

Escuelas del ZER El Moianès Llevant

- ❖ Collsuspina
- ❖ L'Estany
- ❖ Sant Quirze Safaja

PROYECTO PEDAGÓGICO STEM-CS

Ciclo superior de primaria

Ciudad: L'Estany

Fecha: Septiembre, 2019

Contenido

Resumen	5
1. Introducción	7
2. Motivación del proyecto	9
3. Planteamiento del proyecto.....	11
3.1 Comunidad educativa.....	12
3.1.1 El profesorado.....	12
3.1.2 El voluntariado.....	12
4. Tecnologías de soporte	13
4.1 Robótica.....	13
4.2 Experimentación.....	14
5. Metodología de trabajo	15
5.1 Fichas del profesor.....	15
5.2 Ficha del alumno	15
5.3 Las cuatro C.....	16
5.3.1 Conectar	16
5.3.2 Construir	17
5.3.3 Contemplar	17
5.3.4 Continuar	18
6. Plan de estudios	20
6.1 Objetivos a alcanzar.....	20
6.2 Grupos de trabajo.....	20
6.2.1 Alumnos agrupados por curso escolar	20
6.2.2 Alumnos agrupados por ciclo.....	21
7. Memoria económica.....	22
8. Otras líneas de trabajo.....	25
8.1 LEGO	25
8.1.1 Lenguajes alternativos a LVLM.....	25

8.1.2 Entorno virtualizado para LEGO MINDSTORMS	26
8.2 TinkerCAD.....	28
8.2.1. Circuitos básicos.....	28
8.2.2 Arduino	28
9. Conclusiones.....	29
Anexo I Hoja de trabajo del profesor.....	31
Realizar un robot que comunica	31
Plan de la clase	31
Anexo II Hoja de trabajo del alumno	33
Conectar.....	33
Construir.....	33
Contemplar.....	33
Continuar.....	34
Anexo III Mesa LEGO	35
Bibliografía.....	37

Resumen

El objetivo del proyecto pedagógico STEM-CS, soportado en la robótica educativa y experimentación en las escuelas del ZER El Moianès Llevant, es auxiliar o reforzar el conocimiento de las asignaturas relacionadas con las ciencias, la tecnología, la ingeniería, las matemáticas y las ciencias de la computación, a la par que se despierte en el alumnado la curiosidad hacia estas materias. En pocas palabras, generar en los alumnos vocaciones STEM-CS. (Acrónimo utilizado en el mundo anglosajón para: *science, technology, engineering, mathematics and computer science*)

El proyecto Robótica Educativa y Experimentación utilizará el método pedagógico aprender practicando (*learning-by-doing*), el cual permitirá a los alumnos, organizados en equipos:

- Ejercitar el proceso de encontrar una solución a un reto
- Diseñar y construir una solución
- Validar la solución
- Saber exponer lo realizado

Los retos estarán adecuados al currículo del ciclo superior de la enseñanza primaria

LEGO®, el logo de LEGO, MINDSTORMS y el logo MINDSTORMS son marcas registradas del Grupo LEGO, el cual no ha creado, ni patrocina, ni respalda nada de lo aquí descrito.

El contenido de esta propuesta ya ha sido validada por el claustro y AMPA de la escuela de l'Estany.

Por otro lado, los contenidos de este documento se ofrecen bajo licencia **Creative Commons Atribución/Reconocimiento, NoComercial, Compartirlgual 4.0** Licencia Pública Internacional — CC BY-NC-SA 4.0



1. Introducción

STEM-CS tiene una vertiente conocida y popularizada como STEAM (Ciencia, Tecnología, Ingeniería, Arte y Matemáticas) con finalidad parecida, aunque STEAM no resalta el término CS con la claridad que lo hace STEM-CS, por otro lado, STEAM tiene una voluntad de incidir en el arte. No obstante, en este documento se utilizarán indistintamente ambos términos.

Steam power, o la fuerza del vapor de agua, fue el disparador de la Primera Revolución Industrial. Hoy las siglas STEAM coinciden en su representación con un conjunto de conocimientos que, en su estado actual de evolución, son parte de los disparadores de la Cuarta Revolución Industrial (Schwab, 2016). La 4ª Revolución Industrial, en una de sus facetas, está dando lugar a la Industria 4.0 y esta tiene la intención de hacer que las empresas europeas sean resilientes al fuerte impacto competitivo de países emergentes como China o la India («Recommendations for implementing the strategic initiative INDUSTRIE 4.0.», s. f.). Este impacto no solo es una fuerte competencia para la industria europea, sino que, además, está erosionando el estado de bienestar de la sociedad donde vivimos. Por lo tanto, para hacer frente a esta situación. es obligación de esta misma sociedad generar profesionales que den respuesta a las nuevas demandas del siglo XXI

Por otro lado, el presidente Obama, al inicio de su mandato en 2011, visualizó el mismo problema y realizó una propuesta muy similar a la Industria 4.0, pues era consciente de que Estados Unidos debería reaccionar a la problemática de su industria y a la falta de profesionales. Por esto reivindicó, firmemente, que la educación básica despertara en los jóvenes estadounidenses la inquietud por las ciencias («STEM for All», 2016). Obama no solo aprobó importantes dotaciones económicas para el proyecto STEM, sino que se involucró en dar soporte a esta iniciativa, recibiendo cada año, desde el 2010, en la Casa Blanca a los jóvenes ganadores de la *STEM Super Bowl*, (The Obama White House, s. f.)

Más tarde, en septiembre del 2017, el presidente Trump consolidó un nuevo acrónimo STEM-CS (*Computer Science*). Sin embargo, el presidente Trump mantuvo en su discurso el espíritu marcado por el presidente Obama y, ante un grupo de estudiantes de K-12 (Primaria y secundaria) en el despacho Oval, firmó un decreto donde se asignaban 200M\$ anuales para fomentar estas vocaciones y, así, generar profesionales que pudieran ocupar las ofertas de empleo de estas disciplinas, continuamente vacantes en USA. («President Trump Signs Memorandum for STEM Education Funding», 2017)

Actualmente en Barcelona, por ejemplo, existe un desfase entre la demanda tecnológica y la oferta, ya que los puestos demandados aumentan un 40% en un año y la oferta de candidatos solo en un 7,6% («Brecha entre oferta y demanda.», s. f.). Pero este desfase cada día será mayor si no se conciencian todos los entes con capacidad de influencia y reacción. Sin embargo, en esta reacción se ha de tener en cuenta, sin la menor duda, que una de las palancas de éxito en esta encrucijada, como siempre, reside en la Escuela.

2. Motivación del proyecto

Las necesidades de perfiles laborales especializados que genera la 4ª Revolución Industrial requieren introducir en la escuela el concepto de Escuela 4.0 como un entorno pedagógico más, donde las enseñanzas transversales de “ciencias” puedan ser exploradas y consolidadas en un entorno físico-virtual («Casos prácticos de implantación de Sistemas Ciberfísicos (CPS) - Euskadi+innova», 2007). Esto se puede realizar con las facilidades que ofrecen, por ejemplo, las comunidades *Arduino*¹ o *MINDDTORMS*² de LEGO en sus aplicaciones de robótica y experimentación.

De esta manera, se podrán despertar inquietudes en el alumnado que permitan aportar a la sociedad niñas y niños STEAM para que estos, en el futuro, sean las mujeres y hombres STEAM que den respuesta a la demanda de profesionales de la Industria 4.0, o a las nuevas demandas de su propio territorio, en su evolución hacia el paradigma de país inteligente (*Smart Country*).

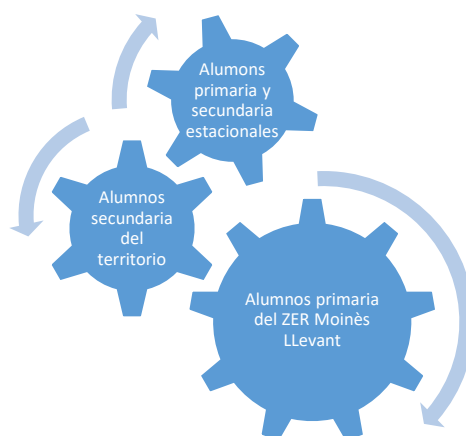
1 Arduino is an open-source electronics prototyping platform based on flexible, easy-to-use hardware and software. It's intended for artists, designers, hobbyists, and anyone interested in creating interactive objects or environments.

2 LEGO MINDSTORMS is a series of kits that contain software and hardware to create small, customizable, programmable robots. They include an intelligent “brick” computer that controls the system, a set of modular sensors and motors, and various LEGO parts to create the mechanical systems.

3. Planteamiento del proyecto

Este proyecto tiene voluntad de desarrollarse en el ámbito de las escuelas rurales del Moianès Llevant, que agrupa las escuelas de Collsuspina, l'Estany y Sant Quirze Safaja, con la complicidad de toda la comunidad educativa. Así mismo, se quiere y se necesita también el involucramiento de los gestores municipales de los micro pueblos donde están ubicadas estas escuelas, para facilitar el dar respuesta a la socialización general de esta enseñanza. Enseñanza que iteraría durante y cada año alrededor del alumnado de primaria en estos centros ZER, abriéndose al alumnado de secundaria del territorio a lo largo del curso escolar y a perfiles similares que en periodos vacacionales residen en esta zona rural.

Este planteamiento o estrategia educativa se refleja en la siguiente figura:



El inicio del proyecto está pensado implantarse en el entorno de la escuela de l'Estany durante el curso 2019-2020, bajo el atractivo del juego que aporta la robótica de LEGO MINDSTORMS, con el objetivo de practicar y fijar los conceptos estudiados en las asignaturas STEM curriculares. A la par, con los mismos materiales, más una extensión de ellos, se pasará a desarrollar la experimentación, con el rigor que ello exige, siempre en un entorno atractivo para el alumnado.

Además, se realizarán seminarios y clases piloto, cada semana a partir del 10 de mayo del 2019, en la escuela de l'Estany, con la intención de afinar la metodología a emplear en esta enseñanza durante el curso 2019 - 2020.

Con la experiencia de la escuela de l'Estany y con las lecciones aprendidas, se pasará a incluir el resto de escuelas del ZER el Moianès Llevant en las fechas que se determinen.

3.1 Comunidad educativa.

El proyecto ZER El Moinès Llevant permitirá la creación de una comunidad educativa amplia más fácilmente que en otras situaciones o circunstancias. pues la propia constitución de un ZER lo facilita. Así, la comunidad educativa que se plantea podrá ser atendida por los propios profesores de las escuelas y por profesores ajenas a las mismas pero vinculados al territorio.

3.1.1 El profesorado

Uno de los objetivos de las clases de robótica educativa y experimentación en el ZER Moianès Llevant, es que las clases al alumnado sean impartidas por el propio personal docente de los centros. Para ello, a los profesores se les debe facilitar la posibilidad de asistir a seminarios donde interioricen las mejores prácticas para este tipo de docencia, así como realizar talleres para el profesorado en cada centro.

En estos talleres para los profesores es donde se prepararán las clases para el alumnado, que se basarán en la metodología “aprendiendo practicando” (*Learning by doing*). Aquellos retos que deban realizar los alumnos serán resueltos en primera instancia por los profesores. De esta manera, las clases con alumnos se realizarán teniendo ya una solución al reto a plantear y esta solución estará de acuerdo con el conocimiento previo de los alumnos que asistan a las clases y que solo sus profesores conocen.

Las tecnologías de comunicaciones permitirán a profesores de robótica de los tres centros, coordinados por un mismo responsable, intercambiar experiencias, positivas y negativas, para reconducir el proyecto Robótica y Experimentación en cualquier de sus vertientes dentro del ámbito escolar. Para el intercambio de conocimiento se realizará una vez al mes una conferencia de vídeo vía Skype u otros medios, donde se llevará a cabo el seguimiento global del proyecto.

3.1.2 El voluntariado

Para las clases con jóvenes residentes estacionales y allí donde las clases pudieran ser impartidas más allá de las paredes de la escuela, se tratará de establecer grupos de monitores voluntarios. Estos grupos de voluntariado pueden estar constituido por profesores de los centros ZER y por profesionales STEM residentes en la zona, los cuales también seguirán talleres donde definirán qué retos proponer a los alumnos, como enfocarlos y qué solución proponer como correcta para el reto planteado.

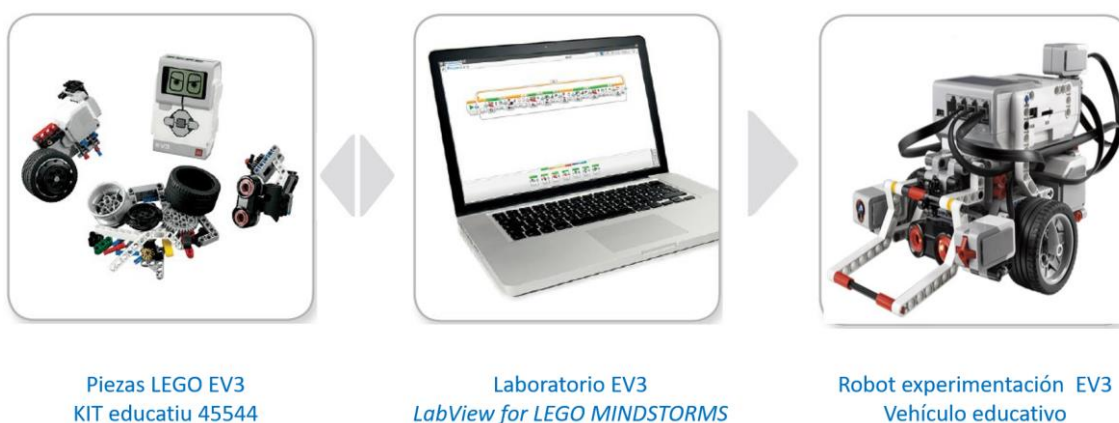
4. Tecnologías de soporte

El soporte seleccionado en este proyecto, pero no limitado a él, es utilizar dos entornos de trabajo diferentes, uno físico en robótico y otro virtual en el entorno de la experimentación.

4.1 Robótica

La propuesta de utilizar LEGO MINDSTORMS en el ciclo superior de primaria es debido al fuerte atractivo que en estas edades produce este entorno de trabajo. El diseño de los componentes físicos de LEGO MINDSTORMS permite a los alumnos construir soluciones de una determinada belleza, que pueda dar respuesta a las iniciativas artísticas y de construcción de los alumnos.

Por otro lado, el entorno de trabajo o *framework* de desarrollo, conocido como LabView toolkit for LEGO MINDSTORMS (LVLM), permite construir aplicaciones que dan vida a robots y ayudan a consolidar los conocimientos STEM-CS exigibles en estas edades. El entorno de desarrollo LabVIEW³ construido por National Instruments⁴ para LEGO, dota a los alumnos de una “paleta” de bloques u objetos que integran métodos o modos de acción, que junto a determinados parámetros generan automáticamente conjuntos de órdenes. Dichos bloques son arrastrados a un “lienzo” y al unir unos bloques de instrucciones a otros en este lienzo, se construye una solución que puede ser descargada en el ladrillo inteligente EV3, dando así vida al robot que haya sido construido.



³ LabVIEW ofrece un enfoque de programación gráfica que ayuda a visualizar cada aspecto de una aplicación, incluyendo configuración de hardware, datos de medidas y depuración de acciones

⁴ National Instruments (NI) es una empresa fundada en 1976 por James Truchard, Bill Nowlin y Jeff Kodosky en Austin, Texas.

Por otro lado, son muchos los retos ya publicados o ejemplos de formaciones publicadas alrededor de LEGO MINDSTORMS, que pueden servir de base para que las escuelas del ZER El Moianès LLevant realicen con éxito esta actividad («La robótica educativa de LEGO en la UB», s. f.).

4.2 Experimentación

La propuesta para realizar experimentos, ajustados al currículo del ciclo superior de secundaria, es hacer uso de TinkerCAD. TC es un simulador que sólo requiere del alumno tener conocimiento del uso de un navegador y guiado por el profesor podrá hacer una inmersión en la creación de circuitos en un mundo virtual.

En TC, el alumno podrá conectar una amplia gama de componentes eléctricos y simular su comportamiento analógico. Así mismo, TC tiene una interfaz muy intuitiva y visual, y es fácil comenzar a jugar y estudiar con un circuito en un entorno virtual de bajo esfuerzo, bajo riesgo y bajo costo.



TC es de uso gratuito, se necesita una cuenta de Autodesk. La biblioteca de componentes es más grande de lo que se requiere en el ciclo superior de primaria, pero ello no impide al alumno trabajar con aquellos componentes que son objetos del currículo de primaria.

5. Metodología de trabajo

La metodología de trabajo sería la misma que rige en el software libre: todas las fichas de trabajo que se confeccionarán, correspondiente a cada reto dentro de este proyecto, así como las diferentes mejoras o actualizaciones a dichas fichas serán publicadas en formato abierto, siendo posible su utilización por cualquier persona u organismo que lo desee, bajo normativa *Creative Commons Atribución/Reconocimiento, No Comercial, Compartir Igual 4.0 Licencia Pública Internacional* — *CC BY-NC-SA 4.0*

Para un mismo reto o trabajo existirán diferentes fichas, de acuerdo al grado de dificultad que se fije, que estará en consonancia con los cursos escolares que estén realizando los asistentes al taller. De cada una de estas fichas existirán dos versiones, la del profesor y la del alumno.

5.1 Fichas del profesor

En la ficha del profesor existirá una guía de cómo gestionar la sesión de trabajo y una solución para el reto. Solución que contemplará dos apartados:

- El físico. Ensamblaje de sensores, actuadores y piezas auxiliares.
- El lógico o programa. Conjunto de órdenes de software que dan vida al objeto construido en base a procesar la información recibida de los sensores y, como resultado de este proceso, activar acciones en los actuadores del objeto construido.

Bajando al detalle, (Education, s. f.-a), la ficha del profesor tiene que contemplar el seguir la clase bajo el paradigma de las 4 C. Ejemplo anexo I

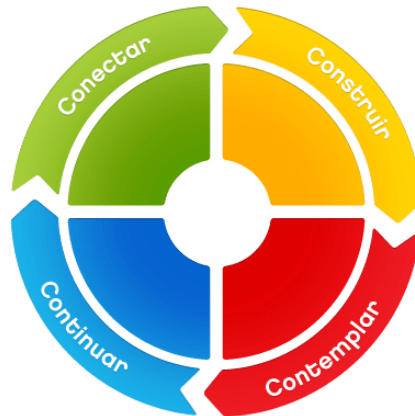
5.2 Ficha del alumno

Esta ficha estará al alcance del alumno durante la clase y debería ser suficiente para finalizar con éxito el reto. La ficha de alumno le conducirá por dos fases:

- Primero, para situarlo en el mundo real a través de un caso de uso. Preferentemente, se debería visionar un video para que sea el propio alumno quien haga su inmersión en el caso a trabajar o reto a solucionar.
- En segundo lugar, la ficha debe transcurrir por el proceso de las cuatro C (Conectar, Construir, Contemplar y Continuar) para que los alumnos construyan el reto con éxito. El paradigma de las cuatro C ha sido potenciado por los seguidores de LEGO para facilitar y atraer a los niños hacia el mundo STEM-CS con la alegría que les dará el ser suficientemente autónomos.

5.3 Las cuatro C

La metodología recomendada en muchos sitios web que utilizan la herramienta LEGO MINDSTORMS con finalidades STEM-CS, está definida en base a las cuatro C: Conectar, Construir, Contemplar y Continuar. Ejemplo: («Metodología de Aprendizaje», s. f.) o en la muy extendida versión inglesa de las cuatro C: *Critical thinking, Creativity, Collaboration and Communication*



5.3.1 Conectar

El alumno ha de demostrar que entiende el caso a trabajar. Esto se puede realizar, en primer lugar, vía preguntas al alumno y, en segundo lugar, el alumno o el equipo de trabajo ha de realizar una redacción donde, con sus propias palabras, ha de mostrar seguridad suficiente sobre el problema a resolver. Es decir, ser conocedores de las funcionalidades que ha de realizar el robot o el conjunto experimentador.

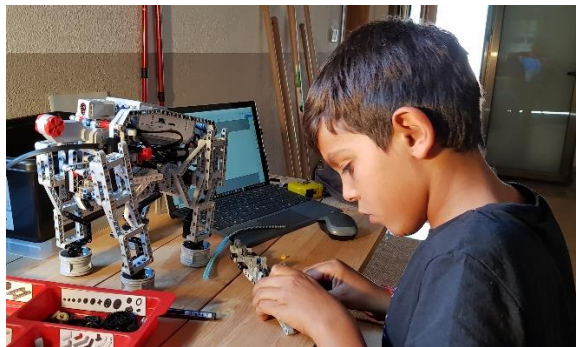


En resumen, en la fase conectar se establece un puente entre los conocimientos previos y los objetivos de aprendizaje del estudiante dentro de cada reto.

5.3.2 Construir

El proceso de construir constará de varias partes. En primer lugar, el equipo de alumnos en su totalidad ha de ser capaz de trasladar las funcionalidades establecidas en la fase Conectar a líneas de pseudocódigo y el equipo ha de estar de acuerdo con ellas, antes de seguir avanzando.

Estas líneas de pseudocódigo serán el guión para la fase de Construir. La construcción se ha de dividir en tareas y estas tareas se han de realizar por el grupo de trabajo en paralelo. Por un lado, estará la construcción del modelo físico, que es el conjunto de ladrillos, inteligentes o no, de sensores y actuadores, que darán respuesta física al problema. Por otro lado, se construirá el programa, que es un conjunto de órdenes enlazadas, de tal manera que, al implementarse en los ladrillos inteligentes, harán que el conjunto de sensores y actuadores actúen orquestadamente dando respuesta al caso planteado en la fase de conectar.



5.3.3 Contemplar

En esta fase el equipo ha de valorar los resultados obtenidos, ver como de correcto es la solución al reto planteado y, si es necesario, realizar iteraciones sobre su solución hasta alcanzar un resultado que le satisfaga. Mientras mayor sea la satisfacción de los alumnos con el resultado obtenido, más cerca de una buena solución estarán.



Por lo tanto, en esta fase los estudiantes reflexionan sobre cómo funciona la solución alcanzada, observando, analizando, experimentando y corrigiendo. Este proceso conduce a la validación de la solución.

5.3.4 Continuar

En esta fase el equipo sabrá comunicar la solución aportada, bien sea realizando una demostración a los compañeros de otros equipos, bien realizando un vídeo sobre lo conseguido y cómo se ha realizado, procediendo a su publicación, por ejemplo, en un canal de *YouTube*. Es en esta fase donde los alumnos que han conseguido el reto, o compañeros de otros equipos, pueden plantear cómo continuar o evolucionar la solución de su reto en una especie de tormenta de ideas.



En el anexo II hay un ejemplo de ficha de alumno que recoge las cuatro C para el reto:
Hacer un sistema que comunique. (Education, s. f.-c)

6. Plan de estudios

El plan de estudios consiste en detallar los objetivos que se esperan alcanzar como consecuencia del proyecto Robótica y Experimentación, así como organizar los grupos de trabajo y otras materias relacionadas.

6.1 Objetivos a alcanzar

En este documento solo se describen los objetivos a alcanzar durante el primer curso escolar en la escuela de l'Estany y estos son:

- Familiarizar al alumno con el hardware del kit educativo.
- Adquirir destreza en el uso del entorno de desarrollo educativo LVLM.
- Construir una base robotizada para poder practicar las enseñanzas.
- Desarrollar los conocimientos básicos necesarios para determinar las respuestas de los actuadores en base a la información adquirida de los sensores
- Acceder, hasta donde sea posible, a fundamentos complejos tales como los bucles en un programa, interruptores lógicos, interruptores múltiples, dejando para siguientes cursos los estudios de variables, conjuntos, hilos de datos...

6.2 Grupos de trabajo

Las clases de Robótica y Experimentación aconsejan que el profesor comunique a los alumnos el reto a lograr; es aquí donde el profesor ha de lograr que todos los alumnos ejerciten la primera **C: la** acción de contactar. A continuación, se dará forma a los equipos de aprendizaje o de trabajo para ejercitar el resto de C.

Los equipos de trabajo han de tener claramente asignados los roles temporales de:

1. El constructor
2. El especialista de software
3. El especialista colector de información, y
4. El jefe del proyecto

6.2.1 Alumnos agrupados por curso escolar

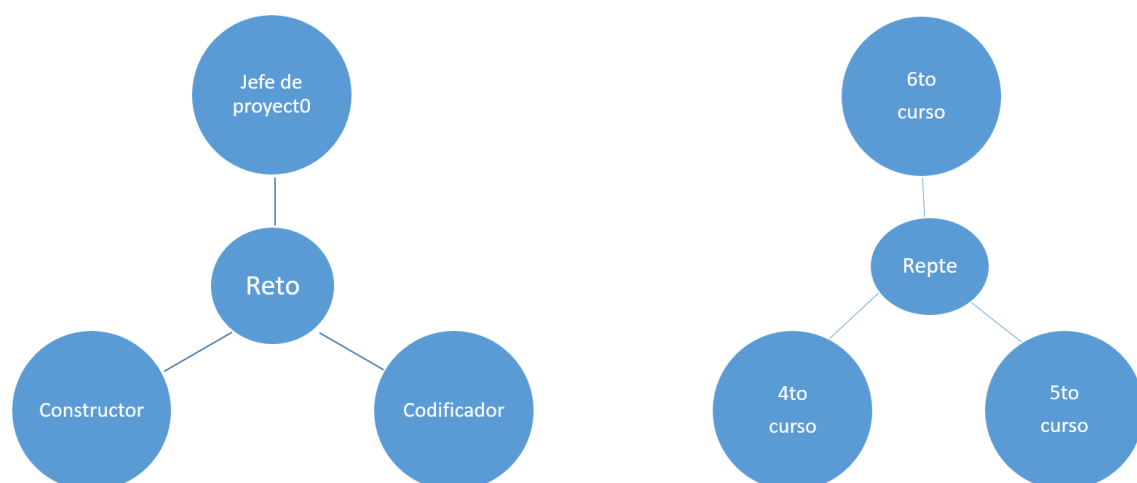
En los grupos de trabajo donde todos los alumnos sean del mismo curso escolar, los roles serán rotativos para cada actividad y asignados en base al número de miembros del equipo.

Hay estudios que dicen que un equipo de trabajo muy dispar puede conducir a que el equipo margine a algún componente e impida su participación, convirtiéndose en un asistente de piedra. Así mismo, grupos de alumnos superior a 4 pasan a ser numerosos y determinan que algún alumno no realice ninguna actividad.

También estudios realizados sobre actividades de Robótica y Experimentación muestran que, en un principio, los niños, a diferencia de las niñas, tienen un comportamiento autocrático durante el proceso de elaborar sus decisiones, excluyendo o impidiendo a ellas tomar el papel de líder tecnológico. (*stepbystep-vex.pdf*, s. f.) Por lo tanto, sería aconsejable valorar el comenzar con equipos de un solo género, si bien los responsables escolares de cada centro, con su conocimiento de su población escolar, sabrán cómo tener en cuenta esta información.

6.2.2 Alumnos agrupados por ciclo.

El número reducido de alumnos en las escuelas rurales hace que las clases alberguen más de un curso. En el Zer Moianés Llevant el ciclo superior de primaria alberga los cursos de cuarto, quinto y sexto. Esta característica determina la construcción de los equipos, asociando las responsabilidades o roles del grupo con el curso que están cursando.



7. Memoria económica

El proyecto exige imperativamente obtener fondos con capacidad de financiar su puesta en marcha y mantenimiento, por lo que es importante provisionar fondos que puedan dar respuesta a:

- Materiales de robótica. La *Robotics Academy* (University, s. f.) recomienda un robot por cada dos estudiantes o equipos de trabajo. En el entorno LEGO, LEGO Education (Education, s. f.-b) es el proveedor exclusivo del tipo de robots LEGO Education a través de la tienda oficial de LEGO («LEGO Shop», s. f.).
- Ordenadores. Idealmente, se requiere un ordenador por equipo de trabajo. El desarrollo de la actividad puede variar de un equipo a otro y cada equipo puede estar iterando muchas veces con el programa, testeando, depurando errores y corrigiendo la solución. El poseer cada equipo un ordenador hace que no existan, durante la práctica, equipos de trabajo que sean cuello de botella para otros equipos.
- Materiales curriculares. Existen diferentes proveedores de material curricular escolar, es decir especificaciones funcionales y técnicas para alcanzar objetivos en consonancia con el grado escolar de los participantes. No obstante, este proyecto se nutrirá de material curricular gratuito y, por lo tanto, no se tienen en cuenta gastos asociados a este apartado.
- Formación del profesorado en este aspecto de la pedagogía. Es de vital importancia la asistencia de los profesores de la escuela que asuman roles de monitores de robótica, a cursos o eventos sobre la materia, algunos gratuitos y otros de pago. En esta memoria económica se contempla que, por centro, se asistirá a dos cursos de robótica y a dos cursos de experimentación.
- Publicación en la WEB de las fichas correspondientes a los retos pedagógicos. Es moralmente recomendable que, al nutrirse estos centros de materiales curriculares gratuitos, aporten a la comunidad sus experiencias también gratuitamente en la Red, para lo cual se recomendará utilizar los espacios que la red XTEC pone al servicio de la comunidad educativa.
- Área de prácticas. Debería ser habilitado un espacio lo suficientemente grande para acomodar todos los equipos de trabajo, los ordenadores, las mesas de prácticas, un proyector para impartir las clases y el área de almacenamiento.
- Mesas de prácticas. Estas mesas pueden ser construidas con materiales adquiridos en centros de bricolaje y se adjunta el anexo I un ejemplo de mesa de prácticas.

- Almacenamiento. Es aconsejable, para la buena conservación de los materiales, disponer dichos materiales almacenado en bandejas compartimentadas y ellas dentro de un armario cerrado. También se recomienda que el armario disponga de una estantería con suministro eléctrico para la recarga de los ladrillos inteligentes EV3 de LEGO
- Debe preverse un remanente económico para material promocional de esta actividad o como recuerdo de algún evento de robótica. Puede ser la elaboración de camisetas, placas de premios por participar etc.

Por lo tanto, para dar respuesta a la expuesto anteriormente y para clases de 8 a 12 alumnos, un presupuesto básico, pero suficiente para iniciar la actividad, responde a:

	Código	Precio unidad	Cantidad	Total
Robótica LEGO				
Edición educativa	45544	492,00	5	2.460,00
Extensión	45560	142,00	5	710,00
Cargador batería	45517	31,00	5	155,00
Experimentación LEGO				
Set experimentos	5005270	180,00	5	900,00
Accesorios LEGO				
Baliza Emisora de Infrarrojos	45508-46	48,00	5	240,00
Sensor infrarrojos	45509-46	48,00	5	240,00
Virtual Robotics Toolkit				
Licencias de uso		45,00	5	225,00
LEGO Digital Designer		0	5	0
Experimentación TinkerCAD				
Circuitos básicos		0	5	0
Circuitos Arduinos (Kit)		90,00	5	450,00
Formación especialistas				
En robótica		150,00	2	300,00
En experimentación		150,00	2	300,00
Total un centro				5980,00
Total los tres centros				17.940,00

8. Otras líneas de trabajo.

El cuerpo principal del presente documento, como se ha mencionado anteriormente, está enfocado a los alumnos del ciclo superior de enseñanza primaria inmersos en una escuela rural. Sin embargo, en el ámbito de robótica y experimentación hay otras líneas de trabajo para las cuales son fundamentales los conocimientos adquiridos en este ciclo formativo.

Las líneas de trabajo se pueden clasificar en el entorno LEGO para robótica y en el entorno Arduino para experimentación,

8.1 LEGO

Cualquier persona que se inicia con el software *LabView for LEGO MINDSTORMS* (LVLM) en el entorno EV3 utilizado en este proyecto y logra desenvolverse con soltura y familiaridad solucionando materias STEM, más pronto o más tarde estará preparada para retos más ambiciosos. Aquellos alumnos en que se despierte la atracción por explorar problemáticas STEM más allá de LVLM, podrán realizarlo sobre el hardware fabricado por LEGO MINDSTORMS con otros lenguajes de código, si bien siempre existirá la limitación que impone el fabricante LEGO.

8.1.1 Lenguajes alternativos a LVLM

A continuación, se resumen otros lenguajes distintos a LVLM listos para ser empleados en los entornos EV3. («Alternative Programming Languages for LEGO MINDSTORMS – LEGO Engineering», s. f.).

- EV3 Basic, es un tipo de programación textual. Ver:
- <https://sites.google.com/site/ev3basic/>
- EV3dev, no es ningún lenguaje de programación, sino que es una instancia del sistema operativo Linux Debian, el cual da soporte a muchos más lenguajes de programación que cualquier otro sistema operativo Linux. Por ejemplo: C++, node.js, y Python. Ver: <https://www.ev3dev.org/>
- EV3Python, ayudará a los alumnos a familiarizarse con el lenguaje Python, uno de los lenguajes actuales de más alto nivel e independiente de sistemas operativos. Esta familiarización la alcanzarán al gestionar con Python al robot

LEGO. Los desarrollos EV3Python se podrán realizar con la asistencia de Microsoft Visual Studio Code. Ver: <https://sites.google.com/site/ev3python/>

- LeJOS es una minúscula máquina virtual de Java (Java Virtual Machine). Ver: <http://www.lejos.org/ev3.php>
- MakeCode, Microsoft MakeCode es una plataforma de programación en línea para controlar los sistemas EV3 y otros dispositivos, lo cual dota a este lenguaje de cierto atractivo. MakeCode utiliza bloques similares a Scratch a la par que combina textos similares a la programación JavaScript. Ver: <https://makecode.MINDSTORMS.com/#>
- OpenRoberta, es un software gratuito de programación del tipo “arrastrar y soltar”, está basado en una plataforma residente en la nube y sirve para programar robots EV3 y NTC de LEGO. Ver <http://www.LEGOengineering.com/open-roberta/>
- RobotC, es un lenguaje de programación basado en C. Dispone de un software para la búsqueda de errores y puede correr sobre diferentes plataformas. Existe muchísima información en el sitio <http://www.robotc.net/>
- Scratch, es un entorno de desarrollo muy popular. Algunas extensiones de Scratch han sido creadas para soportar EV3. Scratch 3.0 actualmente está en desarrollo y estará disponible en 2019 manteniendo el soporte para EV3. Ver: <https://scratch.mit.edu/>

8.1.2 Entorno virtualizado para LEGO MINDSTORMS

La virtualización del entorno EV3 permite construir robots o vehículos educativos liberando al alumno de tener que desmontar sus construcciones, de la pérdida de piezas o de tener que adquirir nuevas piezas para poder desarrollar nuevos retos. Con la virtualización todas las creaciones pueden ser guardadas para siempre como ficheros digitales y el alumno puede volver sobre sus creaciones tantas veces como se desee.

La virtualización permite extender el trabajo colaborativo más allá del ámbito del aula escolar, ya que compartir las creaciones o trozos de código en este entorno es fácil y a un costo nulo. También la virtualización permite chequear cualquier creación antes de

pasar a construir una máquina física tal como los pilotos de avión hacen en los simuladores de vuelo.

8.1.2.1 *Virtual Robotics Toolkit*

La empresa Cogmation Robotics, Manitoba, Canadá, está especializada en desarrollar software de simulación, el cual permite a los usuarios chequear sus creaciones robotizadas, siendo una de sus más importantes aportaciones el software Virtual Robotics Toolkit (VRT), diseñado específicamente para LEGO.



El software VRT permite importar ficheros creados con herramientas de modelado 3D. Siendo la más utilizada en este entorno LEGO Digital Designer (LDD). En conclusión en pocos minutos se dispone en VRT la construcción física del robot a chequear o jugar con él.

Como se realiza en el mundo físico, al robot se le ha de dotar de un programa que le de vida. También el software LVL3M construido en el laboratorio de LEGO MINDSTORMS EV3 puede ser descargado en el robot ya residente en el entorno virtualizado VRT.

Una vez el robot programado y activo en el VRT este, gracias al entorno avanzado de simulación, experimenta un nivel de realidad muy importante. El robot puede ser sometido a diferentes fuerzas físicas, modificarle la fricción de la superficie de rodaje, o hasta hacer desaparecer la gravedad.

8.1.2.2 *LEGO Digital Designer*

LEGO Digital Designer o también conocido como LDD es un software desarrollado por The Lego Group, disponible para Mac y Windows.

Permite diseñar a través del PC cualquier construcción de LEGO. Cuenta con un número ilimitado de piezas de todo tipo, y la mayoría están disponibles en varios colores. Su interfaz es muy fácil de usar. Incluye temas de series de productos como Mindstorms o Creator. Ofrece diseños predeterminados sin acabar (para que lo haga el usuario).

El programa también ofrece la opción de generar guías de construcción, de modo que puede hacer instrucciones automáticamente de cómo construir paso a paso las creaciones, incluso con la opción de guardarlas en formato HTML. También nos dice cuánto costaría crear la construcción en la realidad. Podemos guardar nuestras creaciones y compartirlas, enviarlas a la página oficial de LEGO y también permite visualizar y descargar las creaciones de otras personas que las hayan subido previamente («Lego Digital Designer», 2019)

En este proyecto LDD permite construir robots o vehículos que luego serán importados al entorno virtualizado VRT.

8.2 TinkerCAD

Durante la puesta en práctica de este proyecto y para los alumnos del ciclo superior de primaria se ha utilizado TinkerCAD para desarrollar materias incorporadas en su currículo, como es la construcción de circuitos básicos.

8.2.1. Circuitos básicos

La opción de circuitos básicos en TinkerCAD, permite al alumno crear y simular circuitos, donde se puedan identificar las fuentes energía, su efecto y elementos que puedan controlar la energía que se está suministrando.

8.2.2 Arduino

La opción avanzada de los circuitos en TinkerCAD es cuando los circuitos están siendo gestionando por un sistema Arduino. Dicha opción está fuera del alcance de este proyecto.

Brevemente indicar que Arduino es un entorno de trabajo de bajo costo en comparación con LEGO MINDSTORMS EV3, pero sus conceptos, interfaces, construcción y codificación hacen que estas técnicas estén diseñadas para ser introducidas en el alumnado de secundaria.

9. Conclusiones.

Anexo I Hoja de trabajo del profesor

Realizar un robot que comunica

Por ejemplo: Diseñar y construir un sistema robotizado que siga un camino y comunique su posición al menos dos veces.

Los alumnos:

- Entenderán qué sistemas complejos se pueden construir en base a varios sistemas más simples.
- Entenderán que las informaciones de determinados sensores controlarán el Sistema.
- Entenderán que un robot que sigue un camino representa una tecnología de transporte.
- Entenderán que los robots que informan de su posición representan una tecnología de comunicaciones.

Prerrequisitos

Los alumnos deberán conocer cómo crear un programa y descargarlo en el ladrillo EV3, cómo programar un motor y, también, cómo explotar la información de los sensores.

Plan de la clase

Conectar (30 MINUTOS)

Usar un vídeo para conectar a los alumnos con la vida real. Por ejemplo, un vehículo autónomo: <https://www.youtube.com/watch?v=QCfkGgy2L88>

- Explicar a los alumnos que el vehículo autónomo es un sistema constituido por subsistemas
- Inspirar a los alumnos para crear su propio Sistema robotizado.
- Generar una discusión mostrando diferentes vídeos
- ¿Qué subsistemas ven los alumnos en el vídeo?

Las respuestas pueden ser muy variadas y la estrategia ha de ser reconducirlas todas hacia el trabajo a realizar en este caso.

Tormenta de ideas.

Potenciar una lluvia de ideas para que los alumnos expongan lo que están entendiendo, poniendo énfasis en:

- Revisar vídeos de coches autónomos en acción
- Mostrar diferencias entre globalidad y partes
- Describir un contexto en el cual un robot sigue un camino como, por ejemplo, la aspiradora Roomba.

Debatir ideas para construir en base a:

- Motores grandes y ruedas, orugas, sensores de color, giroscópico, contacto, ultrasónico
- Saber seleccionar la solución más óptima
- Describir la solución que se ha acordado y consensuar el programa a implementar

Hacer un repaso general de lo expuesto por los alumnos y justificar por qué unas soluciones no se trabajarán y una en concreto sí se trabajará.

Construir (30 MINUTOS)

Construir el programa y adecuar el robot para ejecutar dicho programa

A medida que los alumnos avanzan, el profesor ha de asegurar que los alumnos siguen el procedimiento correcto

Los alumnos podrán utilizar imágenes, videos, textos, sonidos o enlaces web para documentar su trabajo.

Contemplar (30 MINUTOS)

Chequear y analizar cómo de correcto funciona la solución. Tratar de utilizar una tabla donde se registre el número de intentos, el comportamiento esperado, el comportamiento real, los cambios aplicados etc.

Dedicar tiempo para analizar:

- ¿Pueden afinarse los movimientos del robot?
- ¿De qué maneras otros equipos han solucionado sus problemas?

Animar a los alumnos a comparar lo conseguido con lo que esperaban conseguir.

Animar a que cada equipo se autoevalúe.

Este proceso ayudará a los alumnos a desarrollar habilidades de análisis y a soportar sus afirmaciones con datos.

Continuar (30 MINUTOS)

Comunicar

Algunas ideas para sugerir a los alumnos:

- Crear un video del Proyecto realizado, poniendo énfasis en la presentación final y en las prestaciones de la solución
- Explicar los puntos fuertes del programa de software realizado
- Crear una guía de construcción, haciendo fotos a medida que se desmonte la solución
- Incluir una imagen del programa con comentarios
- Agregar una fotografía del equipo.
- Evaluar el diseño y los objetivos NGSS (*Next Generation Science Standards*) alcanzados

Anexo II Hoja de trabajo del alumno

Un ejemplo: Realizar un robot que siga un camino y comunique su posición a lo largo del camino, al menos, dos veces.

Conectar

Realizar una lluvia de ideas y discutir diferentes soluciones entre todos los compañeros.

Pensar sobre:

- Qué mecanismos pueden usarse para controlar los movimientos del robot.
- Cómo se controlará el robot que sigue el camino
- Cómo puede comunicar el robot sus posiciones

Seleccionar entre todos los alumnos la mejor de las soluciones.

Describir la solución acordada y acompañarla de ejemplos

Razonar por qué se ha escogido la solución a construir.

Construir

Construir en pseudocódigo la solución a implementar y consensuarla dentro del grupo.

Cuando esté consensuado el pseudocódigo, se debe construir el robot y confeccionar el programa

A medida que se vaya trabajando en la solución y probando las partes, ir describiéndolas.

Redactar los cambios que se van introduciendo sobre la idea original acordada con el pseudocódigo.

Contemplar

Probar y analizar

Redactar si la solución se ajusta a lo esperado y reflejar las diferentes pruebas en una especie de tabla donde se indique:

Número de la prueba, qué se espera obtener, qué se ha obtenido y comentarios.

Revisar el trabajo realizado, pensar sobre él y reflejar en las notas:

¿Pueden ser los movimientos de robot más exactos?

¿Los compañeros han encontrado otras formas diferentes de solucionar el reto?

Describir dos formas en que vuestra solución puede ser mejorada.

Continuar

Comunicar

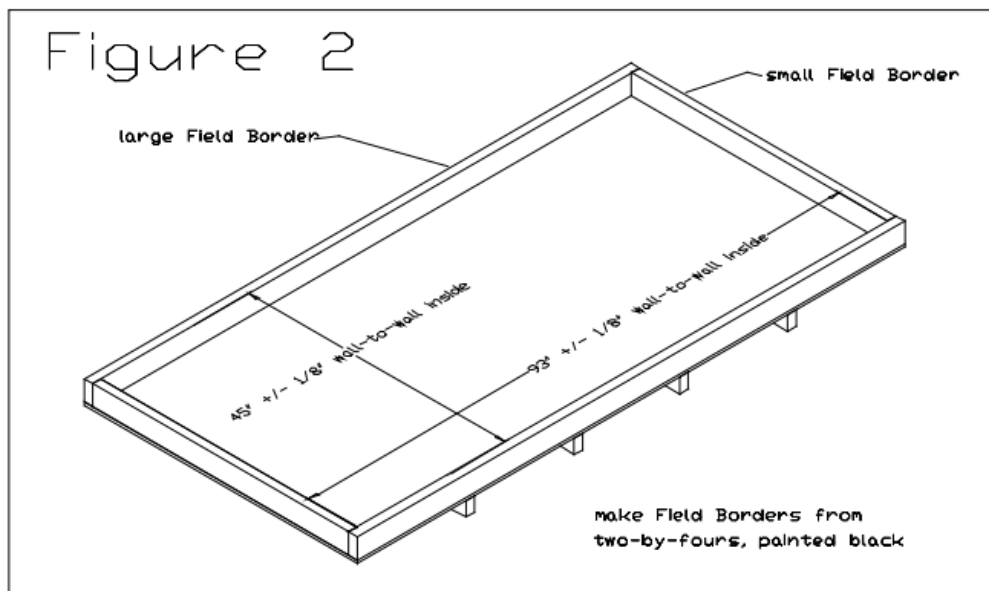
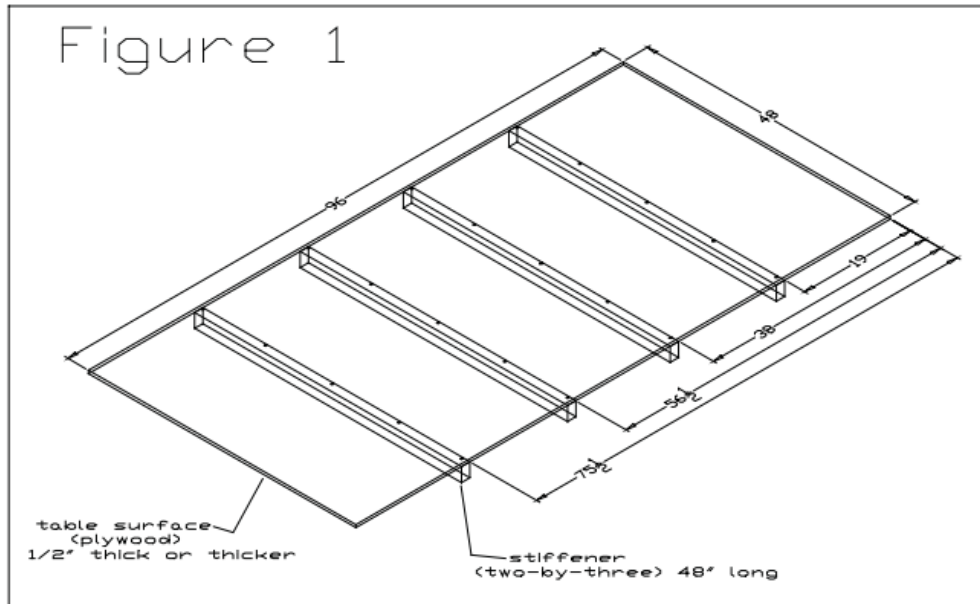
Aquí tienes algunas ideas

- Confeccionar un video del Proyecto, realizado durante el reto, acompañado de una presentación y de las prestaciones alcanzadas por el robot. Detallando:
 - Características más importantes en el programa de software
- Producir una guía de montaje, tomando fotos del proyecto a medida que es desmontado el mismo
- Incluir una imagen del programa con comentarios

Y hacer una foto del equipo de trabajo.

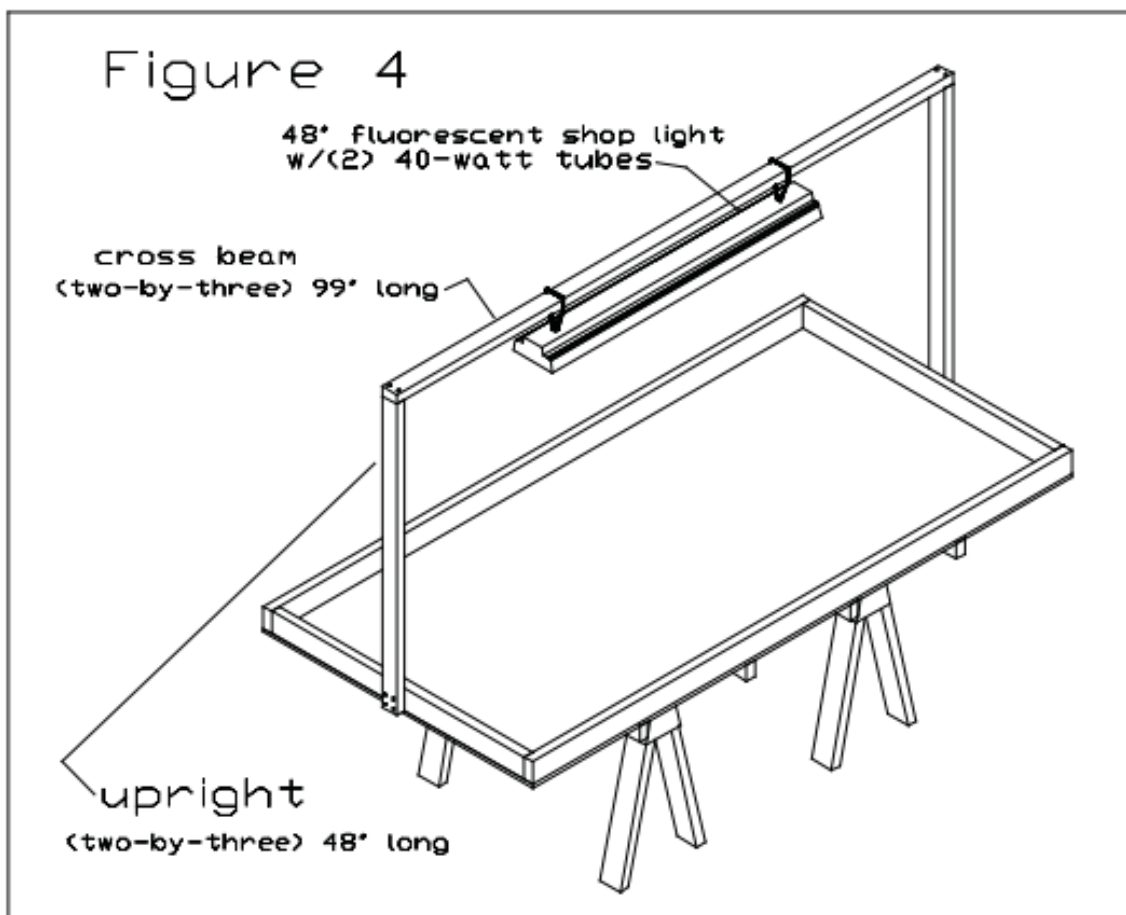
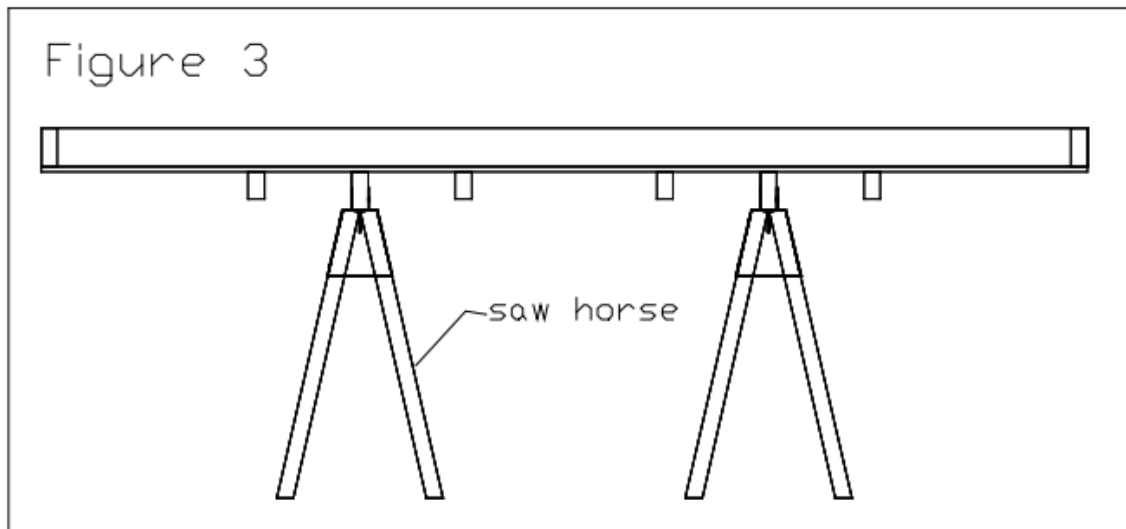
Anexo III Mesa LEGO

Mesa recomendada para finalidades de pruebas y exhibición de las construcciones realizadas con LEGO MINDSTORMS por los equipos de trabajo.



La superficie de prácticas es un rectángulo de 236,22 x 114,3 cm y un espesor $\geq 1,9$ cm. Los laterales han de tener una altura de 11 cm sobre la superficie de juego y los cuatros listones atravesados a modo de costillas son de 110 cm de largo, 7 cm de alto y 4 cm de grosor.

Finalmente, la mesa de validación de los trabajos descansará en dos caballetes y, opcionalmente, puede incorporar una lámpara que inyecte suficiente luz para realizar ejercicios relacionados con la misma



Es muy importante en estas mesas *Firts LEGO League* (FLL) asegurar que la superficie principal sea de madera contrachapada, para asegurar la suavidad de la superficie por donde se moverán los robots.

Bibliografía

Alternative Programming Languages for LEGO MINDSTORMS – LEGO Engineering. (s. f.).

Recuperado 30 de abril de 2019, de <http://www.legoengineering.com/alternative-programming-languages/>

Brecha entre oferta y demanda. (s. f.). Recuperado 20 de marzo de 2019, de

https://elpais.com/ccaa/2019/03/11/catalunya/1552335472_938559.html

Casos prácticos de implantación de Sistemas Ciberfísicos (CPS) - Euskadi+innova. (2007, julio 12).

Recuperado 23 de abril de 2019, de <http://www.spri.eus/euskadinnova/es/empresa-digitala/agenda/casos-practicos-implantacion-sistemas-ciberfisicos/9475.aspx>

Education, L. (s. f.-a). Make a System That Communicates - EV3 Design Engineering - Lesson Plans

- LEGO Education. Recuperado 15 de abril de 2019, de <https://education.lego.com>
website: <https://education.lego.com/en-us/lessons/ev3-dep/make-a-system-that-communicates>

Education, L. (s. f.-b). Site. Recuperado 21 de marzo de 2019, de <https://education.lego.com>

website: <https://education.lego.com/es-es>

Education, L. (s. f.-c). Student worksheet. Recuperado 15 de abril de 2019, de

<https://education.lego.com> website: <https://education.lego.com/en-us/lessons/ev3-dep/make-a-system-that-communicates/student-worksheet>

La robòtica educativa de LEGO en la UB. (s. f.). Recuperado 20 de marzo de 2019, de

<http://www.ub.edu/ice/cursos/ips18/LEGO>

Lego Digital Designer. (2019). En *Wikipedia, la enciclopedia libre*. Recuperado de

https://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Lego_Digital_Designer&oldid=114281654

LEGO Shop. (s. f.). Recuperado 21 de marzo de 2019, de <https://shop.lego.com/es-ES/>

Metodología de Aprendizaje. (s. f.). Recuperado 29 de abril de 2019, de Optimus Educación website: <https://www.optimuseducacion.es/nuestra-empresa-anterior/nuestra-filosofia/metodologia-de-aprendizaje/>

President Trump Signs Memorandum for STEM Education Funding. (2017, septiembre 26). Recuperado 10 de abril de 2019, de The White House website: <https://www.whitehouse.gov/articles/president-trump-signs-memorandum-stem-education-funding/>

Recommendations for implementing the strategic initiative INDUSTRIE 4.0. (s. f.). Recuperado 19 de marzo de 2019, de acatech website: <https://www.acatech.de/Publikation/recommendations-for-implementing-the-strategic-initiative-industrie-4-0-final-report-of-the-industrie-4-0-working-group/>

Schwab, K. (2016). *The fourth industrial revolution* (First U.S. edition). New York: Crown Business.

STEM for All. (2016, febrero 11). Recuperado 20 de marzo de 2019, de whitehouse.gov website: <https://obamawhitehouse.archives.gov/blog/2016/02/11/stem-all>

stepbystep-vex.pdf. (s. f.). Recuperado de <https://www.cmu.edu/roboticsacademy/PDFs/stepbystep-vex.pdf>

The Obama White House. (s. f.). *"It's a prototype!" Tune in for President Obama's Last Science Fair, April 13th.* Recuperado de https://www.youtube.com/watch?time_continue=88&v=NxEch5nsNkk

University, C. M. (s. f.). Robotics Academy - Carnegie Mellon Robotics Academy - Carnegie Mellon University. Recuperado 21 de marzo de 2019, de <https://www.cmu.edu/roboticsacademy/index.html>