de Proyectos mencionado anteriormente. La investigación actual sobre la aplicación del Método de Proyectos y Educación STEM demuestra que la realización de Proyectos puede aumentar el interés de los alumnos en Ciencias,

Tecnología, Ingeniería, y Matemáticas, ya que involucran a los estudiantes en la solución de problemas auténticos, trabajan en equipo, y construyen soluciones reales y tangibles.

El robot educativo LEGO MINDSTORMS nace con un enfoque de Educación STEM, y todos los programas educativos de LEGO Education (división educativa de LEGO) quieren impulsar el aprendizaje de las competencias y habilidades del siglo XXI mediante la Educación STEM⁷.

Por otro lado, *FIRST*⁸ (siglas en inglés: *For Inspiration and Recognition of Science and Technology*) surgió en 1989 para fomentar entre los jóvenes el interés por la Ciencia, Tecnología, Ingeniería y Matemáticas. Es decir, fomentar las disciplinas STEM. Su fundador Dean Kamen dice textualmente:

"To transform our culture by creating a world where Science and Technology are celebrated and where young people dream of becoming science and technology leaders."⁹

Si se tiene en cuenta que *FIRST LEGO League* es un programa que surge de la unión de *FIRST* y de LEGO Education, resulta evidente que Educación STEM y *FIRST LEGO League* van de la mano.

En definitiva, una de las grandes posibilidades que ofrece la integración de *FIRST LEGO League* en el aula es la introducción de la novedosa metodología de trabajo que supone la Educación STEM. Es decir, la **posibilidad de enseñar de manera integrada** Matemáticas, Ciencias y Tecnología incorporando **métodos de Ingeniería para la resolución de problemas tecnológicos reales**.

En FLL, los estudiantes participantes se enfrentan a un desafío del mundo real mediante la construcción de robots que realizan tareas en un Terreno de Juego y la elaboración de un proyecto científico:

- Diseñan, construyen y programan un robot LEGO MINDSTORMS.
- Aplican conceptos de Ciencia y Tecnología del mundo real.
- Investigan desafíos a los que se enfrentan los científicos e ingenieros de hoy.
- Desarrollan habilidades de trabajo en equipo, emprendimiento, innovación y creatividad que utilizarán para toda vida.

⁷ <http://education.lego.com/en-us/preschool-and-school/secondary/classroom-solutions/>

Como muestra puede consultarse este vídeo de LEGO Education USA donde se exponen las posibilidades del robot LEGO MINDSTORMS como recurso educativo STEM: <http://youtu.be/O68t7MAxM2s>

⁸ <http://www.usfirst.org/>

⁹ "Transformar nuestra cultura mediante la creación de un mundo donde se celebren la Ciencia y la Tecnología y donde los jóvenes sueñan con convertirse en líderes de Ciencia y Tecnología"

3. INTEGRACIÓN CURRICULAR DE FLL

En este apartado se realizan sugerencias sobre cómo integrar curricularmente *FIRST LEGO League* en el aula de Primaria y Secundaria.

Primero se resumen los aspectos curriculares que se pueden desarrollar participando en *FIRST LEGO League* desde el punto de vista de desarrollo de Competencias Básicas, contenidos que se imparten en Primaria y Secundaria, y su Evaluación.

A continuación se plantean diferentes tipos de integración curricular, según la cantidad de horas lectivas de clase utilizadas y la asignatura en la que se realiza.

Posteriormente se concreta la función del profesor y entrenador del equipo siguiendo el espíritu FLL y en consonancia con las metodologías pedagógicas expuestas anteriormente. También se ponen ejemplos de actividades de clase relacionadas con el entrenamiento de uno o más equipos en microFLL.

Y finalmente se propone una planificación de las tareas necesarias para preparar el desafío *FIRST LEGO League* en microFLL y posteriormente para los Torneos Clasificatorios FLL.

3.1. Desarrollo del currículum de Primaria y Secundaria

En este apartado se resumen los aspectos curriculares que se pueden desarrollar al integrar *FIRST LEGO League* en diferentes asignaturas de Educación Primaria y Secundaria¹⁰.

3.1.1. Competencias Básicas

Las Competencias Básicas son aquellos aprendizajes considerados imprescindibles desde un planteamiento integrador y orientado a la aplicación de los saberes adquiridos. De ahí su carácter básico.

Son aquellas competencias que se deben haber desarrollado al finalizar la enseñanza obligatoria para poder lograr su realización personal, ejercer la ciudadanía activa, incorporarse a la vida adulta de manera satisfactoria y ser capaz de desarrollar un aprendizaje permanente a lo largo de la vida.

¹⁰ Se ha tenido en cuenta la legislación vigente a la fecha de redacción de esta guía que regula los aspectos comunes del sistema educativo en todo el territorio español:

- Ley Orgánica de Educación (LOE) 2/2006.
- Real Decreto 1513/2006, por el que se establecen las enseñanzas mínimas de la Educación Primaria.
- Real Decreto 1631/2006, por el que se establecen las enseñanzas mínimas correspondientes a la Educación Secundaria Obligatoria.
- Real Decreto 1467/2007, por el que se establece la estructura del Bachillerato y se fijan sus enseñanzas mínimas.

Las ocho Competencias Básicas de nuestro sistema educativo obligatorio son:

- Tratamiento de la información y competencia digital.
- Competencia para aprender a aprender.
- Autonomía e iniciativa personal.
- Competencia matemática.
- Competencia en comunicación lingüística.
- Competencia en el conocimiento y la interacción con el mundo físico.
- Competencia social y ciudadana.
- Competencia cultural y artística.

La integración de *FIRST LEGO League* en el currículum permite desarrollar todas las Competencias Básicas en el modo que se describe a continuación.

Tratamiento de la información y competencia digital

Son dos los aspectos de la tecnología digital aplicada al ámbito educativo: como un medio de información y como medio de construcción. Ambos son de igual importancia, pero el lado constructivo de la tecnología digital ocupa un segundo lugar muy disminuido frente al dominante lado informativo.

Esto es consecuencia del uso masivo de la denominación "*Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC)*" para referirse a "*Tecnología Digital*". El término TIC promueve un efecto desfavorable sobre la cultura popular y también sobre el sistema educativo, dando mayor importancia a la información y su disponibilidad (Internet) y dejando de lado tecnologías de tanta potencialidad educativa como la robótica, la simulación, o los hipertextos, por citar algunos ejemplos¹¹.

La preparación del Desafío *FIRST LEGO League* contribuye al desarrollo de esta Competencia Básica en toda su amplitud, considerando los dos aspectos de la tecnología digital:

- como medio de construcción mediante la programación del robot que debe resolver las misiones de la mesa de juego.
- como medio de información con la preparación del Proyecto Científico, donde hay que localizar, procesar, elaborar, almacenar y presentar información.

¹¹ Esta problemática ya la planteó Seymour Papert al desarrollar la teoría del construccionismo, una teoría educativa que fundamenta el uso de la tecnología digital en educación. Se puede resumir de la siguiente manera: "Constructivismo + Tecnología = Construccionismo".

Papert fue más lejos de sólo formular la teoría construccionista. Ha dedicado sus esfuerzos a crear objetos de construcción que puedan producir un cambio radical en el modo en que aprenden los niños.

Junto a un equipo de investigadores del Instituto Tecnológico de Massachusetts (MIT), desarrolló el popular lenguaje de programación LOGO en 1967. Posteriormente sus ideas construccionistas sobre el aprendizaje interesaron a la Compañía LEGO. La colaboración entre Papert y LEGO Education originó un objeto que permite relacionar la construcción con la programación: surge así el robot LEGO Mindstorms en 1998. De hecho, el nombre "Mindstorms" proviene del título de un libro suyo llamado "Mindstorms: Children, Computers, and Powerful Ideas"

Competencia para aprender a aprender

A la adquisición de la competencia de aprender a aprender se contribuye con el desarrollo de estrategias de resolución de problemas. En particular mediante la obtención, análisis y selección de información útil tanto para el Juego del Robot como para el Proyecto Científico.

Se pretende conseguir que los miembros de los equipos FLL desarrollen sus conocimientos no solo a partir de la labor de su profesor-entrenador sino, sobre todo, a partir de sus propias experiencias y conclusiones. Se puede aprovechar el interés natural del alumno en crear, construir e inventar para motivarle a aprender, investigar y pensar.

Existe una gran oportunidad de contribuir al desarrollo de esta Competencia Básica combinando el programa *FIRST LEGO League*, la actualidad del tema del desafío propuesto y el atractivo e interdisciplinariedad de la robótica.

Autonomía e iniciativa personal

La contribución a la autonomía e iniciativa personal se centra en el modo particular con que *FIRST LEGO League* diseña los problemas, planteándolos como retos que los alumnos deben resolver. Y será mayor en la medida en que se fomenten modos de enfrentarse a ellos de manera autónoma y creativa, se incida en la valoración reflexiva de las diferentes alternativas y se prepare para el análisis previo de las decisiones que se toman.

A través de esta vía se ofrecen muchas oportunidades para el desarrollo de cualidades personales como la iniciativa, el espíritu de superación, la perseverancia frente a las dificultades, la autonomía y la autocrítica, contribuyendo al aumento de la confianza en uno mismo y a la mejora de su autoestima.

Recordemos que uno de los principios en que se basa *FIRST LEGO League* es que el proceso es más importante que el resultado. Además, el proponer las misiones como un desafío de trabajo que todos los equipos han de resolver con sus robots implica cierta competitividad, afán de superación y satisfacción por el logro que atrae enormemente a los jóvenes estudiantes.

Competencia matemática

El uso instrumental de conocimientos y técnicas matemáticas contribuye a configurar adecuadamente la competencia matemática, en la medida en que brinda situaciones de aplicación práctica, facilita la visibilidad de las relaciones entre los diferentes contenidos matemáticos y colabora a la confianza en el uso de las herramientas matemáticas.

Algunas de ellas están especialmente presentes debido al manejo de la información procedente de los sensores del robot, procesamiento de la información según el programa de funcionamiento y envío de órdenes a los servomotores de salida. Esto permite trabajar en el aula cuestiones como la medición y el

cálculo de magnitudes, el uso de escalas, y la resolución de problemas basados en la aplicación de expresiones matemáticas y principios físicos.

Competencia en comunicación lingüística

La contribución a la competencia en comunicación lingüística se realiza a través de la adquisición de vocabulario específico relacionado con el tema del Desafío que cada año se propone. Este vocabulario ha de ser utilizado en la preparación del Proyecto Científico en los procesos de búsqueda, análisis, selección, resumen y comunicación de información.

La lectura, interpretación y redacción de informes y documentos técnicos contribuye al conocimiento y a la capacidad de utilización de diferentes tipos de textos y sus estructuras formales.

Por otro lado, la robótica es un área de conocimiento tecnológico muy actual. Como todos los campos de alta tecnología y en constante desarrollo, la mayoría de la nomenclatura técnica se encuentra en inglés. Esto permite contribuir al plurilingüismo con actividades de manejo de vocabulario técnico en inglés.

Competencia en conocimiento y la interacción con el medio físico

Se contribuye a la adquisición de la competencia en el conocimiento y la interacción con el medio físico, principalmente mediante el conocimiento y comprensión de procesos y sistemas tecnológicos asociados a los robots, y a través del desarrollo de destrezas técnicas y habilidades para manipular objetos con precisión y seguridad.

La interacción con un entorno en el que lo tecnológico constituye un elemento esencial, se ve facilitada por el conocimiento y utilización del proceso de resolución técnica de problemas y su aplicación para identificar y dar respuesta a necesidades, evaluando el desarrollo del proceso y sus resultados.

Competencia social y ciudadana

Por último, la contribución a la adquisición de la competencia social y ciudadana, en lo que se refiere a las habilidades para las relaciones humanas vendrá determinada por el modo en que los equipos FLL desarrollan las tareas asociadas a la resolución de los 3 ámbitos del Desafío: Proyecto Científico, Juego del Robot y Valores FLL.

El alumnado tendrá múltiples ocasiones para expresar y discutir adecuadamente ideas y razonamientos, escuchar a los demás, abordar dificultades, gestionar conflictos y tomar decisiones, practicando el diálogo, la negociación, y adoptando actitudes de respeto y tolerancia hacia sus compañeros.

Competencia cultural y artística

Por último, la competencia cultural y artística se desarrolla con la preparación de las presentaciones de los ámbitos del Desafío. Al menos para el Proyecto Científico hay que realizar una presentación formal

en la que se valora la originalidad de la misma. Así mismo, los Valores FLL se presentan con un póster de dimensiones y distribución de contenidos determinadas.

Además, existe la posibilidad de que el tema del Proyecto Científico esté relacionado con algún aspecto cultural o artístico que sea relevante para el alumnado.

3.1.2. Contenidos curriculares

Con la integración curricular de *FIRST LEGO League* se puede abarcar gran parte de los contenidos de Educación Primaria y Secundaria, además de potenciar el interés por los estudios científicos y tecnológicos.

A continuación, se resumen los contenidos curriculares más significativos.

Educación Primaria

Se consideran fundamentalmente contenidos de 5º y 6º de Primaria, ya que la edad mínima de participación en España de *FIRST LEGO League* es de 10 años.

Conocimiento del Medio Natural, Social y Cultural

- Observación de los efectos de la aplicación de una fuerza.
- Observación y análisis del funcionamiento de máquinas.
- Planificación y montaje de máquinas simples.
- Identificación de los componentes básicos de un ordenador. Iniciación en su uso.
- Conocimiento de algunos operadores mecánicos y de la función que realizan.
- Apreciación de la importancia de las habilidades manuales implicadas en el manejo de herramientas, aparatos y máquinas.
- Elaboración de textos para la comunicación, oral y escrita, del desarrollo de un proyecto. Utilización básica de tratamiento de textos.

Matemáticas

- Utilización de operaciones de suma, resta, multiplicación y división con distintos tipos de números, en situaciones cotidianas y en contextos de resolución de problemas. Cálculo de tantos por ciento básicos en situaciones reales.
- Comparación y ordenación de unidades y cantidades de una misma magnitud.

- Resolución de problemas de la vida cotidiana utilizando estrategias personales de cálculo mental y relaciones entre los números, explicando oralmente y por escrito el significado de los datos, la situación planteada, el proceso seguido y las soluciones obtenidas.
- Capacidad para formular razonamientos y para argumentar sobre la validez de una solución identificando, en su caso, los errores.
- La situación en el plano y en el espacio, distancias, ángulos y giros. Descripción de posiciones y movimientos, en relación a uno mismo y a otros puntos de referencia.

Educación Secundaria

Se consideran tanto asignaturas de Enseñanza Secundaria Obligatoria (ESO) como de 1º de Bachillerato, puesto que la edad máxima de participación en España de *FIRST LEGO League* es de 16 años¹².

Tecnología - ESO

- Control y robótica.
 - Experimentación con sistemas automáticos, sensores, actuadores y aplicación de la realimentación en dispositivos de control.
 - Diseño y construcción de robots.
 - Uso del ordenador como elemento de programación y control. Trabajo con simuladores informáticos para verificar y comprobar el funcionamiento de los sistemas diseñados.
- Estructuras y Mecanismos.
 - Elementos de una estructura y esfuerzos a los que están sometidos. Análisis de la función que desempeñan. Tipos de apoyo y triangulación.
 - Mecanismos de transmisión y transformación de movimiento. Relación de transmisión. Análisis de su función en máquinas.
 - Diseño y construcción de prototipos que incluyan mecanismos de transmisión y transformación del movimiento.
- Electricidad y Electrónica.
 - Experimentación de los efectos de la corriente eléctrica.
 - Aplicaciones de la electricidad en sistemas técnicos.
 - Circuito eléctrico: funcionamiento, elementos, simbología y diseño.
 - Electrónica analógica. Componentes básicos y simbología.

¹² Los miembros del equipo no pueden tener más de 16 años el 31 de diciembre del año que se libera el desafío.

- Electrónica digital. Aplicación del álgebra de Boole a problemas tecnológicos básicos. Puertas lógicas.
- Realización de montajes de circuitos característicos.
- Tecnologías de la comunicación. Internet.
 - Utilización de tecnologías de la comunicación de uso cotidiano.
 - Descripción de los sistemas de comunicación.
 - Internet: conceptos, terminología, estructura y funcionamiento.
 - Herramientas y aplicaciones básicas para la búsqueda, descarga, intercambio y publicación de la información.
- Proceso de resolución de problemas tecnológicos.
 - Fases del proyecto técnico. Elaboración de ideas y búsqueda de soluciones. Distribución de tareas y responsabilidades, cooperación y trabajo en equipo.
 - Realización de documentos técnicos. Diseño, planificación y construcción de prototipos.
 - Proceso creativo, de diseño y de construcción.
 - Utilización de las tecnologías de la información y la comunicación para la confección, desarrollo, publicación y difusión del proyecto.

Tecnología Industrial – Bachillerato

- Elementos de máquinas y sistemas:
 - Transmisión y transformación de movimientos.
 - Soporte y unión de elementos mecánicos. Montaje y experimentación de mecanismos característicos.
 - Elementos de un circuito genérico: generador, conductores, dispositivos de regulación y control, receptores de consumo y utilización.
 - Representación esquematizada de circuitos. Simbología. Interpretación de planos y esquemas.
 - Montaje y experimentación de circuitos eléctricos y neumáticos.
- Principios de máquinas: Motores eléctricos. Tipos y aplicaciones.
- Sistemas automáticos:
 - Elementos que componen un sistema de control: transductores, captadores y actuadores.

- Estructura de un sistema automático. Sistemas de lazo abierto y realimentados de control. Comparadores.
- Experimentación en simuladores de circuitos sencillos de control.
- Control y programación de sistemas automáticos:
 - Circuitos lógicos combinacionales. Puertas y funciones lógicas. Procedimientos de simplificación de circuitos lógicos.
 - Aplicación al control del funcionamiento de un dispositivo.
 - Circuitos lógicos secuenciales.
 - Circuitos de control programado.
- Materiales de uso técnico.

La normativa resalta que en Tecnología Industrial, el alumnado debe tener la oportunidad de aplicar los conocimientos adquiridos para experimentar con diferentes máquinas, analizar sus elementos estructurales y sistemas técnicos, los mecanismos de transmisión y unión y la relación entre ellos, así como para comprender la función de cada uno y las aplicaciones características de los distintos tipos de máquinas.

Informática – ESO

- Conexiones inalámbricas e intercambios de información entre dispositivos móviles.
- Adquisición y tratamiento de imagen mediante periféricos de entrada.
- Captura de sonido y vídeo a partir de diferentes fuentes.
- Edición y montaje de audio y vídeo para la creación de contenidos multimedia.
- Publicación y difusión de contenidos.
- Internet y redes sociales.
- La propiedad y la distribución del software y la información: software libre y software privativo, tipos de licencias de uso y distribución.

Tecnologías de la Información y la Comunicación - Bachillerato

- Nuevas tecnologías de la Información y la comunicación en la sociedad.
- Hardware, sistema operativo y redes.
- Aplicaciones de edición y presentaciones
- Los servicios web y el trabajo con redes sociales.
- Edición y diseño asistido por ordenador.
- Lenguajes de programación. Control de procesos.
- Hojas de cálculo y software de análisis de datos numéricos.

- Bases de datos.
- Simulación.

Ciencias de la Naturaleza (ESO)

- Familiarización con las características básicas del trabajo científico, por medio de: planteamiento de problemas, discusión de su interés, formulación de conjeturas, diseños experimentales, etc., para comprender mejor los fenómenos naturales.
- Interpretación de información de carácter científico y utilización de dicha información para formarse una opinión propia y expresarse adecuadamente.
- Valoración de las aportaciones de las ciencias de la naturaleza para dar respuesta a las necesidades de los seres humanos y mejorar las condiciones de su existencia.

Física y Química (ESO y Bachillerato)

- Las fuerzas y los movimientos.
- Estudio del movimiento.
- Dinámica.
- Electricidad.

Ciencias para el Mundo Contemporáneo (Bachillerato)

- Análisis de problemas científico-tecnológicos de incidencia e interés social, predicción de su evolución y aplicación del conocimiento en la búsqueda de soluciones a situaciones concretas.
- Reconocimiento de la contribución del conocimiento científico-tecnológico a la comprensión del mundo, a la mejora de las condiciones de vida de las personas y de los seres vivos en general, a la superación de la obiedad, a la liberación de los prejuicios y a la formación del espíritu crítico.

Matemáticas – ESO y Bachillerato

- Funciones y gráficas.
- Uso de las tecnologías de la información para el análisis conceptual y reconocimiento de propiedades de funciones y gráficas.
- Estadística y Probabilidad.
- Utilización de la calculadora y la hoja de cálculo para organizar los datos y realizar cálculos.
- Modelización matemática.

3.1.3. Evaluación

Cuando se plantea la evaluación con el Desafío FLL integrado en clase, el profesor-entrenador tiene que plantearse la como con cualquier otro tipo de actividad que haya programado para desarrollar sus clases.

Ya se ha explicado como las metodologías pedagógicas que se aplican con *FIRST LEGO League* se basan en los principios del constructivismo. Por eso, el proceso de evaluación valora no solamente el nivel de conocimientos adquiridos sino sobre todo el proceso que se ha seguido para construir dichos conocimientos.

En general, la evaluación con *FIRST LEGO League* puede medir:

- Los conocimientos adquiridos y la capacidad de los alumnos para aplicarlos en situaciones variadas.
- El desarrollo de destrezas, habilidades y cambio de actitudes.
- Si los alumnos son capaces de establecer relaciones diferentes con el conocimiento.
- Si los alumnos contribuyen a aportar un nuevo significado al conocimiento, alterando incluso la dinámica de la interacción establecida por el profesor en el aula.
- La validez de construcción debe verificar si se está evaluando lo que realmente se espera que los alumnos construyan, lo que implica una clara definición de capacidades; una clara definición de criterios de evaluación, cuando será considerada una construcción buena, mala o regular; e instrucciones comprensibles para la comunicación de los aprendizajes.

Por otro lado, los procesos de evaluación hoy día deben alcanzar a todos los elementos de la educación: al propio sistema educativo, a los centros educativos, a los procesos de enseñanza-aprendizaje y a la actuación de los distintos agentes de la educación. En el caso que nos ocupa, también habría que evaluar al propio proceso de integración curricular de *FIRST LEGO League* que se ha seguido.

Finalmente, lo que *FIRST LEGO League* ofrece son las hojas de valoración (Proyecto Científico, Juego del Robot y Valores FLL) que pueden utilizarse para valorar a los equipos que participan en microFLL, y serán utilizadas por los jueces en el Torneo Clasificatorio FLL¹³.

3.2. Enfoques de Integración Curricular

Ya se ha expuesto cómo se pueden desarrollar las Competencias Básicas con la integración de *FIRST LEGO League* en el aula, así como los contenidos más significativos de diferentes asignaturas de ciencias y tecnología tanto en Primaria como en Secundaria.

¹³ Disponible en el Manual del Equipo en <http://www.firstlegoleague.es>

A continuación se plantean las distintas posibilidades de dicha integración, en función del número de horas lectivas que se dedican (todas en horario lectivo, parte en horario lectivo, todas en horario extraescolar) y de las asignaturas donde se realiza la integración curricular de *FIRST LEGO League*.

En el apartado *Casos de Éxito* de este documento se pueden encontrar ejemplos de estas alternativas.

3.2.1. FLL como actividad interdisciplinar

Este enfoque supone desarrollar todos los ámbitos del Desafío *FIRST LEGO League* (Juego del Robot, Proyecto Científico y Valores FLL) totalmente en horario lectivo.

En Primaria se puede hacer dentro de la asignatura *Conocimiento del Medio Natural, Social y Cultural*. En Secundaria sería necesario que dos o más profesores de asignaturas diferentes de ciencias y tecnología trabajen coordinados en la utilización de sus horas de clase para desarrollar los tres ámbitos del Desafío FLL. O bien, que el mismo profesor imparta todas esas asignaturas.

Además de diferentes niveles educativos de Primaria y Secundaria, también puede plantearse para trabajar con alumnado de necesidades educativas especiales. Y con un planteamiento a curso completo en lugar de unas semanas, la preparación del Desafío FLL y el trabajo con robots podría incluso llegar a sustituir a los libros de texto.

FLL como actividad interdisciplinar es el mejor de los escenarios para aplicar la metodología de Educación STEM integrada con el Método de Proyectos. *FIRST LEGO League* ya se encarga de proponer cada año un desafío que establece el contexto real donde resolver problemas complejos. Y los profesores coordinados de ciencias y tecnología se encargan de romper las barreras que compartimentan el conocimiento para enseñar de manera integrada y simultánea Ciencias, Tecnología y Matemáticas aplicando los métodos propios de Ingeniería en la realización de un Proyecto.

Esta forma de integración curricular es la que explota al máximo todas las ventajas educativas de *FIRST LEGO League* que se han expuesto hasta ahora. Los alumnos pueden profundizar más en todas las tareas y por lo tanto desarrollar más las competencias y habilidades del siglo XXI, resaltando que son los alumnos los que aprenden haciendo ellos el trabajo.

3.2.2. Integración de FLL en una asignatura de Ciencias o Tecnología

Las asignaturas de ciencias donde se puede plantear esta posibilidad serían: en Primaria *Conocimiento del Medio Natural, Social y Cultural*; y en Secundaria *Ciencias de la Naturaleza, Ciencias para el Mundo Contemporáneo, Física y Química, y Matemáticas*.

Y las asignaturas tecnológicas donde se podría integrar FLL son: en Primaria de nuevo *Conocimiento del Medio Natural, Social y Cultural*; y en Secundaria *Tecnología, Tecnología Industrial, Informática, Tecnologías de la Información y la Comunicación* o incluso *Robótica* en aquellos centros que la tengan definida como una Optativa de Libre Configuración.

En cualquier caso, se dedican horas del horario lectivo de alguna de estas asignaturas para realizar parte de las tareas FLL. Normalmente es necesario seguir dedicando otra parte del trabajo fuera del horario escolar, aunque con una dedicación menor que si FLL fuese solo una actividad extraescolar.

Cuando la asignatura que integra FLL en clase es de ciencias, lo habitual es que el Proyecto Científico se haga en clase y el Desarrollo Robot se enfoque como una actividad extraescolar. Y si la asignatura es tecnológica se invierten los términos: horas de clase para el Desarrollo Robot y el Proyecto Científico planteado como una actividad extraescolar.

En ambos casos, se aprovechan las ventajas pedagógicas de *FIRST LEGO League*, se refuerza el carácter interdisciplinar de la asignatura en cuestión y se introducen en clase metodologías innovadoras de enseñanza-aprendizaje que permiten desarrollar las competencias y habilidades del siglo XXI:

- Educación STEM para enseñar de manera integrada y simultánea Ciencias, Tecnología y Matemáticas, aplicando procedimientos de Ingeniería en la resolución de problemas.
- Método de Proyectos, de Información para el Proyecto Científico y de Producción (Método Proyecto-Construcción) para el Juego del Robot.

La participación en un equipo FLL se percibe menos como un trabajo fuera de horario lectivo que en el caso de ser una actividad completamente extraescolar. Aunque si se tienen muchas ganas de aprender y trabajar, se puede considerar que se tiene más tiempo fuera de clase para preparar mejor el Desafío.

Como el entrenador a fin de cuentas es profesor de una asignatura concreta, es muy posible que se tienda a darle más importancia a una parte del Desafío (Proyecto Científico en asignaturas de ciencias y Robot en asignaturas tecnológicas) que a las demás. Esto es lógico, ya que con esa parte es con la que el entrenador se sentirá más seguro, y además los alumnos perciben que si se hace en clase es porque tiene más relevancia para su calificación en la asignatura.

También es posible que por estas razones, el profesor tenga una mayor tendencia a dirigir el trabajo de los alumnos en la parte del Desafío que se realiza en clase y dejarles más libertad en la tarea extraescolar que le resulta menos familiar. Hay que recordar que uno de los principios de las metodologías de enseñanza-aprendizaje propias de *FIRST LEGO League* es que los alumnos realizan el trabajo. Por lo tanto deben tener la misma libertad de acción en todos los ámbitos del Desafío.

3.2.3. Integración de FLL como Actividad Extraescolar

Con este planteamiento, la preparación de los tres ámbitos del Desafío *FIRST LEGO League* (Juego del Robot, Proyecto Científico y Valores FLL) se realiza completamente en horario extraescolar. Por tanto, no se dedican horas de clase a preparar el desafío.

Curricularmente, la introducción de *FIRST LEGO League* sirve para complementar alguna de las asignaturas oficiales. Bien desde el punto de vista de desarrollo de los contenidos de una asignatura de

ciencias y/o tecnología, o bien para desarrollar competencias y habilidades más difíciles de conseguir en clase en el entorno de una sola asignatura: aplicación práctica de conocimientos teóricos interdisciplinarios, trabajo en equipo, resolución de problemas reales, comunicación, emprendimiento, etc.

La principal ventaja es que se tiene una gran libertad de horario y una mayor flexibilidad en la organización y planificación de las tareas. Esta libertad y flexibilidad también hace más fácil aplicar completamente el paradigma de educación STEM: aprendizaje integrado de matemáticas, ciencias y tecnología en el marco de la resolución de un problema tecnológico real aplicando métodos de ingeniería.

Al tratarse de una actividad extraescolar, el trabajo del entrenador podría plantearse como la de un profesor o monitor de actividades extraescolares (como pueden ser un equipo deportivo o un grupo de música).

Cuando el equipo FLL es de alguna asociación, organización, o simplemente un grupo de amigos y/o familiares que deciden formar un equipo FLL y por tanto se reúne fuera de horario escolar, también pueden aprovechar todas las ventajas educativas que se exponen en este documento.

3.3. Papel del Profesor-Entrenador. Actividades en Clase

Ya se ha visto como las principales metodologías pedagógicas que se pueden aplicar con *FIRST LEGO League* se basan en los principios del constructivismo.

Como consecuencia, el papel del profesor ya no es tanto transmitir conocimientos a un alumnado pasivo y receptor de los mismos. En **el proceso de aprendizaje constructivo**, el profesor cede su protagonismo al **estudiante quien asume el papel fundamental en su proceso de formación**. Es el propio estudiante quien tiene que lograr la transferencia de lo teórico hacia ámbitos prácticos.

El papel del profesor se centra en el diseño de las actividades que permitan al alumnado construir y desarrollar sus aprendizajes. *FIRST LEGO League* ofrece al profesor un contexto real para el desarrollo de este tipo de actividades.

Las características fundamentales de un profesor constructivista que se ven impulsadas por *FIRST LEGO League* son:

- Promueve la autonomía e iniciativa del alumnado. En FLL, los alumnos hacen el trabajo.
- Usa materiales físicos, interactivos y manipulables: los robots LEGO MINDSTORMS.
- Usa terminología cognitiva tal como: clasificar, analizar, predecir, crear, inferir, deducir, estimar, elaborar, pensar.
- Permite que el estudiante dirija el aprendizaje, cambie la estrategia y cuestione el contenido.

- Fomenta el diálogo y la colaboración entre los alumnos, y entre los alumnos y el profesor-entrenador.
- Investiga acerca de la comprensión de conceptos que tienen los estudiantes, antes de compartir con ellos su propia comprensión de estos conceptos.
- Estimula la curiosidad e interés del alumnado a través de preguntas amplias y valorativas; igualmente, induce al alumno a inquirir.
- Insiste en que el estudiante repiense, elabore y complete su respuesta inicial. Permite al estudiante “pensar” antes de contestar.
- Crea situaciones y experiencias que “contradigan” la hipótesis original, a fin de estimular la reflexión.
- Alimenta la curiosidad de los estudiantes.

Los detalles sobre cómo el profesor-entrenador puede aplicar de manera práctica estas características se pueden consultar en el “Manual del Equipo FLL”¹⁴, en el apartado “Entrenador” donde se detallan sus funciones. Resumidamente:

- **Conciencia de equipo.** Los miembros del equipo aprenden mientras buscan sus propias respuestas. El entrenador debe saber regular la dinámica del equipo, adecuándose a las distintas personalidades y maneras de reaccionar de cada uno de sus integrantes.
- **Organización.** El entrenador es responsable de las reuniones y encuentros del equipo. Le corresponde organizar el calendario de trabajo y asegurar la asistencia regular de los miembros del equipo a los entrenamientos.
- **Dar ejemplo.** El entrenador debe tener claro su propio papel y ser consciente de **cómo influye sobre el equipo**. Los entrenadores deberían verse a sí mismos como un ejemplo de respeto a las distintas reglas y/o especificaciones que determinen.

Por lo tanto, en FLL el profesor tiene un papel muy parecido al del entrenador de un equipo deportivo, aunque en este caso se trata de “deporte para la mente”.

El profesor-entrenador acompaña al equipo en el proceso de aprendizaje. Pero **son los alumnos los que deben realizar el trabajo**. El entrenador da pistas, pautas, ofrece alternativas para analizar,... pero nunca soluciones directas que anulan la capacidad de construcción de conocimientos de los estudiantes y demuestran falta de confianza en que los alumnos son capaces de hacerlo por sí mismos.

¹⁴ Disponible en <http://www.firstlegoleague.es>

3.3.1. Ejemplos de actividades en clase

A continuación se muestran algunos ejemplos de actividades que se pueden hacer en clase en el contexto de preparación de *FIRST LEGO League*.

Dichos ejemplos se han agrupado según la teoría de las inteligencias múltiples.

La teoría de las inteligencias múltiples, propuesta por el Premio Príncipe de Asturias 2011 Howard Gardner¹⁵, define la inteligencia como una habilidad que se puede desarrollar y no solo como algo puramente innato:

“La inteligencia es la capacidad de resolver problemas y/o elaborar productos que sean valiosos en una o más culturas”

Con esta perspectiva, establece que no existe una inteligencia única en el ser humano sino una diversidad de inteligencias que marcan las potencialidades de cada individuo. Cada persona posee todas aunque desarrolle unas más que otras.

Teniendo esto en cuenta, algunas sugerencias de actividades de clase que se pueden realizar en el contexto *FIRST LEGO League* son:

- **Inteligencia Lingüística.** Facilidad para escribir, leer, contar cuentos o hacer crucigramas.
 - Leer y buscar información.
 - Expresar ideas. Redactar documentación.
 - Traducir documentos de/a otras lenguas.
 - Preparar presentaciones.
 - Crear y gestionar redes sociales: Facebook, Twitter, un canal de Youtube o un blog.
 - Decidir el nombre del equipo.

- **Inteligencia Lógica-Matemática:** Facilidad para la resolución de problemas aritméticos, juegos de estrategia y experimentos.
 - Analizar el Terreno de Juego y pensar estrategias de realización de misiones.
 - Organizar grandes cantidades de información.
 - Resolver problemas matemáticos relacionados con las misiones.
 - Programar el robot.
 - Control de calidad: Pruebas y evaluación de resultados.

¹⁵ <http://howardgardner.com/>

- Pensar y proponer soluciones a los problemas del robot.

- **Inteligencia Corporal y Cinética:** Facilidad para procesar el conocimiento a través de las sensaciones corporales.
 - Manipular el robot en el Terreno de Juego durante los entrenamientos y el día del Torneo.
 - Preparar presentaciones de proyectos con música, baile o teatro.

- **Inteligencia Visual y Espacial:** Facilidad para resolver rompecabezas, dibujar, juegos constructivos, etc.
 - Dibujar posibles diseños del robot.
 - Construir el robot.
 - Construir la Mesa de prácticas.
 - Construir las misiones de el Terreno de Juego.
 - Diseñar, dibujar prototipos de la solución del Proyecto Científico.
 - Realizar carteles, camisetas, publicidad, decoración...
 - Diseñar el logo del equipo.

- **Inteligencia Musical:** Facilidad para escuchar, cantar, tocar instrumentos.
 - Preparar presentaciones con música o teatro.

- **Inteligencia Social o Interpersonal:** Facilidad para comunicarse bien, ser líderes de grupos, entender bien los sentimientos de los demás y tener relaciones interpersonales.
 - Organizar el equipo. Reparto de funciones y tareas.
 - Gestionar conflictos personales.
 - Contactar y compartir información con otros equipos FLL (en el mismo centro, de Torneos Clasificatorios FLL o incluso de todo el mundo).
 - Contactar con terceras personas: expertos, sponsors,...
 - Organizar actividades de financiación para recaudar fondos.

- **Inteligencia Intrapersonal:** Capacidad de un sujeto de conocerse a sí mismo, sus reacciones, emociones y vida interior.
 - Responsabilidad, autonomía e iniciativa en las tareas asignadas.
 - Autocontrol de emociones y reacciones.
 - Planteamiento de metas personales.
- **Inteligencia Naturalista:** Facilidad en el entendimiento del entorno natural y la observación científica de la naturaleza.
 - Identificar problemas reales relacionados con el Desafío.
 - Investigar el problema escogido y sus consecuencias en el mundo real.
 - Proponer soluciones innovadoras y factibles.

3.3.2. Ejemplo de Planificación de Tareas

A modo de ilustración, se propone una planificación y secuenciación de las tareas necesarias para preparar el Desafío FLL en un trimestre.

Lógicamente solo es un ejemplo, ya que las combinaciones posibles son ilimitadas: Cada equipo puede dedicar más o menos tiempo a su preparación, la carga de trabajo puede ser constante o empezar poco a poco y concentrar más trabajo al final, las tareas se pueden ordenar de múltiples maneras, se pueden hacer el Proyecto Científico y el Juego del Robot en paralelo o concentrarse primero en un ámbito y luego terminar con otro, etc.

La planificación de tareas que se expone a continuación se ha hecho con las siguientes premisas:

- Equipos completos con 10 componentes.
- Carga de trabajo uniforme de 3 horas semanales.
- Realización en paralelo de todos los ámbitos del Desafío: Juego del Robot, Proyecto Científico y Valores FLL.
- 3 meses (12 semanas) de tiempo total: 8 semanas preparación de microFLL y 4 de preparación del Torneo Clasificatorio FLL.

Otra opción para los equipos donde el Torneo Clasificatorio FLL se realiza después de Navidad, podría ser dedicar el primer trimestre escolar a la preparación de microFLL y las primeras semanas del segundo trimestre a la preparación del Torneo Clasificatorio FLL.

Tareas preliminares

Es importante, aunque no indispensable, que estas tareas estén realizadas antes del inicio de la preparación del Desafío FLL:

- Concretar qué competencias o contenidos del currículum se quieren trabajar en clase.
- Planificar las tareas y actividades que se van a realizar.
- Organizar el trabajo de clase: número de equipos microFLL, número de robots, ordenadores para los equipos, mesa de prácticas con las medidas estándar para el tapete y las misiones del robot, etc.
- Diseñar cómo elegir a los participantes para el Torneo Clasificatorio FLL de entre los participantes en microFLL. Existen muchas posibilidades en un amplio abanico de opciones:
 - “Inclusivas” que buscarán la manera de que participe el mayor número de alumnos posible.
 - “Competitiva” donde solo los mejores participarán en Torneo Clasificatorio FLL.
 - Otras opciones intermedias donde se intenten combinar el rendimiento y el interés de los alumnos con la posibilidad de que el mayor número de alumnos disfrute de la experiencia que supone conocer y competir con equipos de otros centros y lugares.
- Pensar el sistema de evaluación de los alumnos.
- Leer el manual de equipo y la documentación del Desafío.
- Si es la primera vez que los alumnos utilizan robots LEGO MINDSTORMS, es recomendable dedicar un par de sesiones para que se familiaricen con el material y adquieran conocimientos básicos de programación¹⁶.

¡¡No conocer los robots LEGO MINDSTORMS no es excusa para no participar en el Desafío *FIRST* LEGO League!!

Por último recordar que en el manual de equipo están disponibles las plantillas para preparar el Proyecto Científico, el Diseño del Robot y el póster de Valores FLL.

¹⁶ Para esta cuestión es suficiente con realizar el tutorial online NXT de introducción a la programación con LEGO MINDSTORMS NXT que ofrece FLL España. Los conocimientos avanzados (en caso de ser necesarios) se adquieren en el Juego del Robot.

1ª Semana – PREPARACIÓN MICROFLL

- Presentación del Desafío FLL a los miembros del equipo:
 - Tema del Desafío propuesto.
 - Proyecto Científico, Robot y Valores FLL. Para los que participan por primera vez se pueden ver vídeos de ediciones anteriores, hay multitud en internet.
- Repasar toda la documentación del Desafío disponible.
- Dividir el grupo clase en equipos microFLL.
- Elección del nombre de los equipos microFLL.
- Reparto inicial de tareas (tanto Proyecto Científico como del Juego del Robot) para cada equipo microFLL.
- En caso de que no estén las tareas preliminares mencionadas anteriormente éstas deben integrarse en la planificación, a ser posible en las dos primeras semanas.

2ª SEMANA – PREPARACIÓN MICROFLL

- Repasar los Valores FLL. ¡¡Nunca está de más repetir esta tarea!!
- Acuerdo sobre la planificación global del trabajo.
- Acuerdo sobre el reparto de funciones y responsabilidades de cada miembro de los equipos microFLL. Por supuesto que esto puede cambiar con el tiempo.
- Juego del Robot:
 - Montaje de las misiones del Terreno de Juego.
- Proyecto Científico: Investigación general sobre el tema del Desafío por equipos.
- Organización evento microFLL:
 - Determinar el formato de la puesta en común microFLL (en la propia aula, como actividad extraescolar, durante una actividad de puertas abiertas a los padres, ...)
 - Diseño del evento microFLL: Recursos necesarios¹⁷, horarios, involucración de terceras personas, autorizaciones necesarias como actividad extraescolar, difusión en la comunidad educativa, etc.
 - Planificación de tareas.

3ª SEMANA – PREPARACIÓN MICROFLL

- Juego del Robot:
 - Repaso de las Reglas del Juego del Robot y requisitos del robot.
 - Comprensión de las misiones del Terreno de Juego.

¹⁷ Ver manual de organización de microFLL referenciado en <http://www.firstlegoleague.es>

- Comprobar las actualizaciones de “Robot Game Updates” en la web FLL internacional. Son las que se tendrán en cuenta el día del Torneo Clasificatorio FLL.
- Discusión de las posibles estrategias de realización de misiones.
- Proyecto Científico:
 - Puesta en común de los equipos microFLL de lo aprendido sobre el tema del Desafío.
 - Selección del tema de cada equipo micro FLL del Proyecto Científico y del problema que se quiere solucionar.
 - Planificación de posibles visitas a profesionales / especialistas relacionadas con el tema seleccionado.

4ª SEMANA – PREPARACIÓN MICROFLL

- Repasar los Valores FLL, detectar los que necesitan ser reforzados.
- Juego del Robot:
 - Montaje de la estructura básica del robot de cada equipo microFLL.
 - Programación de la primera misión seleccionada.
- Proyecto Científico:
 - Búsqueda y análisis de soluciones existentes al problema seleccionado de cada equipo microFLL.
 - Propuestas de solución innovadora.

5ª SEMANA – PREPARACIÓN MICROFLL

- Seguimiento de las tareas realizadas con respecto a la planificación inicial. Análisis de los posibles cambios en la planificación y/o objetivos que se quieren alcanzar.
- Propuestas para compartir el trabajo con otros. Acciones a realizar.
- Juego del Robot:
 - Comprobar las actualizaciones de “Robot Game Updates”
 - Programación de la siguiente misión.
 - Validación del diseño del robot para ejecutar todas las misiones.
- Proyecto Científico:
 - Selección de la solución innovadora de cada equipo microFLL.
 - Diseño de la solución innovadora de cada equipo microFLL.

6ª SEMANA – PREPARACIÓN MICROFLL

- Juego del Robot:
 - Comprobar las actualizaciones de “Robot Game Updates”.
 - Comprobar que ya se realizan la mitad de las misiones que se pretenden realizar cada equipo microFLL.
 - Programación de más misiones.
 - Pruebas de ejecución de varias misiones seguidas.
 - Ampliaciones necesarias en la estructura del robot.
- Proyecto Científico:
 - Análisis y evaluación del diseño de la solución de cada equipo microFLL.
 - Planificación de posibles visitas relacionadas con la solución innovadora.
- Organización microFLL:
 - Seguimiento de las tareas realizadas con respecto a la planificación de la puesta en común microFLL.

7ª SEMANA – PREPARACIÓN MICROFLL

- Repasar los Valores FLL. Comprobar que se consigue el principal objetivo: descubrimiento y diversión.
- Juego del Robot:
 - Comprobar las actualizaciones de “Robot Game Updates”.
 - Programación de más misiones. Ya deberían realizarse al menos el 50% de las misiones previstas por cada equipo microFLL.
- Proyecto Científico:
 - Conclusión del diseño de la solución innovadora de cada equipo microFLL.
 - Compartir la solución con personas que se podrían beneficiar de ella.
 - Rellenar la plantilla de proyecto científico.
- Organización microFLL: comprobación final de que todos los recursos necesarios están disponibles: lugar, horario, terceras personas, autorizaciones, etc.

8ª SEMANA – PUESTA EN COMÚN MICROFLL

- Repasar las hojas de valoración de los 3 ámbitos del Desafío y detectar posibles puntos de mejora.
- Juego del Robot:
 - Comprobar las actualizaciones de “Robot Game Updates”.

- Programación de las últimas misiones.
- Inicio de las pruebas de ejecución de tandas completas de misiones, desde que el robot sale de la base hasta que vuelve para empezar otra tanda.
- Proyecto Científico:
 - Propuestas para la presentación del Proyecto Científico.
- microFLL:
 - Celebración de la puesta en común microFLL.

Después de realizar microFLL, determinar el **Proyecto/s Científicos y Robots**, y la **formación de los equipos** que participaran en el Torneo Clasificatorio FLL. ¡Existen muchas posibilidades!

Por ejemplo, en el caso de 3 equipos micro FLL y 1 equipo para el Torneo Clasificatorio FLL se podría formar un equipo combinando el mejor de los 3 robots, el mejor de los 3 Proyectos Científicos y el resto dedicados a preparar la presentación de los Valores FLL.

9ª SEMANA - PREPARACIÓN TORNEO CLASIFICATORIO FLL

A partir de aquí se trabajaría en la participación del Torneo Clasificatorio FLL. Esto no quiere decir que los alumnos que no van participar en torneo dejen de trabajar (pueden seguir desarrollando sus Proyectos Científicos o Robots o pueden colaborar con los equipos que van a participar en el Torneo Clasificatorio FLL):

- Seguimiento de las tareas realizadas con respecto a la planificación final.
- Juego del Robot:
 - Comprobar las últimas actualizaciones de “Robot Game Updates”. En esta fase es muy importante repasar todas las actualizaciones publicadas.
 - Programación de nuevas misiones.
 - Pruebas de ejecución de todas las misiones seguidas.
 - Ajuste fino de la realización de misiones para mejorar la fiabilidad y consistencia.
- Proyecto Científico:
 - Mejora y profundización del Proyecto Científico.
- Valores FLL
 - Preparación póster Valores FLL

10ª SEMANA - PREPARACIÓN TORNEO CLASIFICATORIO FLL

- Repasar los Valores FLL. Propuestas para la presentación al equipo de jueces de los Valores FLL en el Torneo Clasificatorio FLL.
- Juego del Robot:

- Pruebas de ejecución cronometradas.
- Análisis de puntos de mejora en los programas, estructura del robot, técnicas de intercambio de piezas entre tandas, etc.
- Mejoras de la programación del robot.
- Propuestas para la presentación del Diseño del Robot. Soporte plantilla de Diseño del Robot.
- Proyecto Científico:
 - Mejora y profundización del Proyecto Científico.
- Valores FLL
 - Preparación póster Valores FLL

11ª SEMANA - PREPARACIÓN TORNEO CLASIFICATORIO FLL

- Juego del Robot:
 - Ensayos cronometrados de ejecución de todas las misiones.
 - Primeros ensayos de la presentación del Diseño del Robot.
- Proyecto Científico:
 - Realización de la presentación del Proyecto Científico. Soporte plantilla de Proyecto Científico.
 - Ensayos de la presentación del Proyecto Científico.
- Valores FLL
 - Ensayo presentación póster Valores FLL

12ª SEMANA - PREPARACIÓN TORNEO CLASIFICATORIO FLL

- Preparación del Torneo Clasificatorio FLL. Ensayos cronometrados generalizados:
 - Presentación de Valores FLL.
 - Ejecución de todas las misiones del robot.
 - Presentación del Diseño del Robot.
 - Presentación del Proyecto Científico.
- Simulacro del día del Torneo Clasificatorio FLL delante de público, por ejemplo compañeros de clase del colegio o instituto. Sirve como ensayo para el equipo, para que se divulgue el trabajo realizado y como prueba previa al Torneo Clasificatorio FLL.

4. CASOS DE ÉXITO

Para terminar este documento, se van a destacar algunos casos de éxito de integración curricular de *FIRST LEGO League* en el aula, tanto de Educación Primaria como Secundaria. Los casos que se exponen a continuación han sido identificados y valorados por *FIRST LEGO League* España.

Existe un google group de entrenadores FLL, donde se pueden consultar y compartir experiencias.

IES ÍTACA - TOMARES (SEVILLA)

Participan entre 6 y 8 equipos FLL en el instituto de 1º, 2º y 3º de ESO, desde el curso 2010/11.

Han integrado las áreas de Ciencias y Matemáticas en una materia llamada *Ámbito Científico-Tecnológico* en los niveles de 1º y 2º de ESO, de modo que disponen de 7 horas semanales con el mismo profesor. Se intenta que los equipos se ajusten lo más posible a grupos en la misma aula para poder realizar este seguimiento.

En 1º y 2º de ESO el profesor del ámbito científico tecnológico hace el seguimiento del Proyecto Científico en algunas horas de clase destinadas a ello.

El diseño, construcción y programación del robot se realiza por las tardes. Se habilita un espacio donde se montan dos mesas con las misiones que todos los equipos deben compartir. Hay unas normas de uso del aula que incluyen que el alumnado que está trabajando en el aula debe apuntarse en un cuadernillo de seguimiento, donde también queda registrado el responsable del aula de cada jornada de trabajo. El instituto queda abierto y los profesores se turnan para hacer guardia, aunque no intervienen y están fuera del aula. Los equipos trabajan en el aula y los alumnos se turnan para ejercer de responsables. El responsable se encarga de que se cumplan unas normas básicas de funcionamiento que han sido previamente acordadas.

Los participantes veteranos ayudan a los que empiezan y los equipos colaboran entre sí.

Se realiza un torneo previo en el centro entre los equipos del centro, que sirve para darlo a conocer a las familias y a la comunidad.

Uno de los equipos participó en la Gran Final FLL España de las ediciones *Food Factor* y *Senior Solutions*. En la edición *Senior Solutions* se clasificó para el *Open European Championship* de Alemania.

La web del centro es www.iesitaca.org

IES TURANIANA - ROQUETAS DE MAR (ALMERÍA)

Participan 3 equipos FLL en el instituto de 4º de ESO y 1º de Bachillerato, desde el curso 2010/11.

Se imparten las asignaturas optativas de nueva creación “Robótica” en 4º de la ESO y “Robótica Avanzada” en Bachillerato desde el curso 2008/09.

En estas clases específicas de robótica se trabajan conceptos teóricos y se realizan prácticas con el robot LEGO MINDSTORMS. En Bachillerato se utilizan sistemas de programación más complejos basados en java con la plataforma “LEJOS”¹⁸ (LEGO Java Operative System) y con el entorno de desarrollo “Eclipse”. En todas las asignaturas se sigue la metodología pedagógica de Educación STEM combinada con el Método de Proyectos.

Una vez realizado el curso básico de robótica, el trabajo de clase está orientado al Juego del Robot del Desafío FLL. El Proyecto Científico se trabaja por las tardes (el instituto queda abierto) y en horas de recreo.

Los alumnos asumen en gran parte la búsqueda de patrocinadores (empresas, tiendas, organismos, asociaciones, etc.) que subvencionen los equipos. En las últimas ediciones, han conseguido más de 30 patrocinadores.

Los 3 equipos (TURABOT Alfa, Beta y Gamma) han participado en las ediciones Body Forward, Food Factor y Senior Solutions de FLL en Almería. El equipo Turabot Alfa ganó las dos primeras ediciones y participó en las finales españolas de las ediciones Body Forward y Food Factor. En la edición Food Factor, se clasificó para el Open European Championship de Alemania.

Algunos de los resultados de esta iniciativa es que se ha cuadruplicado en el Instituto el número de estudiantes que cursan Tecnología Industrial en Bachillerato, las notas de Tecnología Industrial del IES Turaniana en la selectividad son de las más altas de la provincia de Almería, y se ha quintuplicado el número de alumnos del instituto que se matriculan en grados de Ciencias o Ingeniería en la Universidad.

Su presencia en las redes sociales tanto de robótica educativa como de los equipos FLL es:

- Canal de vídeos de robótica educativa en Youtube: www.youtube.com/gocanar
- Biografía del equipo FLL en Facebook: www.facebook.com/robotica.turaniana
- Blog del equipo FLL en Twitter: twitter.com/Turabot

¹⁸ Este lenguaje de programación no se puede utilizar para participar en FIRST LEGO League.

IES ANTONI POUS - MANLLEU (BARCELONA)

Participa un equipo del instituto desde el curso 2009/10. El curso 2012/13 lo han aplicado a 4º de ESO con alumnos de Aula Abierta. Se debe tener en cuenta que este tipo de alumnado presenta grandes necesidades educativas.

Trabajan desde el inicio de curso tras plantear a los alumnos si quieren participar. El hecho de participar aporta una gran cohesión del grupo en clase, entusiasmo con el proyecto y por tanto mejora de la motivación por los estudios. Los alumnos ganan confianza y autoestima.

Se trata de alumnos que no valoran su propio potencial y con su participación en FLL acaban convenciéndose de que pueden hacer cosas y ser buenos en algo, considerados y respetados por el resto de sus compañeros. En definitiva cambian la etiqueta peyorativa de ser los últimos del curso.

Todos los alumnos se motivan para graduarse y se reduce drásticamente el absentismo escolar. Algunos, al darse cuenta que han cambiado su rumbo, continúan sus estudios con un ciclo formativo. La valoración del profesorado y del centro es muy positiva.

El equipo se clasificó para la Gran Final FLL de la edición Senior Solutions.

Web del centro: agora.xtec.cat/ies-antoni-pous/intranet

COLEGIO LA VALL - BELLATERRA (BARCELONA)

Participan 4 equipos FLL de 4º de ESO y 1º de Bachillerato, desde el curso 2009/10.

Durante el último trimestre de 3º de ESO se trata la robótica en la optativa de tecnología. Su objetivo es introducir a las alumnas en la robótica, y a partir de aquí que se forman los equipos en 4º de ESO.

Las alumnas pueden vincular el Proyecto Científico al trabajo final de Bachillerato.

El colegio ofrece también una actividad extraescolar de robótica a partir de 5º de primaria

Web del centro: www.institucio.org/lavall

ESCOLA VEDRUNA – TONA (BARCELONA)

Participa un equipo FLL de 3º de ESO, desde el curso 2008/09.

Se imparte en la asignatura de Tecnología 3 horas semanales el primer trimestre. Se enfatiza el fomento del espíritu emprendedor, y son los mismos estudiantes los que desde el primer momento lideran su participación en FLL buscando la financiación necesaria.

Muchos alumnos descubren por primera vez que pueden aprender tanto como quieran, y que son responsables de su crecimiento personal e intelectual.

El equipo del centro destaca la motivación y el aumento del rendimiento académico de los alumnos, y muchos intuyen por primera vez su carrera del futuro.

El centro participa en Jr.FLL desde el curso 2012/13 con una experiencia piloto dentro de Conocimiento del Medio Natural, Social y Cultural con alumnos de 2º de Primaria. En el curso 2013/14 se implementa también en 4º de Primaria.

Web del centro: evt.cat

ESCOLA SANT PERE I SANT PAU – TARRAGONA

La actividad la han desarrollado desde el curso 2011/12.

Se plantea como una actividad extraescolar organizada por el AMPA del centro de Primaria. Según la edad de los alumnos participan en FLL y/o en FLL Junior. Incluso siguen realizando la actividad extraescolar con antiguos alumnos que ya han están en el Instituto.

Dedican la primera mitad del curso a preparar el Desafío FLL y el resto del curso a mejorar sus conocimientos de robótica. Se dan a conocer con exhibiciones.

Web del centro: www.xtec.cat/ceip-santperesantpau

En estos casos prácticos:

- ✓ **Los alumnos hacen el trabajo.**
- ✓ **Los alumnos están motivados.**
- ✓ **Desarrollan habilidades y competencias para su futuro.**
- ✓ **Los centros fomentan las vocaciones científicas y tecnológicas.**

5. MATERIAL DE APOYO

FIRST LEGO League España entrega a los equipos FLL unos recursos para ayudarles en su preparación del Desafío propuesto cada año. Se resumen a continuación.

5.1. Documentación FLL

La documentación que reciben los equipos FLL al inscribirse es la siguiente:

- Guía de Integración Curricular FLL. Este documento cuyo objetivo es facilitar la inclusión de FIRST LEGO League en las clases de Educación Primaria y Secundaria.
- Manual del Equipo FLL, donde los entrenadores encontrarán recursos y orientaciones para llevar a cabo el proyecto: roles dentro del equipo, infraestructura necesaria, explicación de qué es un Desafío FLL, descripción de los torneos FLL, etc.
- Documentación del Desafío. Descripción detallada del tema propuesto para el Desafío, las pautas de presentación de los tres ámbitos del torneo (Juego del Robot, Proyecto Científico y Valores FLL), las reglas del juego y descripción de las misiones, etc.
- Hojas de Valoración y Puntuación. Hojas empleadas por los jurados el día del torneo. Sirven para orientar la preparación del Desafío y asegurar que no se deja ningún aspecto por trabajar.
- Manual de Organización de microFLL. Recomendaciones para organizar en un centro la fase clasificatoria microFLL .

Además, se pueden consultar todos los recursos disponibles en la web de FLL internacional (en la sección “Challenge & Resources”). Es muy recomendable consultar periódicamente las actualizaciones de las reglas de la mesa de juego en el apartado “Robot Game Updates”.

5.2. Webgrafía

Existen multitud de páginas web, blogs, canales de vídeo, etc. donde encontrar información y recursos para preparar el desafío. A continuación, nombramos algunos que os pueden ser útiles:

<http://www.legoengineering.com/>

<http://www.youtube.com/gocanar>

<http://roboticaenelaula.org/>

<http://ladrillikos.wikidot.com/ladrillikos>

<http://es.scribd.com/doc/16960522/robotica-2>

<http://robotikas.blogspot.com/2011/06/nuevos-bloques-para-nxt-g.html>

<http://nxtprograms.com/>

<http://sariel.pl/>

<http://www.hitechnic.com/models>

<http://redrobotica.org/page/recursos-pedagogicos>

<http://tiltedtwister.com/>

<http://robotsquare.com/2012/03/03/tutorial-official-bonus-models/>

5.3. Bibliografía

Los recursos bibliográficos que se han empleado para realizar esta guía de integración curricular FLL, y que pueden servir para profundizar más en los temas que resulten de mayor interés, son los siguientes:

- Alimisis, D.; Moro, M.; Arlegui, J.; Pina, A.; Frangou, S. y Papanikolaou, K. (2007). "Robotics y Constructivism in Education: the TERECoP project". En Kalas, I. (ed.), "EuroLogo 2007. 40 Years of Influence on Education", Proceedings of the 11th European Logo Conference, pp. 1-11.
- Bellanca, J. y Brandt, R. (Eds.) (2010). "21st Century Skills. Rethinking How Students Learn". Bloomington: Solution Tree Press.
- Bransford, J. D., Brown, A. L., and Cocking, R. R. (2000). "How people learn: Brain, mind, experience, and school". Washington: National Academy Press.
- Bravo, F.A. y Forero, A. (2012). "La robótica como un recurso para facilitar el aprendizaje y desarrollo de competencias generales". *Revista Teoría de la Educación: Educación y Cultura en la Sociedad de la Información*. 13(2), pp. 120-136.
- Bruning, R. H., Schraw, J. G., Norby, M. M., y Ronning, R. R. (2004). "Cognitive psychology and instruction". Columbus: Pearson.
- Capraro, R.M., Capraro, M.M., Morgan, J. y Scheurich (Eds) (2010). "A Companion to Interdisciplinary STEM Project Based Learning: For Teachers by Teachers". Rotterdam: Sense Publishers.
- Capraro, R.M. y Slough, S.W. (Eds.) (2009). "Project-Based Learning. An Integrated Science, Technology, Engineering, and Mathematics (STEM) Approach". Rotterdam: Sense Publishers.
- Carbonaro, M., Rex, M. y Chambers, J. (2004). "Using LEGO Robotics in a Project-Based Learning Environment". *The Interactive Multimedia Electronic Journal of Computer-Enhanced Learning*, 6 (1).

- Castro, M.D. y Acuña, A.L. (2012). "Propuesta comunitaria con robótica educativa: valoración y resultados de aprendizaje". *Revista Teoría de la Educación: Educación y Cultura en la Sociedad de la Información*. 13(2), pp. 91-118.
- Christensen, R. (2002). "Effects of technology integration education on the attitudes of teachers and students". *Journal of Research on Technology in Education*, 34(7), pp. 411-433.
- Cifuentes, L. y Ozel, S. (2008). "Using technologies to support STEM project-based learning". En R. M. Capraro y S. W. Slough (Eds.), *Project-based learning: An integrated Sciences, Technology, Engineering, and Mathematics (STEM) approach* (pp. 117-134). Rotterdam: Sense Publishing.
- Cortés, J.A.; Arbeláez, O. y Mendoza, J.A. (2009). "El entorno LEGO Mindstorms en la introducción a la robótica y la programación", *Scientia et Technica*, Año XV, vol. 41, pp. 42-45.
- Dede, C. (2010). "Comparing Frameworks for 21st Century Skills". En Bellanca, J. y Brandt, R. (Eds.), *21st Century Skills. Rethinking How Students Learn*. (pp. 50-75). Bloomington: Solution Tree Press.
- Díaz, D., y King, P. (2007). "Adapting a Post-Secondary STEM Instructional Model to K-5 Mathematics Instruction". *American Society for Engineering Education Conference Proceedings*, AC 2007-3069. Clemson: Clemson University.
- Drew, D. (2011). *STEM the Tide. Reforming Science, Technology, Engineering and Math Education in America.* Baltimore: The Johns Hopkins University Press.
- Druin, A. y Hendler, J. (2000). *Robots for kids: Exploring new technologies for learning*. San Diego: Academic Press.
- Erstad, O. (2002). "Norwegian students using digital artefacts in project-based learning". *Journal of Computer Assisted Learning*, 18, 427-437.
- Fisher, P., Zeligman, D., y Fairweather, J. (2005). "Self-assessed Student Learning Outcomes in an Engineering Service Course". *International Journal of Engineering Education*. 21, pp 446-456.
- Fortus, D., Krajcik, J., Dershimerb, R. C., Marx, R. W., y Mamlok-Naamand, R. (2005). "Design-based science and real-world problem solving". *International Journal of Science Education*, Vol 27, No. 7, pp. 855-879.
- Friedman (2005). *The world is flat. A brief history of the twenty-FIRST century*. New York: Farrar, Straus and Giroux.
- Gardner, H. (2006). *Multiple intelligences: New horizons in Theory and Practice*. New York: Basic Books.
- Gardner, H. (1985). *Frames of mind: The theory of multiple intelligences*. New York: Basic Books.
- Goh, H. y Aris, B. (2007). "Using robotics in education: lessons learned and Learning experiences", *1st International Malaysian Educational Technology Convention*, pp. 1156-1163.
- Grant, M.M. (2002). "Getting a Grip on Project-Based Learning: Theory, Cases and Recommendations". *Meridian: A Middle School Computer Technologies Journal*, Vol. 5, Issue 1, Winter 2002. Extraído el 1 de Septiembre de 2012 de URL: <http://www.ncsu.edu/meridian/win2002/514/3.html>

- Gura, M. (2011). *“Getting Started with LEGO Robotics. A Guide for K-12 Educators”*. Oregon: International Society for Technology in Education.
- Harland, D.J. (2011). *“STEM. Student Research Handbook”*. Arlington: National Science Teachers Association Press.
- Hartzler, D. S. (2000). *“A meta-analysis of studies conducted on integrated curriculum programs and their effects on student achievement”*. Doctoral dissertation. Indiana University.
- Hernández, F. y Ventura, M., (1992). *“La Organización del currículum por proyectos de trabajo”* Barcelona: Ed. Grao, publicaciones, libros y revistas de pedagogía.
- ISTE, (2007). *“National Educational Technology Standards for Students”*. Washington: International Society for Technology in Education, Second Edition.
- Karna-Lin, E.; Pihlainen-Bednarik, K.; Sutinen, E. y Virnes, M. (2006). *“Can Robots Teach? Preliminary Results on Educational Robotics in Special Education”*, *Proceedings of the Sixth International Conference on Advanced Learning Technologies*, pp. 319-321.
- Kelly, J. y Daudelin, J. (2008). *“FIRST LEGO League: The Unofficial Guide”*. San Francisco: No Starch Press.
- Kilpatrick, W. H. (1918). *“The Project Method”*. *Teachers College Record*, 19, 319–335.
- Laboy-Rush, D. (2011). *“Integrated STEM Education through Project-Based Learning”*. Portland: Learning.com.
- Lacueva, A. (2008). *“Integrar para educar mejor: posibilidades y exigencias”*. *Revista Investigación en la Escuela*, nº 66 *“El currículum integrado en la práctica”*, pp. 43-53.
- Martínez, F.J. (2009) *“Las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) y las Competencias Básicas en Educación”*. *Espiral. Cuadernos del Profesorado*, vol. 2, nº 5, pp. 15-26.
- Mastascusa, E., Snyder, W.J. y Hoyt, B.S. (2011). *“Effective Instruction for STEM Disciplines. From Learning Theory to College Teaching”*. San Francisco: Jossey-Bass.
- Menegatti, E. y Moro, M. (2010). *“Educational Robotics from high-school to Master of Science”*, *Proceedings of International Conference on Simulation, Modeling and Programming for Autonomous Robots*, pp. 639-648.
- Moreno, I., Muñoz, L., Serracín, J. R., Quintero, J., Pittí Patiño, K. y Quiel, J. (2012). *“La robótica educativa, una herramienta para la enseñanza-aprendizaje de las ciencias y las tecnologías”*. *Revista Teoría de la Educación: Educación y Cultura en la Sociedad de la Información*. 13(2), 74-90
- NSB, (2010). *“Preparing the Next Generation of STEM Innovators: Identifying and Developing our Nation's Human Capital”*. Arlington: National Science Board.
- Ocaña, G. (2012a). *“Robótica en el Aula”*. Libro-CD. Almería: Consejería de Educación de la Junta de Andalucía.

- Ocaña, G. (2012b). "Robótica como asignatura en Enseñanza Secundaria. Resultados de una experiencia educativa". *Espiral. Cuadernos del Profesorado*, 5(2). Disponible en: <http://www.cepcuevasolula.es/espisal>
- Ocaña, G. (2010-2012). "Robótica Educativa en centros TIC. Una plataforma educativa y actividades de enseñanza-aprendizaje con software libre". Proyecto de Elaboración de Materiales Curriculares y Recursos Didácticos. Código MTT-003/10, Resolución de 14 de julio de 2010 de la Dirección General de Participación e Innovación Educativa publicada en BOJA nº 153 del 05/08/2010.
- Ocaña, G. (2010a). "Robótica en el Aula. Una experiencia tecnológica para el desarrollo de Competencias Básicas". *Paradigma Digital. Revista de Divulgación Educativa*, vol. 12, pp. 160-173. Sevilla: ANPE.
- Papert, S. (1992). "The Children's Machine". New York: Basic Books.
- Papert, S. (1980). "Mindstorms: Children, Computers, and Powerful Ideas". New York: Basic Books.
- Pearlman, C. (2010). "Designing New Learning Environments to Support 21st Century Skills". En Bellanca, J. y Brandt, R. (Eds.), *21st Century Skills. Rethinking How Students Learn*. (pp. 116-147). Bloomington: Solution Tree Press.
- Piaget, J. (1970). "Science of Education and the Psychology of the Child". New York: Viking.
- Pisciotta, M., Vello, B., Bordo, C. y Morgavi, G. (2010). "Robotic Competition: A Classroom Experience in a Vocational School". En 6th WSEAS/IASME International Conference on Educational Technologies (EDUTE '10), pp. 151-156.
- Pozuelos, F.J. y Rodríguez F.P. (2008). "Trabajando por proyecto en el aula. Aportaciones de una investigación colaborativa". *Revista Investigación en la Escuela*, nº 66 "El curriculum integrado en la práctica", pp. 5-27.
- PSLC, (2010). "Robust Learning". Pittsburgh Science of Learning Center (PSLC). Extraído el 9 de Septiembre de 2012, http://www.learnlab.org/research/wiki/index.php/Robust_learning
- Sanders, M (2009). "STEM, STEM Education, STEMmania". *The Technology Teacher. International Technology Education Association*. December 2009, pp 20-26.
- Satchwell, R., y Loepp, F. L. (2002). "Designing and Implementing an Integrated Mathematics, Science, and Technology Curriculum for the Middle School". *Journal of Industrial Teacher Education*, Vol 39, Number 3. Extraído el 17 de Julio de 2012 de: <http://scholar.lib.vt.edu/ejournals/JITE/v39n3/satchwell.html>.
- Thomas, J.W., (2000). "A Review of Research on Project-Based Learning". San Rafael: Buck Institute for Education.
- Varo, E. y Torres, M.T. (2009), "LEGO Mindstorms, acercando la robótica al alumnado". *Innovación y Experiencias Educativas*, vol. 19.

- Vázquez, E. (2012). “Simulación robótica con herramientas 2.0 para el desarrollo de competencias básicas en ESO. Un estudio de casos”. *Revista Teoría de la Educación: Educación y Cultura en la Sociedad de la Información*. 13(2), 48-73
- Gil, P., Jara, C.A., Puente, S.T., Candelas, F.A. y Torres Medina, F. (2012). “Recursos y herramientas didácticas para el aprendizaje de la robótica”. *Revista Teoría de la Educación: Educación y Cultura en la Sociedad de la Información*. 13(2), 18-47.
- Wai, J., Lubinski, D., Benbow, C.P., y Steiger J.H. (2010). “Accomplishment in Science, Technology, Engineering, and Mathematics (STEM) and Its Relation to STEM Educational Dose: A 25-Year Longitudinal Study”. *Journal of Educational Psychology*, Vol. 102, No. 4, pp. 860–871.
- Zúñiga, A. (2006). “Proyectos de robótica educativa: un motor para la innovación”. *Proceedings of Current Developments in Technology-Assisted Education*. Publicado por FORMATEX 2006.

Más información en

www.firstlegoleague.es



© 2016 FIRST LEGO League España