

PFC

La robótica como herramienta educativa para la introducción a la programación en centros de secundaria y ciclos formativos

12/05/2011

Universidad Politécnica de Valencia

Ingeniería Técnica en Informática de Gestión

Isabel Beser Irazo

DNI: 73577171-X

Director de Proyecto: Oscar Sapena Vercher

Índice

Agradecimientos.....	5
Resumen	6
Palabras clave	7
Introducción	8
Descripción del problema	8
Introducción y motivación	10
Objetivos del proyecto.....	11
Beneficios a obtener	12
Conclusiones	13
Contexto actual.....	14
Sistema educativo.....	14
Educación infantil.....	15
Educación primaria.....	15
Educación secundaria obligatoria	16
Bachillerato	17
Formación profesional	17
Los robots.....	18
Historia	18
Conceptos básicos	20
Clasificación.....	21
Tipos de articulaciones.....	32
Conclusiones	35
Comparativa de robots de propósito educativo.	36
Las empresas distribuidoras	36
LEGO	37
Fischertechnik	44
Ollo	49
Bioloid.....	52
Dynamixel.....	55

Moway.....	56
Robobuilders	57
Características a estudiar	58
Software	58
Hardware.....	62
Servicio técnico	67
Documentación	68
Versatilidad	68
Calidad / Precio	69
Resumen.....	69
Análisis de los robots	72
Conclusiones	74
Selección del robot	75
Lego Mindstorms Education NXT 2.1 aplicado a la educación.....	76
Software	77
Hardware.....	84
Otras características.....	93
Conclusiones	97
Concursos y actividades. Participación fuera del aula	98
MadridBot.....	100
First Championship	101
First Lego League.....	101
First Tech Challenge	102
First Robotics Competition.....	103
Liga Nacional Robótica Competición	104
RoboCup.....	105
RoboCupSoccer	108
RoboCupRescue	110
RoboCup@Home.....	111
RoboCup Demonstration Events	111
Campus Party Valencia	111

Ejemplo práctico.....	112
Guía docente de la actividad	113
Descripción general.....	113
Objetivos generales	114
Conocimientos previos recomendados.....	115
Estructuración de las unidades didácticas	116
Distribución del trabajo.....	117
Metodología de enseñanza-aprendizaje.....	122
Evaluación	123
Descripción del ejemplo	125
Coche inteligente	125
Reloj.....	143
Programación.....	161
Coche inteligente	161
Reloj.....	172
Depuración de errores	176
Coche inteligente	176
Reloj.....	177
Conclusiones	178
Valoración del trabajo realizado.....	179
Webgrafía	181

Agradecimientos

Quiero expresar mi agradecimiento:

A mi Director de Proyecto, Dr. Oscar Sapena Vercher por su generosidad al brindarme la oportunidad de recurrir a su capacidad y experiencia en un marco de confianza, afecto y amistad, fundamentales para la concreción de este trabajo.

A Víctor Manuel Méndez Fernández por sus valiosas sugerencias y acertados aportes durante el desarrollo de este trabajo, así como a sus excelentes críticas al discutir los resultados de este trabajo.

A los foreros y todos aquellos internautas por su permanente disposición y desinteresada ayuda.

A mis amigos por acompañarme en todos los momentos importantes.

A mis abuelos y tío paterno por su presencia incondicional, su calidez, amistad y amor incondicional.

A mis padres por brindarme un hogar cálido y enseñarme que la perseverancia, la constancia y el esfuerzo son el camino para lograr objetivos.

Resumen

El objetivo principal de este Proyecto Final de Carrera es diseñar un método de aprendizaje eficaz para introducir los conceptos básicos de programación a través de la robótica en institutos y ciclos formativos. Este método está concebido para ser utilizado en las actividades extraescolares de estos centros, donde los estudiantes tienen edades comprendidas entre los 12 y los 18 años. La idea principal es utilizar sencillos robots comerciales para permitir a los estudiantes descubrir la programación de forma amena a través de un software sencillo e intuitivo con el que desarrollarán desde un primer momento sus propios programas.

Con este fin se han hecho una introducción sobre el contexto actual, tanto de la enseñanza como de los avances de la robótica en la actualidad, y se ha realizado una comparativa de los robots más adecuados existentes en el mercado que pueden ser de utilidad para este propósito. Tras estudiar las ventajas e inconvenientes de cada modelo se ha optado por utilizar el robot Mindstorms Education NXT 2.1 de la marca Lego. Finalmente, se plantea la puesta en marcha de una actividad extraescolar, con una detallada planificación didáctica y varios ejemplos, para introducir a los alumnos en el mundo de la robótica a través de este robot y de su entorno de desarrollo.

Este proyecto pretende suponer una innovación pedagógica, con miras de involucrar a los alumnos en la construcción de sus conocimientos a través de una temática significativa e interesante para ellos. Aprenderán tecnología, comprobando el resultado real de la programación desarrollada. Conocerán herramientas de programación y además se les introducirá en los principios básicos de la electrónica, llegando a comprender el funcionamiento de los diferentes tipos de sensores y como actúa un robot en función de ellos.

Palabras clave

- Educación extraescolar
- Programación
- NXT
- C++
- Competiciones
- Lego
- Robot
- Innovación pedagógica
- Tecnología
- Electrónica.

Introducción

Descripción del problema

Este proyecto final de carrera gira en torno a la robótica aplicada en centros donde se imparte la enseñanza secundaria obligatoria e incluso en ciclos formativos.

Se tratarán temas tales como:

- ✚ Los diferentes tipos de robots que se ven actualmente en el mercado, clasificándolos y de este modo pudiendo observar las principales diferencias entre ellos, tales como su arquitectura, propósito o función, generación, inteligencia, control, software...
- ✚ Una breve presentación de las principales empresas distribuidoras de robots, así como una exposición con la mayoría de sus productos desarrollados, destacando sus principales características. Pudiendo observar las diferencias más notables entre ellas.
- ✚ Una comparativa entre los diferentes modelos, tanto los de una misma empresa así como la comparación de estos productos con los de otras compañías. Viendo las ventajas, desventajas, características principales,... que estos nos ofrecen, destacando lo mejor de cada uno de ellos.
- ✚ La selección del robot más adecuado para nuestros fines educativos, haciendo una completa explicación de los motivos que me han llevado a tomar esa decisión.
- ✚ Una buena planificación didáctica para su puesta en marcha en centros docentes. Por un lado tendremos los objetivos a cumplir dentro de un curso escolar, estructurando las metas. Mientras que por otro lado, y en un archivo a parte, se llevará a cabo las transparencias o los apuntes que se utilizarían en el caso de llevar dicho proyecto a la práctica.

- ✚ Las diferentes actividades que los alumnos podrán realizar fuera del aula gracias a su gran labor durante todo el curso escolar, así como los requisitos necesarios para poder participar en cada una de ellas.
- ✚ Un ejemplo sencillo y práctico donde se plasmara un ejemplo de programación utilizada en este tipo de robots. Este podría representar uno de tantos objetivos a cumplir en un año escolar.

El objetivo principal de este proyecto es conseguir cierta autonomía e iniciativa personal de los estudiantes, así como un buen trabajo en grupo. Esta práctica puede desarrollar su creatividad, entusiasmo y motivación al mismo tiempo que van aprendiendo.

Introducción y motivación

Desde mi punto de vista, este proyecto no se podría llevar a cabo si no se impartiera de una manera llena de motivaciones. Con esto quiero decir es que, no es un tema fácil de enseñar para alumnos de tan corta edad. Hay que pensar que hace tan solo unos años que aprendieron a sumar, restar y multiplicar y de repente les introducimos en un mundo nuevo, que no entienden y que es muy diferente del que ellos conocen.

Lo que tenemos que hacer es hacerles ver lo que pueden ser capaces de conseguir por ellos mismos, lo divertido y gratificante que puede ser trabajar y estudiar, pero que ello significa constancia y que no gusta siempre lo que se hace.

Por otro lado, la introducción a la programación en niños aporta muchas ventajas, ya que teniendo en cuenta que están en el momento idóneo de su aprendizaje, con un cerebro que absorbe la información como una esponja. Esto nos puede ayudar a conseguir personas cualificadas con un gran futuro tecnológico, ya que si la base se imparte cuando toca y como es debido, cuando toque profundizar en este tema supondrá menos esfuerzo para todo aquel que lo haya realizado. Además, puede suponer toda una ayuda para llegar a comprender el significado de un mundo totalmente desconocido, para bien o para mal. Siendo más capaces, a largo plazo, de la toma de decisiones, como por ejemplo, en decidir qué es lo que se quiere estudiar y no equivocarse en esa decisión tan importante, y que para muchos supone un gran problema.

Es por este motivo por lo que es tan interesante una introducción a la tecnología a tiempo, y en especial en este caso, siendo tan completa, siempre y cuando la metodología aplicada este llena de motivación y recompensas.

Objetivos del proyecto

El objetivo principal de este Proyecto Final de Carrera es crear un método de aprendizaje eficaz con el fin de introducirlo como actividades extraescolares en institutos y ciclos formativos, cuyos estudiantes tienen edades comprendidas entre los 12 y los 18 años. Permitiéndoles descubrir la Programación a través de un software sencillo e intuitivo con el que desarrollarán desde un primer momento sus propios programas.

Este proyecto pretende suponer una innovación pedagógica, con miras de involucrar a los alumnos en la construcción de sus conocimientos a través de una temática significativa e interesante para ellos. Aprenderán tecnología, comprobando el resultado real de la programación desarrollada. Conocerán herramientas de programación y además se les introducirá en los principios básicos de la electrónica, llegando a comprender el funcionamiento de los diferentes tipos de sensores y como actúa un robot en función de ellos.

Su trabajo tendrá como objetivo alcanzar una meta, tras un largo trabajo individual y en grupo, los alumnos tendrán que competir con otros grupos de su misma edad y de otras ciudades e incluso países, enseñándoles de este modo cultura, sociabilización, integridad, competitividad, creatividad, etc.

Beneficios a obtener

Por descontado, los beneficios a obtener por cualquier centro que imparta esta actividad son realmente muchos.

Para empezar, lo primero que debemos tener en cuenta es la preparación que se le va a dar al alumnado, siendo esta con gran diferencia, muchísimo más completa. Desarrollando ciertos aspectos intelectuales de los alumnos que no es posible trabajar con tanta intensidad en ninguna de las asignaturas impartidas. Aportándoles cierta destreza en un ámbito que en un futuro puede servirles de gran ayuda. Estaríamos ofreciéndoles la oportunidad de tener un grupo de trabajo con el que trabajar. Tendrían que pensar por sí solos en la creación un ejercicio para después resolverlo, justo lo contrario de lo que están ellos acostumbrados a hacer, que es simplemente encontrar una solución para el problema. Y muchas otras ventajas.

Actualmente, dado que esta actividad no está, de momento, muy difundida entre los centros escolares, puede significar en cierto modo “publicidad”. Y esto tiene un por qué muy sencillo. A nivel autonómico se pueden presentar a concursos, pongamos el supuesto de cinco institutos. Cada uno de estos están haciendo nombre, y en el caso de ganar cualquier premio en la realización de dicha actividad, muchísimo más. Podríamos multiplicar por diez la publicidad que estos alumnos estarían dando a su centro, en el caso de participar en actividades realizadas en el extranjero. Y no olvidemos el conocimiento cultural, la experiencia de cooperación, coordinación y el interés que estamos despertando al mismo tiempo en el alumnado, al mismo tiempo que les damos unos conocimientos que pueden significar a corto o largo plazo una gran diferencia para ellos.

A medida que esta actividad crezca y cada vez sea impartida por más centros, en ese momento habrá una clara diferencia entre los veteranos experimentados y los novatos con falta de experiencia, práctica e idea. Habiendo una notable diferenciación entre el alumnado, evidentemente.

En definitiva, es una manera de ofrecer un servicio más a los clientes, que en este caso son los alumnos y los padres de éstos, donde se consiguen miles de ventajas y, lo más importante de todo, puede significar un antes y un después.

Conclusiones

En este primer apartado hemos desarrollado un esquema bien estructurado de todo lo que se verá en temas posteriores, pudiendo plasmar una idea global del contenido que reflejará los principales objetivos a conseguir y que concluirá con el propósito de este proyecto.

Por otra parte hemos hablado de motivación, iniciativa, creatividad, diversión y aprendizaje. Este proyecto engloba todo esto ya que para los niños pequeños aprender es mucho más que leer un libro y disponer de un tutor, ellos también necesitan motivación y estar interesados en lo que están haciendo. En pocas palabras, formar un grupo de trabajo, donde todos se ayuden entre sí y puedan compartir con otras escuelas y otros grupos de niños sus conocimientos. Podrán llegar a participar en competiciones y concentraciones existentes exclusivamente para estos tipos de proyectos, fomentando a la vez que conozcan otras culturas, otros modelos de trabajo en grupo, pudiendo alcanzar metas y superándose a sí mismos mediante el uso de la programación.

Por último hablábamos de los beneficios. Es evidente que ellos nunca verán esta actividad cómo una asignatura para aprender a programar, ya que mientras aprenden, estarán muy entretenidos en otras cosas, y esto es lo más importante, conseguir que no se les haga pesado aprender un lenguaje que sin darse cuenta les será de gran ayuda en el futuro.

Contexto actual

La sociedad actual está exigiendo al sistema educativo el desarrollo de nuevas competencias y habilidades que preparen exitosamente a los estudiantes para la vida, el aprendizaje y el trabajo.

En primer lugar analizaremos las sinergias que tiene el Sistema Educativo Español actual, con una actividad extra escolar de la naturaleza de la que proponemos. Para a continuación ver la posibilidad de que esta actividad se incluya dentro del propio sistema educativo.

A continuación veremos el papel que juegan los robots en nuestra sociedad, así como las investigaciones existentes en dicho campo, realizando un estudio de su evolución histórica y una clasificación de los tipos más conocidos.

Sistema educativo

En el contexto actual me parece importante describir un poco el sistema educativo actual para ver dónde encajaría este curso dentro del plan de estudios de secundaria/ciclos formativos.

Nuestro Sistema Educativo actual tiene la siguiente estructura:

- Educación infantil.
- Educación primaria.
- Educación secundaria obligatoria.
- Bachillerato.
- Formación profesional.
- Enseñanzas artísticas.
- Enseñanzas deportivas.
- Enseñanzas de idiomas.
- Enseñanzas universitarias.¹

Debido a la importancia de este apartado, este se puede hacer demasiado extenso, es por ello que vamos a centrarnos únicamente en los puntos que a nosotros nos conciernen.

¹ <http://www.educacion.es/educacion/que-estudiar.html>

Educación infantil

Comenzaremos por la educación infantil, que constituye la etapa educativa a niñas y niños desde el nacimiento hasta los seis años. En esta se pueden diferenciar muy claramente dos ciclos. El primero comprende hasta los tres años, y el segundo, desde los tres a los seis años de edad.

La Educación infantil es totalmente voluntaria, aunque no por ello menos importante, es por ello por el que el segundo ciclo de esta etapa educativa es totalmente gratuito.

La finalidad de la Educación infantil es la de contribuir al desarrollo físico, afectivo, social e intelectual de los niños y las niñas, la enseñanza de robótica en edades tempranas fomenta cualquiera de las cuatro áreas citadas.

Educación primaria

Por lo que respecta a la Educación primaria tiene carácter obligatorio y gratuito. Esta comprendida de tres ciclos de dos años cada uno, en total, seis cursos académicos, que se seguirán ordinariamente entre los seis y los doce años de edad.

La finalidad es proporcionar a todos los niños una educación común que haga posible la adquisición de los elementos básicos culturales, los aprendizajes relativos a la expresión oral, a la lectura, a la escritura y al cálculo aritmético, así como una progresiva autonomía de acción en su medio.

La introducción de la robótica en la educación primaria es de gran ayuda si lo que se pretende es forjar a niños con nuevas habilidades y conceptos capaces de presentar alternativas de solución eficiente a los problemas del mundo actual.

Facilita el razonamiento lógico, logrando que los estudiantes reflexionen sobre el porqué de las cosas, experimenten y comprendan las repercusiones de las decisiones que se están tomando.

Además, desarrolla la capacidad del trabajo colaborativo, toma de decisiones en equipo, escuchando y respetando las ideas de los demás.

Educación secundaria obligatoria

La Educación Secundaria Obligatoria es una etapa educativa obligatoria y gratuita que completa la educación básica, comentada anteriormente. Consta de cuatro cursos académicos que se realizarán ordinariamente entre los 12 y los 16 años de edad.

Entre las finalidades a lograr en la Educación Secundaria Obligatoria, voy a destacar las que nos son de cierto interés.

Con una temprana introducción a la Robótica, vamos a lograr que todos adquieran, con naturalidad y sin esfuerzo, los elementos básicos de la cultura, tanto humanísticos como artísticos, científicos y tecnológicos.

Por otra parte, también vamos a desarrollar y consolidar hábitos de estudio y de trabajo, puesto que en esta área se toca mucho el trabajar en grupo, tomar decisiones entre varios y por lo tanto esta práctica nos puede llevar en ocasiones a debates entre los propios alumnos, que sin duda esto les ayuda a saber respetarse mutuamente.

También hay que destacar el aumento de sus conocimientos tecnológicos, a diferencia de lo que se enseña en el resto de escuelas, de cara a su incorporación a estudios posteriores y para su inserción laboral. Aquí es donde destacaremos el vínculo que tendremos entre mecánica-electrónica-programación.

Además, con la práctica se fomentan los valores de innovación, creatividad e imaginación entre los alumnos de Educación Secundaria, para el desarrollo y generación de vocaciones científicas creándole a los estudiantes una visión de la ciencia y la tecnología atractiva y dinámica

Para finalizar me gustaría remarcar todas las asignaturas con las que tendría relación, la inserción de la robótica, de cara a estudios posteriores, bien sean de Bachillerato como de Formación Profesional.

1. Matemáticas.
2. Física.
3. Electrónica.
4. Inteligencia artificial.
5. Procesamiento de imágenes.
6. Aeronáutica.
7. Aeroespacial.
8. Mecatrónica.
9. Ingeniería electrónica.
10. Ingeniería industrial.

Bachillerato

El bachillerato forma parte de la educación secundaria postobligatoria y, por lo tanto, tiene carácter voluntario. Consta de dos cursos académicos que se realizan ordinariamente entre los 16 y 18 años de edad. Se desarrolla en modalidades diferentes, se organiza de modo flexible y, en su caso, en distintas vías.

Estos dos años son sin duda muy importantes y decisivos de cara a estudios superiores. Gran parte del alumnado tiene serios problemas, tienen que decidir qué es a lo que quieren estudiar. Esta decisión encaminara sus vidas en una dirección, por ejemplo, si eligen letras, luego difícilmente podrán optar a una carrera de ciencias puras. Es por esto la importancia de este periodo. Posiblemente sea la decisión más importante que hayan de tomar hasta el momento, su vida puede depender de una sola decisión.

Con la Robótica les proporcionamos formación, madurez intelectual y humana, conocimientos y habilidades que les permitan desarrollar las funciones sociales e incorporarse a la vida activa con responsabilidad y competencia.

Por otra parte, se les ofrece una preparación especializada, acorde con sus perspectivas e intereses de formación, que en su día les ayudará en sus estudios superiores.

Este tipo de actividades educativas en el bachillerato favorecerán la capacidad del alumnado para aprender por sí mismo, para trabajar en equipo y para aplicar los métodos de investigación apropiados.

Formación profesional

En varias especialidades de la Formación Profesional, todas las que puedan tener cierta relación con la robótica, bien sea la electrónica, informática, etc. Puede resultar de gran interés el aplicar los conocimientos adquiridos a lo largo del curso en proyectos tangibles que acerquen al alumno a retos similares a los que se enfrentaran en su vida profesional.

Esto les puede proporcionar una experiencia que puede significar una gran diferencia entre un alumno y otro a la hora de buscar un puesto de trabajo.

Los robots

Historia

Si miramos atrás, nos daríamos cuenta de que desde hace muchos siglos, el hombre a tratado de conseguir una vida más sencilla llena de comodidades, donde las cosas se consigán con el mínimo esfuerzo, cuya calidad se vaya superando y el precio se vaya reduciendo.

Estos objetivos han supuesto una clara y evidente evolución de la tecnología y con ello una historia. Empezando desde cosas tan sencillas como sería hacer fuego chocando dos piedras, hasta la construcción del primer robot y la evolución de éste.

Muchos de vosotros os preguntareis; bueno y de dónde surge la palabra Robótica? Bien, pues en 1920, el escritor Karen Capek emplea por primera vez la palabra checa “robotá”, que traduciéndolo al español significaría algo así como “trabajo tedioso”, para referirse a un humanoide mecánico no biológico. La palabra apareció en una obra de teatro en Londres, rápidamente el término se exportó a casi todos los idiomas del Mundo.

Tan solo 18 años después, los americanos Willard Pollard y Harold Roselund fabrican la primera máquina para pintar con spray, facilitándoles las labores, consiguiendo más resultados en un tiempo inferior.

En 1942, Isaac Asimov publica las tres leyes de la robótica. Sin embargo, estas leyes no se ponen de moda hasta a finales de siglo XX, al introducirse la robótica en los hogares y plantearse un problema ético y de seguridad civil.

Por otra parte, El primer robot programable comercial de la historia fue diseñado por George Devol sobre el año 1954. Pero lamentablemente necesitaron unos siete años para que este pudiera ser comercializado. Tan solo un tiempo más tarde, el Sr. Devol consiguió fundar “Unimation”, la primera empresa de robótica de la historia.

No muchos años después, cerca del año 1974 ya había más de 3500 robots operativos repartidos por todo el mundo. A raíz de la importancia que estos estaban teniendo, empiezan a surgir numerosas empresas dedicadas a la fabricación de robots para la industria.

La primera aparición de la robótica moderna fue cerca del año 1997, donde una empresa Japonesa, llamada "HONDA" inicia un proyecto en 1986 con el objetivo de construir un robot humanoide, teniendo en todo momento la evolución y sus numerosos problemas en riguroso secreto. En cuanto los resultados se hicieron públicos, muchos de los investigadores que trabajaban en proyectos similares, se quedaron atónitos, ya que sus proyectos estaban a años luz de los resultados que esta empresa había sido capaz de obtener.

Desde entonces solo ha pasado una década y poco, con lo que nos podemos hacer una idea de la evolución tan sorprendente que existe en el mundo de la Robótica y la tecnología. Por todo ello, podemos contemplar la Robótica como una ciencia que, aunque en ella se han conseguido grandes avances, ofrece aun un amplio campo para el desarrollo y la innovación tecnológica, y es precisamente este aspecto el que motiva a muchos investigadores y aficionados a los Robots a seguir adelante planteando Robots cada vez más evolucionados y complejos.

Conceptos básicos

Un Robot es un dispositivo comúnmente mecánico, creado por el ser humano, que suele desempeñar tareas automáticamente gracias a la programación llevada a cabo por las personas, encargándose de supervisar su correcto funcionamiento.

Generalmente para su construcción se siguen unas reglas básicas, utilizando técnicas de inteligencia artificial para así de esta manera cumplir las tres reglas fundamentales de la robótica:

1. Ningún robot puede hacer daño a un ser humano, o permitir que se le haga daño por no actuar.
2. Un robot debe obedecer las órdenes dadas por un ser humano, excepto si estas órdenes entran en conflicto con la primera ley.
3. Un robot debe proteger su propia existencia en la medida en que está protección no sea incompatible con las leyes anteriores.

Sin embargo, debido a la sencillez los robots actuales, estas reglas en realidad todavía no tienen aplicación, es posible que sean de utilidad para la construcción de robots en un futuro.

Por otra parte, los robots suelen ser reprogramables y multifuncionales, con conexión de retroalimentación y cuya inteligencia es una computadora o un microcontrolador ejecutando un programa. Sin embargo, se han desarrollado mucho los Robots con inteligencia alámbrica. Las acciones de este tipo de robots son generalmente llevadas a cabo por máquinas que mueven extremidades o impulsan al robot.

Clasificación

Ningún autor se pone de acuerdo en cuántos y cuáles son los tipos de robots actualmente en el mercado, sin embargo, se puede hacer una clasificación de los tipos más importantes, los que vemos día tras día con más frecuencia.

Así pues, los clasificaremos según su:

Arquitectura

Hablaremos primero entonces de las clasificaciones por arquitecturas.

Poliarticulados



Bajo este grupo están los robots de muy diversa forma y configuración cuya característica común es la de ser robots sedentarios, o sea que no se pueden desplazar, aunque excepcionalmente pueden ser guiados para efectuar desplazamientos limitados pero en requieren mucho tiempo para ello. Están diseñados para mover sus brazos y herramientas en un determinado espacio de trabajo. En este grupo se encuentran los manipuladores y algunos robots industriales, y se emplean cuando es preciso abarcar una zona de trabajo relativamente amplia o alargada, actuar sobre objetos con un plano de simetría vertical o reducir el espacio ocupado en la base.

Móviles



Los robots móviles están provistos de patas, ruedas u orugas permitiéndoles gran capacidad de movimiento de acuerdo a su programación. Éstos se mueven bien por telemando o la otra opción es recibiendo información de su entorno a través de sensores colocados estratégicamente para conseguir una función óptima.

Debido a sus características suelen emplearse en determinados tipos de instalaciones industriales, sobre todo para el transporte de mercancías en cadenas de producción y almacenes, es por ese motivo por lo que la gran mayoría de estos robots móviles son carros o plataformas dotadas de un sistema locomotor de tipo rodante. También se utilizan robots de este tipo para la investigación en lugares de difícil acceso o muy distantes, como es el caso de la exploración espacial y de las investigaciones o rescates submarinos.

Androides y Ginoïdes



La palabra androïde posee un origen etimológico griego, al estar constituido por "*andro*", hombre y "*eïdes*", forma. Por lo tanto Ginoïdes es el término culto para referir a los robots con apariencia femenina. Aunque en el lenguaje coloquial se utiliza Androïde para ambos caso.

Dicho esto, aparte de querer imitar la apariencia humana, estos robots intentan reproducir de forma total o parcial el comportamiento del ser humano. Éstos todavía están en fase de desarrollo, ya que su uso es muy reducido y de poca utilidad. Esto es debido a que el querer representar la conducta, comportamiento e inteligencia de las personas es mucho más complicado de lo que parece.

Actualmente su estudio y experimentación sigue en vigor, depositando muchísimo dinero para su dicha labor. El objetivo que se busca en los androïdes es de mera compañía para ciertas actividades del ser humano, como puede ser las tareas de limpieza, seguridad y entretenimiento. El principal problema actual es el dinero que puede suponer comprar un androïde actualmente. Se estipula que dentro de tres años su coste será mucho más económico habiendo ganado mas inteligencia.

Humanoïde

El robot humanoïde es aquel que presenta ciertas características de un ser humano pero se limita simplemente a imitar los actos y gestos de un controlador humano, por lo que no es un verdadero androïde, propiamente dicho.

Cyborg

La palabra cyborg se forma a partir de las palabras inglesas “*Cyber(netics)*” y “*organism*”, formando lo que conocemos como organismo cibernético.

Se utiliza para designar una criatura medio orgánica y medio mecánica, generalmente con la intención de mejorar las capacidades del organismo utilizando tecnología artificial.

Tras esta definición se puede ver claramente la relación que tiene con la medicina. Actualmente existen personas que sin un marcapasos les sería prácticamente imposible seguir con vida. Otro ejemplo serían las personas con la columna reconstruida con hierro y tornillos. Todas estas personas podrían estar incluidas en los grupos de Cyborgs

Zoomorficos



Los Robots Zoomórficos constituyen una clase caracterizada principalmente por imitar la locomoción animal, teniendo una mezcla de rasgos humanoides y de animales terrestres. Éstos se agrupan en dos categorías: caminadores y no caminadores.

El grupo de los robots zoomórficos no caminadores está muy poco evolucionado. En cambio, los robots zoomórficos caminadores multimediales son muy numerosos y están siendo experimentados en diversos laboratorios con vistas a conseguir verdaderos vehículos tanto de tierra como de aire, capaces de evolucionar en superficies muy accidentadas. Por poner un ejemplo, las aplicaciones de estos robots serán de gran utilidad en el campo de la exploración espacial y en el estudio de los volcanes.

Médicos



Los robots médicos son, fundamentalmente, prótesis para disminuidos físicos que se adaptan al cuerpo y están dotados de potentes sistemas de mando. Con ellos se logra igualar con precisión los movimientos y funciones de los órganos o extremidades que suplen.

Nanorobots



Este tipo de robots son realmente pequeños, de tamaño microscópico, teniendo una funcionalidad realmente sorprendente. Por ejemplo, existen algunos que viajan por la sangre y son capaces de inyectar la cantidad precisa de droga en una célula. Se trata de robots experimentales y que su principal uso se encuentra en la medicina.

Híbridos

Estos robots corresponden a todos aquellos que no tenemos muy claro como clasificarlos y que su estructura, por lo tanto, resulta de una combinación de todas las expuestas anteriormente.

Propósito o función

Industriales



Los robots industriales son aquellos que han sido contruidos con el fin de llevar a cabo procesos de fabricación o manipulación de una forma totalmente automática y mecánica. Con esto se consigue una rápida producción, y evidentemente, el producto acaba siendo mucho más económico ya que no existe la mano de obra. Se requiere un número mínimo de personal para su correcto mantenimiento de la maquinaria.

Personales/ Educativos



Un robot educativo es aquel que ha sido fabricado exclusivamente buscando ese fin, cuyas características tanto de funcionamiento como de construcción son específicas para personas, de diferentes edades, que desconocen y por ello quieren emprender y descubrir el funcionamiento de estos aparatos electrónicos partiendo con un nivel inicial prácticamente nulo. Es por ello que estos robots se caracterizan por las facilidades de uso que, tanto de software como de montaje, incluyendo diferentes plataformas ayudan a su comprensión. Es indispensable que estén provistos de estas facilidades, buscando la comodidad y la eficacia, ya que de no ser así, nunca podrían estar incluidos en esta clasificación.

Robots militares



Los robots militares son robots autónomos o dispositivos de control remoto diseñado para aplicaciones militares. Están diseñados mayoritariamente para las guerras, actuando como intermediarios para que de esta manera los militares puedan defenderse mejor del bando contrario. A parte de esto, los robots, a diferencia de las personas, nunca se cansan y son bastantes más resistentes, cuyos reflejos están siempre preparados para los detalles diminutos. Es por eso por lo que son más efectivos y tienen una función en particular.

Generaciones. El nivel de inteligencia de los robots

La generación de un robot se determina por el orden histórico de desarrollos en la robótica y por ello la evolución de la inteligencia de estos también está muy relacionada.

1ª Generación. Los Robots manipuladores

Son sistemas mecánicos multifuncionales con un sencillo sistema de control, bien manual, de secuencia fija o de secuencia variable.

Como ejemplo de esta primera etapa están los mecanismos de relojería que mueven las cajas musicales o los juguetes de cuerda.

2ª Generación. Los Robots de aprendizaje

Repiten una secuencia de movimientos que ha sido ejecutada previamente por un operador humano o que ha sido almacenada en un disco o una cinta magnética. El modo de hacerlo es a través de un dispositivo mecánico. El operador realiza los movimientos requeridos mientras el robot le sigue y los memoriza.

Normalmente, este tipo de robots se utiliza en la industria automotriz y son de gran tamaño.

3ª Generación. Robots con control sensorizado

Utilizan las computadoras para su control y tienen cierta percepción de su entorno a través del uso de sensores. Con esta generación se inicia la era de los robots inteligentes y aparecen los lenguajes de programación para escribir los programas de control.

4ª Generación. Robots inteligentes

Son similares a los anteriores, pero se trata de robots altamente inteligentes con más y mejores extensiones sensoriales, para entender sus acciones y captar el mundo que los rodea. Esto permite una toma inteligente de decisiones y el control del proceso en tiempo real.

Actualmente se encuentran en desarrollo. Esta nueva generación de robots basará su acción principalmente en modelos conductuales establecidos.

Nivel de control

Los programas en el controlador del robot pueden ser agrupados de acuerdo a su nivel de control.

Nivel de inteligencia artificial

Aquí es donde el programa aceptará un comando como "levantar el producto" y descomponerlo dentro de una secuencia de comandos de bajo nivel basados en un modelo estratégico de las tareas.

Nivel de modo de control

En el nivel de control es donde los movimientos del sistema son modelados, para lo que se incluye la interacción dinámica entre los diferentes mecanismos, trayectorias planeadas, y los puntos de asignación seleccionados.

Niveles de servosistemas

Los actuadores controlan los parámetros de los mecanismos con el uso de una retroalimentación interna de los datos obtenidos por los sensores, y la ruta es modificada sobre la base de los datos que se obtienen de sensores externos. Todas las detecciones de fallas y mecanismos de corrección son implementados en este nivel.

Otras

Para finalizar con la clasificación de los robots se deberían mencionar ciertos aspectos de estos que no han sido mencionados anteriormente, tales características como las que siguen:

Robot Bípedo

Aquí es donde encontraríamos todos aquellos robots provistos de dos piernas para desplazarse.

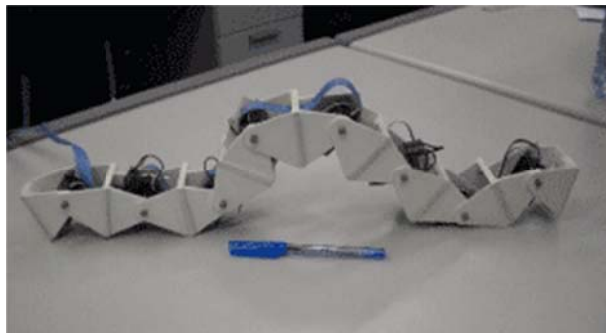
Robot Bípedo Dinámico

A diferencia del anterior, este es dinámico y esto significa que dicho sistema de locomoción, además de estar basado de dos piernas, también es capaz de andar sin necesidad de interrumpir su avance.

Robot Bípedo Estático

En este caso, el Robot dispone de un sistema de locomoción basado en dos piernas, pero al ser estático, debe interrumpir su avance al andar porque de lo contrario no sería capaz de garantizar el equilibrio.

Robot ápodo



Estos Robots son los que se caracterizan por no disponer de partes móviles diferenciadas de su tronco, como pueden ser piernas o patas. Es por este motivo por lo que los idealizamos con todos aquellos que imitan el comportamiento de serpientes, gusanos, caracoles y otros organismos vivos que emplean su propio tronco central para desplazarse.

Robots Colaborativos

Estos Robots son los que interactúan entre sí, trabajando en grupo y consiguiendo desarrollar una labor conjunta. Aunque también se les puede llamar *“Enjambre de Robots”*.

Un ejemplo de estos aparece en la *“Serie de Star Gate”*, haciéndose llamar *“los replicantes”*. Su finalidad es meramente la replicación. Su trabajo es en grupo, no tienen consciencia propia, formando parte de un todo, y de esta manera atacan, comen, evolucionan y se replican.

Robots polimórficos o multimórficos

Como bien indica su nombre, estos Robots son capaces de adaptar diferentes formas físicas de manera totalmente autónoma. Están compuestos de una gran cantidad de módulos independientes que pueden separarse, desplazarse y actuar por sí mismos.

Esto puede ser muy útil, por ejemplo, cuando el robot se encuentra de repente un obstáculo en su camino, y de no ser porque los módulos se reorganizan adoptando diferentes formas, siendo estas totalmente necesarias para superar dicho obstáculo de la mejor manera posible, sería totalmente imposible que éste siguiera su trayectoria.

Robots mayordomo

Un robot mayordomo es un robot diseñado para trabajar en las tareas del hogar, por lo tanto debe ser capaz de desempeñar múltiples tareas: desde planchar hasta fregar, pasando por cocinar o hacer las camas.

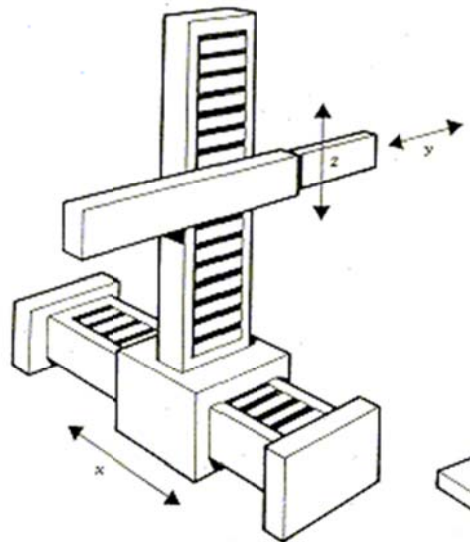
Todas estas tareas son extremadamente difíciles de programar (por no decir imposible) en código que un ordenador pueda entender y por lo tanto diseñar este tipo de robots supone un gran reto para los Ingenieros, son demasiados los parámetros que se deben procesar y demasiadas las opciones que se deben contemplar.

Tipos de articulaciones

Cuando se habla de las articulaciones de un robot, se habla de los movimientos que es capaz de desarrollar físicamente el robot. Estas articulaciones pueden presentar cuatro configuraciones distintas de o una combinación de todas ellas. Siendo éstas las que listo a continuación.

1. La articulación cartesiana.
2. La articulación cilíndrica.
3. La articulación polar.
4. La articulación angular.

Articulación cartesiana

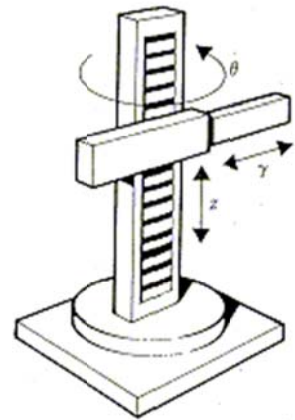


Posee tres movimientos lineales, los cuales corresponden a los movimientos localizados en los ejes X, Y y Z. Los movimientos que realiza este robot entre un punto y otro son con base en interpolaciones lineales.

Interpolación, en este caso, significa el tipo de trayectoria que realiza el manipulador cuando se desplaza entre un punto y otro.

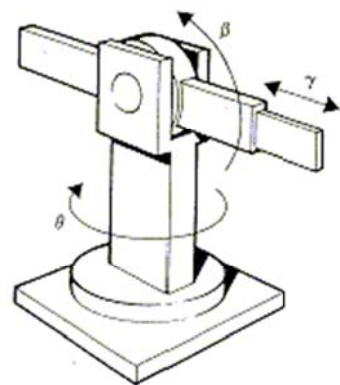
A la trayectoria realizada en línea recta se le conoce como interpolación lineal y a la trayectoria hecha de acuerdo con el tipo de movimientos que tienen sus articulaciones se le llama interpolación por articulación.

Articulación cilíndrica



La articulación cilíndrica está diseñada para ejecutar los movimientos conocidos como interpolación lineal e interpolación por articulación. Pudiendo realizar dos movimientos lineales y uno rotacional.

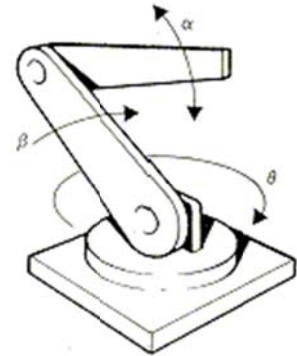
Articulación polar



En este caso, la polar tiene varias articulaciones. Cada una de ellas puede realizar un movimiento distinto: rotacional, angular y lineal.

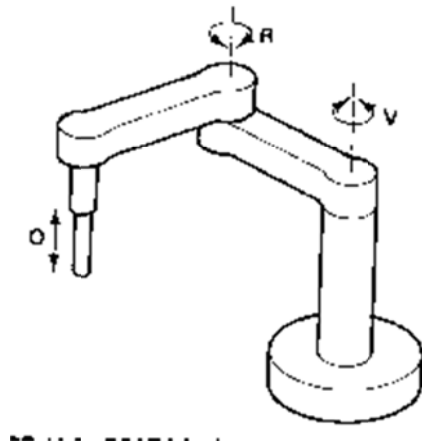
Este robot utiliza la interpolación por articulación para moverse en sus dos primeras articulaciones y la interpolación lineal para la extensión y retracción.

Configuración angular



Presenta una articulación con un movimiento rotacional y dos angulares. Aunque el brazo articulado puede realizar el movimiento llamado interpolación lineal (para lo cual requiere mover simultáneamente dos o tres de sus articulaciones), el movimiento natural es el de interpolación por articulación, tanto rotacional como angular.

Además de las cuatro configuraciones clásicas mencionadas, existen otras configuraciones llamadas no clásicas. El ejemplo más común de una configuración no clásica lo representa el robot tipo SCARA, cuyas siglas significan "*Selective Appliance Arm Robot For Assembly*".



Este brazo puede realizar movimientos horizontales de mayor alcance debido a sus dos articulaciones rotacionales. El robot de configuración SCARA también puede hacer un movimiento lineal (mediante su tercera articulación).

Conclusiones

En este segundo tema hemos hablado del contexto actual, embarcándonos en diferentes aspectos para poder hacer una vista global de lo que nos rodea e influye considerablemente de cara a cumplir con nuestros objetivos.

En primer lugar hemos esquematizado el sistema educativo, haciendo un repaso de las bases y necesidades de los niños en cada una de las etapas. Pudiendo de esta manera encauzar las bases de este proyecto desde un principio, en vista de compensar las carencias de conocimientos que podrían llegar a tener los niños en un futuro.

Seguidamente hemos hablado de los robots, tratando diferentes aspectos sobre estos, que viene a ser su historia, evolución, conceptos básicos, clasificación, propósito o función, sus generaciones y sus diferentes niveles de inteligencia y de control y por último de la gran mayoría de los tipos de articulaciones que éstos disponen.

Comparativa de robots de propósito educativo.

Las empresas distribuidoras

Actualmente existe una amplia gama de empresas distribuidoras de diferentes modelos de robots, cuyos fines varían enormemente. Aunque todas buscan el mismo fin, como toda empresa, superándose a sí mismas e intentando mejorar sus productos.

En este caso vamos a ser selectivos, escogiendo las que tienen más relevancia en este proyecto, todas aquellas que se muevan o puedan desenvolverse en torno al mundo de la enseñanza. Estas empresas se encuentran ubicadas en diferentes continentes, pero esto no evita su evidente distribución y el éxito que esto conlleva en la sociedad actual.

Los robots de hoy en día están al alcance de cualquiera, aunque existen algunos modelos cuyo presupuesto supera las posibilidades de muchos. Pero como muy bien la gente sabe, quien la persigue la consigue, y esto lo digo porque de normal, en el mundo de la tecnología hay que esperar un par de años para que bajen los precios, sabiendo que muchos otros pueden llevarte una ventaja prudencial por lo que respecta a la experiencia con el producto.

De entre todas estas empresas a las que me estoy refiriendo, voy a destacar las siguientes:

- LEGO
- Fischertechnik
- Ollo
- Bioloid
- Dynamixel
- Moway
- Robobuilders

Dicho esto, a continuación realizare una breve presentación de cada una de ellas, así como una exposición con la mayoría de sus productos desarrollados, destacando sus principales características. Pudiendo observar las diferencias más notables entre ellas.

LEGO

Sobre el año 1932 un pequeño grupo de trabajo, haciéndose llamar LEGO fue fundado en 1932 por Ole Kirk Kristiansen. Desde entonces, la compañía ha ido creciendo y pasando de padres a hijos, siendo actualmente propiedad de Kjeld Kirk Kristiansen, un nieto del fundador.

Me parece muy interesante saber que el nombre de Lego proviene de una abreviatura de dos palabras danesas "leg godt", que significa "jugar bien", intentando plasmar con dicho nombre el principal propósito de la empresa.

Como se puede ver claramente, Lego tiene más de 80 años de existencia, donde ha recorrido un largo camino. Empezó siendo un pequeño taller de carpinteros y ha llegado a ser una empresa moderna y global, en términos de ventas, el quinto fabricante más grande del mundo de los juguetes. Siendo estos distribuidos y reconocidos en todo el mundo.

Lego está muy bien considerado, por lo general, ya que ofrece tecnología y robótica educativa para preparar a los ingenieros de mañana. Permite a los centros educativos introducir y avanzar en esta multidisciplinar actividad desde los 5 años y durante todo el proceso educativo desde la educación primaria hasta la universidad, con contenidos y actividades guiadas para alumnos y profesores.

Por lo que respecta a los productos de LEGO disponibles actualmente a la venta, tenemos una amplia gama donde podemos encontrar de todo, no sólo robots, aunque van a ser éstos últimos los únicos que vamos a tratar en este caso. Los podemos agrupar en tres grupos:

- Robots para niños con edades comprendidas entre los 3 y los 7 años.
 - Maquinas tempranas.
- Robots para niños entre los 7 y los 16 años.
 - LEGO education WEDO.
 - Maquinas sencillas motorizadas.
 - LEGO Technic.
 - LEGO Power Functions.
 - LEGO Mindstorms Education NXT.
- Robots para niños mayores de 16 años.
 - Tetrix.

Maquinas tempranas, DUPLO



Esta colección de piezas es perfecta para los niños más jóvenes y creativos, de edades comprendidas entre los dos y los seis años. Está basado en temáticas sencillas que solamente engloban tierra, mar, aire y espacio, para no complicar el aprendizaje de niños de tan corta edad.

Este es el conjunto ideal tanto para el juego libre como herramienta para conseguir que los niños se emocionen por la ciencia y tecnología. Aprenderán sobre las herramientas e investigarán las funciones de los componentes básicos.

En ocasiones suele estar acompañado por postales ilustradas, para despertar, de esta manera, la inspiración y creatividad de los más pequeños. Así como un CD con actividades detalladas y problemas extras para resolver.

LEGO Education, WeDo



El modelo WeDo de Lego está diseñado para niños de siete a nueve años. Este robot de Lego, con 150 piezas, ya permite la construcción de hasta 12 modelos diferentes, con sensores simples y un motor que se conecta a los ordenadores, para así de esta manera poder programar comportamientos con una herramienta simple, fácil y divertida para iniciarse en la robótica.

Además, con este robot se pretende profundizar en ciertos aspectos de la ciencia, con el funcionamiento de los engranajes, palancas, poleas, transmisión de movimiento; la tecnología, programando con un software y diseñando y creando un modelo en particular; las matemáticas, teniendo la necesidad de medir el tiempo y la distancia, utilizando las operaciones básicas de suma, resta, multiplicación y división; y el lenguaje, trabajando la escritura creativa y la lectura, así como la interpretación.

Esta es la versión accesible para los niños más jóvenes. No obstante es, a simple vista, descartable debido a la corta franja de edad a la que va dirigido. Podría utilizarse como primer contacto pero rápidamente debería ser sustituido por un modelo más complejo.

Maquinas sencillas motorizadas



Las maquinas sencillas motorizadas de LEGO disponen de 396 piezas, entre las que podemos encontrar piezas de construcción tipo ladrillo, vigas, engranajes, diferencial, cardan, ejes, cuerdas, gomas elásticas, ruedas, un peso, motor con caja de baterías y hasta dos mini figuras.

En este modelo se valora mucho la construcción e imaginación, así como la organización y la necesidad de tener las ideas claras y estructuradas. Los niños, con edades no inferiores a ocho años, van a poder clasificar las piezas y construir como mínimo 10 modelos básicos y 18 principales ya que estos se encuentran bien detallados en los libros que incluye este set de LEGO.

Así mismo, los niños aprenderán a investigar sobre las máquinas y los mecanismos de la vida real, como por ejemplo, máquinas motorizadas y los engranajes. Aunque también podrán utilizar las láminas de plástico para calibrar y medir el viento,

LEGO Technic



El propósito de esta serie es crear modelos más avanzados, con más brazos complejos en movimiento, tales como máquinas con ruedas, dejando atrás las construcciones sencillas de las que hemos estado hablando anteriormente.

LEGO Technic está compuesto de 1123 piezas y se caracteriza a menudo por la presencia de piezas especiales, tales como engranajes, ejes, pernos, y las vigas. Algunos sistemas también cuentan con piezas de neumáticos o motores eléctricos.

Este modelo de Lego ya está compuesto por cuatro motores y un doble controlador, con dos receptores de infrarrojos para dos mandos a distancia. Además también tiene cuatro actuadores lineales y una caja para colocar las pilas, que es lo que le va a proporcionar la energía de movimiento.

LEGO Power Functions

Power Functions de LEGO proporciona piezas adicionales para los modelos Technic, con el fin de hacerlos más potentes y añadir funcionalidades a sus modelos motorizados. Estamos hablando de nuevos motores, cajas de pilas, cables con lámparas, conmutadores de polaridades...

LEGO Mindstorms Education NXT



LEGO Misndstorms puede adaptar cuatro formas diferentes; ShooterBot, con forma de vehiculo; Robogator, con forma animal; Colour Sorter, capaz de ordenar los objetos según sea su color y Alpha Rex, el robot humanoide. Donde la dificultad de montaje varía en cada uno de ellos. Evidentemente el humanoide será el más difícil de construir.

Las instrucciones, que nos vienen cuando compramos el quit, son simples e ilustradas. Empiezan con una simple rutina de diagnóstico que enseña como probar la función de todos los sensores, y entonces procede con dibujos paso a paso para construir el primer robot básico.

Estos Robots pueden "sentir" con sus dos sensores de presión, mientras que a través de los "ojos" ultrasónicos son capaces de medir distancias y movimiento. Estas características posibilitan que los niños puedan desarrollar configuraciones más interesantes y es por eso que está orientado para niños con edades comprendidas a partir de los 12 años.

TETRIX



Se trata de un robot totalmente metálico que puede ser controlado por el ladrillo inteligente LEGO Mindstorms NXT. Proporciona los conceptos básicos clave de hardware y fundamentos de programación para usuarios principiantes, cuyas edades no son inferiores a los 14 años.

Tetrix tiene todo lo que se necesita para que los estudiantes y aficionados construyan su propio robot utilizando el sistema de construcción Tetrix y LEGO Mindstorms Education. Combinando los dos sistemas se proporciona a los estudiantes posibilidades ilimitadas de construcción.

Con este tipo de robot ya se puede participar en competiciones LEGO, como es el caso de FIRST LEGO League, Robocampeones o Florida FIRST Tech Challenge.

Fischertechnik



Esta empresa Alemana fue fundada sobre el año 1965. Después de estos más de 40 años de experiencia, su principal característica es la de configurar un excelente sistema educativo flexible de construcción de robots y modelos de máquinas industriales, con unos componentes de plástico de una durabilidad y calidad excepcionales.

Los modelos Fischertechnik se exhiben en museos de tecnología por toda Alemania, en Moscú, Haifa, Viena y Shanghai. Está compuesto por más de 30,000 miembros alrededor del mundo, donde se comparten experiencias, programas e ingeniosos modelos.

En esta compañía vamos a poder encontrar cuatro tipos de robots, de los más sencillos a los más complejos.

Profi



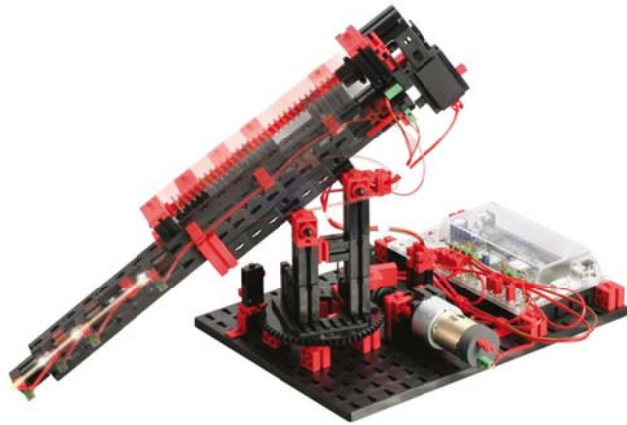
Fischertechnik PROFI está orientado para los niños más pequeños. Gracias a él es posible aprender jugando temas como mecánica, estática, neumática, electrotecnia o energías renovables. En toda esta línea se incluyen cuadernos de trabajo que representan un gran apoyo para la enseñanza-aprendizaje de la tecnología y contienen información teórica básica, actividades, tareas y soluciones.

Este sistema comienza con los más simples mecanismos y vehículos, incluyendo componentes y funciones sencillas, además de los elementos estructurales básicos como podrían ser los tensores, los remaches o los pernos. Orientado para niños de tan solo cinco años.

Algunos de los productos que veremos con detalle más adelante, en el apartado de comparativas, son los siguientes:

- Technical Revolutions
- Machines
- Oeco Tech
- Hydro Cell Kit
- Mechanic + Static
- Pneumatic II
- D-Tec

Computing



Computing está dirigido a todos aquellos niños que ya estén familiarizados con los conceptos y funciones básicas, cerca de los 10 años de edad. Han de estar listos para abordar los modelos programables y robots, que básicamente integran los elementos anteriores, pero con la diferencia que de ahí en adelante se interactúa y controlan por medio de PC's o Mac's con un software gráfico simple, completo, y un versátil microcontrolador programable. Para los programadores avanzados, se pueden utilizar lenguajes tales como el Visual C++, Visual Basic, JAVA, o plataforma Linux.

Los modelos que se pueden destacar en este apartado serían los siguientes:

- ROBO TX Training Lab
- ROBO TX Explorer
- ROBO Pnevuc
- Industry Robots II

Complementos adicionales

Los complementos adicionales de los que cuenta Fischertechnik son pocos pero realmente interesantes e importantes si lo que nos importa es perfeccionar nuestro trabajo. Aunque la utilización de alguno de estos componentes requiere utilizar otro de ellos, para que la aplicación sea siendo viable. Dicho esto, vamos a conocerlos.

Controlador ROBO TX

En primer lugar nos encontramos con un procesador de 32 bits con elevada capacidad de memoria. Dispone un interfaz Bluetooth de radiofrecuencia, 8 MB de Memoria RAM y puede acoplar varios controladores de la misma marca.

A pesar de todas sus destacables características, tiene sus desventajas. Lamentablemente su precio es realmente muy elevado, costando más de 200 euros a fecha de hoy, y además, su utilización requiere una batería recargable o una fuente alimentación.

Software

Este Software que proporciona Fischertechnik, permite un acceso sencillo para principiantes a través de la programación de diagramas de flujo.

Está constituido de diferentes módulos de software que intercambian datos, aunque ahora añadimos la particularidad de las conexiones gráficas, con lo que el programa es más fácil de entender incluso con programas complejos. Se muestran de forma sencilla las funciones de programación. Posibilidad de intercambio de datos con otro software Windows XP, Vista y 7.

El lenguaje de programación gráfica ROBO Pro proporciona todos los elementos clave de un lenguaje de programación moderno, como las matrices, las funciones recursivas, objetos, eventos asíncronos y procesamiento paralelo, convirtiéndolo en una herramienta útil incluso para programadores profesionales. Los programas se traducen directamente en lenguaje de máquina para la ejecución eficaz de incluso los programas más complejos.

En el modo en línea, es posible controlar múltiples interfaces ROBO Pro en paralelo - para modelos a gran escala - y para hacer los paneles de control personalizados que incluyen interruptores, reguladores y elementos de visualización.

Batería recargable y cargador

Se trata de un cargador de batería recargable, controlado por microcontrolador, que protege de forma fiable contra las sobrecargas. Además, los tiempos de carga son sumamente cortos.

La potencia es de 8,4V y su precio asciende a 60 euros, con lo que para ser lo que es, también es un poco caro aunque necesario en el caso de querer utilizar otros componentes que necesiten más suministro de energía.

Alimentador de potencia

Es la única fuente de alimentación con toma eléctrica fija de la red válida para todos los modelos de Fischertechnik. Además dispone de una unidad de regulación sin escalonamientos.

Industry

Estos modelos están creados a raíz de operaciones industriales reales, donde el alumno puede experimentar con la programación y poner a trabajar los 4 módulos en conjunto, ya sea por medio del micro-controlador del sistema de 9v o de 24v, o en la versión de 24v para PLC.²

Los productos con más relevancia de esta sección son:

- Robot 3D montado con controlador ROBO TX 9V
- Robot 3D montado sin controlador ROBO TX (9V) ni PLC (24V)
- Cinta transportadora montada + controlador ROBO TX 9V
- Kit cinta transportadora sin controlador ROBO TX 9V
- Máquina perforadora con cinta montado + controlador ROBO TX 9V
- Máquina perforadora con cinta 24V montada y sin PLC
- Línea indexada de 2 máquinas y 4 cintas montado + controlador ROBO TX 9V
- Línea indexada de 2 máquinas montada sin controlador PLC 24V
- Centro de procesos neumáticos montado + ROBO TX 9V
- Centro de procesos neumáticos montado sin PLC 24V

² http://ro-botica.com/FischerTechnik_training.asp

Olo



Olo pertenece a una sección de la compañía Robotis, fundada en 1999. Esta marca de robots se podría decir que es bastante similar a LEGO pero con precios más económicos.

Olo es una nueva plataforma robótica de iniciación reconfigurable, escalable, modular, programable y educativa. Su abanico de artículos está dedicado para diferentes edades, siendo la edad mínima la de los 7 años para despertarles el interés por la ciencia y la tecnología y mostrar su creatividad.

Olo Figura

Este apartado es bastante similar al visto en el apartado de “Maquinas Tempranas, Duplo” de LEGO, pero en la marca Olo.

Lo niños más pequeños van a poder construir diferentes figuras mediante piezas de diferentes colores, tamaños y formas. Desarrollando la imaginación y creatividad en cada una de ellas.

Ollo Action

Es muy característico de estos robots que cojan forma de insecto, habiendo un total de 12 figuras diferentes. Estas siguen siendo básicas, aunque un poco más complicadas que las anteriores, puesto que ahora cuenta con un motor y una pila que funciona como base de energía para que pueda haber movimiento.

Estos no son programables, por lo que se dedicarían a realizar constantemente el mismo movimiento, y por lo tanto su inteligencia es nula.

Ollo Bug

En este caso, con Ollo Bug ya se puede programar un total de 4 robots-insecto distintos telecomandados, de forma guiada. Interactúan con el entorno con sensores de sonido y distancia, y son fácilmente programables desde el PC.

Estos robots son capaces de rastrear líneas, delimitar áreas e incluso detectar objetos gracias a los sensores infrarrojos.

Ollo Starter

Ollo Starter es una buena forma de aprender sobre robótica, montando tu propio robot a base de piezas de diferentes colores y formas. Pudiendo adoptar hasta 12 aspectos distintos. Son ejemplos relativamente sencillos, teniendo motor, batería y engranajes, lo que permite a niños de ocho años innovar por primera vez en un mundo tan diferente para ellos como es este, el de la robótica.

Ollo Explorer

Aquí la cosa ya se va complicando un poco más. Con Ollo Explorer ya se profundiza un poco más en los conceptos básicos y las teorías de los robots mediante experimentos con la energía de los robots, utilización de los sensores, rapidez y potencia, su andar y correr.

Montando y desmontando varias veces este tipo de robots se consigue una mejor comprensión de su funcionamiento y partes físicas.

Ollo inventor

Este ejemplo contiene todas las características del anterior más la tarea del software, el control wireless y el resolver por uno mismo los problemas que van surgiendo. Es decir, con estos robots los niños pueden trabajar con sensores, escribir programas para programar esos sensores y de esta manera conseguir que el robot se pueda comportar de una determinada manera. Pudiendo controlarlo mediante wireless.

Bioloid

Bioloid, al igual que Ollo, también es parte de la empresa coreana Robotis. La plataforma Bioloid consta de componentes y servomecanismos pequeña, modular llamado Dynamixels, que puede ser usado de una manera en cadena para la construcción de robots de diferentes configuraciones, tales como ruedas, patas, o los robots humanoides. El sistema de Bioloid es comparable a la de LEGO Mindstorms y Explorer.

Bioloid es una plataforma educativa flexible para construir robots utilizando módulos de servos de altas prestaciones especialmente diseñados para aplicaciones de robótica que permite a los alumnos expresar su creatividad y resolver problemas en equipo.

Es especialmente escalable incrementando el número de servos y sensores indefinidamente mediante su bus serie Dynamixel. El mecanismo simple de ensamblaje lo hace accesible para chicos a partir de 13 años, y el fuerte plástico posibilita unas construcciones fuertes y robustas. Requiere únicamente un destornillador Philips y permite numerosos montajes y desmontajes. Se pueden construir robots autónomos exploradores, perros cuadrúpedos, robots araña hexápodos, robots dinosaurio, y humanoides bípedos de 18 grados de libertad, así como las propias creaciones.

Los estudiantes pueden aprender los principios de la robótica a través de estas actividades, o para estudiantes universitarios realizar un completo curso de lenguaje C utilizando la robótica como hilo conductor, visión artificial,...

Lo que echa para atrás es el precio, son realmente caros los robots Bioloid, pudiéndolos clasificar en diferentes grupos:

Bioloid Beginner



Bioloid Beginner es como una versión avanzada del LEGO Mindstorms NXT. Son perfectos para educación, hobby y competición.

Bioloid Beginner es la primera plataforma robótica de su clase en ser construida con tecnología inteligente servo-controlada en serie que te permite retroalimentación y control sensorial de posición, velocidad, temperatura, corriente y tensión de cada servo-motor.

Bioloid Beginner permite al principiante construir y configurar de forma guiada siguiendo el manual, hasta 14 configuraciones robóticas distintas, cada una de ellas con sus programas de control.

Bioloid Comprehensive

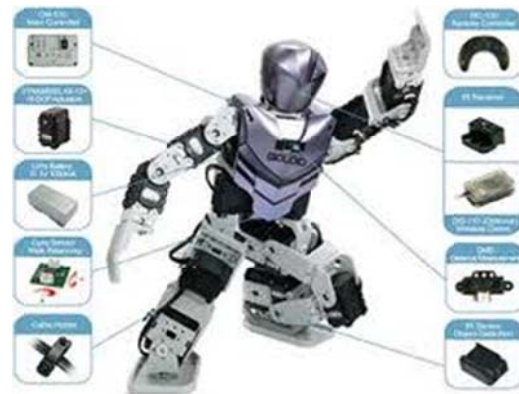


En cambio, Comprehensive permite hasta 16 configuraciones. Además dispone de un total de 18 servos, sensores de proximidad y luminosidad hacia delante y hacia los lados, un micrófono y un pequeño altavoz.

Existe una versión reducida de este a la plataforma Bioloid, con 4 servomotores pero el mismo controlador, sensores y software del que dispone el Bioloid Beginner.

Bioloid Comprehensive es adecuado para construir robots avanzados de hasta 18 grados de libertad como los humanoides. Se trata de un kit educativo, de entretenimiento y de hobby más completo y competitivo del mercado, adecuado para aprendizaje, hobby, investigación y competición. Es como una versión para adultos del LEGO Mindstorms NXT.

Bioloid Premium



El Robot Bioloid Premium es meramente una versión mejorada del Comprehensive. Lo mejora sustancialmente debido al Gyro incluido (con control de equilibrio dinámico), las Baterías Lipo, que suministran más potencia, el nuevo controlador con 6 puertos A/D adicionales, los nuevos sensores descentralizados de distancia, los nuevos "frames" o piezas estructurales de PVC mucho más ligeros y resistentes, el nuevo software de programación RoboPlus, el interfaz USB2Dynamixel y el control remoto Gamepad RC-100 con ZigBee.

Dynamixel



Dynamixel es un servo potente que puede ser utilizado para construir robots. Nos encontramos ante un kit que contiene 18 servos y varios tipos de soportes y tornillos, para montar juntos en numerosas geometrías posibles.

Por otra parte, su expansión es totalmente versátil, pudiéndose construir diferentes tipos de robots gracias a los módulos Dynamixel. Estos robots se pueden controlar mediante la red, y además son capaces de saber su posición, velocidad, temperatura interior, corriente...

Moway



Moway es una empresa con tan solo 4 años de experiencia con la sede bien establecida en Barcelona.

Su objetivo principal es acercar el mundo de la robótica, tecnología y electrónica a los centros docentes y particulares. Permite a los estudiantes descubrir la Programación a través de un software sencillo e intuitivo con el que controlarán el robot y sus dispositivos de entrada y salida, desarrollando desde un primer momento sus propios programas, llegando a realizar tareas de robótica colaborativas.

Por otro lado, Moway solamente tiene un producto a la venta, cuyas características han ido mejorando, apareciendo un nuevo modelo llamado Moway II. Este robot es un excelente rastreador de línea, es capaz de orientarse en laberintos, participar en luchas minisumo e incluso tener un comportamiento colaborativo.

Es interesante saber que Moway se adapta a las necesidades de ciertas asignaturas, tanto de Bachillerato como de Escuelas Técnicas, como pueden ser las asignaturas de Tecnología, Arquitectura de los Computadores o Microcontroladores.

Para finalizar es apartado me gustaría añadir que, de entre todas las empresas expuestas en este PFC, Moway ha sido la única de todas ellas que se ha preocupado por responder mis cuestiones como usuario.

Robobuilders



Esta empresa Koreana introdujo una nueva familia de Robots los cuales están enfocados con un nivel de aprendizaje para profesionales, es por esto por lo que disponen de un Lenguaje de Programación Visual (VPL) y una plataforma de desarrollo Microsoft Robotics Developer Studio (MSRDS), que nos permite desarrollar los programas para los Robots.

Sus robots están basados en bloques reutilizables, que se caracterizan por ser unos bloques extraordinariamente fáciles de conectar y ensamblar mecánicamente entre sí con múltiples configuraciones y orientaciones. Además disponen de un soporte en lenguaje C, adecuado en niños a partir de 14 años, válido para educación secundaria, bachillerato y formación profesional y estudios técnicos universitarios.

Esta empresa destaca por su sistema de ensamblaje, el cual utiliza un método de conexión sólido que elimina la necesidad de destornilladores y otras piezas asociadas a kits de esta clase. Esto permite que los resultados estéticos de los robots sean extraordinarios, con formas y perfiles redondeados y estilizados.

Características a estudiar

En esta sección trataremos las diferentes características con una cierta importancia que pueda determinar la elección del robot y en las que centraremos nuestra atención a la hora de tomar la decisión por un robot u otro. Es evidente afirmar que todos los robots no van a disponer de todos los componentes que van a verse a continuación, pero nos servirá de ayuda para tomar la decisión final, eso dependerá de nuestros intereses.

Software

El software es un lenguaje de programación que nos permite establecer los códigos de programación con los que le creamos las tareas y acciones de cada uno de los robots, es decir, su comportamiento.

Normalmente los robots comerciales ya poseen su propio Kit, donde incorporan un software, así como un manual de instrucciones para aprender a utilizarlo. Pero en caso de querer otro tipo de software, entonces estas prácticamente obligado a comprar el software a la marca del robot seleccionado, ya que instalar un software libre, disponibles en internet, totalmente gratuitos, la mayoría de veces la garantía se anula y en caso de avería la marca no se hace responsable.

Sin embargo, si diseñas tu propio robot en lugar de comprárselo a una marca, el software lo tienes que comprar, ya que en este caso no hay incluido ningún kit.

Actualmente existen muchos tipos de lenguajes con los que podríamos programar los robots, sin embargo, todos los programas no tienen el porqué ser compatibles con todos los robots, pueden existir incompatibilidad entre sus componentes. Por lo que en este proyecto se va a valorar en gran medida cuantos tipos de lenguajes podría soportar el robot a escoger, entre los que vamos a destacar el C en lenguajes secuenciales y Java en lenguajes estructurados, cada uno con sus ventajas e inconvenientes.

Librerías

Por otra parte hay que tener en cuenta las librerías. Éstas están compuestas por un conjunto de subprogramas utilizados para desarrollar software con más rapidez. Contienen código y datos, que proporcionan servicios a programas independientes, es decir, pasan a formar parte de éstos. Esto permite que la programación sea más simple y en consecuencia ocupe menos espacio. Cada vez que utilizamos una librería estamos evitando el duplicar ese código. Esto significa que las librerías son compartidas, puesto que los datos se comparten.

Por lo tanto, si el software de nuestro robot dispone de librerías, ya sabemos de antemano que el trabajo de programación a desarrollar será más sencillo y en definitiva ahorraremos tiempo de trabajo.

Simuladores

Cuando hablamos de la simulación de un robot nos referimos únicamente a programas que se encargan de cargar y comprobar la parte del software del dispositivo, es decir, la programación que definirá el comportamiento del robot.

Este tipo de programas tienen un tipo de robot estándar o predefinido a partir del cual, el usuario puede trabajar su comportamiento.

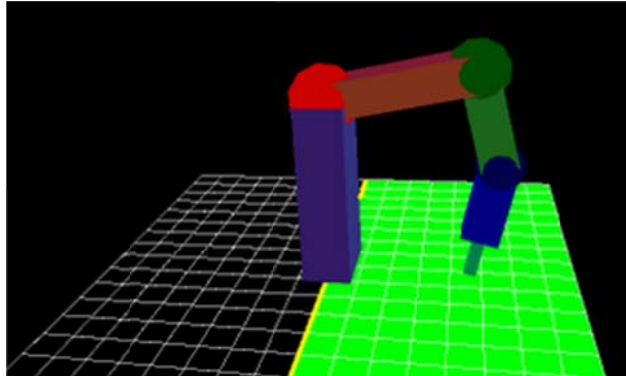
Estos programas no se suelen utilizar cuando la finalidad es tener un robot físico, ya que la forma, dimensiones, materiales y las diferentes características del robot no van a coincidir con las del robot que está simulando el programa, y por lo tanto, el trabajo desarrollado en el simulador no serviría para nada. Sin embargo, estos simuladores sirven para entender cómo funciona un robot, y aprender a programarlo sin necesidad de desembolsar un coste económico.

Por otra parte, es necesario añadir el motivo por el cual hemos incluido los simuladores como una parte a considerar en la elección del robot, ya que a simple vista no tiene mucho sentido. El hecho es que algunos de estos programas vienen con un robot cuyas características son idénticas a las de un modelo de robot que se encuentra disponible a la venta en el mercado. Por lo tanto te permite trabajar como si se tratase de un emulador, pero sin el inconveniente de estar introduciendo los datos del modelo con el que trabajar. Esto último es lo que valoraremos por lo que respecta a los simuladores, porque a pesar de ser complicado encontrarlos, haberlos ahílos.

En último lugar solamente nos quedaría nombrar los simuladores más conocidos:

- Webots
- SimRobot
- Camelot
- RoboWorks
- Robotics Developer Studio
- EasyRob
- Robot3D
- RoboSim
- QuickTeach
- Maya
- VirtualRobot
- OpenHRP
- SimuRob
- Microsoft Robotics

Emuladores



Sin embargo, un emulador a diferencia del simulador, trata de modelar de forma precisa el dispositivo que se está emulando, permitiéndonos introducir las dimensiones y forma de un robot físico.

De esta manera se pretende ahorrar tiempo de trabajo, evitando estar traspasando la programación al robot, en cada modificación del código. Aunque hay que tener en cuenta que esta programación no es del todo fiable, porque a pesar de ajustar las características del robot físico al robot virtual, siempre habrán pequeñas diferencias que pueden influir en el comportamiento del robot físico. Pero estas deberían ser mínimas.

Por otra parte, los emuladores de robots también pueden ser de gran utilidad a la hora de diseñar un robot. Nos brindan la oportunidad de poder optimizar todos los aspectos relacionados con su arquitectura. De este modo el coste y tiempo de construcción será claramente inferior.

Actualmente existen varios programas que se utilizan para emular los robots, entre ellos destacan los siguientes:

- Webots
- Microsoft Robotics
- Sun SPOT Robot Emulator
- Emulador RV-2AJ

Hardware

El Hardware de un robot hace referencia a las diferentes piezas por las que está compuesto. Son muchos los segmentos hardware que se pueden conectar a un robot, de estos dependerá considerablemente la funcionalidad y capacidad de movimiento que se le quiera dar al robot.

A continuación veremos los más importantes.

Fuente de alimentación



La fuente de alimentación es esencial por ser la principal fuente de energía del robot. Entre las diferentes fuentes de alimentación, podemos destacar las siguientes:

Porta pilas

Este tipo de alimentador se basa en un soporte donde se colocan las pilas de litio, que son las que subministrarían de energía, a los diferentes componentes del robot. Dependiendo de las necesidades de energía que se tenga, los porta pilas pueden tener capacidad de una, dos o cuatro pilas. Habiendo, además, de diferentes tipos, para así poder adaptarse a los diferentes clases de pilas del mercado.

Batería

Las baterías son un dispositivo donde se almacena la energía. Éstas no podrían funcionar sin que se les haya subministrado previamente electricidad mediante un cargador, que convierte la tensión alterna en una tensión continua. Este tipo de fuente de alimentación es uno de los más utilizados ya que es de los más cómodos y sencillos de utilizar.

Obviamente, nosotros valoraremos aquellos dispositivos cuya batería tenga una larga duración, una rápida carga y una fácil reposición.

Servos



El servo es una de las partes fundamentales del robot, como mínimo tiene que tener uno para que el robot pueda realizar sus funciones. Cuantos más servos, más funcionalidad tendrá el robot.

Los servos disponen en su interior de un pequeño motor de corriente, un juego de engranajes para la reducción de velocidad y multiplicador de fuerza, un potenciómetro ubicado sobre el eje de salida (que se usa para conocer la posición) y también dispone de un circuito que controla el sistema. El ángulo de giro del eje es de 180° en la mayoría de ellos, pero puede ser fácilmente modificado para tener un giro libre de 360°, como un motor estándar.

Para controlar un servo se debe aplicar un pulso de duración y frecuencia específicos. Es por ello la importancia de estos dos parámetros.

Todos los servos disponen de tres cables, dos para el motor y la pequeña plaqueta de circuito de control (positivo y negativo/masa), y un tercero para aplicar el tren de pulsos de control, que hace que el circuito de control diferencial interno ponga el servo en la posición indicada, dependiendo del ancho del pulso. La alimentación de estos servos es, normalmente, de entre 4,8 y 6 voltios.

En conclusión, lo que nos importará es la cantidad de servos que se pueden conectar al centro de control y los tipos de movimientos que estos puedan realizar.

Tarjeta de memoria

Las tarjeta de memoria sirven principalmente para retener o almacenar datos que con posterioridad se van a necesitar. En el caso de la robótica, sirven para cargar diferentes tipos de programas en los robots y darles un almacenamiento extra de cara a comparaciones de resultados.

En este caso, nos prima la capacidad de la misma, la velocidad de transmisión de datos y la capacidad de expansión.

Microprocesador

El microprocesador es el circuito integrado más complejo del robot, a partir del cual se procesa la funcionalidad del mismo. Aquí es donde se calculan todas las operaciones, encargándose de controlar tanto los parámetros que entran como los que salen, como si se tratara de un cerebro. Es por ello por lo que nos interesa el número de instrucciones que puede procesar por segundo y el tipo de instrucciones que puede entender.

Bluetooth

El hecho de que un robot disponga de Bluetooth muestra una disminución de trabajo por lo que respecta a la comunicación con el dispositivo. De esta manera, cada vez que necesitemos modificar parte del código, podremos hacerlo sin necesidad de conectar el robot al ordenador. Es decir, ponerse en contacto con el robot no significara ningún esfuerzo.

Tipo de material empleado en su construcción

Los materiales que forman el robot pueden ser de diferente tipo, cuya clasificación varía, y puede ser muy significativo dependiendo de la finalidad que le quedamos dar al robot.

Por ejemplo, si pretendemos construir un robot cuyo objetivo es sacar a un contrincante del tablero de juego, en ese caso, necesitaríamos un robot cuyos materiales sean duros, para poder recibir golpes sin correr el riesgo de romperse, pero al mismo tiempo ligeros, con el fin de tener más destreza y agilidad que el adversario.

Así pues, dependiendo de los resultados que queramos obtener en cada uno de los proyectos que llevemos a cabo con un robot, será completamente imprescindible fijar parte de nuestra atención en los materiales.

Sensores

Los sensores pueden ser considerados como los ojos del robot, formando parte de su sistema de percepción. De esta manera pueden adquirir información del mundo real, detectando velocidad, posición, orientación, energía, etc.

Los más utilizados son:

Sensor de proximidad



Detecta la presencia de un objeto de tipo metálico o de otro tipo.

Sensor de Temperatura



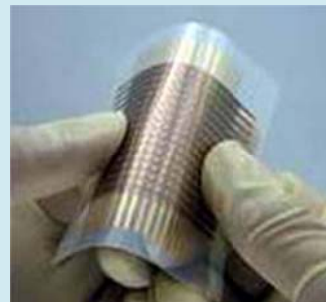
Capta la temperatura del ambiente, de un objeto o de un punto determinado.

Sensores magnéticos



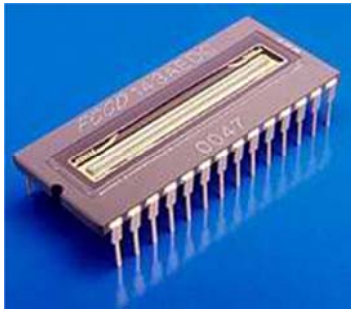
Capta la variación de campos magnéticos. Entre sus aplicaciones está la orientación de robots autónomos, exploradores, etc.

Sensores táctiles



Sirven para detectar la forma y el tamaño de los objetos que el robot manipula. La piel robótica se trata de un conjunto de sensores de presión montados sobre una superficie flexible.

Sensores de iluminación



Capta la intensidad luminosa, el color de los objetos, etc. Es muy útil para la identificación de objetos. Es parte de la visión artificial y en numerosas ocasiones son cámaras.

Sensores de velocidad, vibración y de inclinación



Se emplean para determinar la velocidad de actuación de las distintas partes móviles del propio robot o cuando se produce una vibración. También se detecta la inclinación a la que se encuentra con respecto a la gravedad.

Sensores de presión



Permiten controlar la presión que ejerce la mano del robot al coger un objeto.

Sensores de sonido



Se trata de un micrófono con el que poder oír los sonidos.

Microinterruptores



Se trata de múltiples interruptores y finales de carrera muy utilizados.

Los sensores son un elemento fundamental del robot ya que su funcionalidad depende principalmente del tipo y cantidad de sensores de que disponga. Desde nuestro punto de vista, consideramos de gran importancia, que el robot disponga al menos de cuatro sensores, considerados de mayor importancia respecto a las finalidades de este proyecto. La selección incluiría un sensor de luminosidad, un sensor de color, un sensor de sonido y otro de infrarrojos. Lo hemos decidido así porque hemos estimado que nos permitirían llevar a cabo las tareas esenciales con un grupo de alumnos.

Estos sensores están diseñados especialmente para la detección, clasificación y posicionado de objetos; la detección de formas, colores y diferencias de superficie, sonidos y localización de zonas iluminadas o, por lo contrario, oscuras. Esto nos da pie a un gran abanico de posibilidades y lo tendremos en cuenta a la hora de la elección del robot.

Servicio técnico

Por qué le damos tanta importancia al servicio técnico?

En un principio, la adquisición de un producto no debería causarnos ningún problema, indiferentemente por donde se realice la compra, por internet o en tienda. Sin embargo hay que tener en cuenta de que estamos hablando de robots, productos muy exclusivos, con lo que es mucho más fácil encontrarlos online. Es aquí donde vienen los problemas. Un cliente no solo busca una compra sencilla, sino también un buen trato de cara a presentársele algún tipo de complicación, como podría ser una reparación, la adquisición de piezas de repuesto o simplemente información específica del producto.

Es por ello la importancia de tener un servicio técnico de buena calidad para gestionar incidencias, dudas, consultas, peticiones, etc.

Documentación

La documentación de un producto, tanto la directa como la indirecta, es más importante de lo que la gente se piensa. Cuando hablamos de documentación directa, nos referimos a toda aquella información que ha sido publicada por parte del fabricante, bien sean libros, revistas, folletos de instrucciones adjuntos a la compra, etc. Normalmente, cuanto más tiempo pasa un producto en el mercado, más probabilidades existen de haber encontrado errores de fabricación, funcionamiento y rentabilidad, modificándose en siguientes ediciones, tanto los productos como la documentación, es por ello la importancia que le damos a este punto.

Por otra parte nos encontramos ante la documentación indirecta de un producto, que aunque no sea tan fácil de obtener como lo es la directa, es sumamente importante de cara al trabajo y la evolución de los resultados. En este apartado englobaríamos los foros, un espacio donde se plantean soluciones a muchos de los problemas que la gente ha podido experimentar con el producto. También incluiríamos la experiencia personal que han vivido personas de todas las edades, plasmada la mayor parte de las veces mediante blogs personales, donde desarrollan todo su trabajo y exponen todo tipo de experiencias y consejos.

Versatilidad

Cuando hablamos de versatilidad, nos referimos a la capacidad que tiene un robot de cambiar y adaptarse, dependiendo de la situación y el proyecto a desarrollar. Por ejemplo, un robot que pudiera transformarse o construirse de forma diferente, con las mismas piezas o piezas extra, y ser capaz de adaptar formas diferentes, como puede ser un insecto, un coche, un tractor, un brazo industrial, etc. Estaríamos ante un robot muy versátil, que nos daría pie a trabajar de forma diferente y aprender cosas nuevas cada vez. Pudiendo plantearse proyectos nuevos hasta finalizar todas las opciones del producto, por lo que respecta a sus componentes hardware.

Por otra parte, si hablamos de software, también podemos estar ante un robot versátil, en el caso de que pueda ser programado en diferentes tipos de lenguajes de programación, y de este modo poder aprender por uno mismo las ventajas e inconvenientes de cada uno. Y de este modo poder valorar por uno mismo con cuál es más interesante programar el carácter del robot.

Calidad / Precio

Ante la compra de un producto, la mayor parte de las veces de carácter electrónico, siempre tendemos a hacer un balance entre el precio y la calidad, con el fin de decidirnos por uno de ellos. Este tipo de situaciones se originan cuando el usuario está comprando directamente al fabricante, es decir, no cede ante la influencia de la publicidad, las marcas y las técnicas de venta de los centros comerciales.

Este punto es importante, porque aparte de tener en cuenta lo que el producto nos está ofreciendo, también hay que mirar la calidad tanto de su hardware como de su software, en el caso de que lo tenga. Y de lo que nunca nos olvidamos en ninguno de los casos es del precio, buscando siempre sin excepción que sea bueno, bonito y barato.

Resumen

En último lugar, tras exponer uno a uno todos los puntos que hemos considerado relevantes en cuanto a lo que se refiere a la elección de un robot, hemos decidido evaluar las diferentes características del robot, expuestas anteriormente, ponderándolas como aparece en la tabla que se muestra en la página siguiente.

A continuación realizaremos un análisis pormenorizado de los robots que mejor se adaptan a las necesidades del proyecto que nos ocupa, basándonos en los porcentajes desarrollados en la tabla.

Para concluir, cabe añadir que para calcular la relación Precio / Calidad dividimos el precio final de cada multifunción entre la nota final que ha obtenido. El resultado lo aplicamos a la siguiente tabla.

Índice hasta 35,50	Sobresaliente
35,50 hasta 48,80	Notable
48,80 hasta 57,09	Bien
57,09 hasta 69,24	Suficiente
69,24 hasta 81,79	Insuficiente
A partir de 81,79	Deficiente

Software	40%	El software es uno de los dos pilares sobre los que se sustenta nuestro proyecto, es por ello que soporta casi la mitad de las necesidades exigibles al robot que elijamos.
Capacidad de ajustar la dificultad de la programación	25%	Dado que la utilidad que le vamos a dar al robot es la educación en diferentes estadios de edad, es fundamental que la programación del mismo se pueda ajustar a dichas etapas.
Librerías existentes	10%	Las librerías existentes nos van a facilitar enormemente la programación del robot, ya que en estas se encuentran operaciones ya desarrolladas que están al alcance de todos.
Emuladores	5%	El emulador nos ahorrará tiempo en la fase de desarrollo, permitiéndonos realizar pruebas virtualmente sin necesidad de probar, cada una de ellas, en el dispositivo.
Hardware	46%	El hardware es el segundo pilar sustentador de este proyecto, con una importancia similar a la del software. El hardware nos planteará las limitaciones físicas a las que se enfrentará nuestro proyecto, con lo que una mala elección en este aspecto puede suponer la imposibilidad de alcanzar el objetivo final.
Fuente de alimentación	4%	La fuente de alimentación marcará las capacidades energéticas de nuestro robot, traduciéndose en la fuerza y velocidad ejercida en los motores del mismo y en su autonomía.
Potencia	2%	La potencia capaz de transmitir nuestra fuente de alimentación implicará una mayor velocidad, capacidad de arrastre, alcance de los sensores, etc.
Capacidad	2%	La capacidad de las baterías de la fuente de alimentación redundará directamente en el tiempo de autonomía de nuestro robot.
Procesador	6%	El procesador es el cerebro de nuestro ordenador, lo que implica que marcará las operaciones que podrá realizar y la velocidad de las mismas.
Frecuencia	2%	La frecuencia del procesador indica la cantidad de operaciones que este puede realizar en un solo segundo.
Arquitectura	4%	La arquitectura del procesador marca la complejidad de las operaciones que éste puede realizar, ahorrándonos ciclos de reloj.
Servos	10%	Los servos son los encargados de transmitir el movimiento al robot.
Tipos de servos	6%	Dependiendo los tipos de servos asociados al robot, éste podrá realizar uno u otros movimientos, aumentando la versatilidad de operaciones del mismo.
Cantidad	4%	Cuantos más servos se puedan conectar al procesador, más acciones se podrán realizar en un mismo proyecto.

Memoria	10%	La memoria del robot redonda en el tamaño de la programación que éste puede contener, así como en las variables que puede almacenar.
Velocidad	4%	La velocidad de comunicación de la memoria con el procesador es una variable clave para que este último no se vea ralentizado por la velocidad de la primera.
Capacidad de expansión	3%	El hecho de que la memoria pueda ampliarse con tarjetas externas nos asegura que siempre tendremos capacidad para los programas que realicemos para el robot, brindándonos la posibilidad de cambiar de proyecto, cambiando la tarjeta de memoria.
Tamaño	3%	Cuanto mayor sea el tamaño de la memoria, mayor cantidad de información podremos almacenar en ella.
Conexiones	6%	Las conexiones del procesador para su programación y obtención de resultados son críticas de cara al desarrollo del robot.
Inalámbricas	3%	Las conexiones inalámbricas tienen la principal ventaja de permitirnos obtener resultados en tiempo real de la situación del robot, así como la reconfiguración del mismo.
USB	2%	Dado que es la conexión más estándar en la actualidad, consideramos que es el medio ideal para la programación del robot.
Otros	1%	Aquí trataremos otros tipos de conexión no estándar, como por ejemplo el puerto serie, el puerto paralelo, ...
Sensores	10%	Los sensores son los ojos, oídos y tacto de nuestro robot. Es por ello por lo que éstos determinarán la relación de nuestro robot con su entorno.
Tipos de sensores	6%	Los diferentes tipos de sensores existentes enriquecerán la percepción de nuestro robot de su alrededor.
Cantidad	4%	Cuantos más sensores podamos conectar simultáneamente al robot, más exacto será el conocimiento del robot de su entorno.
Servicio técnico	4%	El servicio técnico jugará un papel clave en caso de avería de nuestro robot.
Duración de la garantía	2%	La duración de la garantía indica el tiempo durante el cual el servicio técnico se responsabilizará de las reparaciones del robot.
Tipo de garantía	1%	Dependiendo del tipo de garantía, obtendremos una respuesta más rápida y profesional.
Teléfono de ayuda	1%	En el teléfono de ayuda del fabricante adquiriremos asesoramiento acerca del funcionamiento de nuestro robot.
Documentación	10%	La documentación de fuentes externas implica una fuente de conocimiento inmensa, accesible a través de internet, revistas, libros técnicos, ...

Análisis de los robots

Software	40%
Capacidad de ajustar la dificultad de la programación	25%
Librerías existentes	10%
Emuladores	5%
Hardware	46%
Fuente de alimentación	4%
Potencia	2%
Capacidad	2%
Procesador	6%
Frecuencia	2%
Arquitectura	4%
Servos	10%
Tipos de servos	6%
Cantidad	4%
Memoria	10%
Velocidad	4%
Capacidad de expansión	3%
Tamaño	3%

Lego Mindstorms NXT	
	9,25
Lejos, Robot C, NXT-G 2.1	10
Java, NXT-G 2.1	7
Microsoft Robotics Studio	10
	5,89
	9,50
10 V	10
2100 mAh	9
	8,50
16,8 MHz	5,5
32 bits	10
	6,0
Movimiento rotatorio	6
3 Salidas	6
	0,01
¿?	0
¿?	0
256 KB	0,03

Fischertechnik Robo TX	
	5,38
Robo PRO, C	7
Robo PRO	4
NO	0
	6,57
	8,0
9 V	9
1500 mAh	7
	10,0
200 MHz	10
32 bits	10
	7,60
Movimiento rotatorio	6
12 Salidas	10
	3,0
¿?	0
¿?	0
8 MB	10

Bioloid Beginner	
	3,63
Motion Control Editor, Behavior Control Program	5
Motion Control Editor, Behavior Control Program	2
NO	0
	5,40
	9,80
9,6 V	9,6
2300 mAh	10
	5,0
16 MHz	5
8 bits	5
	6,40
Movimiento rotatorio	6
4 Salidas	7
	3,0
¿?	0
¿?	0
8 MB	10

Moway Kit educativo	
	6,38
MowayGUI, C, Ensamblador	7
MowayGUI, C, Ensamblador	8
No	0
	2,91
	0
¿?	0
¿?	0
	5,67
48 MHz	7
8 bits	5
	3,6
Movimiento rotatorio	6
0 Salidas	0
	0
¿?	0
¿?	0
4K	0

Conexiones	6%
Inalámbricas	3%
USB	2%
Otros	1%
Sensores	10%
Tipos de sensores	6%
Cantidad	4%
Servicio técnico	4%
Duración de la garantía	2%
Tipo de garantía	1%
Teléfono de ayuda	1%
Documentación	10%
Puntuación Final	100%
Precio	
Relación Calidad / Precio	

	5,67
Bluetooth	6
2.0	8
NO	0
	8,8
Tácto, Luz, Sonido, Color, proximidad, infrarrojo, contacto,	10
4 Entradas	7
	6,25
2 años	10
¿?	0
00-800-5346-1111	5
Internet, libros, revistas, catálogos	10
Notable	7,66
350 €	
Notable	45,5

	5,67
Bluetooth	6
2.0	8
NO	0
	7,0
Infrarrojo, presión,	5
12 Entradas	10
	6,25
2 años	10
¿?	0
+49(0)744312 0	5
Internet, catálogos	7
Bien	6,12
350 €	
Bien	56,9

	0,83
No	0
No	0
Serie	5
	8,0
Infrarrojos, Luz, proximidad, sonido	8
6 Entradas	8
	6,75
2 años	10
¿?	0
+82-70-8671-2600 contactus2@robotis.com	7
Internet, catálogos	5
Insuficiente	4,70
264 €	
Bien	56,1

	2,67
No	0
2.0	8
No	0
	4,80
Luz, temperatura, infrarrojo, acelerometro, sonido	8
0 Entradas	0
	6,50
2 años	10
¿?	0
info@moway-robot.com, e.merino@minirobots.es	6
Internet, catálogos	6
Insuficiente	4,75
344 €	
Insuficiente	72,4

Conclusiones

En este tercer tema nos embarcábamos en la comparativa de los diferentes robots de propósito educativo, uno de los temas más complejos que hemos tenido que desarrollar ya que hasta no terminar con su estudio e investigación no teníamos oportunidad alguna de seguir con nuestro trabajo.

En la fase preliminar estudiamos las diferentes empresas que se dedican a la distribución de éstos. Pudiendo conocer su amplia gama de productos, así como lo que nos ofrecían y nos podían aportar cada uno de ellos. También dimos mucha importancia la procedencia de sus sedes y la disponibilidad que tenía cada una de ellas de cara a incidencias y posibles consultas varias sobre sus productos y el funcionamiento de éstos. De todas las empresas del mercado, las que hemos destacado han sido; Lego, Fischertechnik, Ollo, Bioloid, Moway y Robobuilders.

En segundo lugar desarrollamos las características a estudiar, donde tratamos las diferentes características que nos ayudarán a determinar la elección del robot y en las que centraremos nuestra atención a la hora de tomar la decisión por un robot u otro. Estas características han sido divididas en tres ramas:

- El software con sus librerías, simuladores y emuladores.
- El hardware junto con su fuente de alimentación, servos, tarjeta de memoria, microprocesador, bluetooth y sensores.
- Y en último lugar el servicio técnico, la documentación, versatilidad y la calidad/precio de los diferentes productos.

A continuación realizamos un breve resumen con la importancia que le damos a cada uno de los diferentes apartados listados anteriormente, así como las características más importantes que destacamos de cada uno de ellos, haciendo también una explicación del significado de éstos .

En último lugar, tras haber finalizado todos los puntos anteriores, pasamos a desarrollar una comparativa entre diferentes robots que hemos seleccionado como los que más se adaptarían a las necesidades que embarca este proyecto. Pudiendo de esta forma, decidir entre uno de ellos y embarcarnos a investigar más a fondo todas sus características y realizar el apartado más importante de este proyecto, la sección práctica.

Selección del robot

La elección del robot ha sido una de las cosas más importantes a las que nos hemos tenido que enfrentar a lo largo de este trabajo. Para poder decidir entre un robot u otro, hemos tenido que documentarnos en gran medida, para así estar cualificados a la hora de la elección final. Buscando ante todo, que el dispositivo cumpla cada una de las necesidades que nos envuelven.

Por otra parte, no debemos olvidar la finalidad de este proyecto. Nuestra idea es introducir la programación a los estudiantes usando la robótica como incentivo, siempre y cuando estos se encuentren cursando estudios que no superen los estudios del bachillerato o ciclos formativos, e introducirlos en el maravilloso mundo de la programación. Es obvio que hemos encontrado una gran motivación, la robótica. Pero para ello necesitamos un robot que nos pueda servir para niños de diferentes edades, y de esta manera podamos adaptarlo a diferentes niveles de complejidad, ya que hay una gran diferencia entre las necesidades de aprendizaje que se nos presenta ante un grupo de niños de 13 años, con las de un grupo de niños cuyas edades rondan los 17 años de edad. Evitando a toda costa, dada la situación, tener que invertir dinero en la compra de varios robots.

Por otro lado, nos envuelve el problema de financiar una actividad de este calibre. Hay que tener en cuenta que como mínimo, el centro que quiera impartir este tipo de actividades, necesita adquirir un robot. Esta clase de productos son muy selectivos, por lo que su precio suele ser bastante elevado y la mayoría de las veces solo los encuentras en internet. Por lo tanto, tenemos que tener muy presente el tema económico, y más cuando el proyecto está destinado a estudiantes sin ningún tipo de ingreso, que todavía están bajo la tutela de sus padres.

Por último, el software del robot. Hay que tener muy presente que cada robot va a soportar un tipo diferente de software, una de las partes fundamentales que no vamos a poder cambiar ni modificar, sobre las que se va a regir todo nuestro trabajo con los alumnos. Por ello es un punto que debemos tener muy claro, y debemos comprobar que ese producto se está adaptando a nuestras necesidades. Pero no solo estamos hablando del lenguaje de programación, sino también de las facilidades que nos puede proporcionar el producto a la hora de trabajar con él.

Dicho esto, sólo nos quedaría desarrollar la presentación del robot seleccionado como el que mejor se ciñe a las necesidades que nos ocupan.

Lego Mindstorms Education NXT 2.1 aplicado a la educación



Tras un exhaustivo análisis, hemos llegado a la conclusión que el robot que más se ciñe a nuestras necesidades es un robot de Lego, más concretamente, Lego Mindstorms Education NXT 2.1, junto a una caja de recursos de 817 piezas extra.

Esta combinación de productos se puede encontrar tanto online como en tienda y para ser un producto tan selectivo, tiene un precio que ronda los 500€ con gastos de envío e IVA incluidos.

En realidad, este robot, es perfecto por una infinidad de detalles, destaca tanto por la parte de software como por la de hardware, y en muchos otros aspectos. Para que conste, vamos a hacer un minucioso análisis de sus características.

Software

Una de las mejoras que nos aporta el NXT es que vamos a poder utilizar varios tipos de lenguajes de programación diferentes. Visto desde el punto de vista del profesor, esto es muy positivo, puesto que el profesor dispone de una amplia baraja con la que trabajar.

Por una parte tenemos el software de programación gráfico NXT-G, basado en diagramas de flujo. Este es el software que incluyen en la versión educativa, pero con licencia para un solo ordenador. Además, está en castellano y es instalable en diferentes sistemas operativos, Microsoft Windows (XP, Vista, 7) y también en Mac OS.

Por otro lado tenemos Robot C, un software de programación en lenguaje C para NXT, una versión alternativa que sustituye los iconos gráficos por texto. Pero este software no es gratuito, es necesario invertir unos 330 euros por la licencia de 12 ordenadores, lo que quedaría aproximadamente en unos 30 euros por ordenador.

En caso de no querer comprar el software Robot C, tenemos un software libre llamado NxtOSEK totalmente compatible con Mindstorms NXT. El único inconveniente es que la marca Lego advierte a los usuarios de que tras instalar un software de terceros, como lo es este, toda garantía existente quedaría anulada.

En último lugar tenemos Lejos, un software gratuito orientado a objetos, que no es otra cosa que Java para Lego Mindstorms. Dispone de herramientas para cargar código en el ladrillo NXT, librerías,...

A continuación veremos con más detalle el software incluido en la compra del robot Mindstorms NXT 2.1.

Software NXT – G 2.1 en español

En primer lugar nos gustaría remarcar que al tratarse de un producto dedicado exclusivamente a la enseñanza, viene incluido un DVD con el software en español. Esto nos proporciona una gran ayuda a la hora de impartir las clases. De este modo ya no nos vamos a ver en una situación comprometida, en la que los estudiantes no entiendan lo que se les expone y por lo tanto tenemos la certeza de que van a poder entenderlo todo sin excepción, ya que el software está traducido a su idioma natal.

Además, este software es muy intuitivo. Permite que alumnos y profesores naveguen, sin dificultades, por el entorno de programación visual. Este entorno de programación está basado en iconos, que ya vienen programados, teniendo cada uno una función propia. De este modo es muy sencillo programar el ladrillo NXT para que trabaje, con la ayuda de los cables de conversión, con los sensores y motores. Esto no sería posible con el software versión no educativa.

Desde la primera pantalla del software se puede acceder a diferentes guías de programación animadas. Estas constan de tutoriales de distintos niveles de dificultad, que resuelven ejercicios para ayudar a los estudiantes (y profesores) a conocer cómo construir y programar un robot totalmente funcional. En primer lugar se observa de forma animada un vídeo del robot actuando, donde nos muestran que es lo que tenemos que conseguir en la programación del robot. Por otra parte tenemos la guía de construcción, que nos ayuda en la construcción del robot requerido. Finalmente la guía de programación nos propone un programa que resuelve el problema, que puede ser utilizado como inspiración o en caso de que el programa no funcione como esperábamos.

Todo este proceso garantiza que el aprendizaje con el producto sea mucho más progresivo, rápido, divertido y sencillo. Si el usuario final del robot es un niño de menos de 12 años, esto será de una gran ayuda.

Instalación del software v2.1

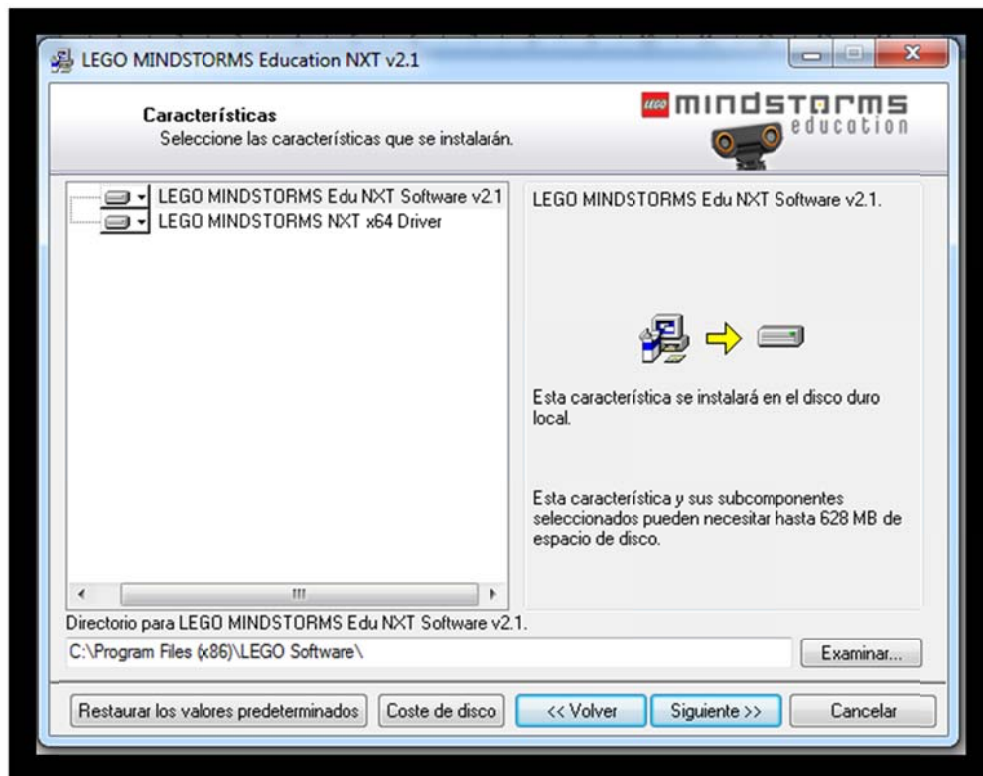
En primer lugar introducimos el CD en el ordenador, permitimos que el programa empiece a ejecutarse y seguidamente nos aparece una ventana donde nos permiten elegir el idioma.



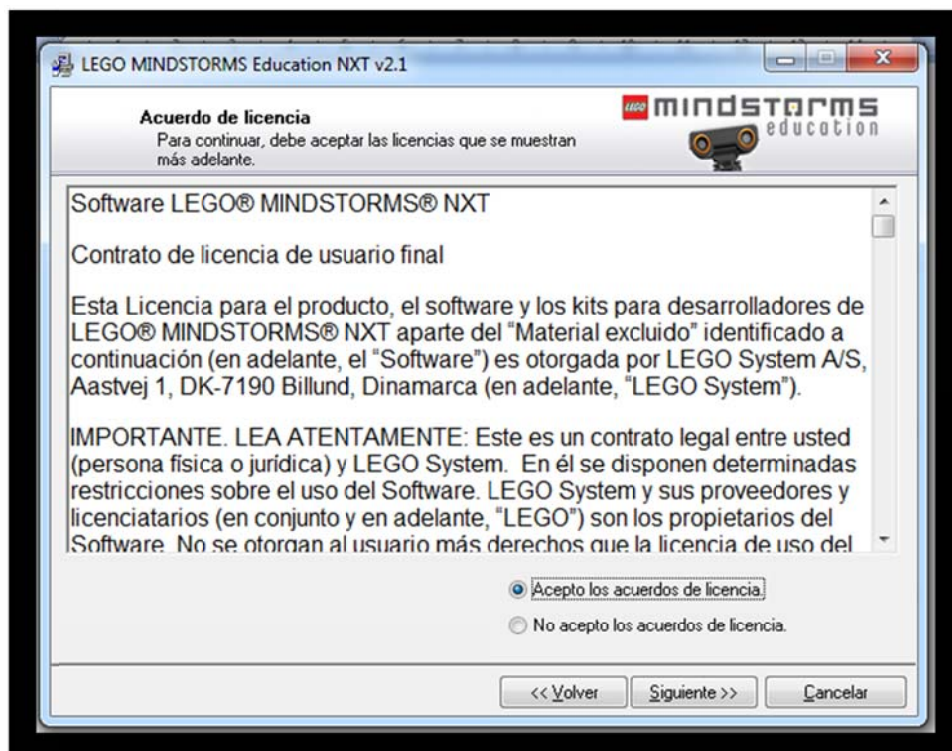
En nuestro caso hemos elegido Español y posteriormente nos ha aparecido la siguiente pantalla, donde hemos presionado el botón inferior de siguiente.



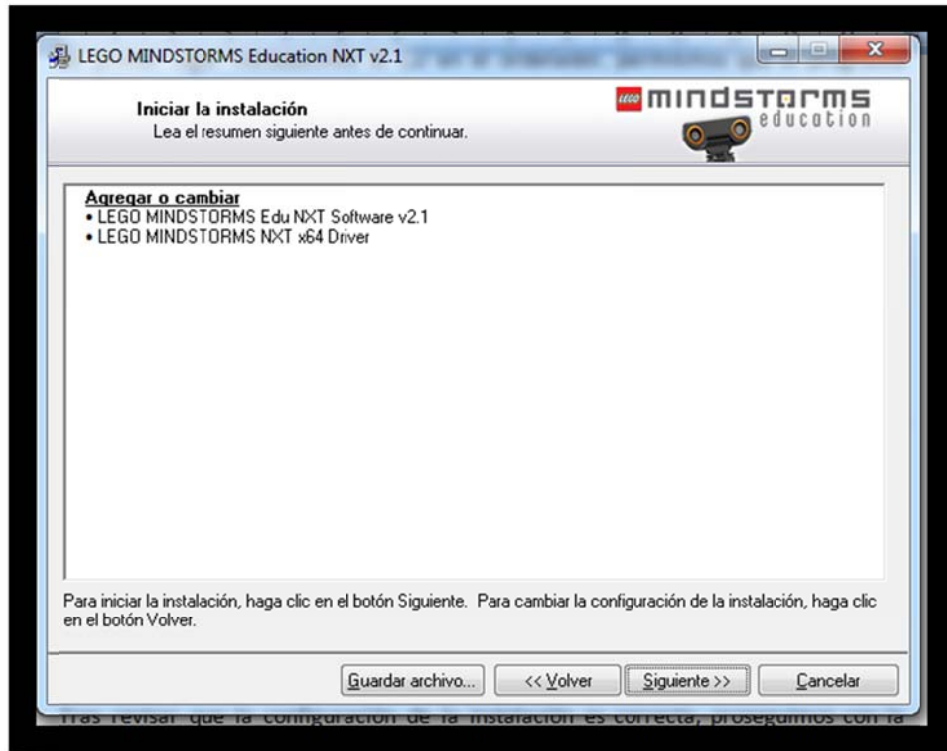
En esta ocasión nos ha aparecido la imagen que presentamos a continuación, en la que hemos vuelto a presionar la casilla de siguiente.



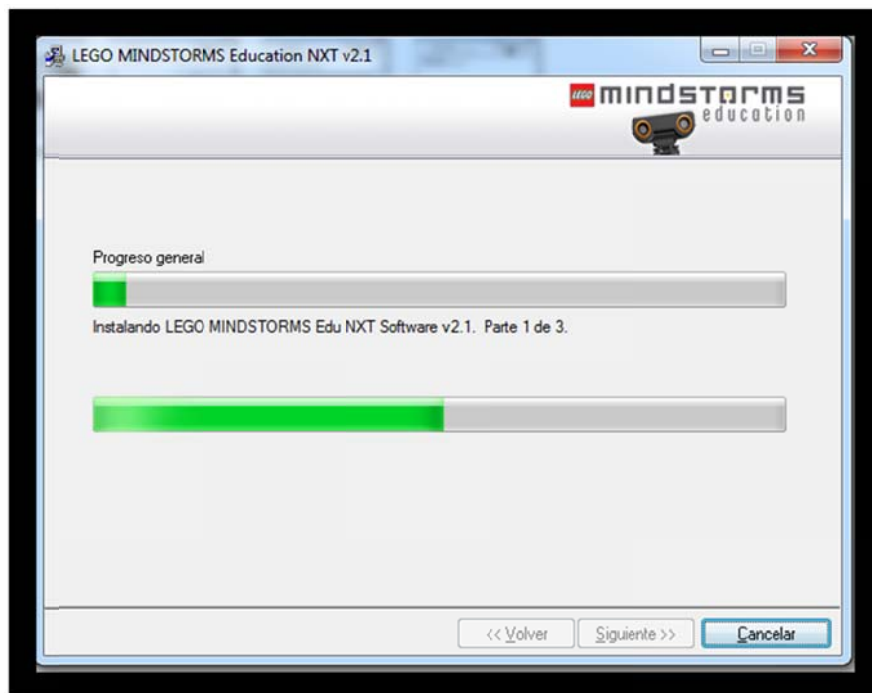
Aceptamos los acuerdos de licencia.

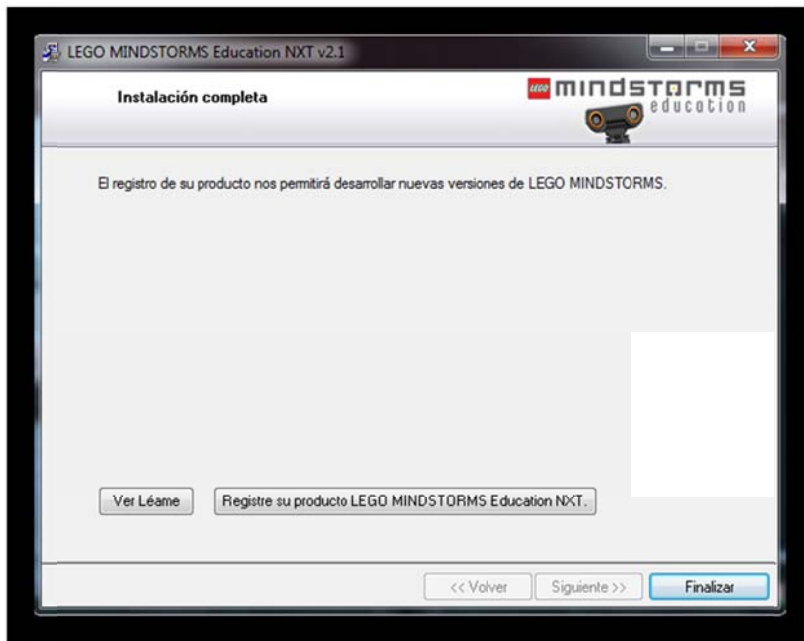


Tras revisar que la configuración de la instalación es correcta, proseguimos con la instalación del software.



Ahora sólo queda esperar a que la configuración se haya instalado con éxito.

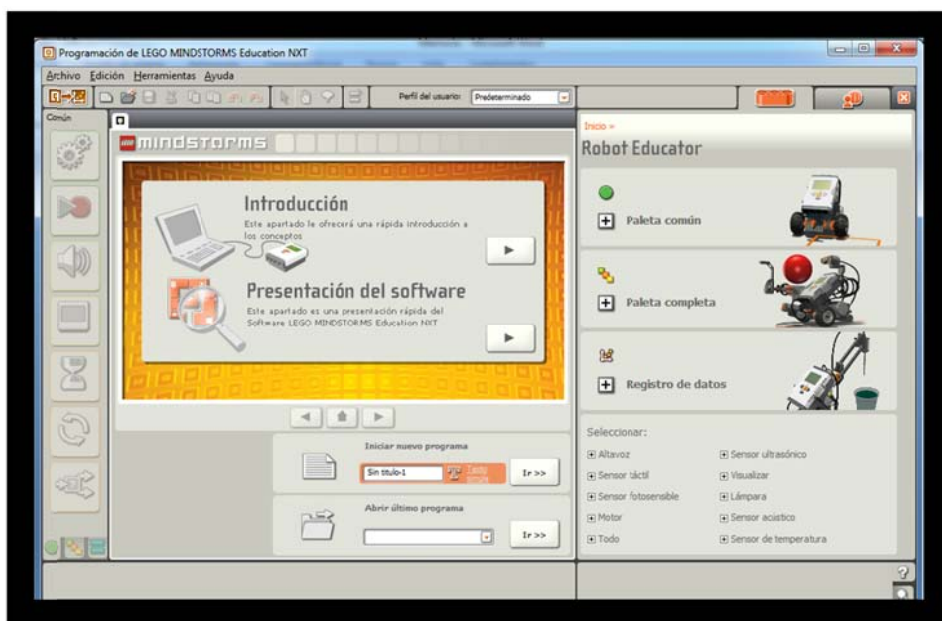




Una vez el software está instalado, ya podemos ejecutar el programa NXT 2.1

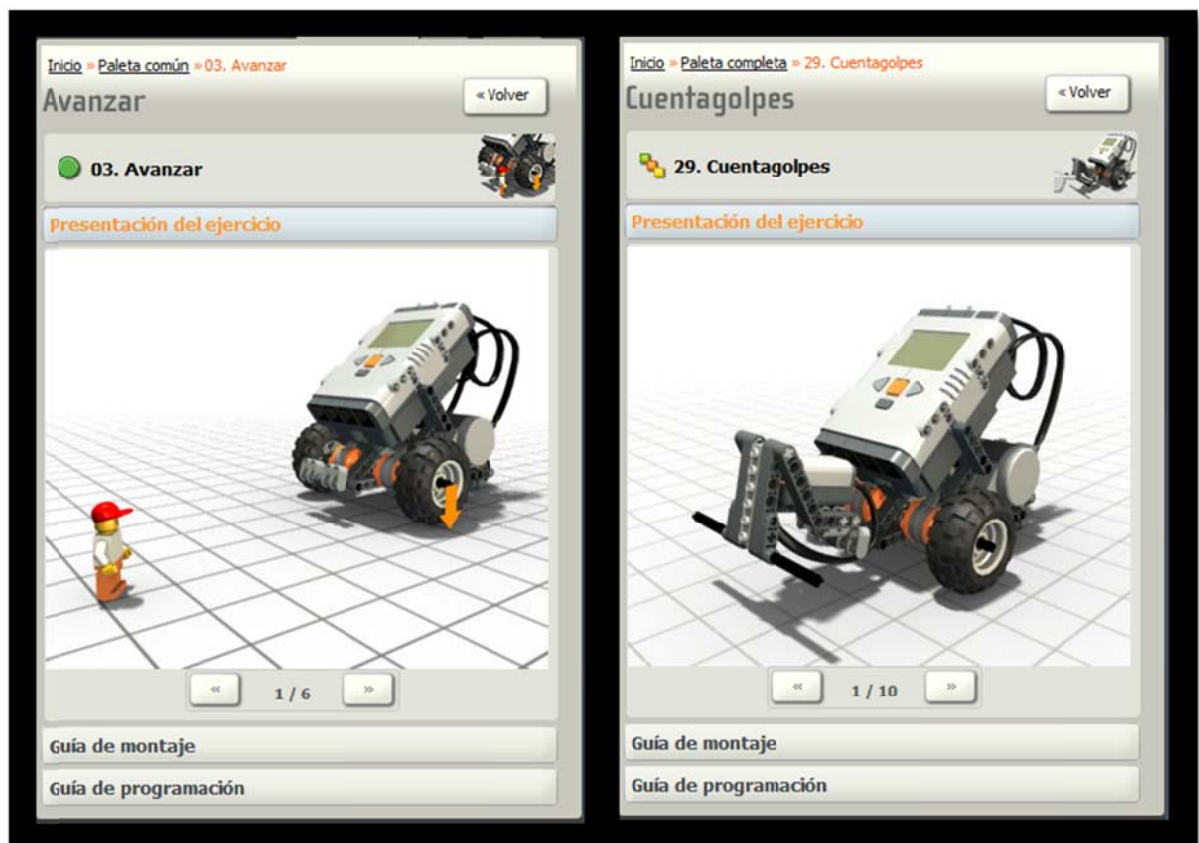


Donde nos aparece la siguiente pantalla de presentación.



Aquí, como podemos observar, tenemos diferentes opciones, pudiendo seleccionar la opción que más nos interese. Por un lado nos encontramos en la parte central dos reproducciones, una en la que nos hacen una breve introducción a los conceptos y otra donde nos presentan el software.

Por otra parte, en la parte derecha nos encontramos tres submenús; la paleta común, la paleta completa y el registro de datos. En cada opción hay bloques programados con diferentes niveles de complejidad. Entre los tres nos encontramos con un total de 46 bloques de programación o, mejor dicho, iconos. Cada uno de estos iconos nos ofrece lo mismo; una presentación del ejercicio, una guía para el montaje y una guía de programación.



Hardware

Por lo que respecta a la parte del hardware, éste está compuesto por los siguientes elementos:

- 1 Ladrillo inteligente.
- 3 Servomotores.
- 1 sensor de ultrasonidos.
- 1 sensor de luz/infrarojos.
- 1 sensor de sonido.
- 2 sensores de contacto.
- 437 piezas.
- Batería recargable 2100 mAh.
- 3 lámparas.



En primer lugar tenemos el ladrillo inteligente programable, considerado como si se tratase del cerebro del robot Lego Mindstorms, una de las piezas fundamentales del robot.

Éste dispone de 4 entradas y de 3 salidas, desde donde se pueden transmitir los datos con el ordenador a través de cable USB o bien por tecnología Bluetooth. También dispone de un microprocesador de 32 bits, preparado para controlar cualquier tipo de construcción que puedan llevar a cabo, con sus 437 piezas, los estudiantes.

Por otra parte, para su uso es imprescindible que dispongamos de al menos 6 pilas AA o de la batería recargable que hemos nombrado anteriormente.

Sin embargo, el nombre comercial de este ladrillo inteligente es NXT, del que podemos destacar las siguientes características técnicas:

- El microprocesador principal es de 32 bits. Dispone de una memoria Flash de 256 KB para programas (y firmware) y 64 KB de memoria RAM para datos. Este es el micro que ejecuta los programas, y lo hace a 48 MHz.
- El microcontrolador es de 8 bits. Cuenta con 4 KB de memoria Flash y 512 Bytes de memoria RAM. Este segundo micro es el encargado de gestionar el PWM (Pulse Width Modulation) de los motores, y hace uso de la realimentación de

los sensores de rotación de los motores NXT para ajustar la potencia de cada motor.

- Sus comunicaciones nos permitirán descargar o recuperar programas entre el NXT y el PC, o bien el control directo del NXT.
- En la parte frontal del ladrillo inteligente se puede apreciar una botonera, compuesta por los siguientes pulsadores.
 - 1 pulsador central de color naranja. Funciones On / Enter /Run.
 - 2 pulsadores en forma de flechas, para desplazarnos por el menú de opciones del NXT.
 - 1 pulsador inferior para borrar / retroceder.
- Además dispone de un altavoz, cuya calidad de sonido es de 8 KHz.
- En último lugar es necesario nombrar su pequeño pulsador de reset, situado bajo el conector USB. Este pulsador tiene dos funciones, dependiendo del tiempo que lo mantengamos pulsado, activaremos una u otra función.
 - Con una pequeña pulsación, provocaremos el reset del NXT, es decir, se apagará y a continuación se encenderá de nuevo.
 - En cambio, si lo mantenemos pulsado durante más de 5 segundos, el NXT entrará en lo que se denomina modo SAMBA , el proceso de instalación del firmware.

Por otra parte tenemos los diferentes sensores, que podremos conectar hasta un máximo de 4 sensores a la vez, ya que este robot tan solo dispone de 4 entradas en su NXT. Aun así, son muchos los ejercicios y las complicaciones con las que nos podamos enfrentar, eso dependerá del grupo de alumnos y el profesor.

Sensor táctil



Sensor acústico



Sensor fotosensible



Servomotor interactivo



Lámparas



Sensor ultrasónico



Galería de imágenes de las diferentes piezas del Set





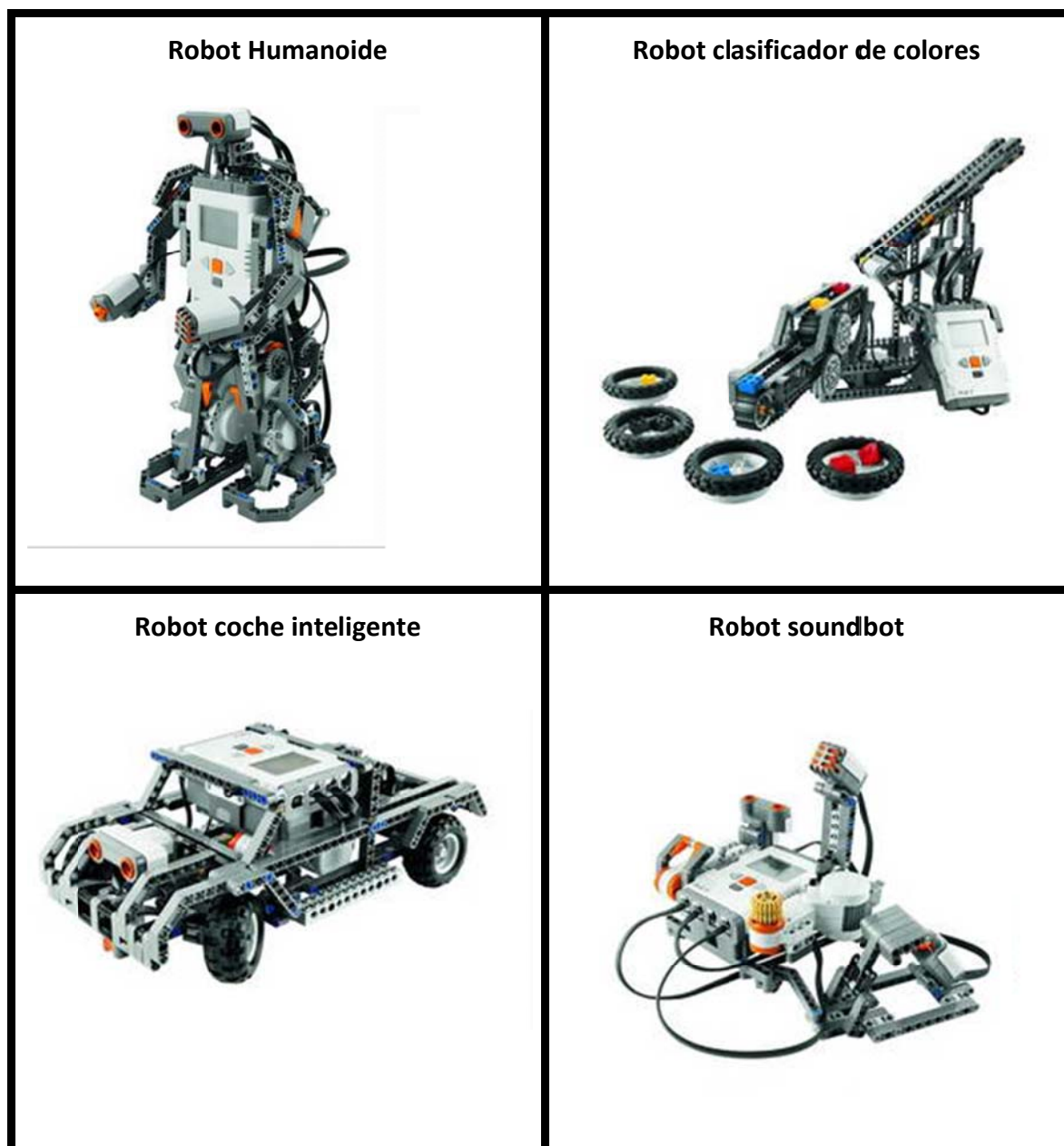




Versatilidad

El principal motivo por el cual queremos destacar la versatilidad del Mindstorms NTX 2.1 es porque realmente tenemos diferentes oportunidades de construcción y programación en un mismo producto. Esto es posible gracias a sus 437 piezas, y una caja de recursos compuesta por 817 piezas más, que con un poco de ingenio podemos llegar a construir más de 9 tipos diferentes de robots, cuyos objetivos a programar varían, al igual que lo hace su aspecto, destreza y funcionalidad.

A continuación vemos una muestra de nueve de las posibles construcciones que los estudiantes pueden llevar a cabo en un año escolar.



Robot coche inteligente



Robot reloj



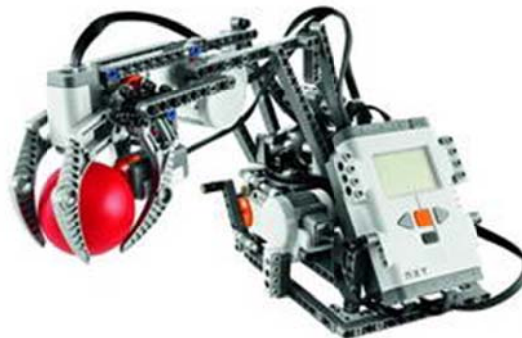
Robot explorador



Robot escorpión



Brazo robot



Otras características

A parte de todas las ventajas que nos trae su software y hardware, también nos encontramos con otras características importantes a destacar, como es su documentación, la calidad del servicio técnico y las competiciones propias de Lego que organiza, donde solo pueden participar sus productos.

Documentación

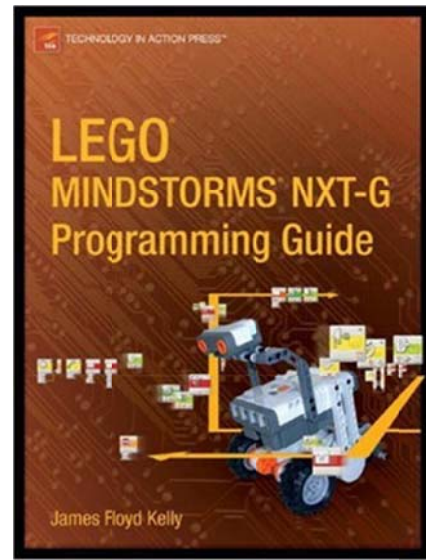
El apartado de documentación es muy importante de cara al desarrollo con el producto. Es muy común, cuando se trabaja con productos tan selectos, como son los que nos topamos en el mundo de la robótica, encontrarte ante problemas que poca gente sabe solucionar. Es por ello por lo que valoramos mucho el tiempo que un producto ha estado a la venta, puesto que el propio fabricante ha pulido errores de edición y modificado detalles para mejorar el producto.

Además, la gente crea blogs y nuevos temas en foros, para hablar exclusivamente del producto, resolución de problemas de cara a nuevos usuarios, nuevos enfoques de versatilidad, exponiendo nuevos ejercicios paso a paso, desarrollados durante semanas. Como ejemplo, tenemos los siguientes foros y blogs que hemos seleccionado como más interesantes, donde hablan de Lego Mindstorms NXT:

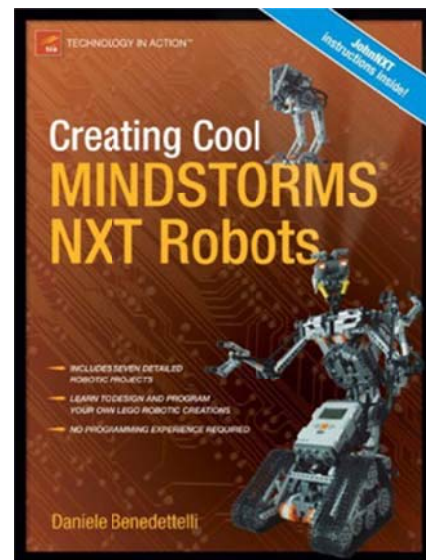
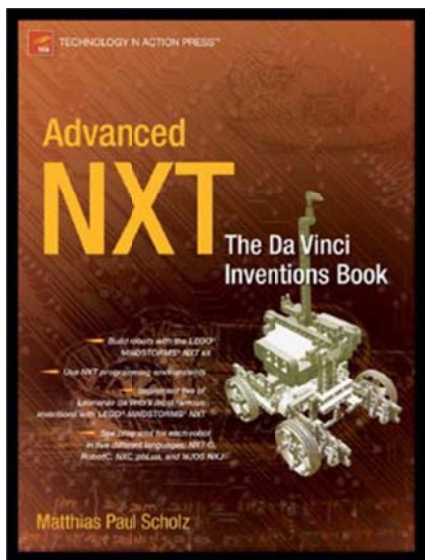
- <http://robotikas.blogspot.com/>
- <http://roboteros.com/index.php>
- <http://www.robotic-lab.com/foros/index.php>
- <http://foro.lrobotikas.net/>

En último lugar cabe destacar los manuales de ayuda hacia el usuario, así como las revistas y los libros, entre los que nos gustaría destacar una colección de menor a mayor grado de dificultad:

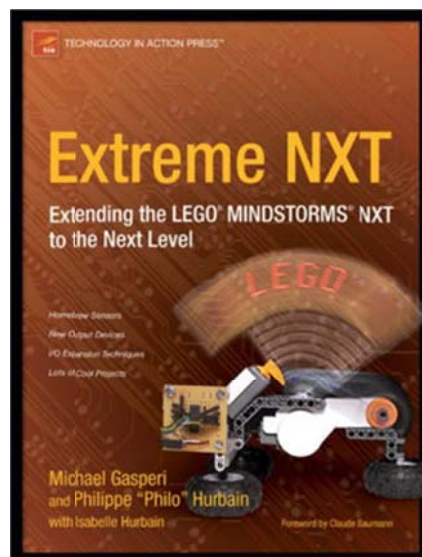
- Iniciación a LEGO NXT y los montajes más básicos
- Pequeños desafíos para resolver con robots LEGO NXT
- Uso del entorno de programación NXT-G
- Creación de robots más avanzados
- Ver cómo funcionan los accesorios por dentro
- Utilizar circuitos electrónicos ajenos a LEGO NXT (Extreme NXT)



LEGO Mindstorms NXT: The Mayan Adventure LEGO Mindstorms NXT-G Programming Guide



Advanced NXT: The Da Vinci Inventions Book Creating Cool Mindstorms NXT Robots



Extreme NXT: Extending the LEGO Mindstorms NXT to the next level

Competiciones

Por lo que respecta a las competiciones, apartado que ya ha sido desarrollado anteriormente en este proyecto, como bien sabéis existen competiciones específicas, solamente para lego, como es el caso de la First LEGO League. Esto es muy interesante, puesto el hecho de que exista una competición específica de una marca en especial denota poder, experiencia y un gran rodaje con el producto donde ha habido tiempo de modificar los imperfectos y añadir las cosas que han sido consideradas incompletas.

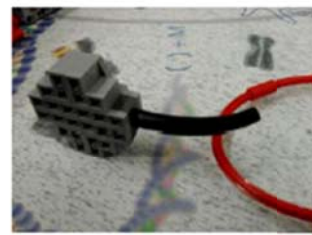
Cada edición de la First LEGO League está dedicada a un tema diferente. Por poner un ejemplo, este año está dedicado a la salud y a la mejora de la calidad de vida, donde las misiones pueden ir desde un robot encargado de una reparación común de hueso, donde es necesario alinear el hueso del hombro y aplicar el yeso azul hasta que este cubra toda el área quebrada; hasta el marcapasos, uno de los primeros ejemplos de la ingeniería biomédica, donde el objetivo es que el robot sea capaz de instalar un marcapasos en el corazón, de manera que el tubo negro esté en el corazón, pero la parte gris del cuerpo del marcapasos, no.



Puntuable



Puntuable



Puntuable



No Puntuable



No Puntuable

Estas competiciones son muy especiales, donde se requiere un gran interés y motivación por parte de los estudiantes, asimismo el grado de implicación por lo que respecta al profesorado debe ser muy elevado.

Servicio técnico

Bajo nuestro conocimiento, a día de hoy, todavía no existe una sede de Lego en España. No obstante, hemos encontrado una tienda en Barcelona donde distribuyen sus productos. En varias ocasiones nos hemos encontrado con la necesidad de llamar por teléfono, y en ningún momento han puesto problema alguno en resolernos las cuestiones que les planteábamos, bien de funcionamiento, aclaración del hardware, del software, así como indicaciones de los precios de sus kits incluyendo IVA y gastos de envío.

Por lo que respecta a su sede, la más cercana la hemos ubicado en Francia. Tras ponernos en contacto con ellos, únicamente han tardado unos tres o cuatro días en contestarnos. Es por ello por lo que estamos lo suficientemente contentos para confiar con el servicio técnico de Lego.

Simuladores



Si volvemos atrás, nos daremos cuenta de que en el apartado de simuladores, ya hablamos sobre el programa Microsoft Robotics Studio. No se trata de un simulador exclusivamente para el NXT, pero debido a las librerías que este incorpora, dispone de una versión que le permite simular diferentes construcciones para el robot Lego Mindstorms NXT, así como escribir programas para él, sin la necesidad de estar introduciendo todos los valores, uno a uno, como tendríamos que hacer con otras marcas de robots. Es por esto, por lo que consideramos, que el NXT se lleva un punto a favor si comparamos con otras marcas.

Conclusiones

En este capítulo hemos estado hablando de Lego Mindstorms Education NXT, nuestro robot predilecto para hacer el resto del proyecto, a partir del cual todo nuestro trabajo se centrará.

En un principio hemos expuesto todos los tipos de software que soporta este dispositivo, plasmando todas sus características, así como sus ventajas e inconvenientes. Paso seguido hemos desarrollado mas concienzudamente el software del que disponemos, el Software NXT – G 2.1 en español para seguidamente hacer un gran detalle de todos los pasos necesarios a seguir para su correcta instalación.

A continuación hemos hablado de su hardware, haciendo una detallada lista con los diferentes componentes que lo forman y detallando un poco más a fondo sus características. Plasmando inmediatamente, todas las diferentes piezas del Set mediante una galería de imágenes.

En último lugar hemos creado un apartado que hemos llamado “Otras características” donde hemos desarrollados temas tales como toda la documentación que existe actualmente en el mercado sobre el producto, las competiciones específicas para productos Lego en las que pueden participar los alumnos, así como el servicio técnico de la marca y los simuladores que podríamos utilizar en caso de fueran necesarios.

Concursos y actividades.

Participación fuera del aula

Año tras año las competiciones de robótica están teniendo más calado en nuestro país y esto da la posibilidad de poder participar en distintas competiciones, pero no estamos hablando solamente de competiciones a nivel nacional, puesto que actualmente existen muchas otras a nivel internacional.

Con estas actividades se pretende que los alumnos tengan una meta a seguir, es un modo muy sencillo de aprender jugando, pudiendo comprender con el paso del tiempo cómo funcionan estos robots y cuáles serían los pasos para construir uno y poder competir con él.

Durante el curso se tocarán todos los aspectos más importantes de estos robots, como son el software, la electrónica y la parte mecánica del mismo, estando todos estos conocimientos relacionados con varias de las asignaturas que los alumnos van a estar cursando a lo largo del año escolar, con lo que también les puede servir como refuerzo y ejemplos prácticos para entender la teoría.

Por otra parte cabe añadir que una competición de robótica es un evento donde robots diseñados, construidos o programados por diferentes participantes compiten según un conjunto determinado de reglas.

Actualmente existen varias clases de competiciones, aunque las más populares son:

Rastreo de línea

En esta competición, los robots participantes deben seguir una línea trazada en el suelo en el menor tiempo posible. La complejidad del recorrido puede variar.

Laberinto

Existen distintas variantes de la competición de laberinto. La prueba puede consistir en recorrer un laberinto y encontrar la salida, o puede incluir, además, la prueba adicional de que el robot debe hallar y sacar del laberinto uno o más objetos ubicados en

distintos puntos del mismo. El laberinto puede estar hecho con paredes delimitadoras de los caminos posibles, o dibujado en el suelo con una línea.

Cowbots

En esta prueba, dos robots se enfrentan en un terreno de combate con una medida previamente conocida. Ambos robots tienen un arma a distancia y un arma para combate cuerpo a cuerpo. El arma a distancia consiste en un lanzador de algún tipo de proyectil, que no cause daños a su objetivo. Los dos robots deben enfrentarse en la zona de combate hasta que uno de los dos es alcanzado por un proyectil del otro, o por su arma de lucha directa.

Sumo

En este estilo de competición, dos robots se enfrentan dentro de una zona delimitada; la idea es que ambos intentan sacarse mutuamente de esta zona.

Carrera de bípedos

Mientras que en las competencias mencionadas anteriormente los robots tienen una estructura vehicular, en la carrera de bípedos se enfrentan robots cuyo movimiento utiliza dos extremidades inferiores. Los robots compiten en una línea recta, siendo el ganador el robot que atraviese el recorrido definido primero.³

Para finalizar, tras haber explicado lo expuesto anteriormente, voy a ultimar esta breve introducción y a proseguir con la presentación de varias de estas competiciones, tanto a nivel nacional como internacional.

³ <http://en.wikipedia.org/wiki/FIRST>

MadridBot

Madrid-Bot es un concurso de micro-robótica organizado por los Centros, de la Comunidad Autónoma de Madrid, que imparten las enseñanzas del Ciclo Formativo de Grado Superior de Desarrollo de Productos Electrónicos.

Lo que pretende este concurso es llegar a ser más que un lugar de encuentro para los alumnos matriculados en Centros de Educación Secundaria y especialmente los alumnos y alumnas de Bachillerato, Ciclos Formativos de la familia profesional de electrónica, informática, etc. Sus intenciones van más allá, buscando que los participantes puedan no sólo competir con sus prototipos sino también compartir sus conocimientos.

Por otra parte, son muchas las pruebas que están disponibles, cada año en MadridBot. Aunque cabe añadir que estas pueden variar año tras año, al igual que las normas que las rigen.

A continuación se muestran las pruebas que hubieron hace tan solo un año.

- Rastreadores.
- Velocistas.
- Laberinto.
- Minisumo.
- Laberinto.
- Limpiador de latas.
- Prueba Libre.

Los requisitos para participar en este campeonato son dos. En primer lugar es necesario que los alumnos estén matriculados en un Centro de Educación Secundaria y que estos estén cursando estudios de Educación Secundaria, Bachillerato, Ciclo Formativo de Grado Medio o Grado Superior. También pueden participar en el concurso antiguos alumnos de estos centros, que cursaron estudios durante el curso anterior. En segundo lugar, el centro de donde provienen los alumnos debe ser un Centro Organizador, y de no serlo debería plantearse serlo o en caso contrario buscar a un centro que lo sea y que quiera representarlo.

First Championship

Esta competición, para nosotros, internacional, tiene una duración de dos días y medio y se celebra anualmente en abril. Desde hace varios años, el evento se llevó a cabo en Atlanta, Georgia, pero a partir de 2011, y por lo menos hasta el 2013, que se celebrará en el Edward Jones Dome, en St Louis, Missouri. El evento consta de tres competiciones, FIRST Robotics Competition (FRC), Campeonato FIRST Tech Challenge (FTC) del Campeonato del Mundo, y FIRST LEGO League (FLL) Festival Mundial. Este campeonato se celebra normalmente en junto con la Conferencia de Robótica FIRST, que abarca un amplia variedad de temas de ciencia, tecnología, ingeniería y robótica.

First Lego League

La competición “First Lego League” es de nivel elemental, con lo que es perfecta para alumnos que estén cursando las enseñanzas Primarias o Secundarias.

Implanta, a los estudiantes más jóvenes, los desafíos de ingeniería del mundo real mediante la construcción de robots LEGO, basados en completar las tareas en una superficie de juego temáticas. Utiliza robots LEGO Mindstorms (RCX o NXT) para construir robots del tamaño de la palma de la mano, que luego son programados usando el software Robolab o software Mindstorms NXT para competir contra otros equipos de forma autónoma. La combinación de partes intercambiables de LEGO, sensores y el software mencionado, proporcionan a los estudiantes la capacidad de construir modelos razonablemente complejos.

Esta Liga se celebra en todo el mundo. El tema del elegido en el 2010 fue la movilidad. Los robots creados por los participantes debían contribuir a mejorar la movilidad en las ciudades, mejorar la convivencia entre los transportes y los peatones y a mejorar los sistemas de conexión de las personas y las mercancías.

El coste que supone presentarse a esta competición ronda los 700 euros, que si es detallado, tendríamos:

- 200 € -- Inscripción.
- 70 € -- Set competición (Tapete y piezas Lego).
- 23 € -- Envío materiales (Incluye seguro de viaje).
- 311 € -- El robot Lego Mindstorms.
- 110 € -- IVA.

Este coste es considerado por los organizadores como un coste relativamente bajo para comenzar, por lo que hay que tener en cuenta que con el paso del tiempo, el Kit comprado se quedará corto para seguir enseñando a los alumnos cosas nuevas e ingeniosas, por lo que será necesario la adquisición de otro robot o bien de nuevas piezas que sean compatibles con el robot que se tiene, en caso de que hayan sido fabricadas. En cualquiera de los dos casos, existe la necesidad de comprar y por lo tanto eso significara un aumento en el presupuesto.

Para finalizar con la exposición de la Liga “First Lego” es interesante saber que los únicos requisitos que existen para participar son:

- La edad, pudiendo participar únicamente niños con edades comprendidas entre los 10 y 16 años.
- La existencia de un entrenador, una persona que trabaja con el equipo durante el tiempo de preparación y los acompaña en los días de la competición.
- El entrenador es la persona de contacto para los organizadores de FLL. Solamente él podrá inscribir a un equipo y se encargará de la gestión del envío de los materiales al equipo.

First Tech Challenge

La competición “First Tech Challenge” es considerada de nivel medio, con lo que es accesible para alumnos que estén cursando Bachillerato o cualquier Ciclo Medio o Superior.

FTC está diseñado para equipos de hasta 10 estudiantes, siendo estos responsables de diseñar, construir y programar sus robots para competir en un formato de alianza contra otros equipos. Esta Liga tiene a la venta un kit, al igual que en la anterior, donde se encuentra el robot, instrucciones, manual de ayuda y muchas cosas más que facilitan el trabajo del mentor con los alumnos. Además es reutilizable de año a año, aunque supone un presupuesto inicial superior al que hemos visto en la Liga anterior, superando los 1000 €. Cabe añadir que en este tipo de campeonatos no se presenta competitividad por lo que respecta al diseño, estrategia de construcción del robot y materiales utilizados para su construcción, puesto que si todos los equipos participantes tienen el mismo robot o similar, la competitividad es a nivel software.

First Robotics Competition

La competición "First Robotics Competition" está orientada para estudiantes de universidades, quienes tienen que montar un robot y conseguir que cumpla una tarea en tan solo seis semanas. La tarea es diferente cada año.

Esta Liga se caracteriza por tener reglas muy estrictas, unos recursos limitados y muy poco tiempo para cumplir con los plazos organizados. Los equipos de 25 o más estudiantes tienen el reto de recaudar fondos, perfeccionar el trabajo en equipo, y construir y programar robots para realizar tareas previstas en contra de un ámbito de competencia. Es lo más cercano a la "ingeniería del mundo real" que un estudiante va a encontrar. Junto a estos estudiantes se encuentran los mentores, como en cualquier Liga, caracterizándose esta vez por ser profesionales, prestando su tiempo y talento para guiar a cada equipo.

Junior First Lego League

Para finalizar con la Championship tenemos la última Liga creada por ésta de nivel infantil, la Junior First Lego League, muy específica para niños de entre los 6 y los 9 años.

Al igual que First Lego League, este programa cuenta con un desafío en el mundo real, para ser resuelto por la investigación, el pensamiento crítico y la imaginación, pero en este caso de los más pequeños. Al igual que en las demás, hay entrenadores para guiar a los estudiantes en su trabajo.

Como bien nos sabe indicar el nombre de esta Liga, en Junior First Lego League se emplean los Robots para los más pequeños, fabricados por la empresa Lego, lo que nos muestra la fuerza que está teniendo esta marca.

Liga Nacional Robótica Competición

Esta Liga fue fundada el 1 de Enero de 2009 por una entidad privada cuyo objetivo es el de promocionar los valores del trabajo en equipo y la importancia de la formación continua.

El nivel de exigencia de esta Liga escapa de las posibilidades de cualquier grupo de trabajo formado por niños con edades inferiores a los 18, es por ello por lo que los principales participantes son Estudiantes de Ingeniería de las Facultades Españolas.

Actualmente se están promocionando los siguientes campeonatos, cuyas características discrepan entre unos y otros. Las normas de participación y puntuación son propias de cada uno de los campeonatos, así como su ubicación y precio de inscripción. Además, existen premios monetarios en cada uno de ellos, para aquellos grupos que consigan los primeros puestos.

Los campeonatos que forman parte de la Liga Nacional de la Robótica de Competición son los siguientes:

- Campeonato CRJET de Tarrasa sumo.
- Campeonato CRJET de Tarrasa velocista.
- Campeonato de Euskadi categoría SUMO.
- Campeonato de Euskadi de Microbots rastreadores.
- Cosmobot sumo.
- Cosmobot velocistas.
- Hispabot sumo.
- Hispabot velocista.
- Robolid sumo.
- Robolid velocistas.
- RobotUS Sumo.
- RobotUS Velocistas.

RoboCup

Complubot es un proyecto de robótica educativa, con una experiencia ya de siete años, que pretende acercar la tecnología robótica a los alumnos de los últimos cursos de primaria. Es un proyecto con una orientación educativa que promueve eventos robóticos locales, regionales e internacionales para jóvenes estudiantes de hasta 19 años.

Las diferentes competiciones que forman RoboCup son las siguientes, aunque es importante remarcar que de entre todas, la única que se celebra en España es la RoboCupJunior, teniendo como objetivo, el dar a conocer y difundir las actividades de la RoboCup Junior así como promover actividades y competiciones para que equipos de nuestro país puedan representarnos en las competiciones internacionales.

RoboCupJunior

RoboCupJunior es una iniciativa educativa orientada con proyectos para los estudiantes hasta la edad de 19 años. Está dirigido a estudiantes de primaria y secundaria. No hay una edad mínima fijada, pero los estudiantes de primaria se espera que sean capaces de leer (y por lo tanto escribir programas para sus robots) por su cuenta, sin ayuda importante de mentores adultos. Los estudiantes mayores de 19 años no están permitidos en los equipos RoboCupJunior. La división entre las categorías de edad de primaria y secundaria es de 14 años de edad. Los equipos con todos los miembros de la edad de los estudiantes de 14 años son primarios. Equipos con cualquier miembro estudiante mayor de 14 años debe ser secundario.

Se trata de una nueva y emocionante manera de entender la ciencia y la tecnología a través de experiencias prácticas con la electrónica, hardware y software. RoboCupJunior también ofrece oportunidades para aprender sobre el trabajo en equipo, mientras se intercambian ideas con los amigos. El desarrollo de materiales de estudio y métodos de enseñanza innovadores se encuentran entre los objetivos RoboCupJunior.

Todos los estudiantes son bienvenidos a participar en este concurso, independientemente de su experiencia en la robótica.

RoboCupJunior consta de fútbol, baile y retos de rescate.

RoboCup Junior Dance

La RoboCup Junior Dance es una integración impresionante de la Ciencia, la Tecnología y las Artes. Participantes en el programa sus robots a bailar a la música. Los competidores se animan a decorar sus entradas y para motorizar movimientos de las extremidades del robot, para dar a sus robots verdadera personalidad. RoboCup Junior Dance puede ser abordado de diversas maneras con las nuevas ideas que aparecen cada año. Algunas de las ideas anteriores han sido los robots a bailar juntos en equipos bien coreografiados, los estudiantes interactúan con sus robots mientras bailaban, los estudiantes crear su propia música para bailar y estudiantes de contar una historia, mientras que los robots que actúan a la música. El reto de la danza es un trabajo de equipo donde los estudiantes se pueden diseñar sus propias camisetas, prepararse para la entrevista del equipo y crear sus disfraces, en la parte superior de la programación y la construcción.

RoboCup Junior Rescue

RoboCup Junior Rescue se divide en dos competiciones diferentes con el objetivo de atender a grupos de estudiantes con diferentes edades.

- Rescue, que abarca a los grupos de niños con edades no superiores a los 14 años de edad.
- Rescate Premier, acepta grupos de estudiantes que esten cursando ya sea primaria o de secundaria.

La inteligencia artificial es lo que más destaca en RoboCup Junior Rescue. El concurso de Rescate refleja el uso real que se le da a los robots cuando los profesionales tienen que rescatar a personas que, en un momento dado se encuentran en situaciones que, amenazan la vida. Los robots compiten siguiendo una línea sinuosa hasta llegar a la zona de rescate designado. En el camino que, el robot puede encontrarse obstáculos, puentes y además oportunidades para atajar camino, que pondrán a prueba las capacidades del programador. Después de negociar la ruta de acceso al azar, el robot llega a una zona de color verde, que indica un derrame de sustancias químicas. Mientras el reloj sigue contando el tiempo que necesita el robot en completar la tarea, el robot debe encontrar a "la víctima".

Rescate Premier es exactamente igual que Rescue, con la diferencia de que el robot se encuentra con más obstáculos por el camino, entorpecimientos que hemos conocido anteriormente, como pueden ser los puentes y los badenes. Aunque también deben de plantearse el coger a la víctima y colocarla en una plataforma elevada.

RoboCup Junior Soccer



Los estudiantes están obligados a diseñar y programar dos robots, para competir contra otros dos robots, capaces de lanzar una pelota. Mediante infrarrojos captan donde se encuentra su objetivo, que en este caso estamos hablando de la pelota o la portería. Los equipos tienen la opción de usar los dos robots para jugar o utilizar uno de ellos para que se quede defendiendo la portería. El campo es el tamaño de una mesa de ping-pong, de color blanco, tonos de verde y negro para permitir la navegación a través del uso de sensores de luz.

Debido a la facilidad de aprendizaje y utilización para los no iniciados en el mundo de la robótica, la mayoría de los estudiantes opta por utilizar LEGO Mindstorms para construir y programar sus robots. Otros estudiantes prefieren seleccionar plataformas alternativas e incluso construir sus propios robots. Estos incluyen: brújulas electrónicas, timbres, y toda clase de sensores.

RoboCupSoccer

RoboCup eligió utilizar el fútbol como tema central de la investigación, con miras de innovar los problemas de importancia social e industrial. El objetivo final del proyecto está previsto para el año 2050. Pretenden desarrollar un equipo de robots humanoides totalmente autónomos que puedan jugar y ganar a un equipo real, siendo este campeón del mundo.

Evidentemente, esta Liga no está orientada para estudiantes de secundaria ni primaria, sino para estudios más avanzados que les permita su desarrollo.

Simulation League



El enfoque de la simulación de esta liga se basa en la inteligencia artificial y la estrategia del equipo. Por lo tanto, en la simulación de la liga dos equipos de once programas de software autónomo (llamados agentes), juegan al fútbol en un estadio de fútbol de dos dimensiones virtuales representado por un servidor central, llamado SoccerServer. Este servidor lo sabe todo sobre el juego, es decir, la posición actual de todos los jugadores y la pelota. El juego se basa más en la comunicación, por ejemplo, cada jugador recibe información de sus sensores virtuales (visual, acústica y física), que utiliza para realizar algunos comandos básicos (correr, dar vueltas o patadas) con el fin de influir en su medio ambiente.

Small Size Robot League



Un robot de tamaño pequeño juega a fútbol en uno de los dos equipos que participan en el partido, equipos formados por cinco robots cada uno. Es necesario que cada robot se ajuste a las dimensiones específicas dispuestas en las normas de esta Liga.

Los robots pueden tener dos tipos de visión, la global y local. Los robots con visión global, utilizan una cámara aérea y un PC, que se encuentra fuera de campo, que los identifica y rastrea alrededor del campo, captando todos sus movimientos. Sin embargo la visión local de los robots está colocada en los propios robots, vía sensores, que les permite detectar los otros. Esta información se transmite al PC, para su procesamiento.

Middle Size Robot League



En la liga de robots de tamaño medio, dos equipos de hasta 6 robots juegan al fútbol en un campo de 18x12 metros en interiores. Cada robot está equipado con sensores y un ordenador de a bordo para analizar la situación actual del juego y jugar fútbol con éxito.

A través de comunicación inalámbrica se puede establecer la cooperación entre el equipo y recibir todas las órdenes del árbitro. Pero no está permitida ninguna intervención externa por los seres humanos, salvo sustituciones.

Humanoid League



En esta Liga nos encontramos ya con verdaderos Humanoides, siendo estos completamente autónomos, poseen tanto el cuerpo como los sentidos del ser humano.

Standard Platform League



Esta Liga es llamada estándar porque todos los equipos utilizan robots idénticos. Por lo tanto los equipos solo se tienen que concentrar en el desarrollo de software. Los robots funcionan de forma totalmente autónoma, es decir, no hay control externo, ni por los seres humanos ni por los ordenadores.

RoboCupRescue

Una de las principales aplicaciones de las tecnologías de RoboCup es la búsqueda y rescate en situaciones de desastre a gran escala. RoboCup inició este proyecto para promover la investigación en temas socialmente significativos.

RoboCup@Home

RoboCup@Home es una nueva Liga dentro de las competencias que conocemos. Se centra en aplicaciones que existen en el mundo real y la interacción hombre-máquina con robots autónomos. El objetivo es fomentar el desarrollo de aplicaciones útiles que puedan ayudar a los seres humanos en la vida cotidiana.

RoboCup Demonstration Events

Por otra parte nos encontramos con las demostraciones. Éstas nos muestran nuevas ideas y conceptos para las competiciones de robótica del futuro y la investigación.

Pueden diferenciarse dos tipos de demostraciones:

- Festo Logistics Competition
- Mixed Reality Competition

Campus Party Valencia

La Campus Party, por lo que respecta al tema de robótica, no se caracteriza por ser una competición o una Liga, sino que destaca por la representación de robots construidos a nivel usuario. En estas exposiciones se pueden ver auténticas maravillas, en las que muchos han tenido que dedicar muchas horas de trabajo, estudio e investigación para poder llevarlas a cabo. Estamos hablando de la posibilidad de mostrar un trabajo que no ha sido fabricado a nivel industrial, cosa que es considerada de gran importancia.

Así pues, todos los días que dura la Campus Party tenemos la ocasión de ver Robots que bailan, robots que sienten, y robots que recorren caminos, mientras libélulas electrónicas de alas transparentes y helicópteros teledirigidos sobrevuelan las cabezas de todos los campuseros de cada año. Toda una experiencia que está disponible para quien le apetezca, tenga tiempo y le guste.

Para finalizar con el apartado de actividades extraescolares y experiencias fuera del aula me gustaría remarcar que aún quedan muchas más competiciones a nivel Internacional que no se han comentado en este trabajo, esto es porque éstas están orientadas a estudiantes recién licenciados o propios profesionales de la robótica. Competiciones que no vienen al caso, dado la orientación y el tema tratado en este proyecto.

Ejemplo práctico

La actividad que vamos a plantear como ejemplo va a ser una actividad extraescolar orientada a grupos de niños, cuya edad este comprendida entre los 8 y los 13 años. En esta actividad desarrollaremos diferentes tareas, con el fin de que los alumnos sean capaces de aprender a programar de forma divertida mediante los robots de Lego Mindstorms.

En este apartado podemos diferenciar claramente dos partes. Por una lado tenemos una guía docente específica para una actividad extraescolar de este calibre, en la que incluimos una breve descripción de las actividades, así como los objetivos generales a cumplir o dicho de otro modo, las destrezas a adquirir por parte de los niños. También hablaremos de los conocimientos previos necesarios que necesita un niño para impartir este tipo de actividad. Y a la vez dispondremos de una estructuración de las unidades didácticas y una distribución del trabajo. En último lugar hablaremos de la metodología de enseñanza y de una posible evaluación.

Por otro lado, justo después de concluir con la Guía Docente, presentaremos dos ejemplos de construcciones, así como un ejemplo práctico para cada una de ellas, donde mostraremos su programación así como la depuración que haya sido necesaria en ambos casos.

Guía docente de la actividad

Esta guía docente plasmará un guion a seguir a lo largo del curso para que queden claros los objetivos a cumplir hacia los alumnos en un corto y largo plazo.

Para empezar con esta guía docente, añadiremos que la enseñanza de la Tecnología debe afrontarse como un proceso continuo que se inicie en la Educación Primaria y finalice en los Ciclos Formativos o la Universidad. Para conseguirlo es preciso disponer un "sistema integral" que se pueda utilizar de forma progresiva en función de cada nivel educativo e incluso teniendo en cuenta el desarrollo madurativo de cada alumno.

Dicho esto, como ya hemos visto en temas anteriores, existen diferentes modelos de robots en los que podemos cumplir con este cometido, pudiendo adaptar la dificultad de la programación de los robots y todo lo que este hecho engloba, a los diversos grupos de alumnos cuyas edades y conocimientos son tan dispares.

Descripción general

Esta actividad extraescolar, cuyo fin es principalmente introducir a los pequeños en el mundo de la programación, permitiéndoles descubrir diferentes lenguajes de programación a través de un software sencillo e intuitivo con el que desarrollarán desde un primer momento sus propios programas.

La idea es que poco a poco empiecen comprendiendo el funcionamiento global del programa, el lenguaje de programación, la mecánica del robot y sean capaces por sí solos de proponer ejercicios y soluciones para esos ejercicios en grupo. Para ello es necesario realizar diversos tipos de montajes del robot, es decir, construir el robot con diferentes formas, y de este modo realizar varios ejercicios en cada una de las construcciones, facilitándoles de esta manera la comprensión de la actividad y de cada componente del objeto.

El objetivo final que se busca es su preparación para que puedan ser capaces de competir junto con otros niños de su edad, en campeonatos y ligas ya organizadas para fomentar sus ganas de aprender y de conocer gente nueva.

Más adelante, para que quede más claro el tipo de ejercicios con los que se plantea formar a los alumnos, realizaremos una breve descripción de dos claros ejemplos. Estos ejemplos serán programados con posterioridad en otros apartados de este mismo capítulo.

Objetivos generales ⁴

Los objetivos generales que pretendemos conseguir, a raíz de la aplicación de esta actividad en un centro educativo, son las siguientes características y aspectos claves para el futuro ingeniero:

- Investigar acerca de conceptos relacionados con programación, informática y mecánica.
- Desarrollar la creatividad e imaginación.
- Fomentar la capacidad de trabajo colaborativo.
- Aprendizaje sobre las máquinas y sus funciones.
- Exploración de funcionalidades diseñadas.
- Discusión, planificación y prueba de ideas.
- Resolución de problemas.
- Saber manejar las diferentes herramientas del set para el montaje del robot.
- Desarrollar destrezas y habilidades básicas del método científico.
- Utilizar la tecnología disponible para descubrir y ampliar el conocimiento sobre el tema.

En cambio, también podríamos hablar de objetivos específicos, pudiendo ser los siguientes:

- Desarrollar habilidades de organización.
- Desarrollar una adecuada coordinación entre los docentes de clase y de sala.
- Planificar una actividad colaborativa y coordinada.

⁴ Consultar el apartado de Conclusiones, ¿Qué aporta la Robótica educativa?

Conocimientos previos recomendados

En un principio hemos dicho que la actividad la queríamos aplicar en grupos de niños cuyas edades estuvieran comprendidas entre los 8 y los 13 años. Esto tiene su propio sentido y ahora desarrollaremos el por qué.

Para enseñar programación en niños, a bajo nivel que es lo que nos envuelve, se necesitan unos conocimientos mínimos, como pueden ser conocimientos básicos de aritmética, pudiendo desenvolverse perfectamente en las operaciones de multiplicar, dividir, restar y sumar. A parte, ya tienen que empezar a saber manejarse con los ordenadores, más concretamente en un entorno cuyo sistema operativo sea cualquier versión de Windows, por lo menos a nivel usuario, donde el manejo de archivos no suponga ningún problema. Esto incluiría un buen manejo del teclado y del ratón, así como la creación, eliminación, modificación y localización del trabajo realizado en la actividad extraescolar ya que la aplicación que vamos a emplear por sencilla que sea requiere unos conocimientos mínimos.

Por otro lado no se requiere un ningún conocimiento previo de lenguajes de programación como C y Java ya que al tratarse de una herramienta gráfica esto facilita en gran medida la comprensión de la actividad. Aunque eso no significa que descartemos la posibilidad de ir introduciéndoles estos lenguajes de una manera paulatina con el fin de poder cambiarles el software en un futuro e ir progresando en sus conocimientos.

Estructuración de las unidades didácticas

1. Primer contacto con el Robot Mindstorms NXT
 - a. Conocer las diferentes piezas del set que se emplean para su construcción.
 - b. Mostrar cómo utilizar las herramientas de las que se disponen.
 - c. Presentación de las posibles construcciones.
2. Introducción a los conceptos básicos del Sistema Operativo.
 - a. Ubicación del programa ejecutable.
 - b. Localización de la carpeta de almacenamiento de los ejercicios.
 - c. Recordatorio del manejo de los ficheros.
3. Manejo del Programa Gráfico NXT
 - a. Cómo ejecutar el programa.
 - b. Cómo crear un nuevo documento, guardarlo, cerrarlo, abrirlo y modificarlo.
 - c. Presentación de los diferentes botones de la aplicación.
 - d. Aprender las funcionalidades de cada botón.
4. Construcción del Robot Mindstorms NXT
 - a. Construir un ejemplo sencillo.
 - b. Realizar varios programas sencillos para afianzar:
 - i. La comprensión de la funcionalidad de cada botón.
 - ii. Aprender a ejecutar el programa.
 - iii. Aprender a compilar el programa.
 - iv. Localizar posibles errores y aprender a solucionarlos.
 - c. Repetir los dos apartados anteriores a) y b) un par de veces más para afianzar los conceptos aprendidos.
5. Ejercicio de creatividad.
 - a. Los alumnos piensan, desarrollan y construyen el robot por sí mismos.
 - b. Programan la funcionalidad de su creación.
 - c. Realizan comprueban el buen funcionamiento.
 - d. Corrección de fallos y errores de construcción y programación.
6. Introducción al lenguaje Java o C
 - a. Introducción a las variables
 - b. Introducción con los bucles y condicionales.
 - c. Conexión entre el nuevo lenguaje y los botones, para facilitar la comprensión de cuál es la programación interior de cada uno de los botones que han estado utilizando.

Distribución del trabajo

Introducción de la distribución del trabajo

Para realizar una correcta distribución del trabajo es necesario disponer de una planificación y de un estudio en la que estén comprendidos los contenidos de los diferentes apartados que engloban la actividad, repartidos convenientemente, con arreglo a una distribución del tiempo bien pensada.

Para ellos es necesario establecer un horario que nos ayude a crear un hábito de estudio diario y que nos evite perder tiempo innecesario.

Cuando confeccionemos el horario tenemos que tener en cuenta que:

- Debe tener carácter semanal.
- El grado de dificultad que presenta cada sección de la actividad.
- Decidir cuánto tiempo dedicar a cada apartado de la actividad.
- Alternar aquellos apartados que son de nuestro agrado y facilidad con las que presentan un mayor esfuerzo.
- El horario debe ser flexible, esto significa que no tiene que ser tan duro que sea imposible de cumplir.

Por otro lado tenemos el plan diario de trabajo en el que es aconsejable que hagamos un plan de actividades a cumplir cada día. Es importante que este plan sea por escrito, así las actividades pueden ser revisadas, descargan la mente de ansiedad y crean una especie de obligación moral de cumplirlas.

A la hora de realizar el plan diario de trabajo conviene tener en cuenta comenzar con materias o trabajos de dificultad media, continuar aumentando el grado de dificultad con el fin de terminar con la más fácil.

Siempre habrá días en los que los objetivos programados o el horario no puedan ser cumplidos. Este incumplimiento apenas tiene importancia, siempre que sea una excepción y los objetivos semanales propuestos terminen cumpliéndose.

Desarrollo de la distribución del trabajo

Tras realizar este pequeño análisis de cómo organizar nuestro trabajo y para no hacer que este punto del proyecto sea demasiado extenso, vamos a comenzar con la distribución del trabajo de esta actividad extraescolar.

Para empezar, haremos un promedio de las semanas de las que dispondríamos en caso de que la actividad extraescolar comenzara la segunda quincena de septiembre y terminara a finales de junio. Además, contamos con la posibilidad de que se impartiera dos días por semana, con una duración de hora y media por sesión. De esta manera dispondríamos de un total de 40 semanas en las que tendríamos que restarle las vacaciones correspondientes de navidad, fallas y semana santa.

Para que los cálculos puedan ser un poco más fiables del tiempo del que podríamos llegar a disponer, vamos a suponer que nuestro trabajo se tiene que repartir en 30 semanas lectivas.

Teniendo en cuenta todo lo expuesto con anterioridad, vamos a desarrollar una tabla con la distribución, por semanas, de las unidades didácticas.

Semana	1	Primer contacto con el Robot Mindstorms NXT
Sesión	1	Primer contacto con los alumnos, conectar con ellos y conocerlos un poco. Presentación de la actividad extraescolar.
Sesión	2	Conocer las diferentes piezas del set que se emplean para su construcción. Mostrar cómo utilizar las herramientas de las que se disponen. Presentación de las posibles construcciones.
Semana	2	Introducción a los conceptos básicos del Sistema Operativo
Sesión	1	Ubicación del programa ejecutable. Localización de la carpeta de almacenamiento de los ejercicios. Recordatorio del manejo de los ficheros.
Sesión	2	Ejercicios prácticos de lo explicado a lo largo de las dos semanas. Presentación de la siguiente temática a impartir.
Semana	3	Manejo del Programa Gráfico NXT
Sesión	1	Cómo ejecutar el programa. Cómo crear un nuevo documento, guardarlo, cerrarlo, abrirlo y modificarlo. Presentación de los diferentes botones de la aplicación.
Sesión	2	Aprender las características mínimas de cada botón.
Semana	4	Manejo del Programa Gráfico NXT
Sesión	1	Aprender las funcionalidades de algunos botones.
Sesión	2	Aprender las funcionalidades de algunos botones.

Semana	5	Primera construcción sencilla del Robot Mindstorms NXT
Sesión	1	Construir un ejemplo sencillo.
Sesión	2	Seguir con la construcción.
Semana	6	Realizar varios programas sencillos para afianzar:
Sesión	1	La comprensión de la funcionalidad de los botones dados hasta el momento. Aprender a ejecutar el programa. Aprender a compilar el programa. Localizar posibles errores y aprender a solucionarlos.
Sesión	2	La comprensión de la funcionalidad de los botones dados hasta el momento. Localizar posibles errores y aprender a solucionarlos.
Semana	7	Manejo del Programa Gráfico NXT
Sesión	1	Aprender las funcionalidades de otros botones.
Sesión	2	Aprender las funcionalidades de otros botones.
Semana	8	Realizar varios programas sencillos para afianzar:
Sesión	1	La comprensión de la funcionalidad de los botones dados hasta el momento. Localizar posibles errores y aprender a solucionarlos.
Sesión	2	La comprensión de la funcionalidad de los botones dados hasta el momento. Localizar posibles errores y aprender a solucionarlos.
Semana	9	Segunda construcción sencilla del Robot Mindstorms NXT
Sesión	1	Construir otro ejemplo sencillo.
Sesión	2	Seguir con la construcción.
Semana	10	Manejo del Programa Gráfico NXT
Sesión	1	Aprender las funcionalidades de otros botones.
Sesión	2	Aprender las funcionalidades de otros botones.
Semana	11	Realizar varios programas sencillos para afianzar:
Sesión	1	La comprensión de la funcionalidad de los botones dados hasta el momento. Localizar posibles errores y aprender a solucionarlos.
Sesión	2	La comprensión de la funcionalidad de los botones dados hasta el momento. Localizar posibles errores y aprender a solucionarlos.
Semana	12	Tercera construcción del Robot Mindstorms NXT
Sesión	1	Construir otro ejemplo sencillo.
Sesión	2	Seguir con la construcción.
Semana	13	Manejo del Programa Gráfico NXT
	1	Aprender las funcionalidades de otros botones.
	2	Aprender las funcionalidades de otros botones.
Semana	14	Realizar varios programas sencillos para afianzar:
Sesión	1	La comprensión de la funcionalidad de los botones dados hasta el momento. Localizar posibles errores y aprender a solucionarlos.
Sesión	2	La comprensión de la funcionalidad de los botones dados hasta el momento. Localizar posibles errores y aprender a solucionarlos.
Semana	15	Primera construcción de dificultad media del Robot Mindstorms NXT
Sesión	1	Construir otro ejemplo de dificultad media.
Sesión	2	Seguir con la construcción.

Semana	16	Manejo del Programa Gráfico NXT
Sesión	1	Aprender las funcionalidades de otros botones.
Sesión	2	Aprender las funcionalidades de otros botones.
Semana	17	Realizar varios programas sencillos para afianzar:
Sesión	1	La comprensión de la funcionalidad de los botones dados hasta el momento. Localizar posibles errores y aprender a solucionarlos.
Sesión	2	La comprensión de la funcionalidad de los botones dados hasta el momento. Localizar posibles errores y aprender a solucionarlos.
Semana	18	Segunda construcción de dificultad media del Robot Mindstorms NXT
		Construir otro ejemplo de dificultad media.
		Seguir con la construcción.
Semana	19	Manejo del Programa Gráfico NXT
Sesión	1	Aprender las funcionalidades de otros botones.
Sesión	2	Aprender las funcionalidades de otros botones.
Semana	20	Realizar varios programas para afianzar:
Sesión	1	La comprensión de la funcionalidad de los botones dados hasta el momento. Localizar posibles errores y aprender a solucionarlos.
Sesión	2	La comprensión de la funcionalidad de los botones dados hasta el momento. Localizar posibles errores y aprender a solucionarlos.
Semana	21	Primera construcción de nivel avanzado del Robot Mindstorms NXT
Sesión	1	Construir otro ejemplo de dificultad avanzada.
Sesión	2	Seguir con la construcción.
Semana	22	Construcción del Robot Mindstorms NXT Manejo del Programa Gráfico NXT
Sesión	1	Seguir con la construcción.
Sesión	2	Aprender las funcionalidades de otros botones.
Semana	23	Realizar varios programas para afianzar:
	1	La comprensión de la funcionalidad de los botones dados hasta el momento. Localizar posibles errores y aprender a solucionarlos.
	2	La comprensión de la funcionalidad de los botones dados hasta el momento. Localizar posibles errores y aprender a solucionarlos.
Semana	24	Primer ejercicio de creatividad.
Sesión	1	Los alumnos piensan, desarrollan y construyen el robot por sí mismos.
Sesión	2	Los alumnos piensan, desarrollan y construyen el robot por sí mismos.
Semana	25	Primer ejercicio de creatividad.
Sesión	1	Programan una funcionalidad para su creación. Realizan pruebas para comprobar el buen funcionamiento. Corrección de fallos y errores de construcción y programación.
Sesión	2	Programan otra funcionalidad para su creación. Realizan pruebas para comprobar el buen funcionamiento. Corrección de fallos y errores de construcción y programación.
Semana	26	Segundo ejercicio de creatividad.
Sesión	1	Los alumnos piensan, desarrollan y construyen el robot por sí mismos.
Sesión	2	Los alumnos piensan, desarrollan y construyen el robot por sí mismos.

Semana	27	Segundo ejercicio de creatividad.
Sesión	1	Programan una funcionalidad para su creación. Realizan pruebas para comprobar el buen funcionamiento. Corrección de fallos y errores de construcción y programación.
Sesión	2	Programan otra funcionalidad para su creación. Realizan pruebas para comprobar el buen funcionamiento. Corrección de fallos y errores de construcción y programación.
Semana	28	Introducción al lenguaje Java o C
Sesión	1	Introducción a las variables
Sesión	2	Introducción con los bucles y condicionales.
Semana	29	Conexión entre el nuevo lenguaje y los botones, para facilitar la comprensión de cuál es la programación interior de cada uno de los botones que han estado utilizando.
Semana	30	Conexión entre el nuevo lenguaje y los botones, para facilitar la comprensión de cuál es la programación interior de cada uno de los botones que han estado utilizando.

Resumen final de los valores propuestos para el curso

Semanas por curso	30 semanas
Horas por semana	3 horas
Horas por curso	90 horas

Metodología de enseñanza-aprendizaje

A lo largo del curso se van a seguir diferentes metodologías de enseñanza, según vea conveniente el profesor, y ahora a continuación haremos una breve descripción de cada una de ellas.

1ª Metodología

El profesor presenta los objetivos a lograr en la sesión, así como un breve esbozo de las actividades necesarias para conseguirlos. Entrega a cada alumno una hoja en la que se le dan instrucciones acerca de los contenidos teóricos que debe estudiar en forma individual en la bibliografía que posee.

Una vez cubierta la fase de estudio individual los alumnos se reúnen en pequeños grupos para dar respuesta a unos ejercicios de comprensión de la teoría propuesta por el profesor.

Por último el profesor organiza un coloquio general sobre el tema en el que a través de preguntas relativas a los puntos claves, suscita una participación generalizada del grupo.

2ª Metodología

El profesor empieza la lección recordando lo que se vio el día anterior. A continuación pregunta si hay alguna duda. Al no intervenir ningún alumno pasa a explicar una parte nueva. En primer lugar explica la teoría, realizando en la pizarra la correspondiente demostración paso a paso, preguntando de vez en cuando si hay dudas. Como los alumnos no plantean ninguna duda, continúa la explicación.

Una vez vista la parte teórica, explica algunas aplicaciones basándose en problemas que va resolviendo en la pizarra.

A continuación dicta un problema de distinto tipo de los anteriores y da tiempo a los alumnos a que lo estudien y piensen las posibles soluciones. Lo soluciona él mismo en la pizarra e incita a los alumnos a comparar con las soluciones que ellos mismos habían pensado.

Por último entrega unos cuantos problemas a resolver en casa.

3ª Metodología

Mediante una serie de diapositivas y sus explicaciones correspondientes, el profesor muestra distintos tipos de soluciones a un problema técnico.

A continuación, los alumnos se constituyen en grupos de 5 a 8, y se les entrega a cada grupo una documentación breve pero suficiente en la que desarrollan cada una de las soluciones y les pide que intenten encontrar los puntos comunes y las diferencias más significativas entre ellas.

Una vez realizado lo anterior, el profesor, por medio de un documento previamente preparado, pide que cada uno defina los puntos fuertes y débiles de cada solución e indiquen la que, a su juicio, resulta más adecuada, así como las razones de esa elección.

Por último, cada grupo debe confeccionar un proyecto para la solución de ese problema técnico.

Evaluación

La evaluación es hoy quizá uno de los temas con mayor protagonismo del ámbito educativo, y no porque se trate de un tema nuevo en absoluto, sino porque administradores, educadores, padres, alumnos y toda la sociedad en su conjunto, son más conscientes que nunca de la importancia y las repercusiones del hecho de evaluar o de ser evaluado. Existe quizá una mayor consciencia de la necesidad de alcanzar determinadas cotas de calidad educativa, de aprovechar adecuadamente los recursos, el tiempo y los esfuerzos y, por otra parte, el nivel de competencia entre los individuos y las instituciones también es mayor.

Quizá uno de los factores más importantes que explican que la evaluación ocupe actualmente en educación un lugar tan destacado, es la comprensión por parte de los profesionales de la educación de que lo que en realidad prescribe y decide de facto el "que, cómo, por qué y cuándo enseñar", es la evaluación. En general, uno de los objetivos prioritarios de los alumnos es satisfacer las exigencias de los "exámenes" pero en el fondo, la evaluación, al prescribir realmente los objetivos de la educación, determina, en gran medida lo que los alumnos aprenden y cómo lo aprenden, lo que los profesores enseñan y cómo lo enseñan, los contenidos y los métodos; en otras palabras, el producto y el proceso de la educación. Todos estos factores han llevado a una "cultura de la evaluación" que no se limita a la escuela sino que se extiende al resto de las actividades sociales.

A pesar de la importancia demostrable de realizar una evaluación continua, no es la idea que se persigue en esta actividad extraescolar, los motivos que nos llevan a tomar esta decisión son varios;

- Se trata de una actividad muy práctica en la que es imprescindible haber adquirido los conocimientos, por parte de los alumnos, para poder llevarla a cabo.
- La intención es que los alumnos trabajen en grupo y entre ellos puedan resolver sus deficiencias.
- La metodología de aprendizaje de ésta es de motivar a los alumnos para que aprendan progresivamente con el fin de alcanzar un objetivo, como puede ser el de participar en competiciones. Un aspecto que consideramos mucho más atractivo y participativo que una evaluación continua. Esto es así porque van a ser los propios alumnos, los únicos que se van a tener que enfrentar ante sus propios competidores, otros grupos de niños de su misma edad, con los que tendrán que demostrar todo lo que saben y ellos mismos son los más interesados en querer hacerlo bien, sin tener que ejercer ningún tipo de presión para conseguir que adquieran los conocimientos desarrollados en esta actividad extraescolar.

Es por ello por lo que la evaluación continua no es uno de nuestros objetivos, no obstante como sustitutivo de esto podría ser el desarrollar un proyecto sin ayuda externa del profesor. Ejercicio que ha sido desarrollado y planificado, en varias ocasiones, en el apartado de “Desarrollo de la distribución del trabajo”. Este tipo de ejercicios son planteados aproximadamente en la semana 24, donde los niños tendrán que repasar si es necesario, todo lo explicado con anterioridad para poder llevar a cabo la actividad.

Descripción del ejemplo

Como hemos visto anteriormente, el robot Lego Mindstorms puede adquirir diferentes formas, y de esto dependerá mucho, su programación y las cosas que va a ser capaz de hacer. Por ejemplo, un coche inteligente no va a poder coger una pelota roja, porque no dispone de manos, pero en cambio va a ser capaz de explorar un territorio.

Es por esto último por lo que vamos a presentar dos posibles construcciones:

- El coche inteligente.
- El reloj

En cada una de ellas veremos un pequeño ejemplo de programación, siendo este solamente un pequeño ejemplo dentro de las múltiples posibilidades que tienen los alumnos de realizar en cada construcción.

Dicho esto, a continuación vamos a describir la funcionalidad que le hemos dado a cada uno de ellos. Y posteriormente mostraremos la programación que hemos empleado para conseguir que dicha funcionalidad pueda ser llevada a cabo.

Coche inteligente

En primer lugar consideramos de interés remarcar los sensores y motores que son utilizados en la construcción de este coche inteligente y que posteriormente utilizaremos para su programación y funcionalidad. Dicho esto, haremos una breve lista con dichos elementos:

- Sensor ultrasónico, para medir distancias y movimiento.
- Sensor de color, puede detectar diferentes colores y luminosidades.
- 2 Sensores de presión y tacto, permiten al robot sentir y reaccionar al entorno.
- 2 Servo motores, aseguran los movimientos del robot con precisión controlada.

Descripción

Seguidamente veremos diferentes ejemplos de ejercicios con los que es posible programar este robot inteligente.

Ejercicio 1

En este caso veremos como el robot en primer lugar, antes de moverse pronunciará la palabra “start”, con el fin de indicar que el ejercicio va a comenzar. A continuación se pondrá en movimiento hacia delante hasta que localice un obstáculo en su camino. En ese momento se detendrá y pronunciará “see”, remarcando que ha visto algo. Seguidamente se pondrá a llorar durante 3 segundos mientras se mueve hacia atrás girando las ruedas. A continuación enderezará las ruedas para dirigirse nuevamente hacia delante, pero con un nuevo rumbo, que finalizará dos segundos después. Para finalizar pronunciará “goodbye”.

Ejercicio 2

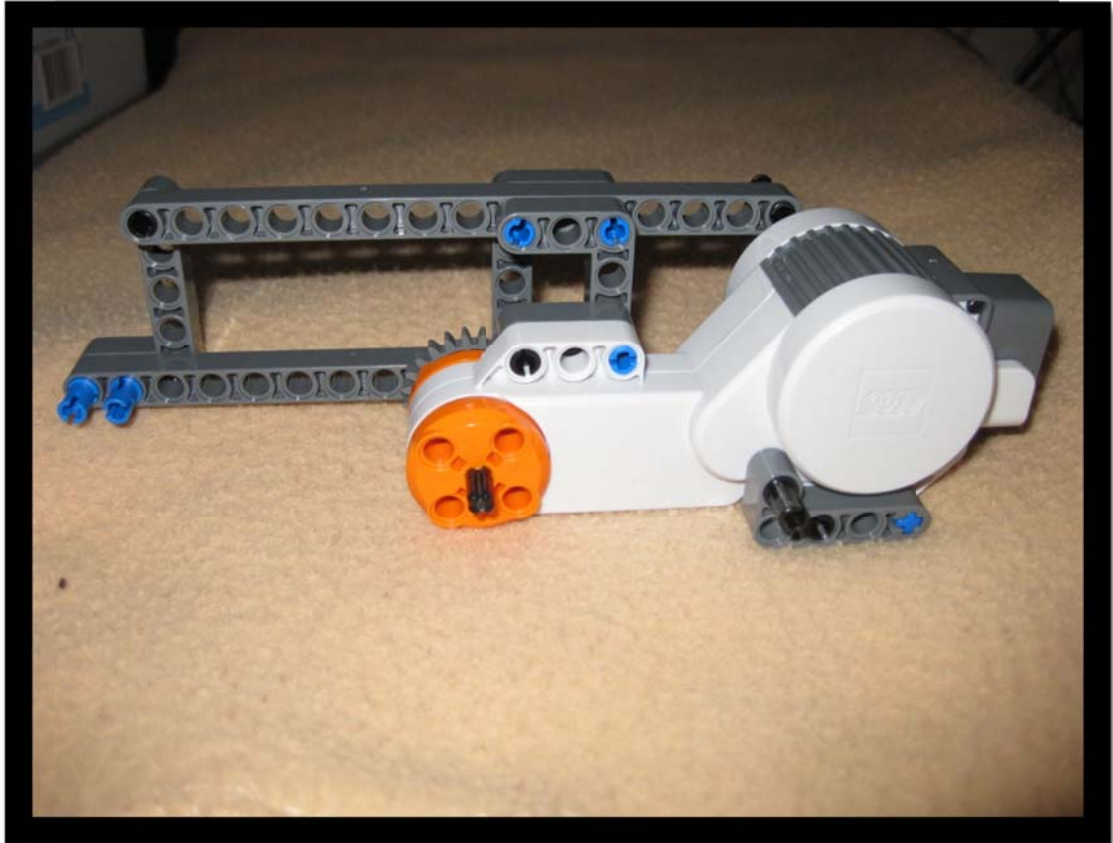
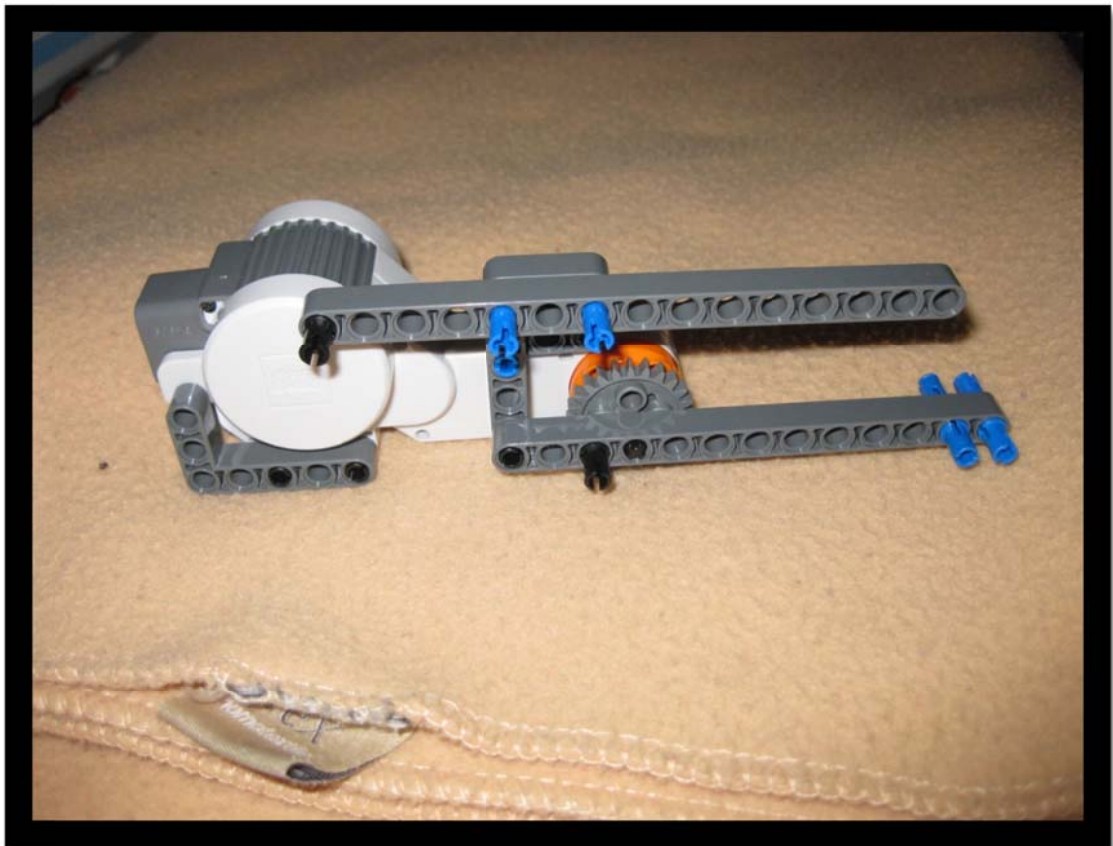
En el ejercicio número dos, en lugar de utilizar el sensor ultrasónico, empleará el sensor de luminosidad. En primer lugar, tras decir “start”, el robot se moverá hacia delante y no parará hasta que no encuentre una zona oscura. Una vez la haya encontrado se parará, pronunciará “dark” y a continuación “goodbye”.

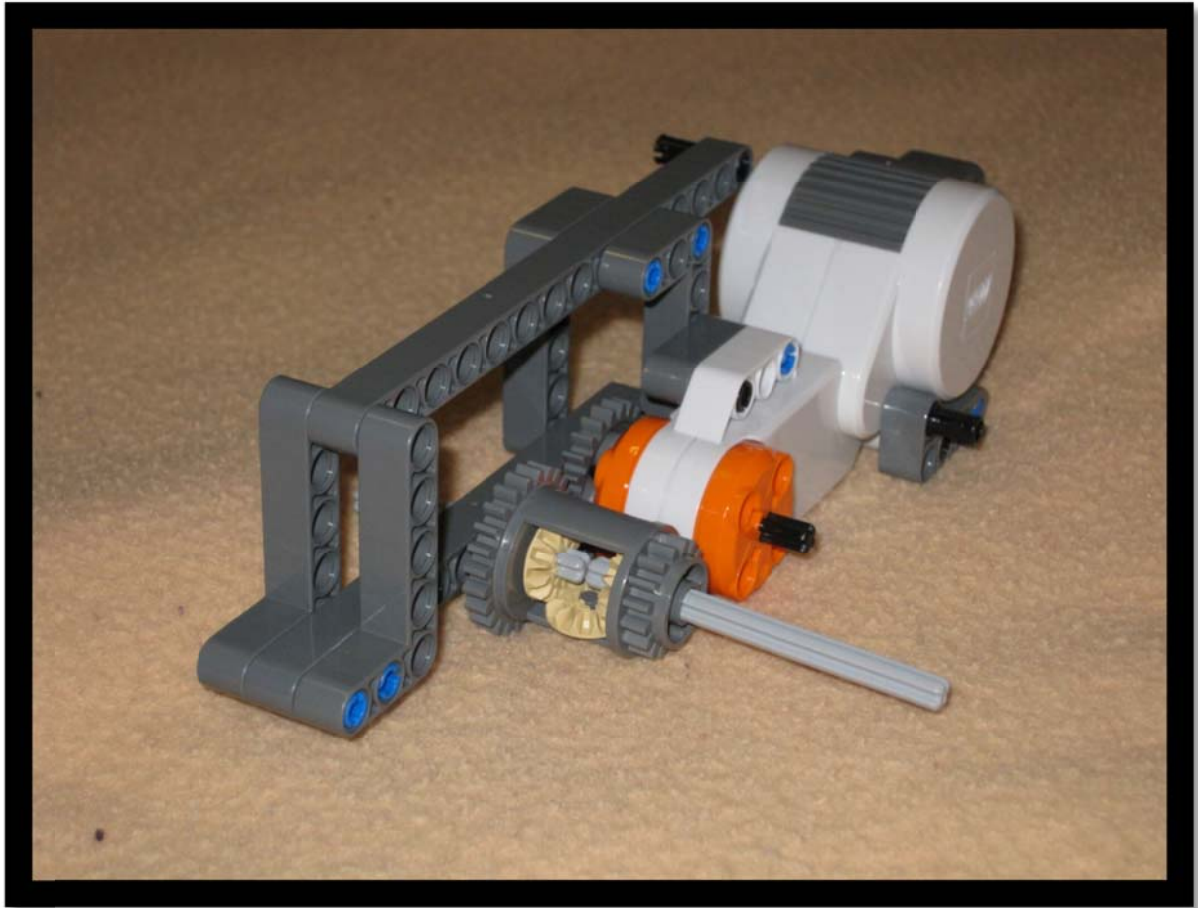
Ejercicio 3

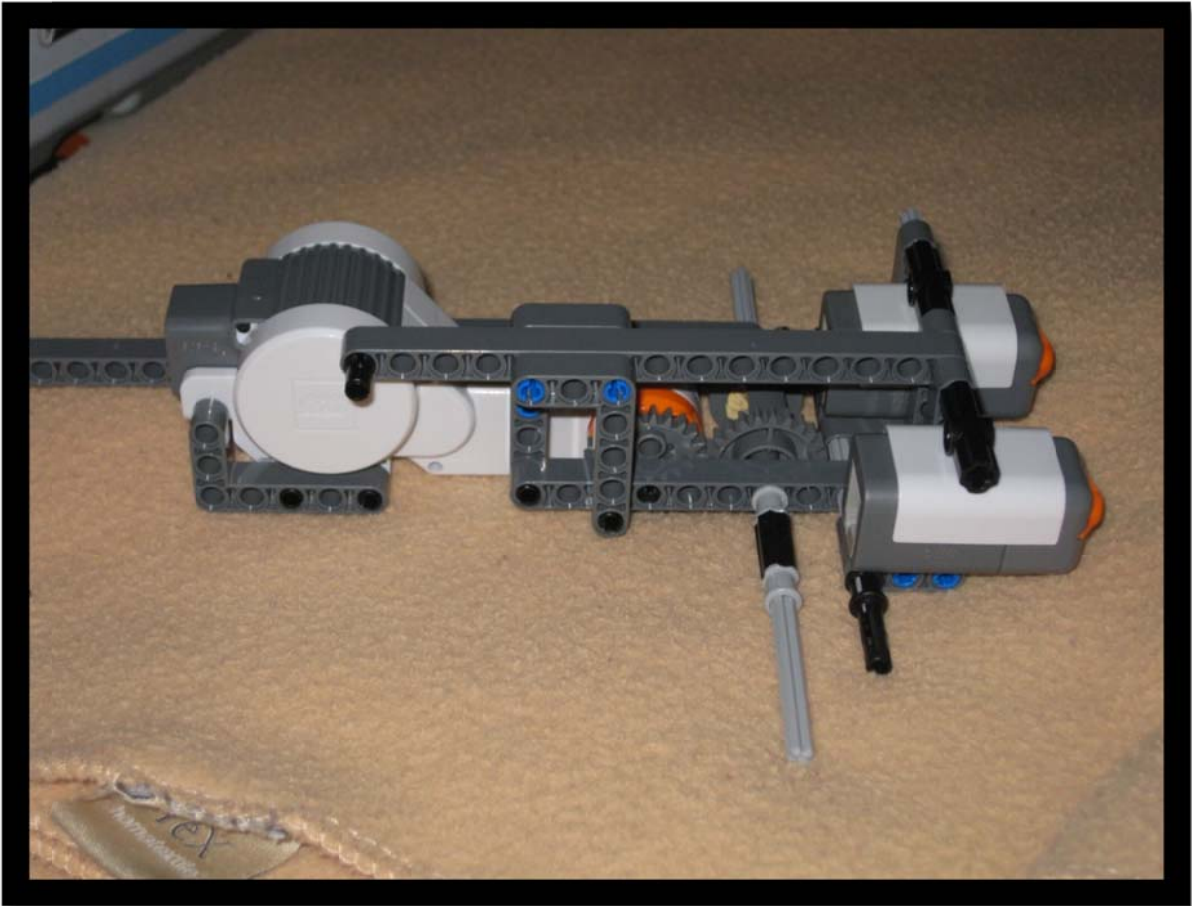
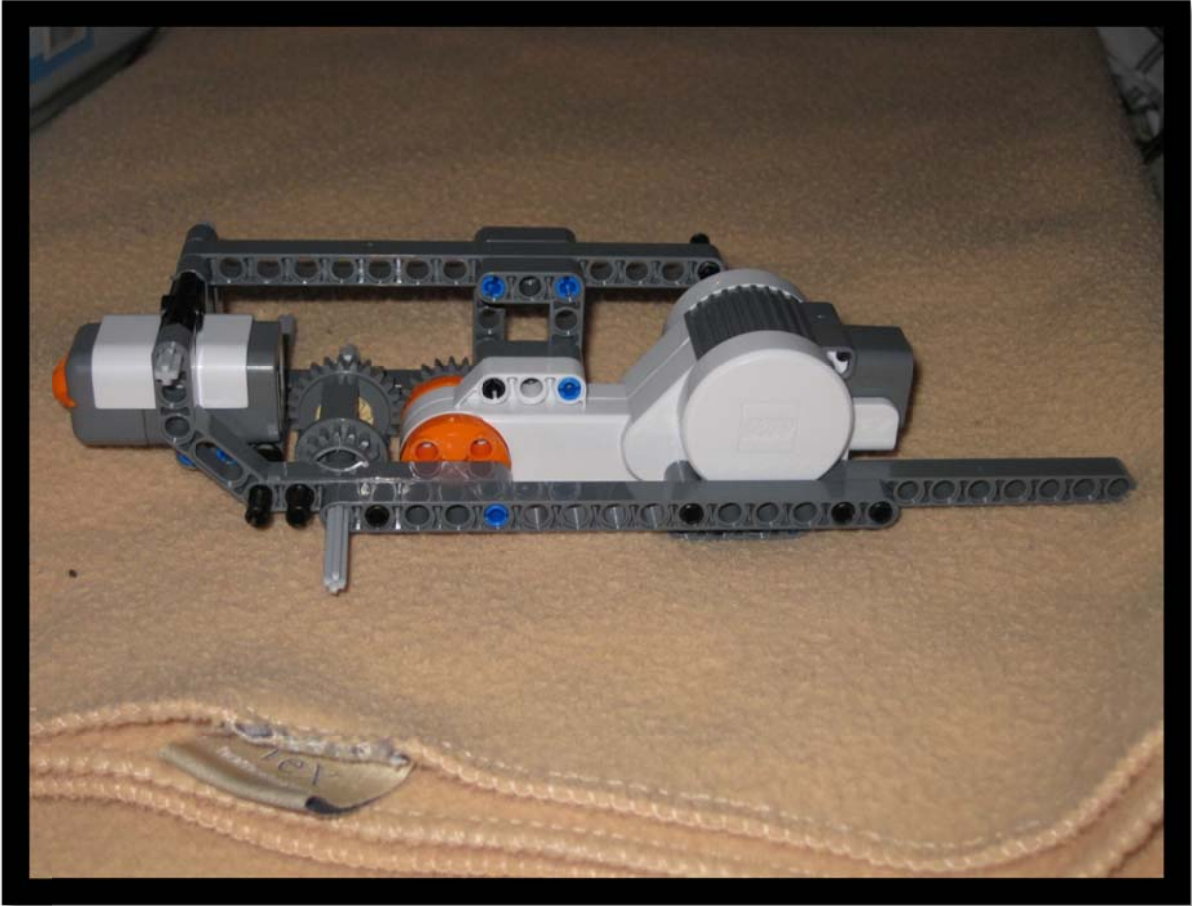
En último lugar tenemos el ejercicio 3, donde la novedad es el empleo del sensor de choque. En este caso el robot comenzará moviéndose hacia atrás, y no parará hasta que sus sensores de choque sean presionados. Cuando estos se activen, se ejecutará el primer ejercicio.

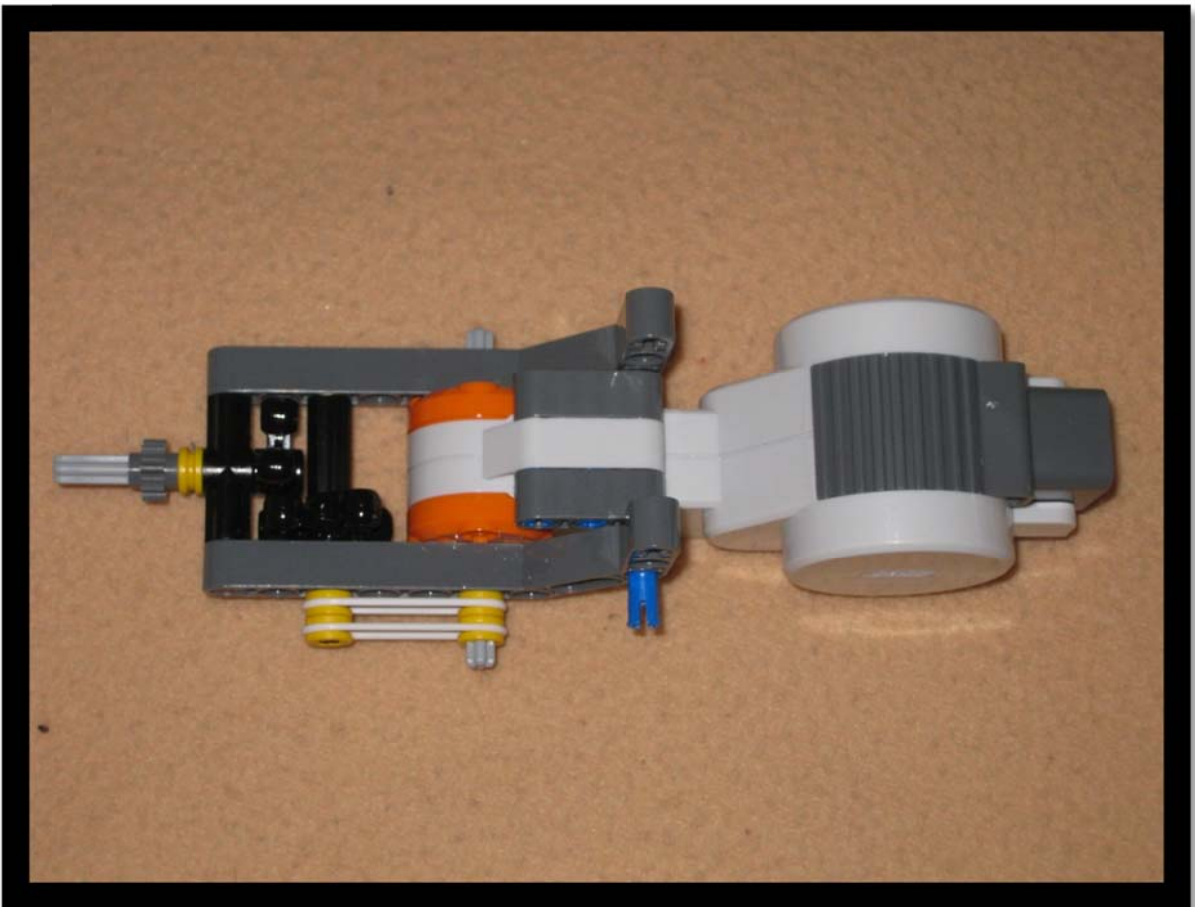
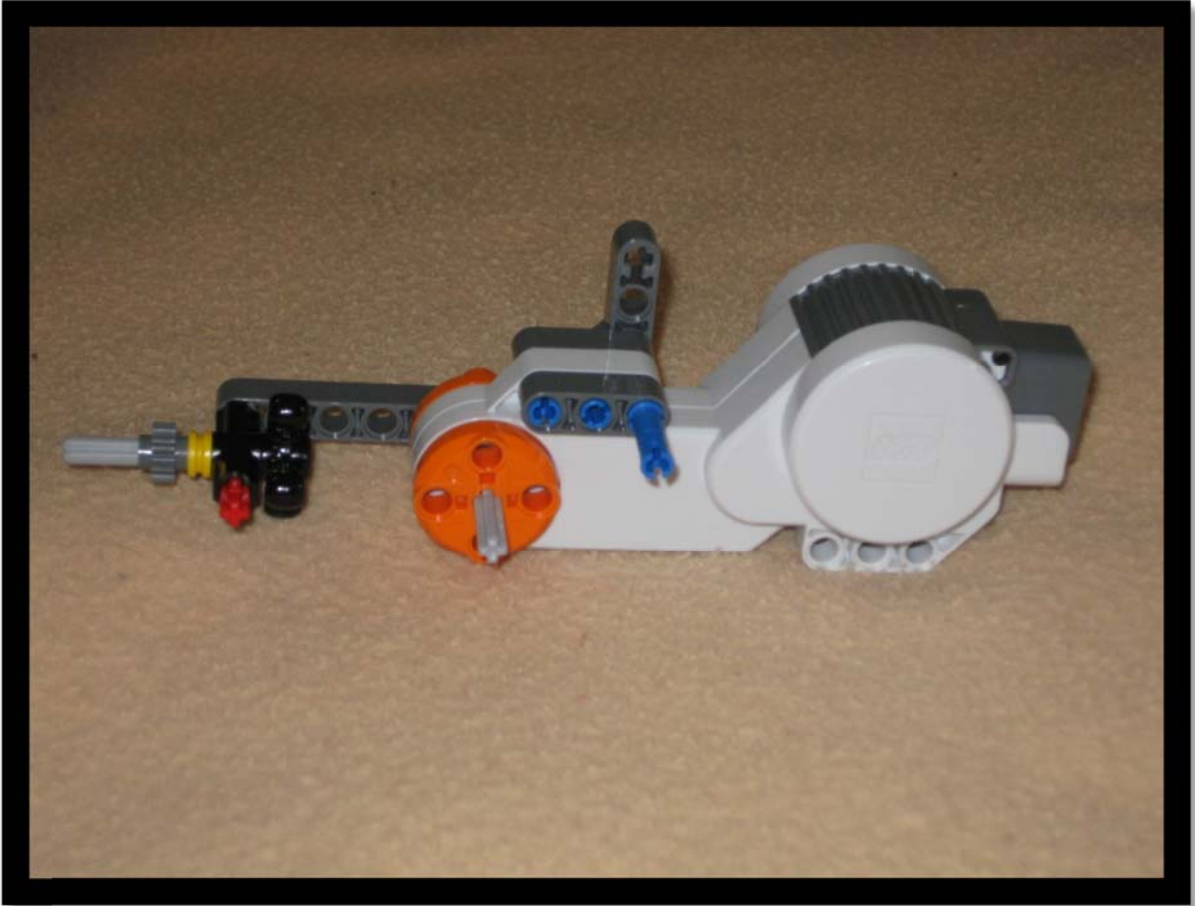
Para verificar el correcto funcionamiento de estos ejercicios pueden verse los videos que hacen referencia a estos.

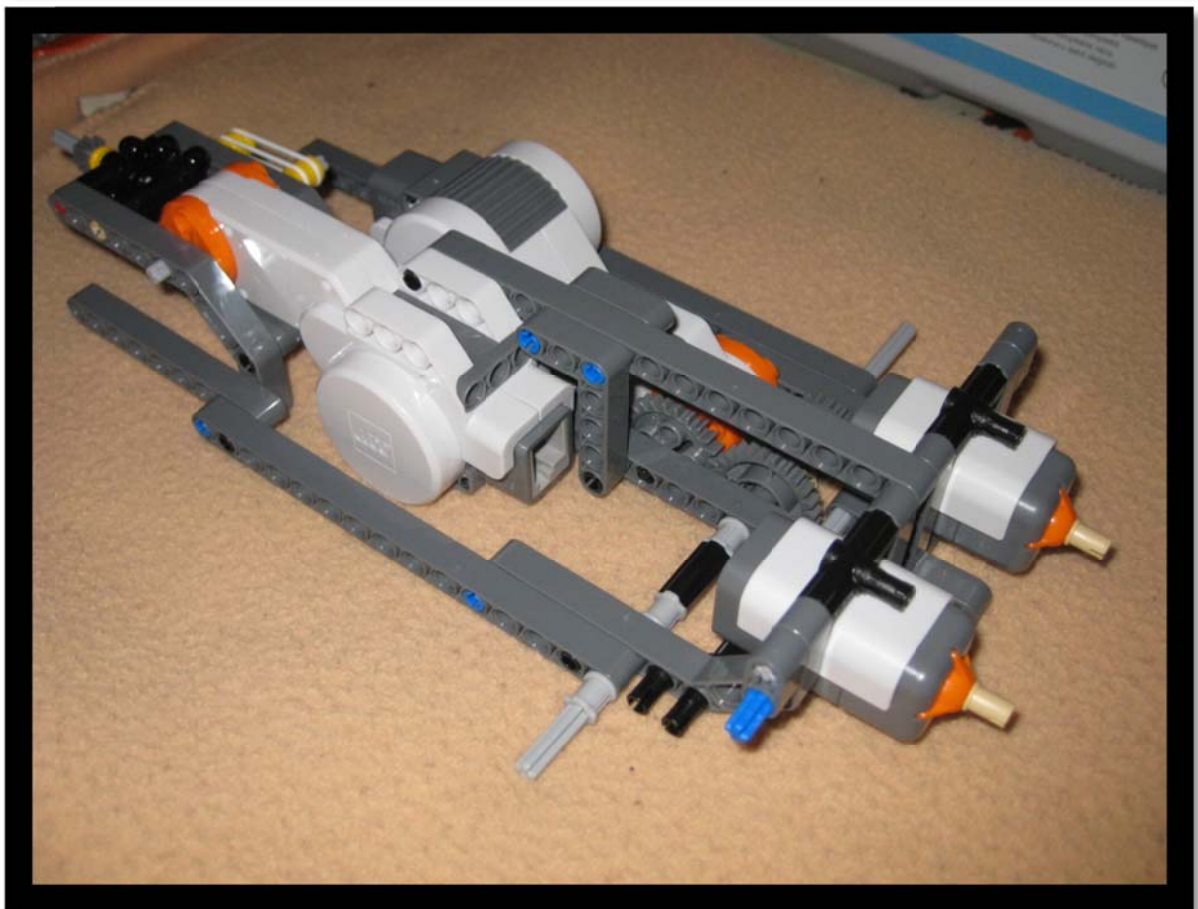
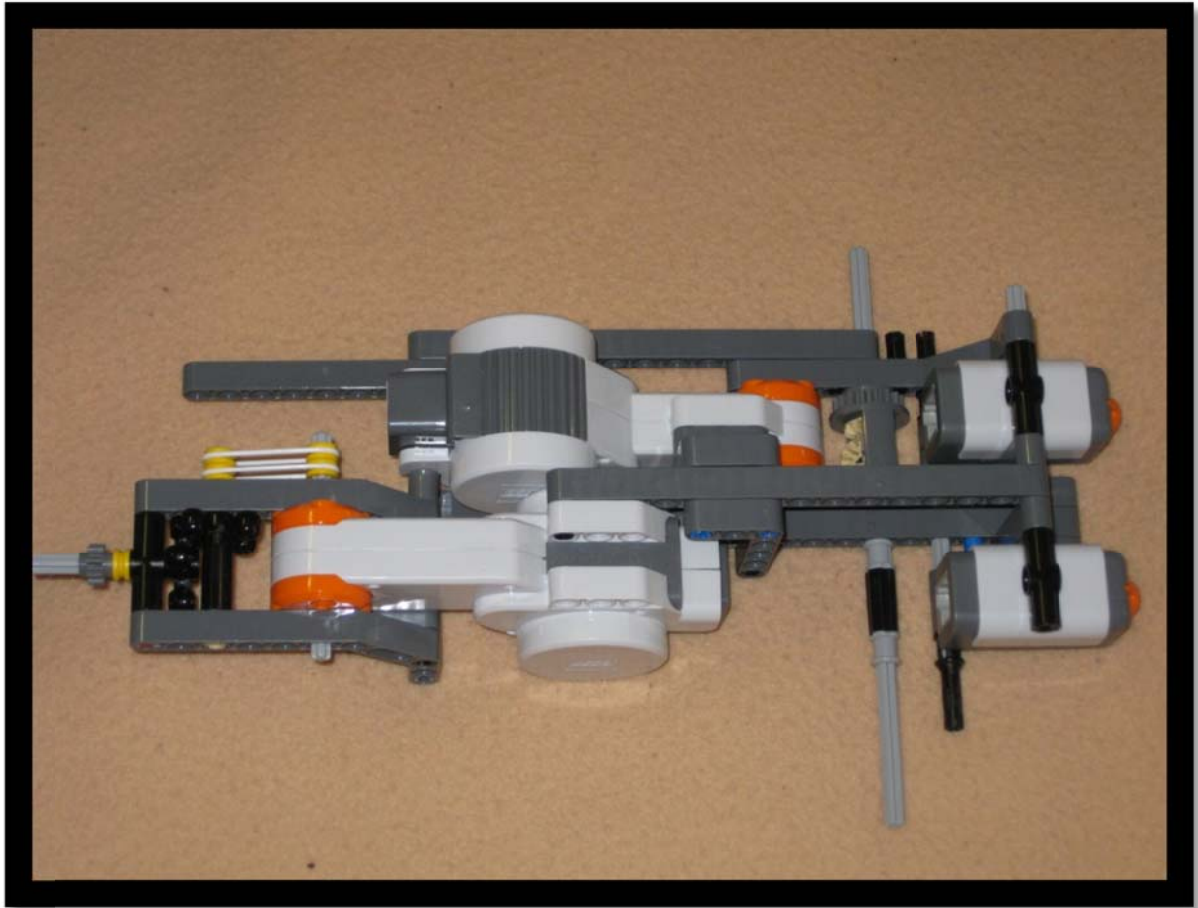
Construcción vía galería de imágenes

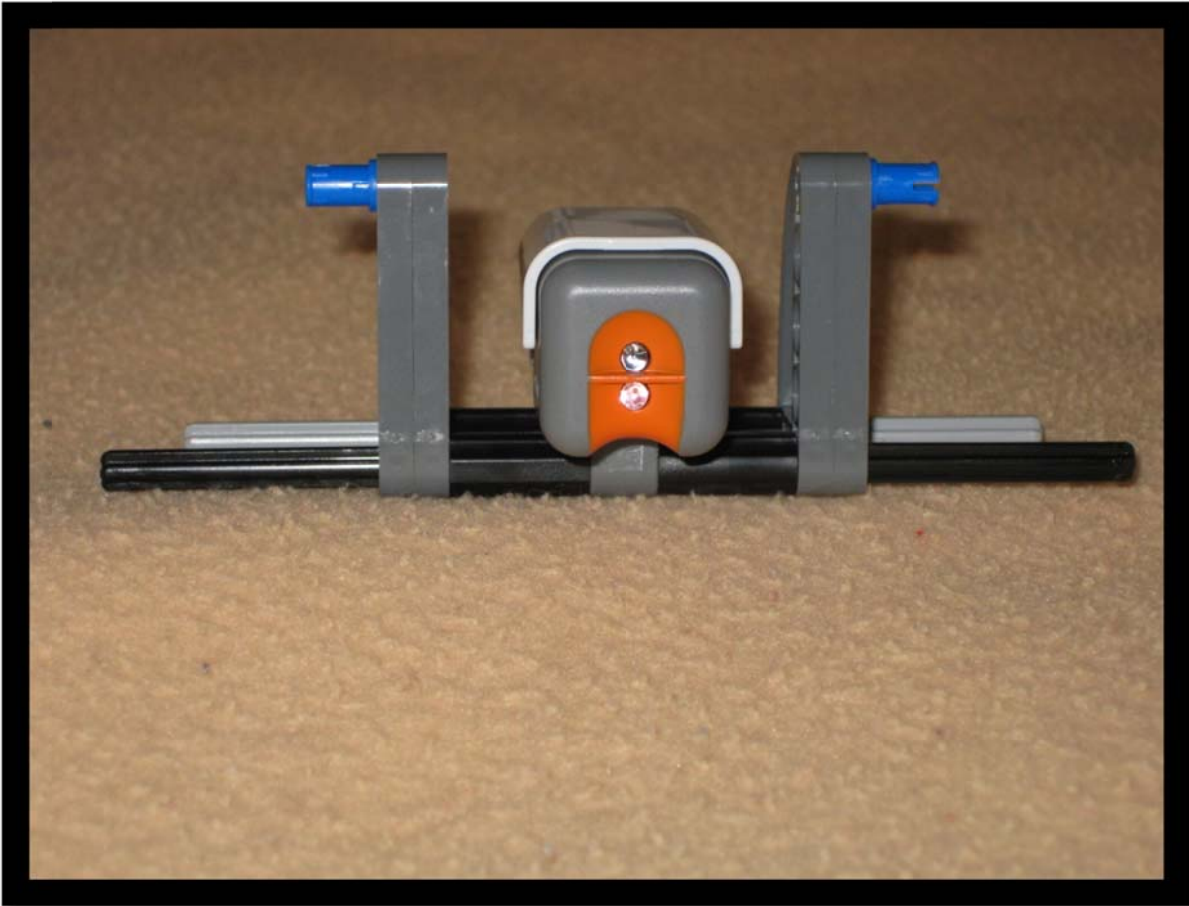
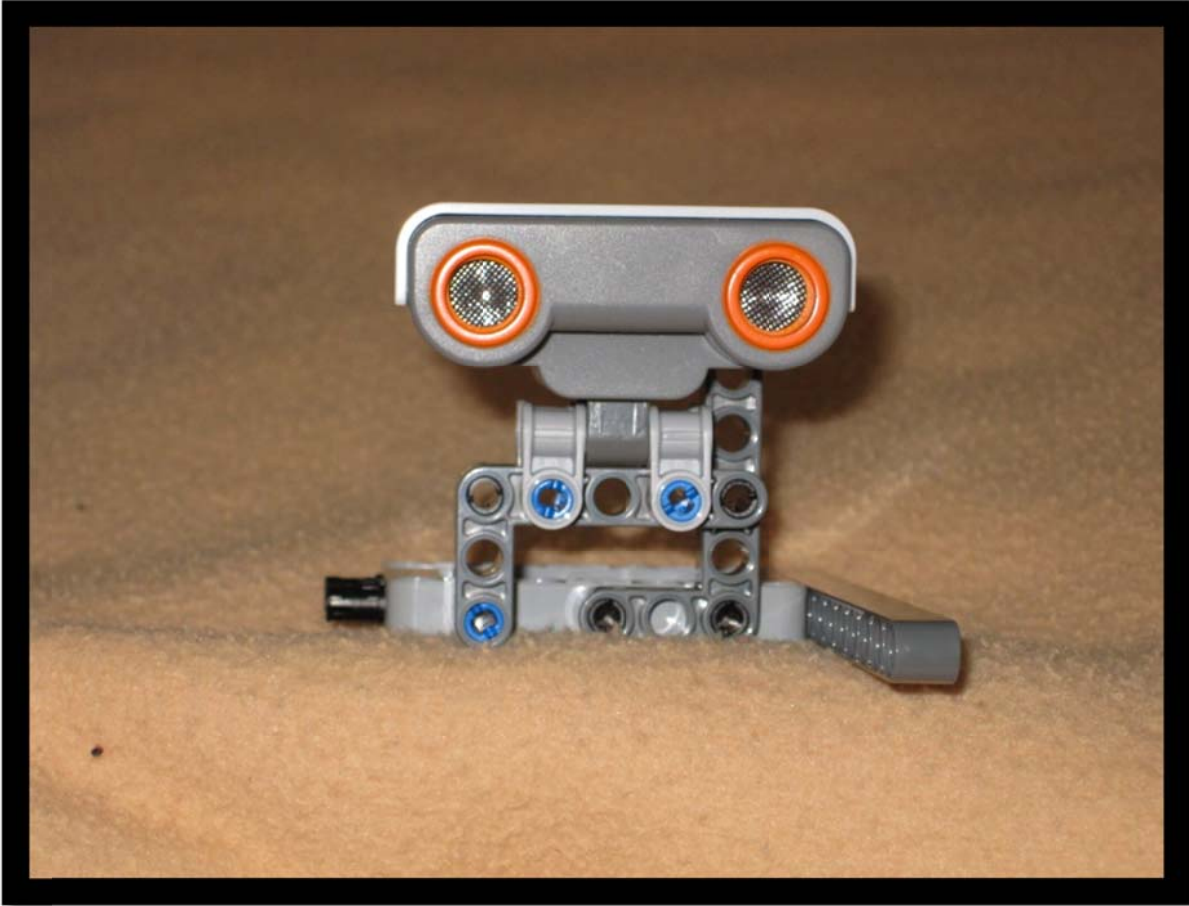


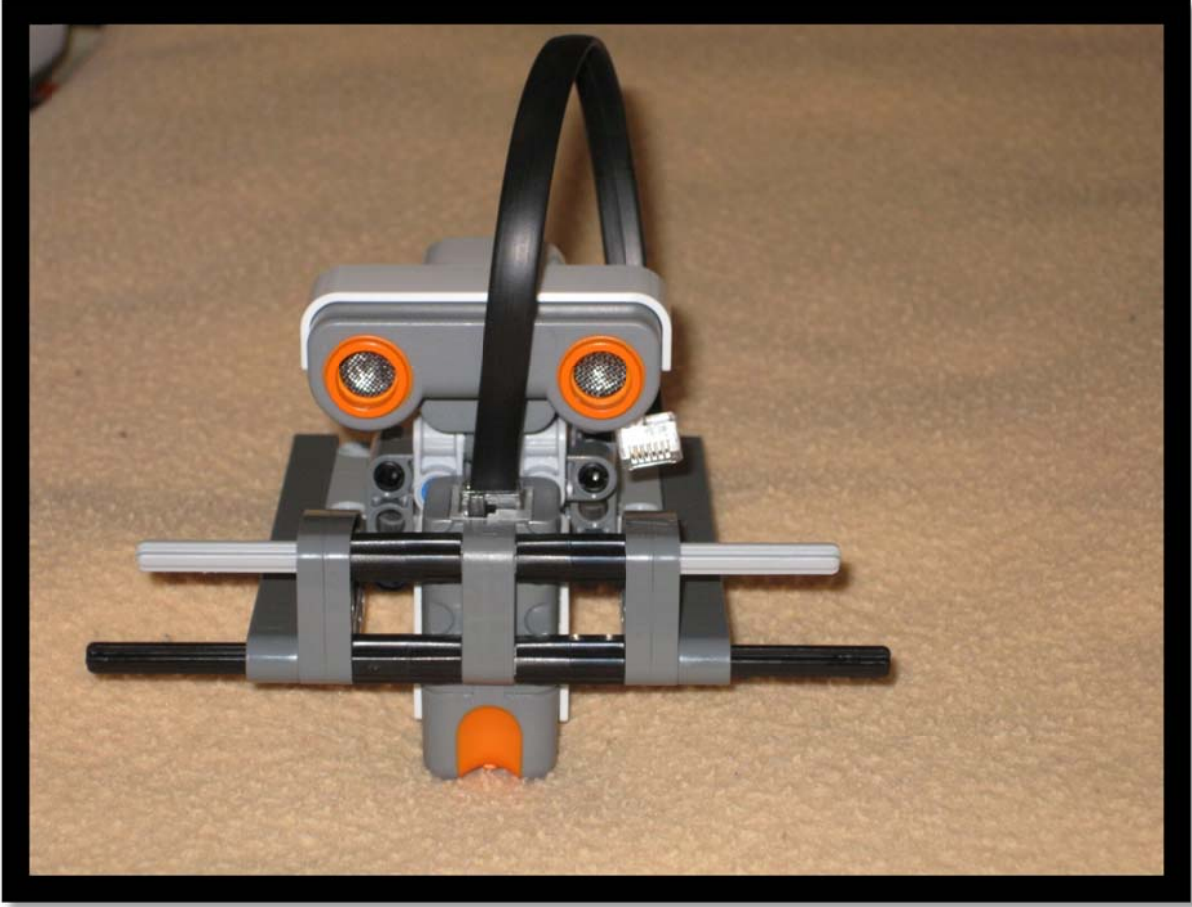
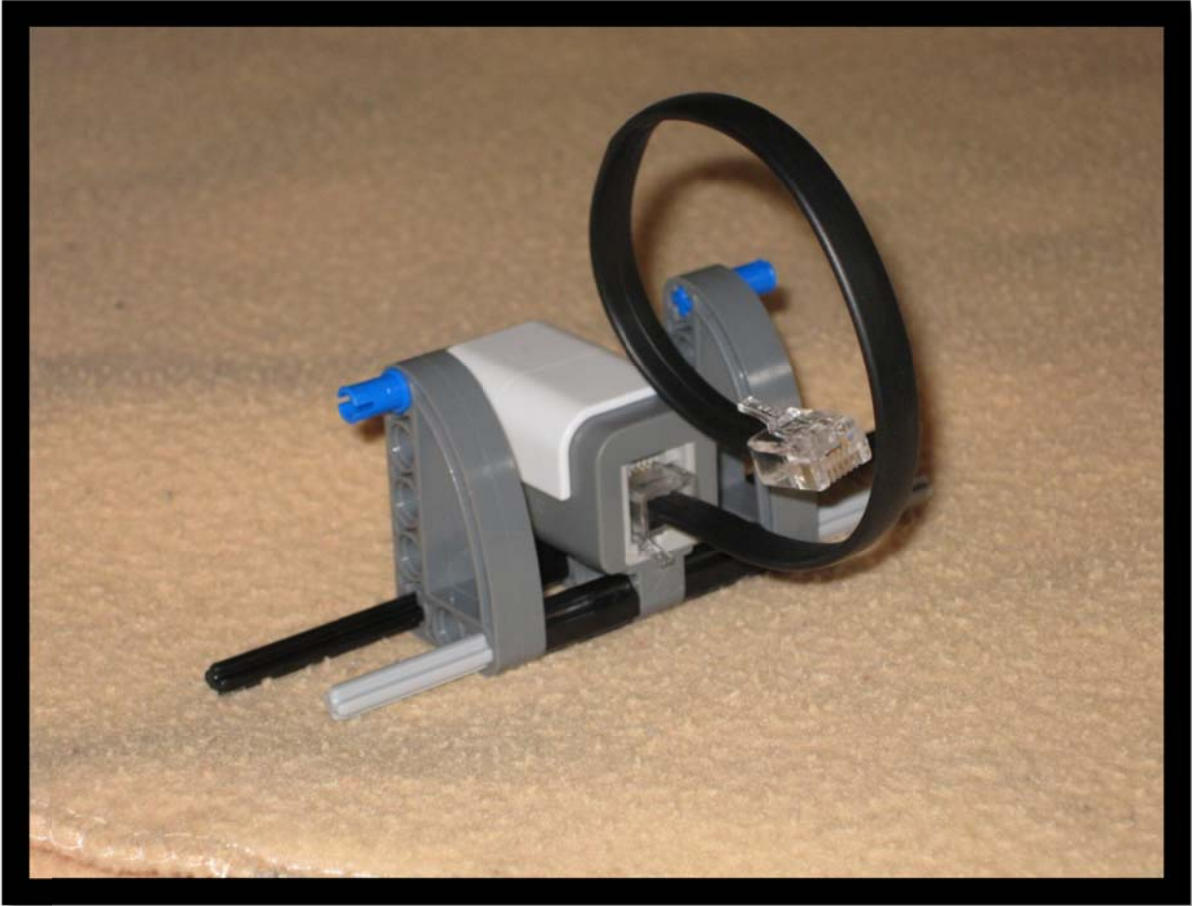


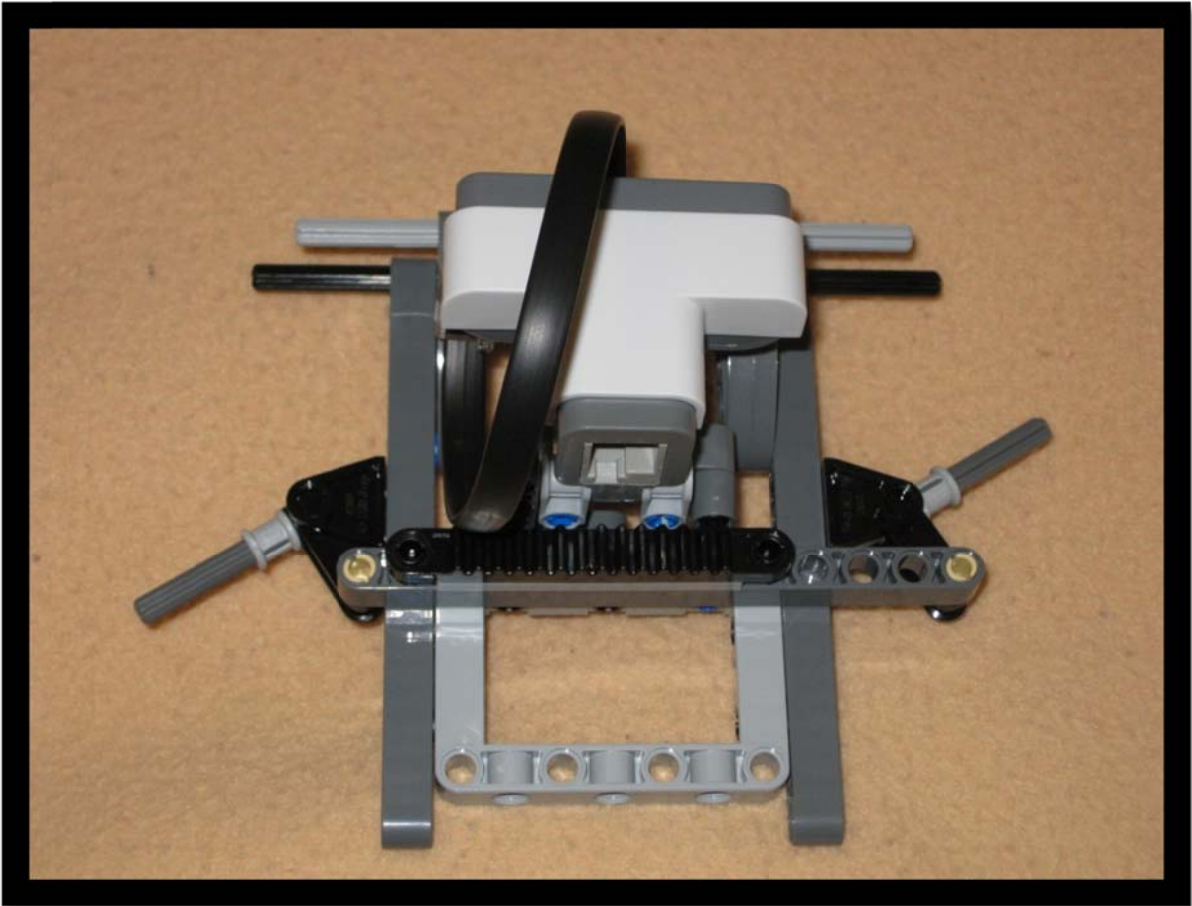
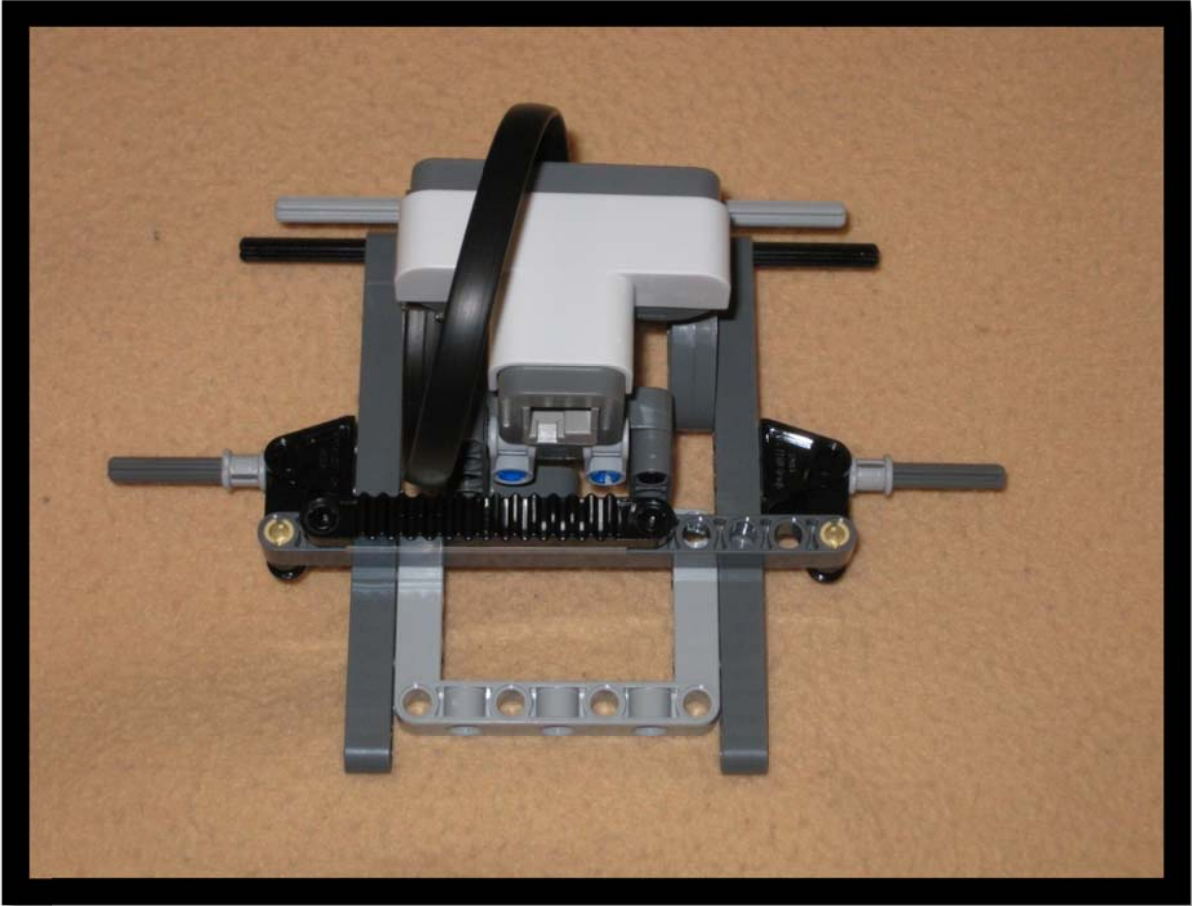


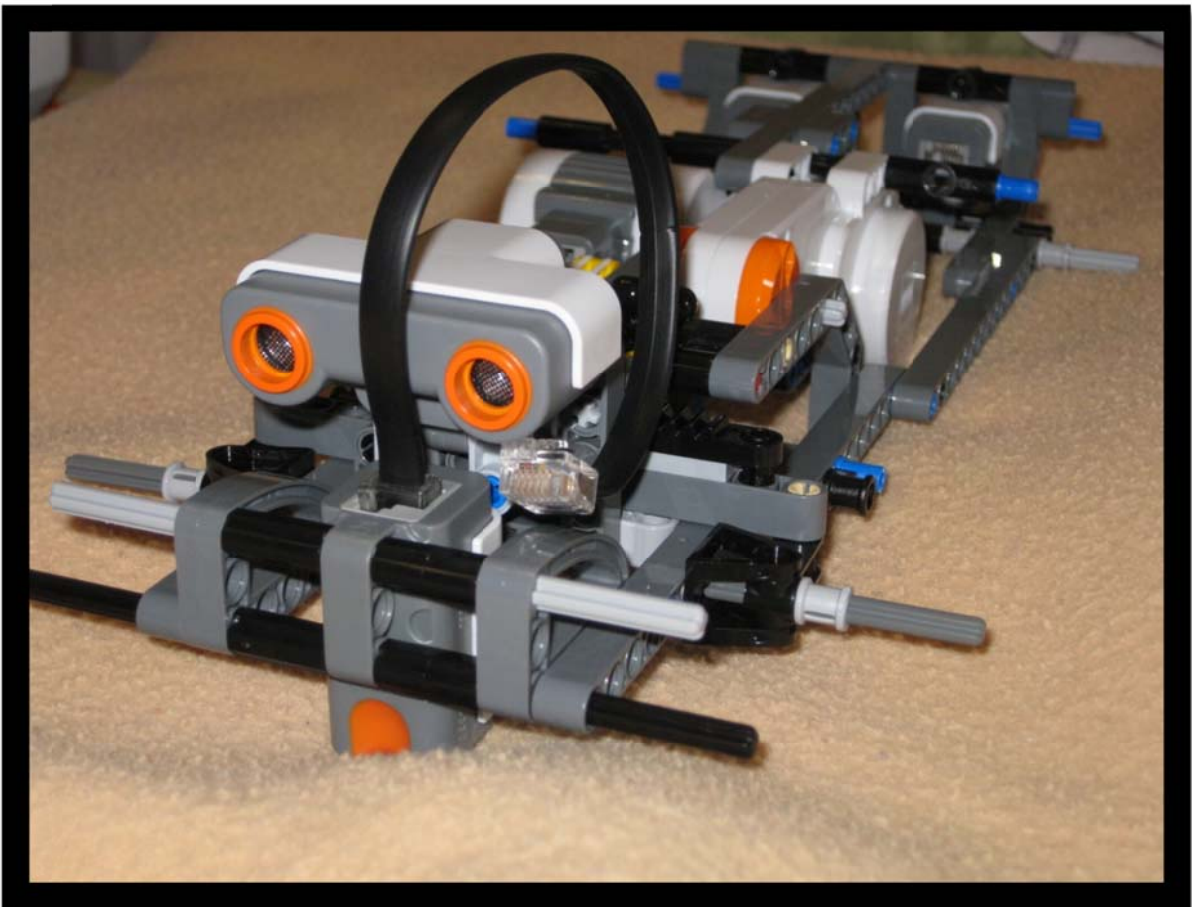
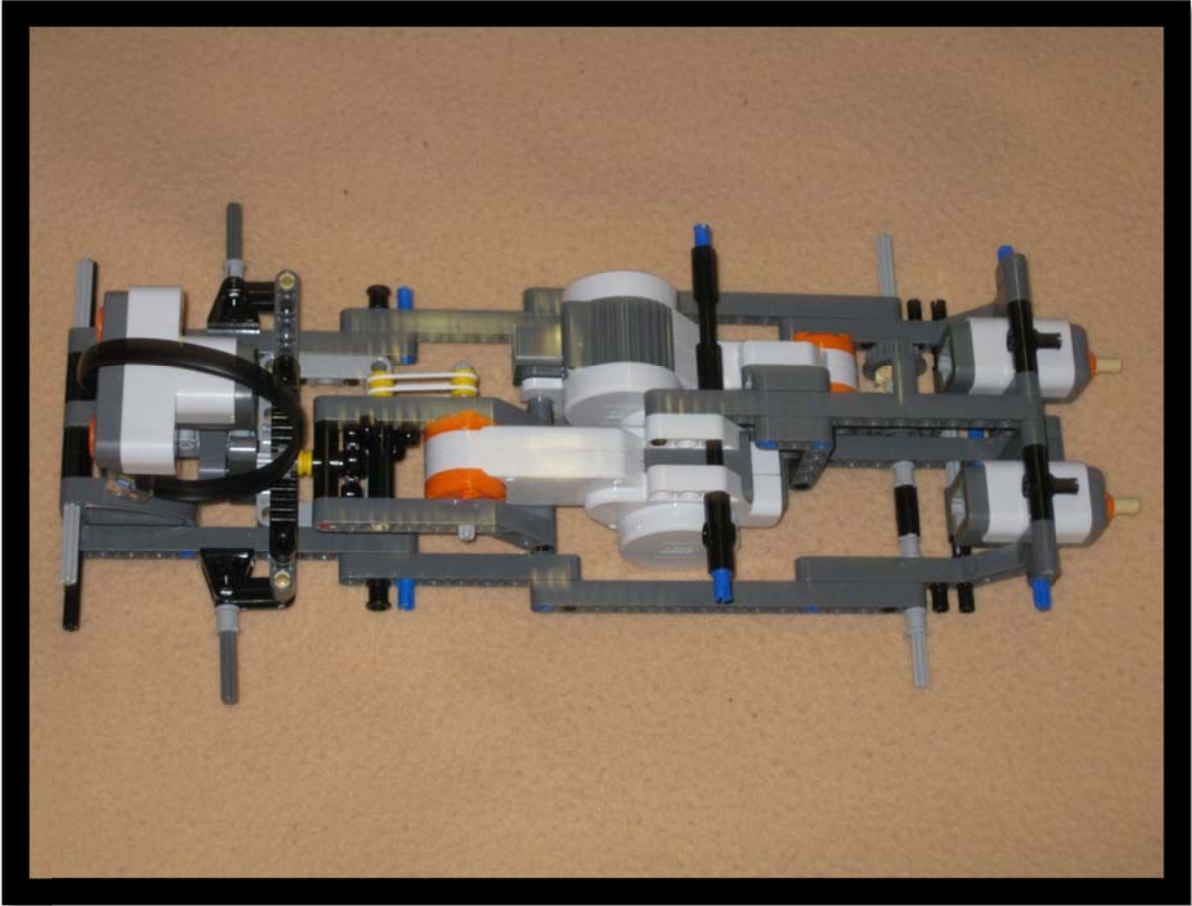


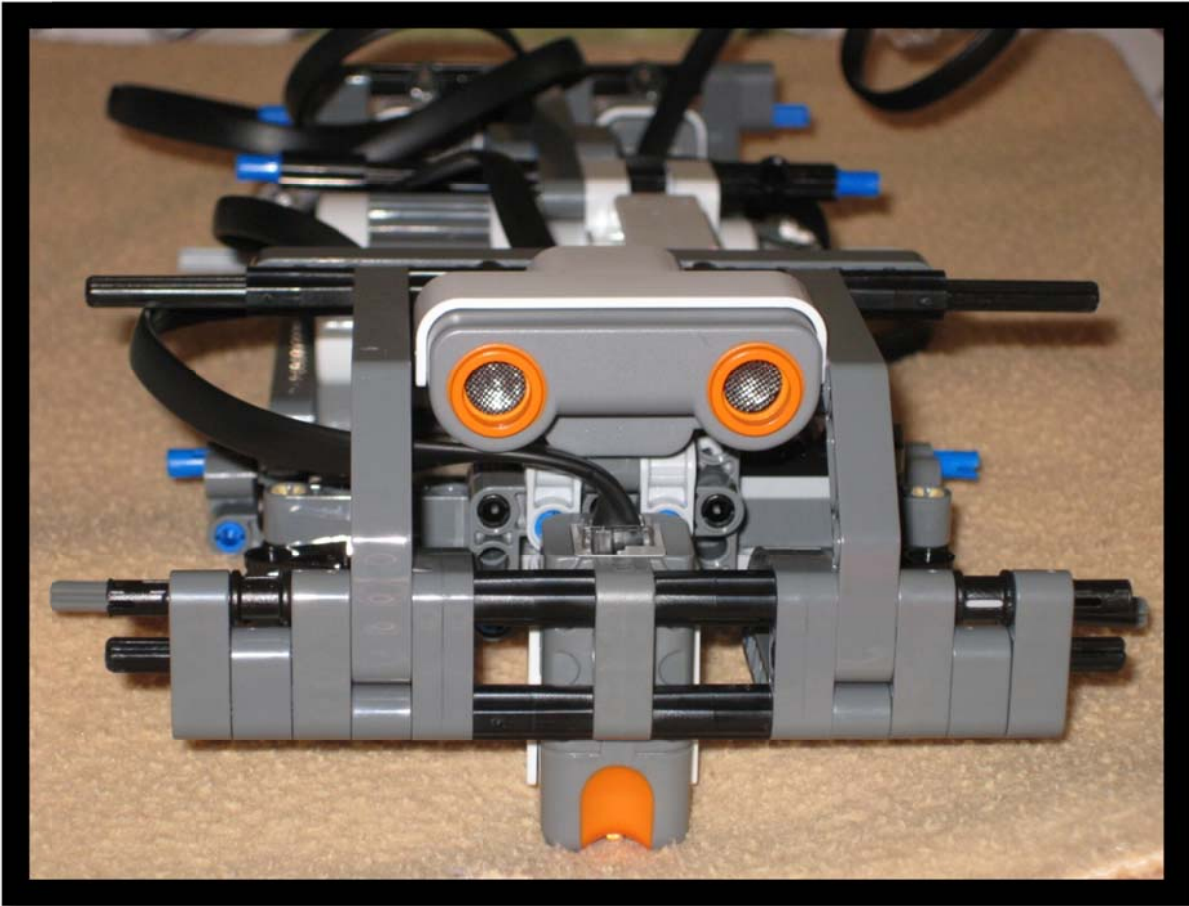
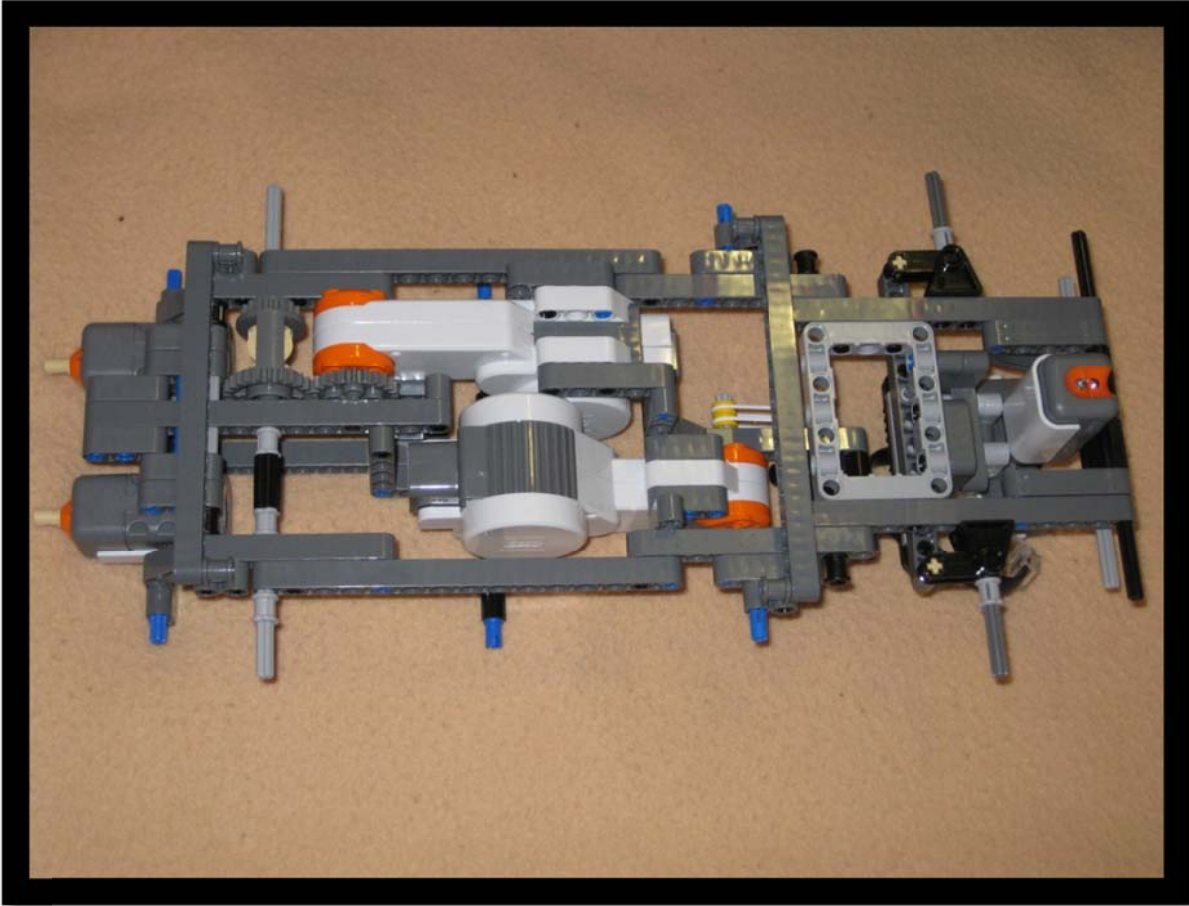


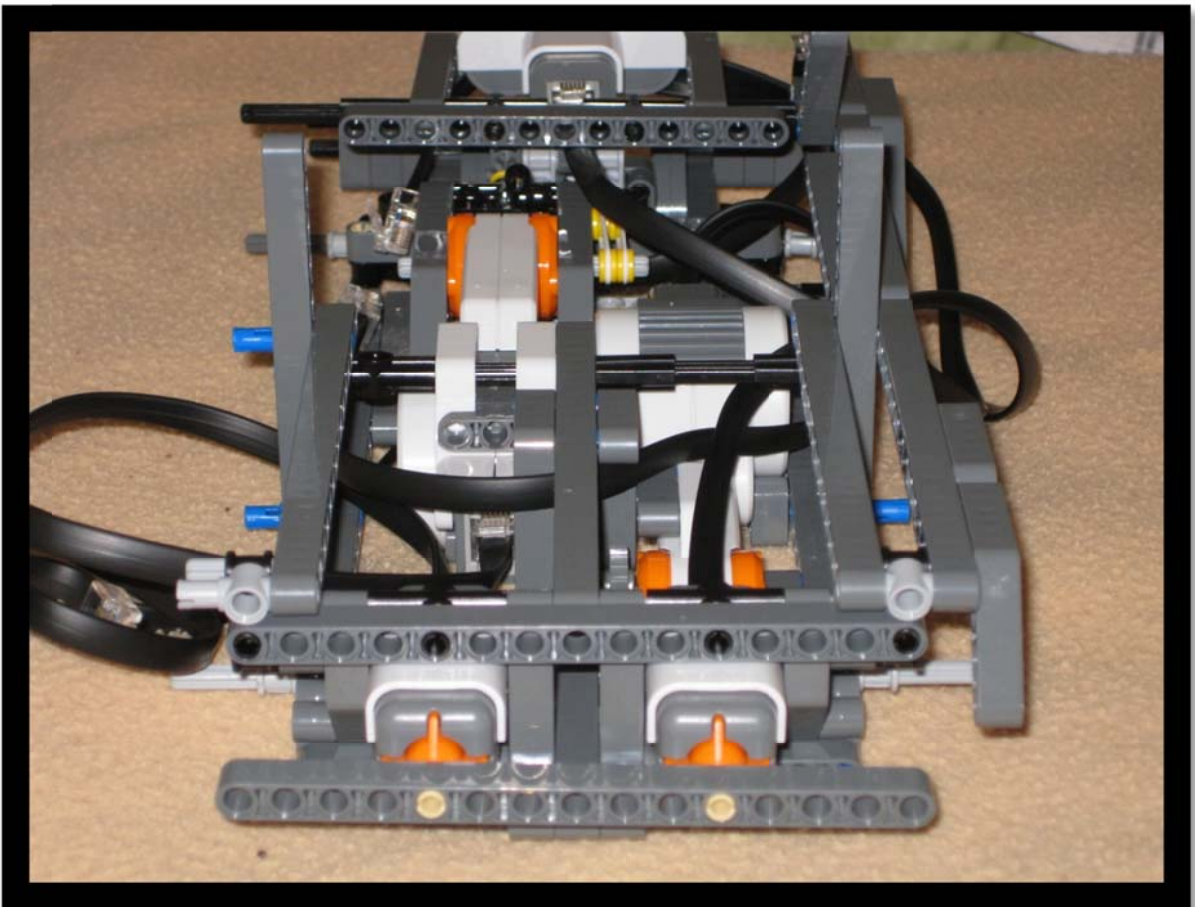
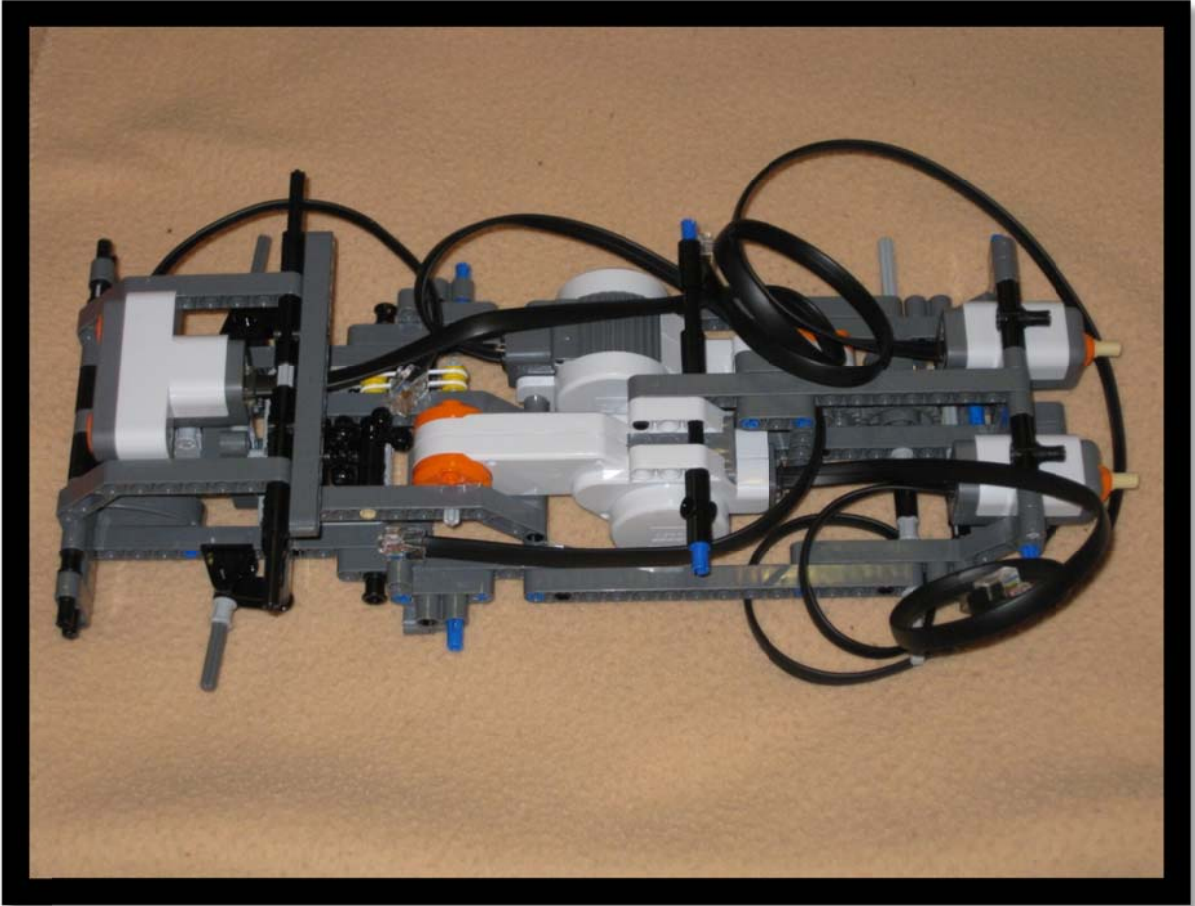


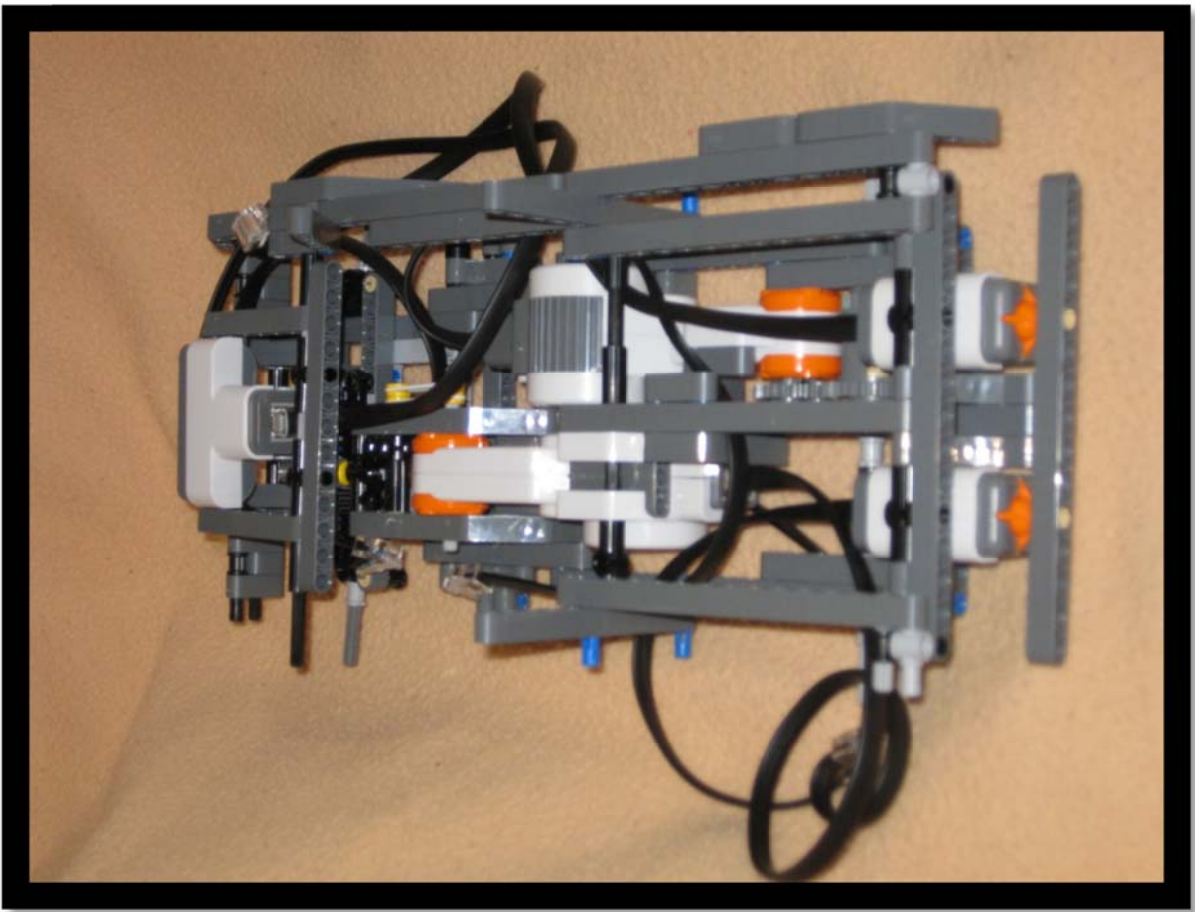
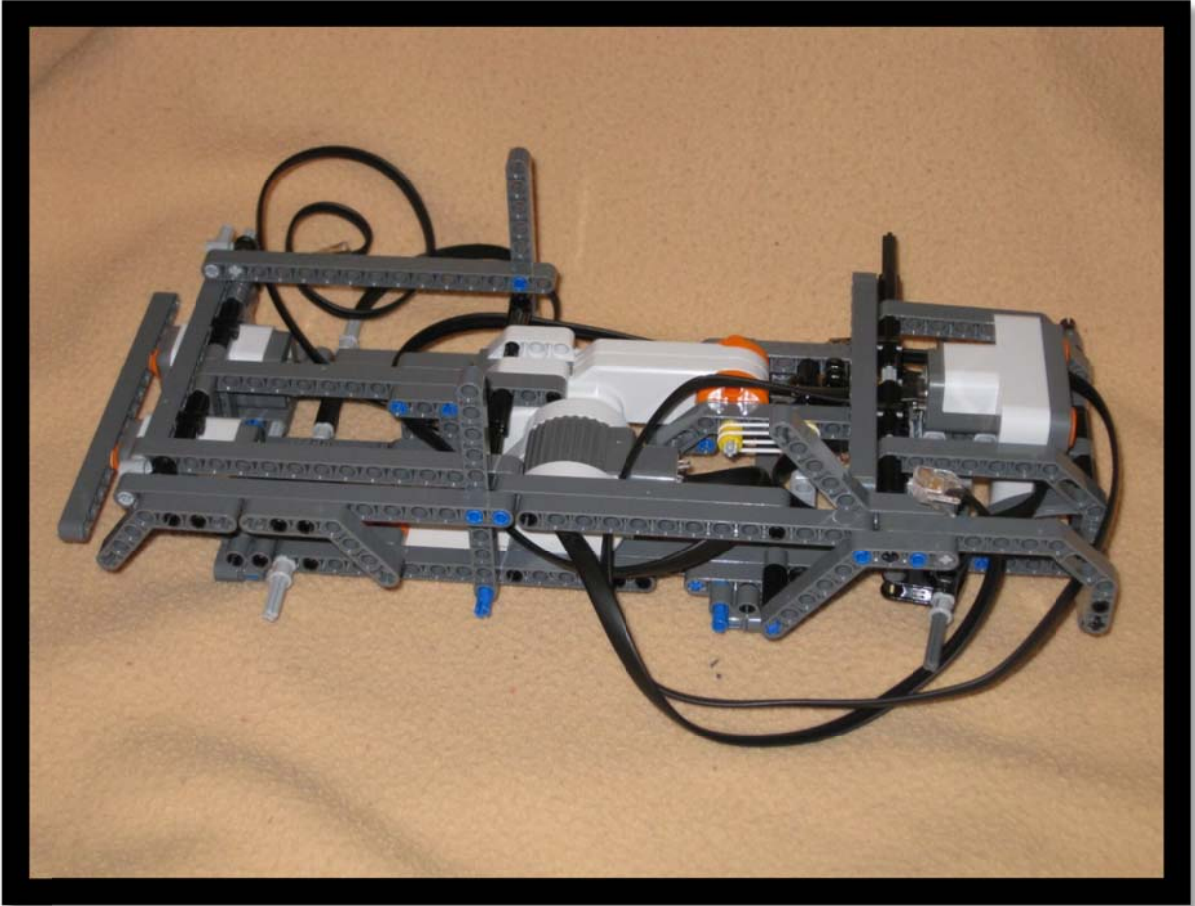


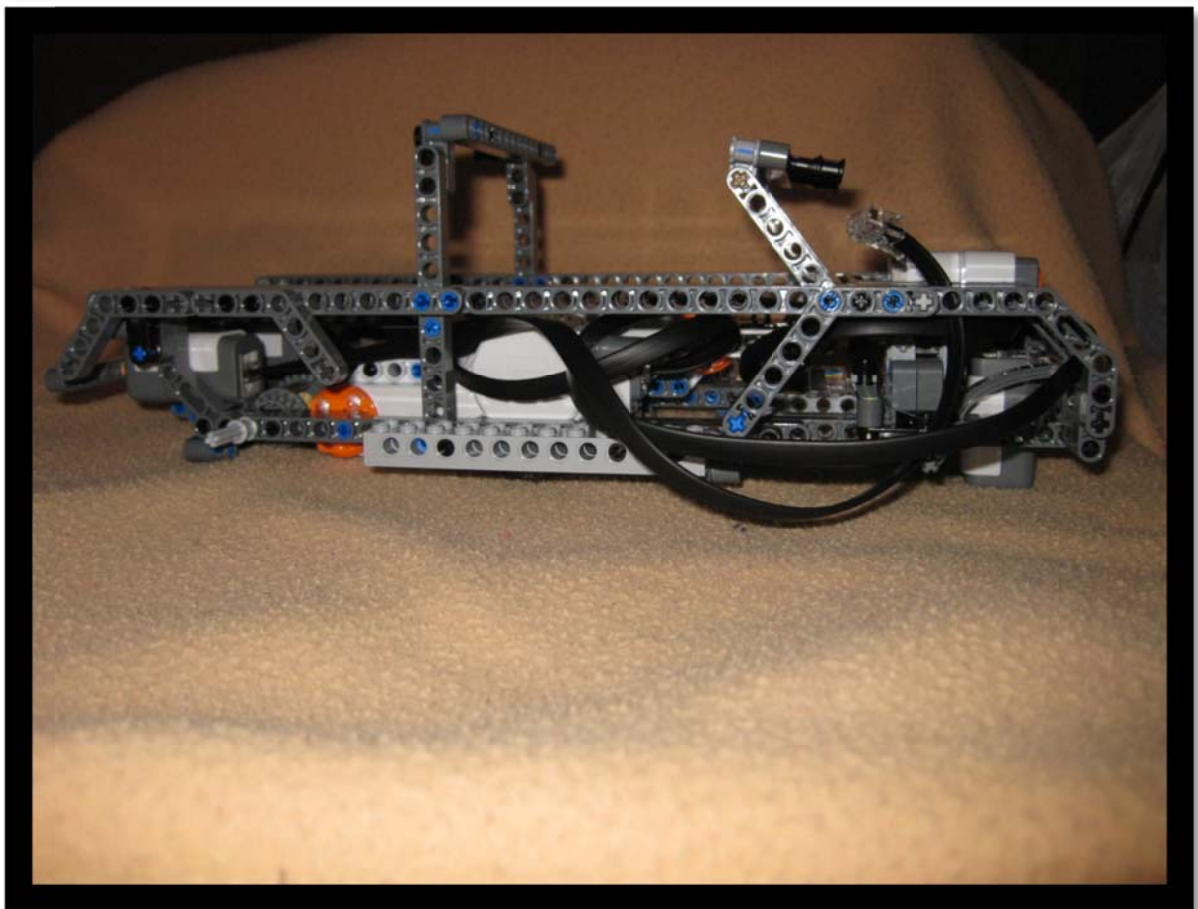
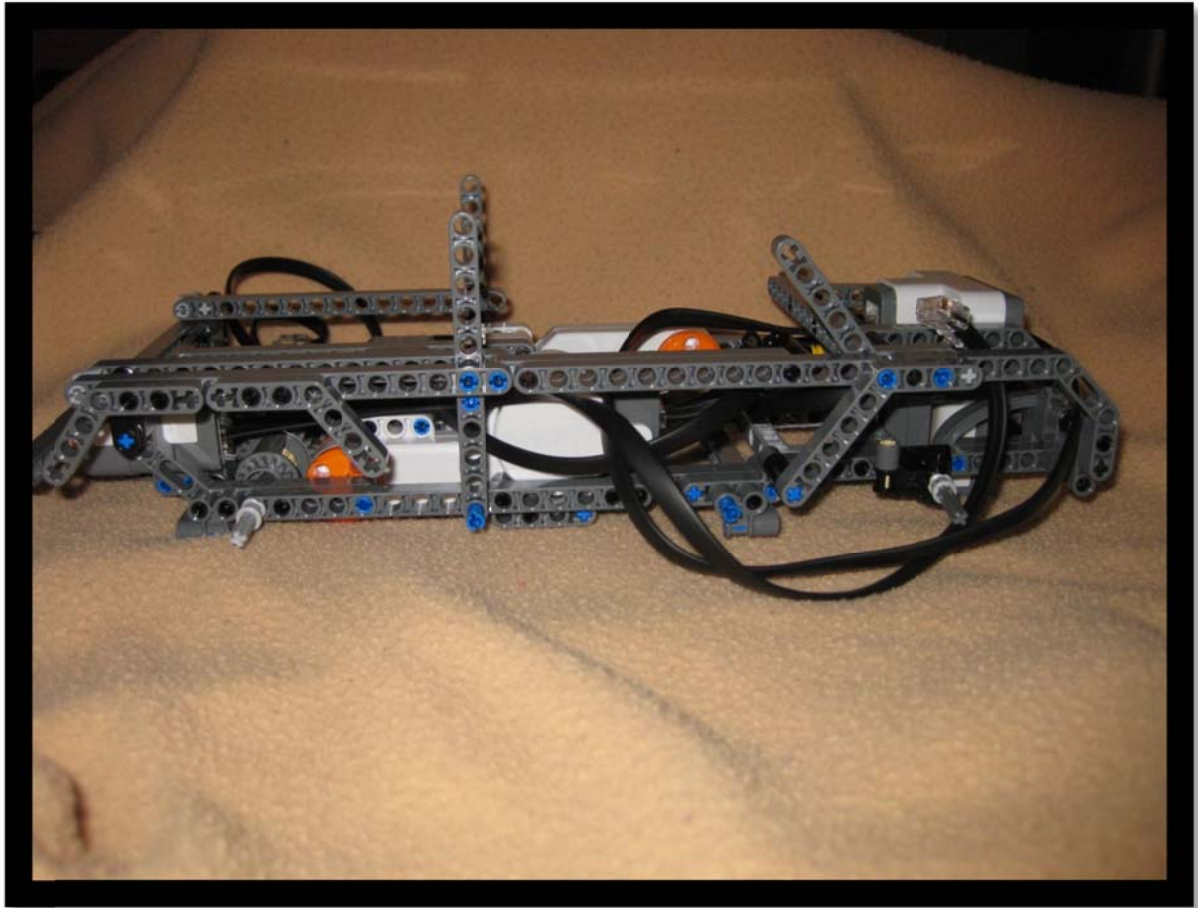


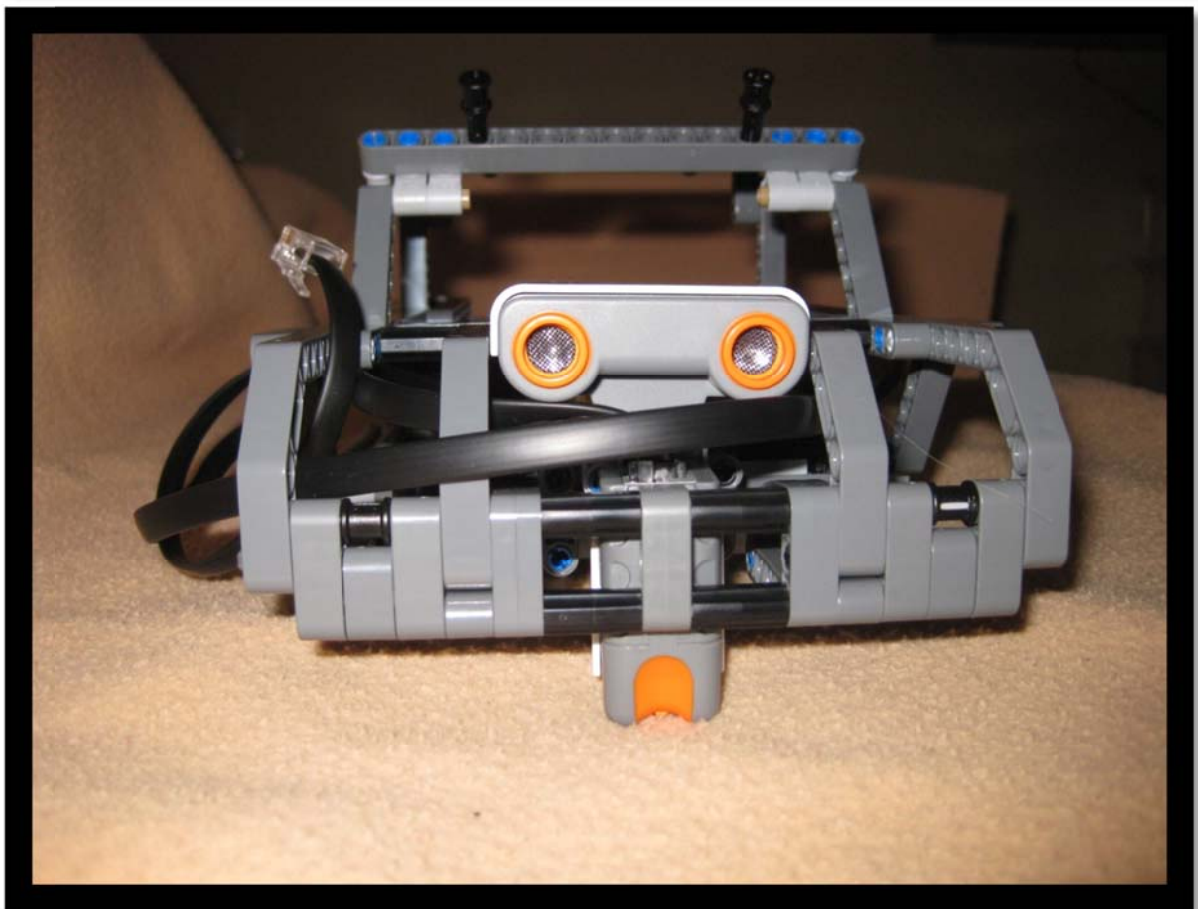
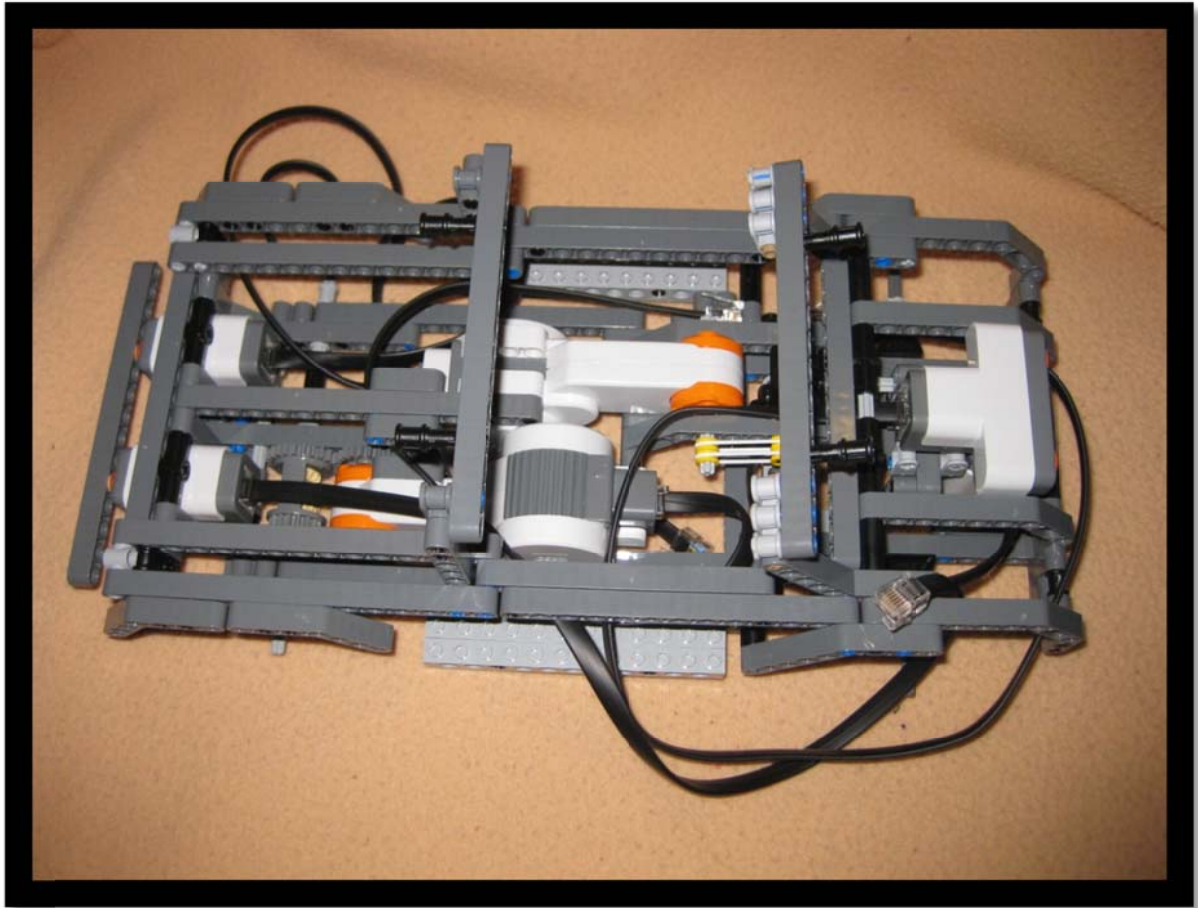




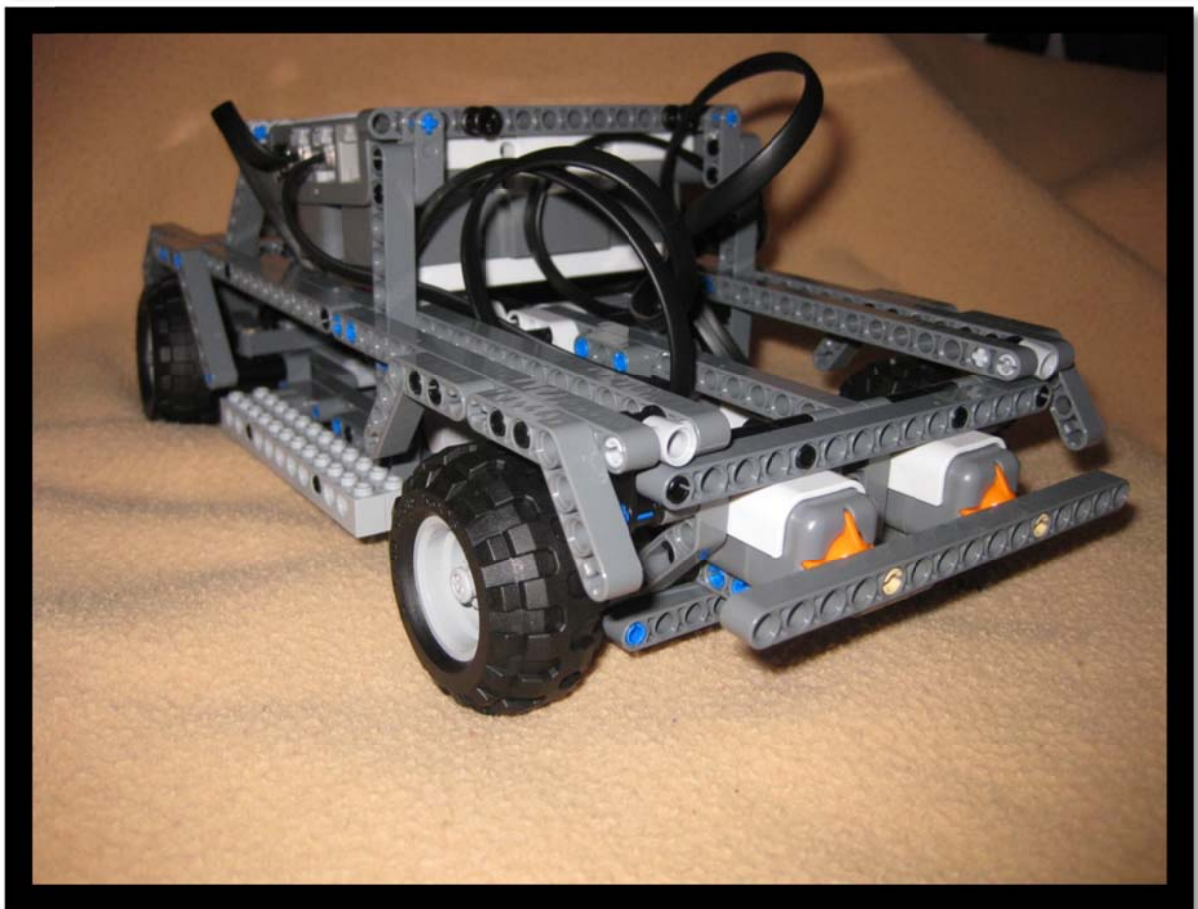
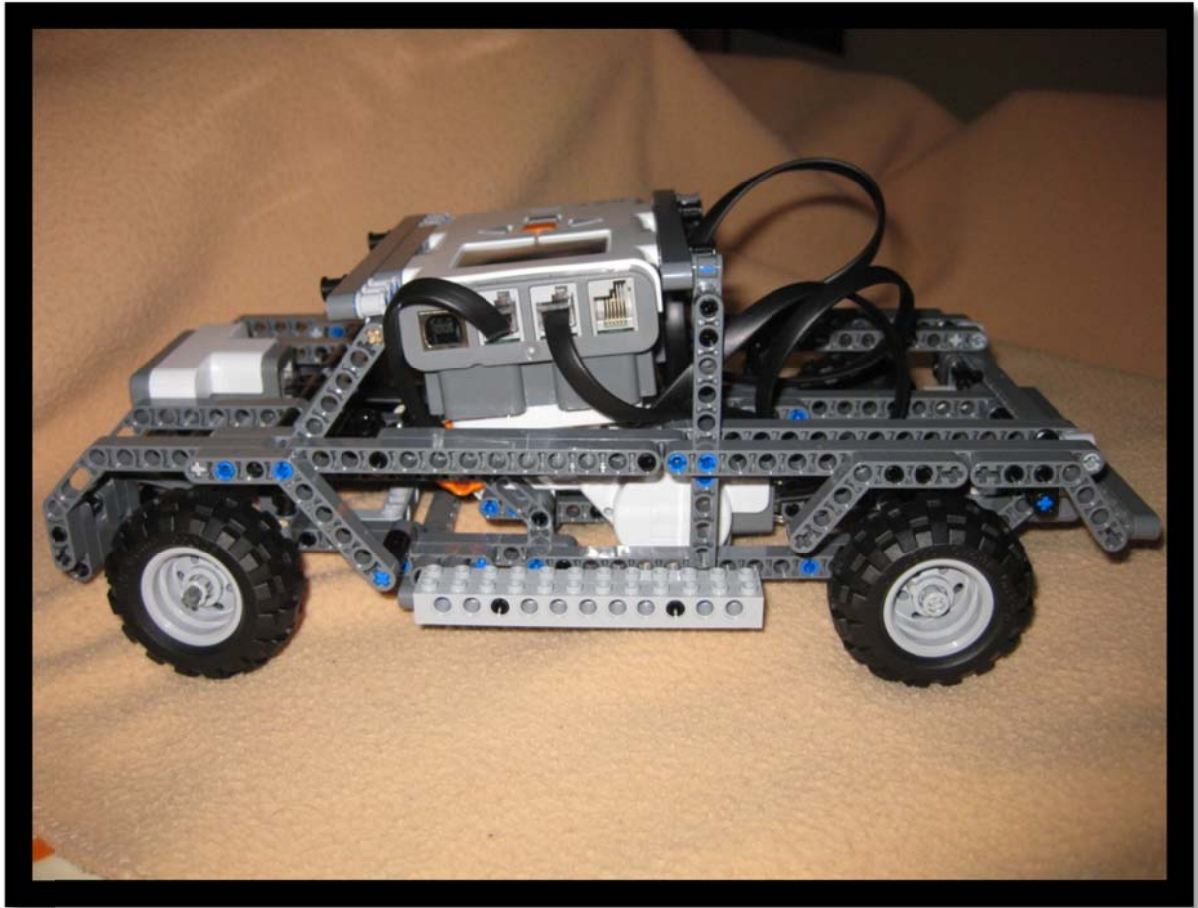












Reloj

Primeramente diremos que la elección de esta construcción se ha llevado a cabo debido a la sencillez por la que caracteriza. Esto nos aporta una considerable ventaja de cara a introducir, como uno de los primeros ejercicios, a aquellos alumnos que no hayan tenido antes contacto con el mundo de la programación, la robótica y un montaje de construcción de estas características.

Otra característica a destacar es el uso de sensores y motores que son utilizados para su construcción y que posteriormente utilizaremos para su construcción, siendo estos escasos y es esto lo que hace que sea un modelo sencillo de realizar. Dicho esto, solo deben saber que para su desarrollo es necesario el empleo de dos servo motores, que nos van a permitir mover las agujas del reloj y el pájaro cuco.

Descripción

El reloj es un proyecto sumamente claro de entender ya que todo el mundo conoce cuales son las funcionalidades de un reloj, todos tenemos miles de ejemplares allá por donde vamos. Lo ingenioso de éste es representarlo y ver como se conectan los diferentes engranajes que nos permitirán mover el segundero, el minuterero y la flecha de la hora. En pocas palabras, ver el funcionamiento de un reloj por dentro y poder programarlo.

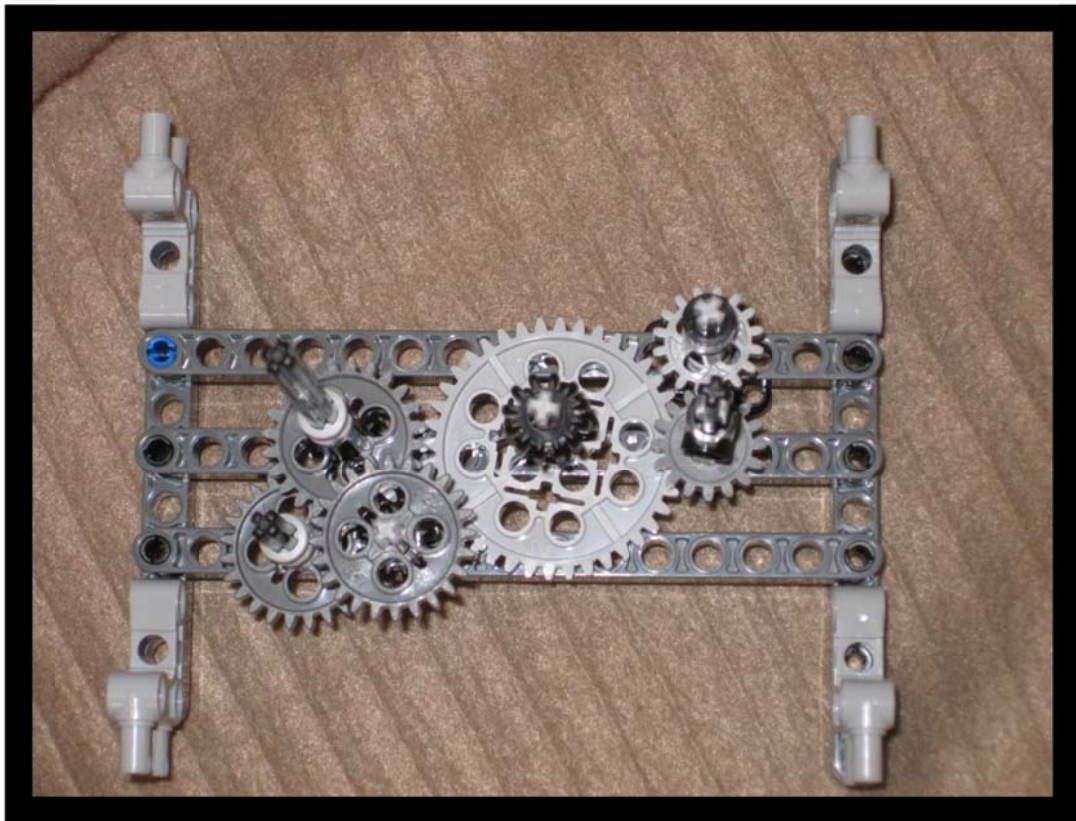
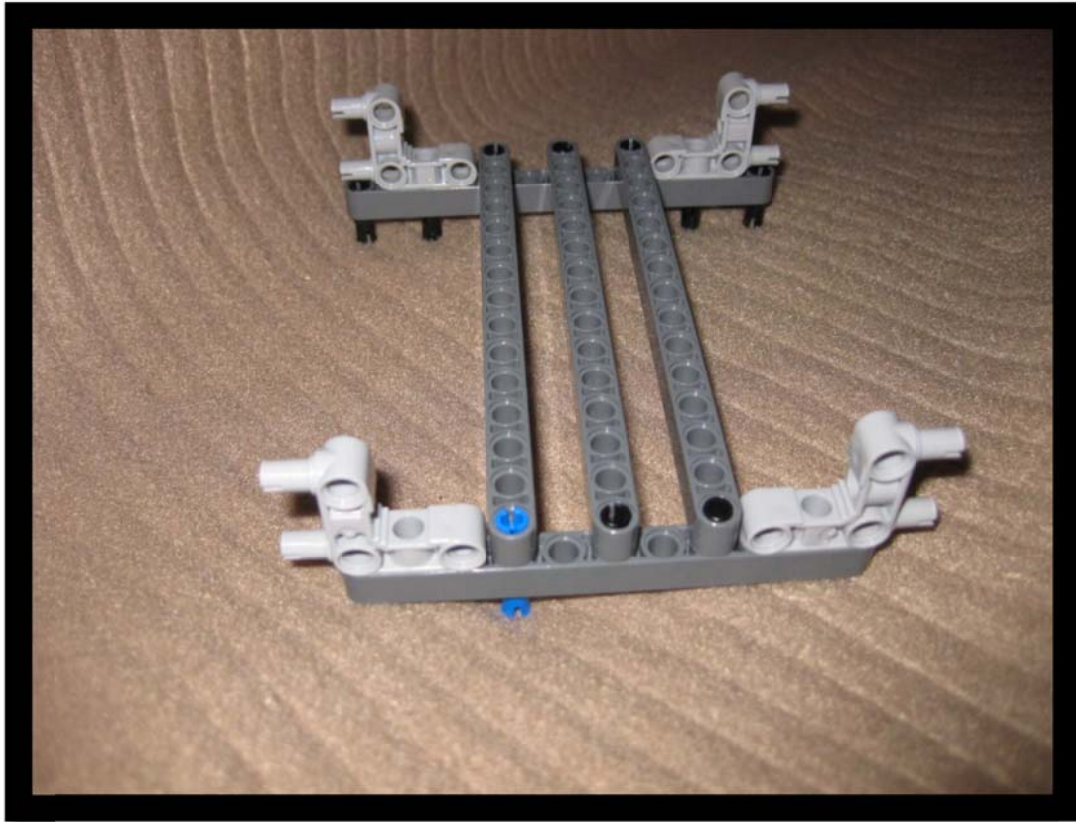
Ejercicio

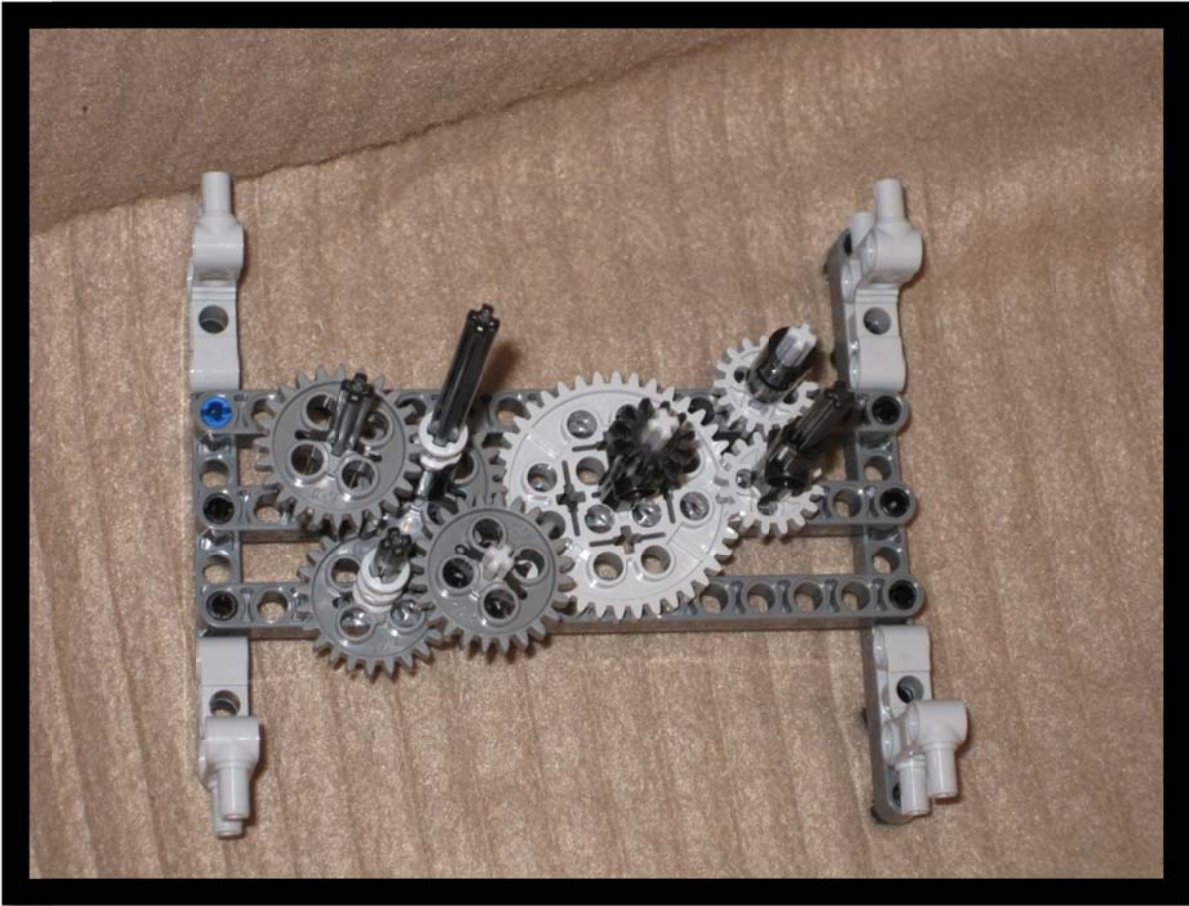
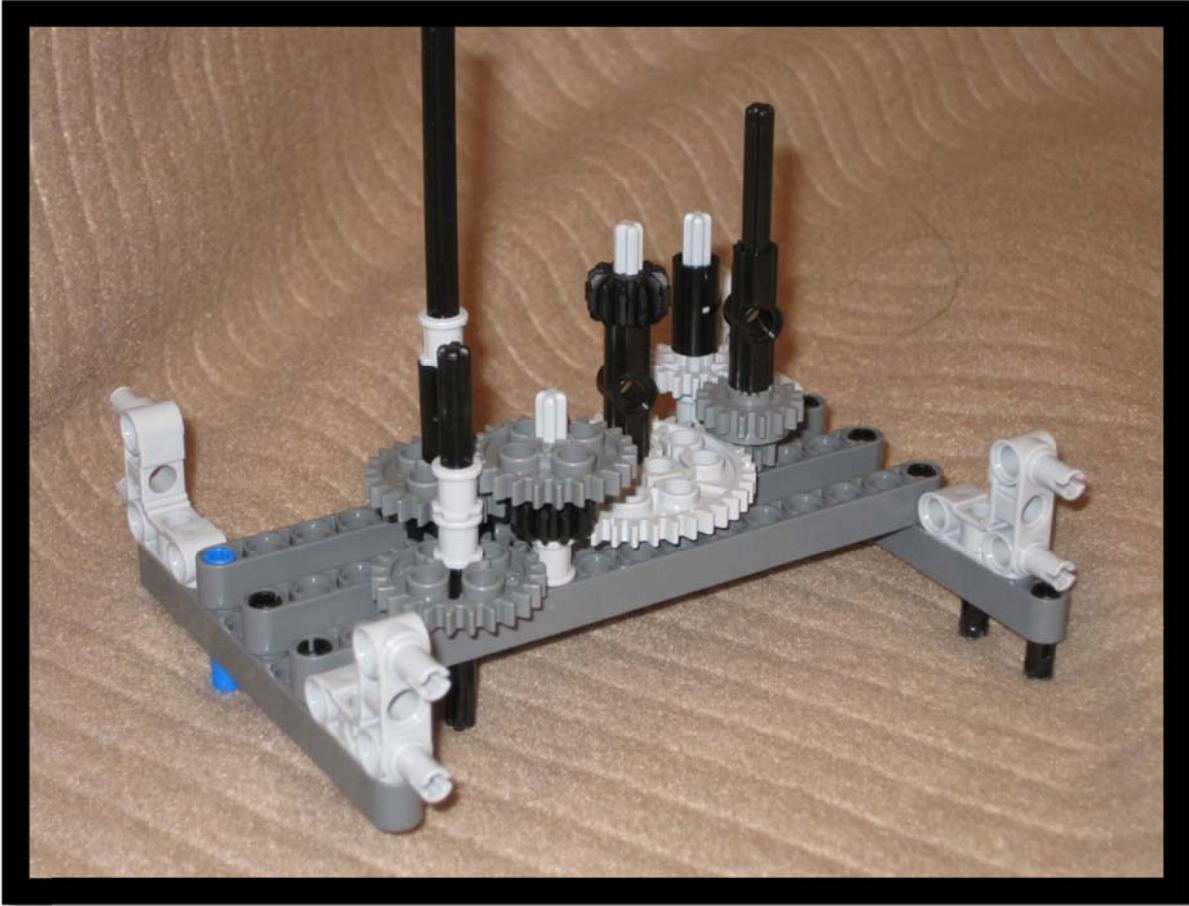
En este caso programaremos que el reloj mueva su segundero hasta conseguir que el minuterero recorra un minuto completo. Justo cuando vaya a finalizar el minuto, el NXT emitirá un pequeño sonido durante tres segundos como aviso de que el pájaro cuco va a entrar en acción. En cuanto entre en movimiento, el pájaro cuco saldrá y entrará de su casita, aproximadamente durante 16 segundos. Mientras tanto el NXT intentará reproducir el sonido típico de un cuco.

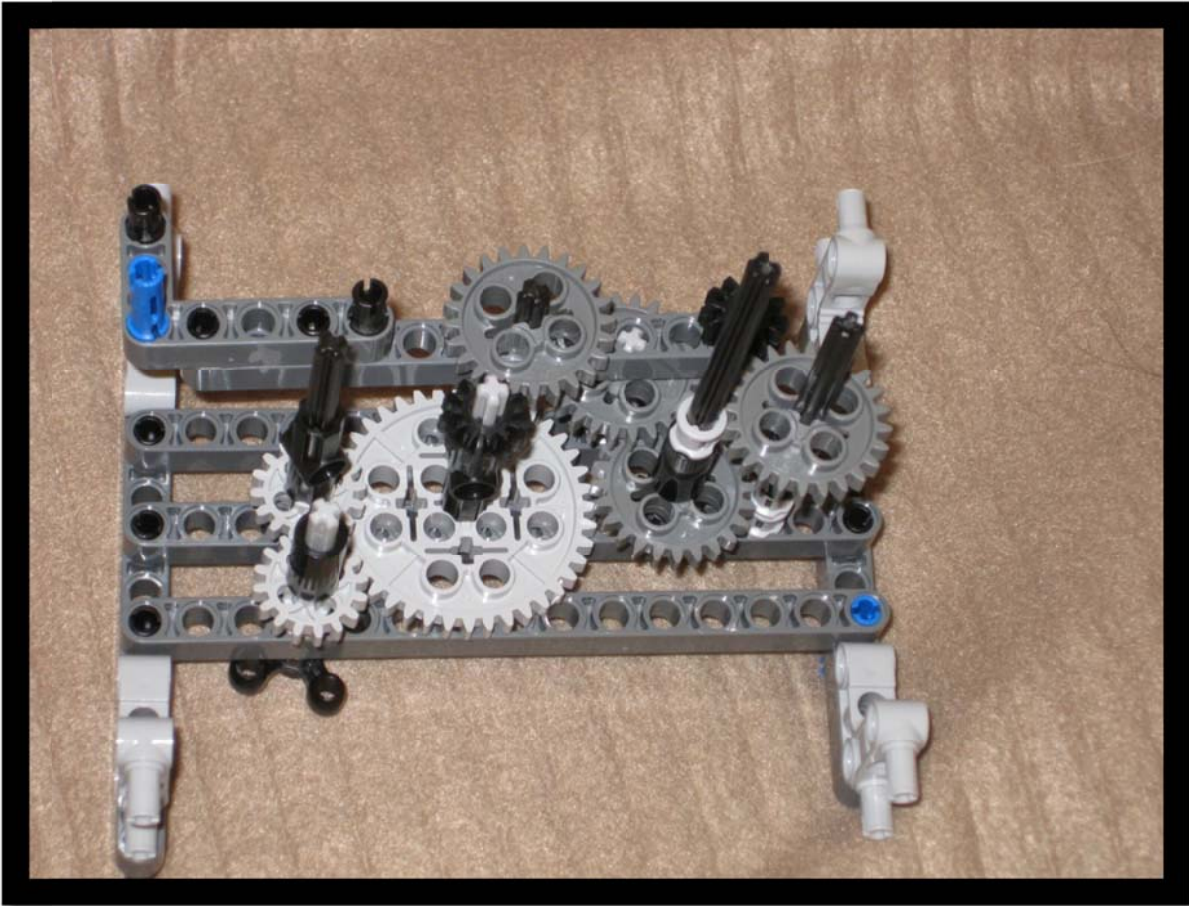
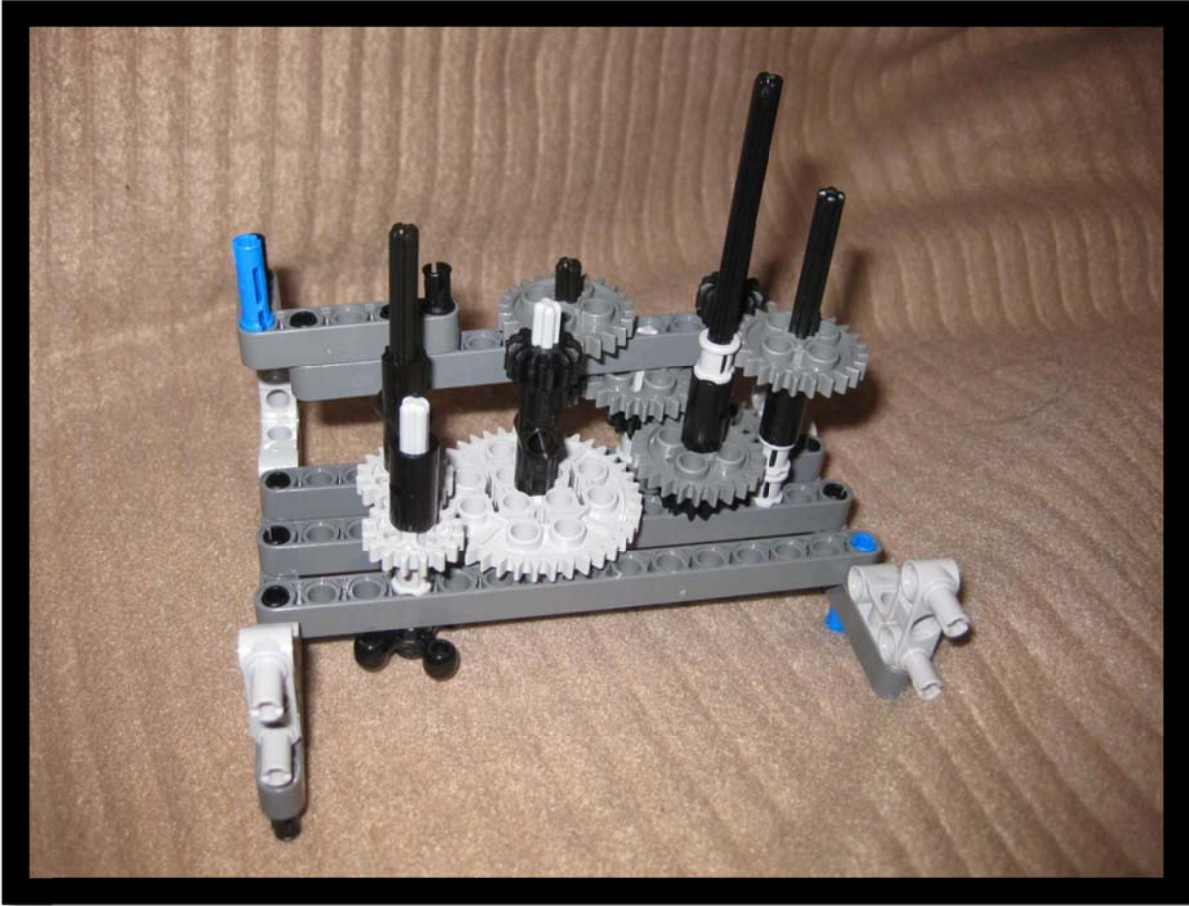
Debido a la escasez de variedad, debido a la falta de sensores, hemos considerado más que suficiente la puesta en marcha de este ejemplo.

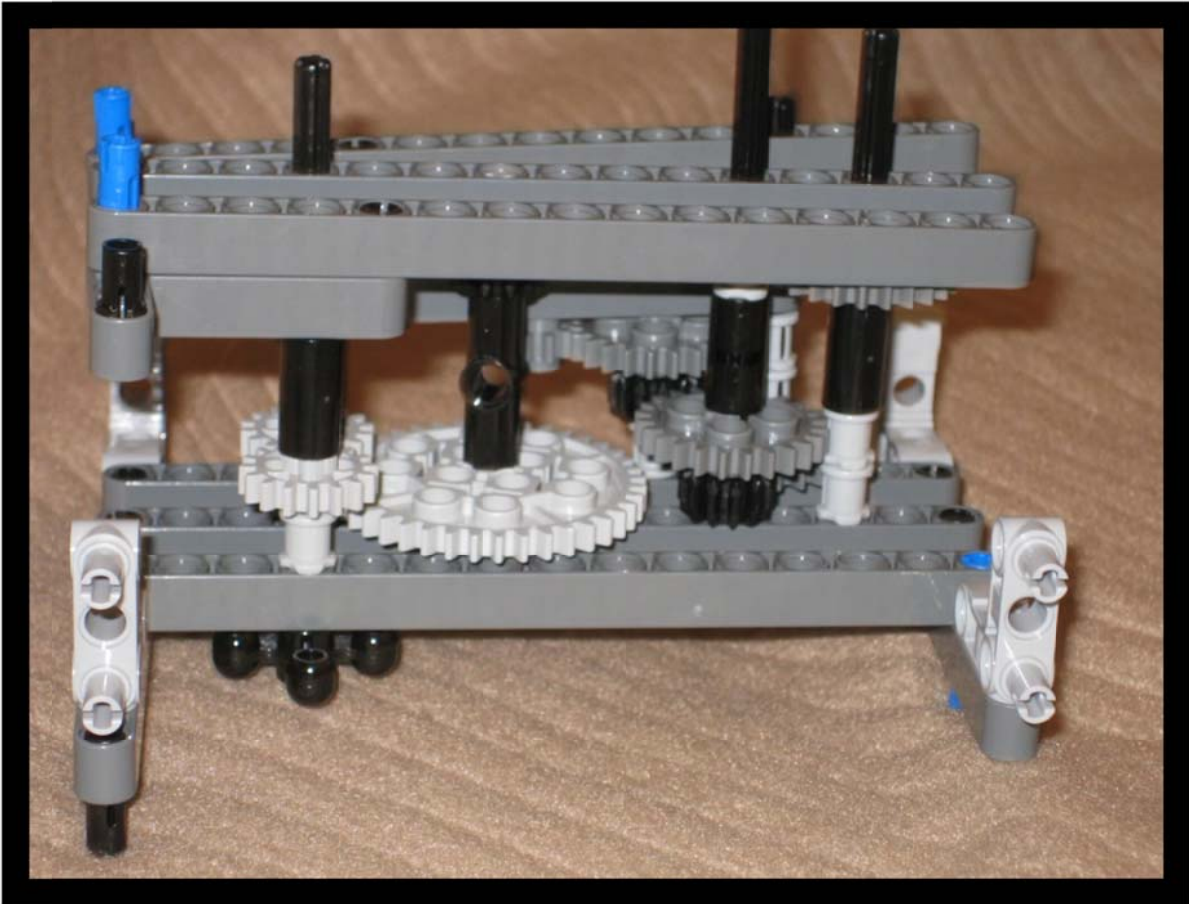
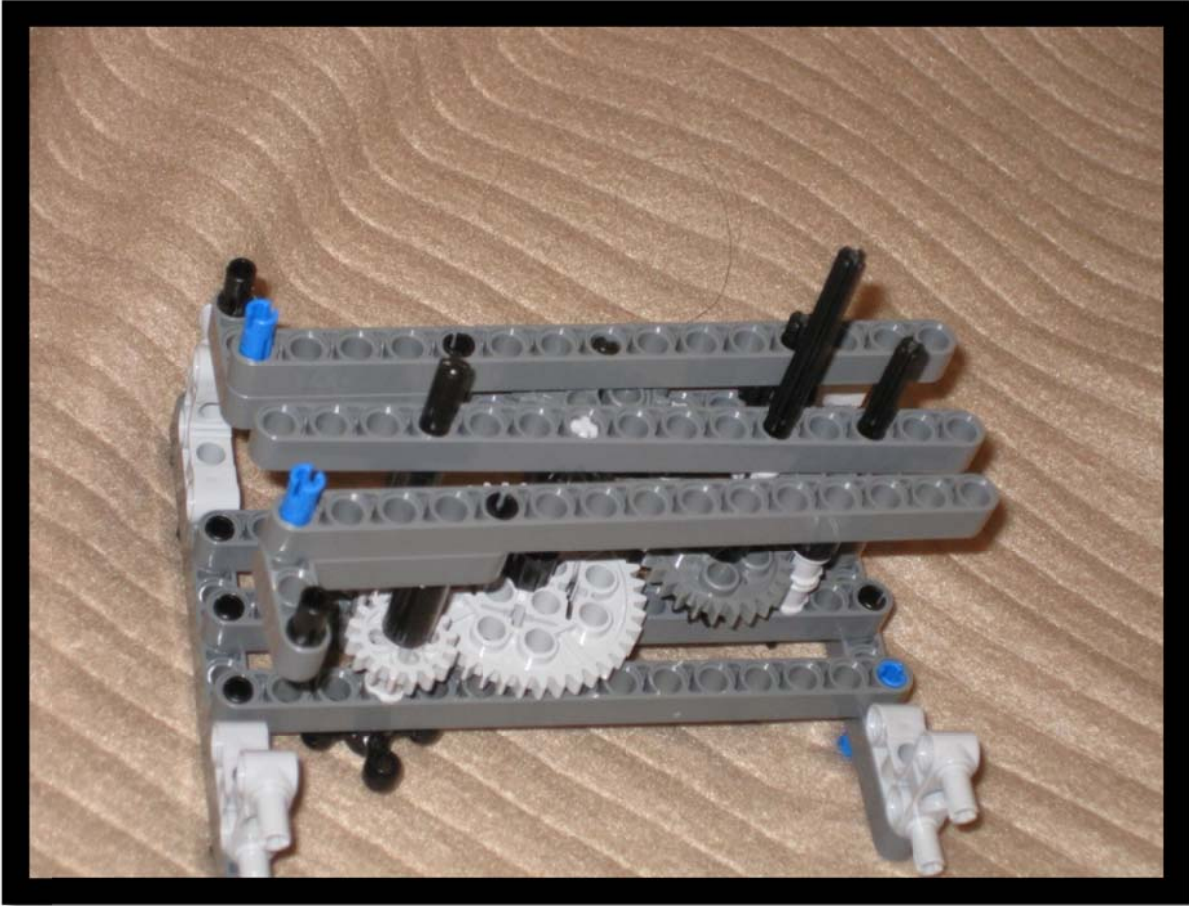
Para comprobar la correcta función de su programación pueden reproducir el video adjuntado.

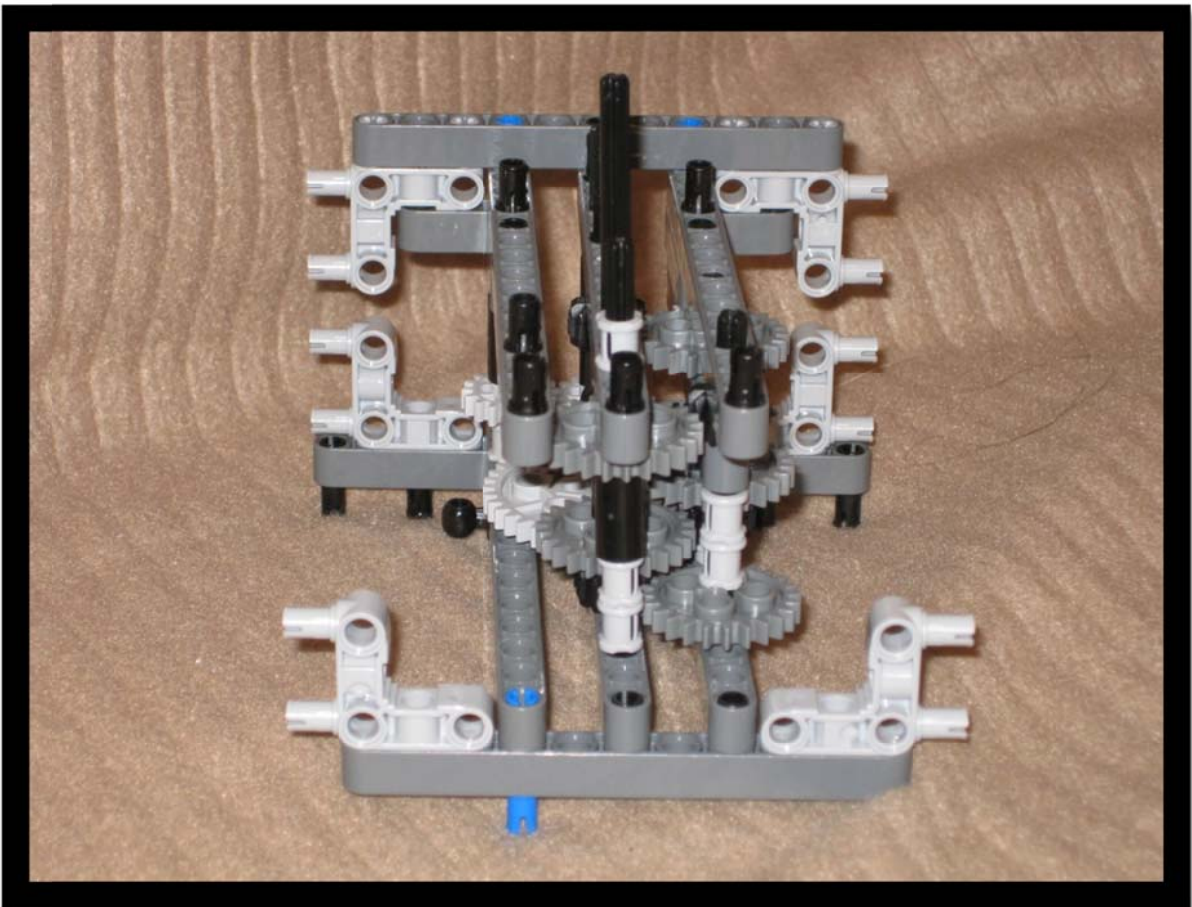
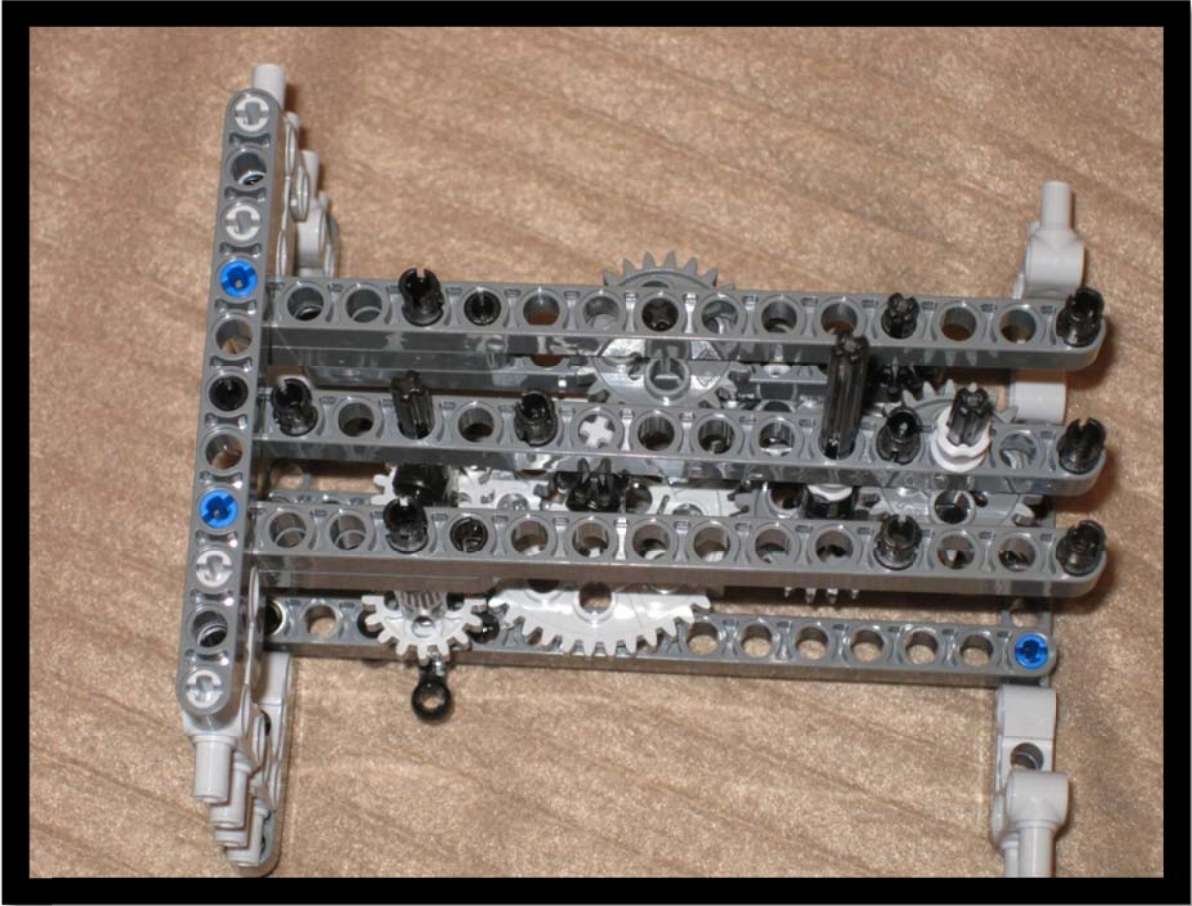
Construcción vía galería de imágenes

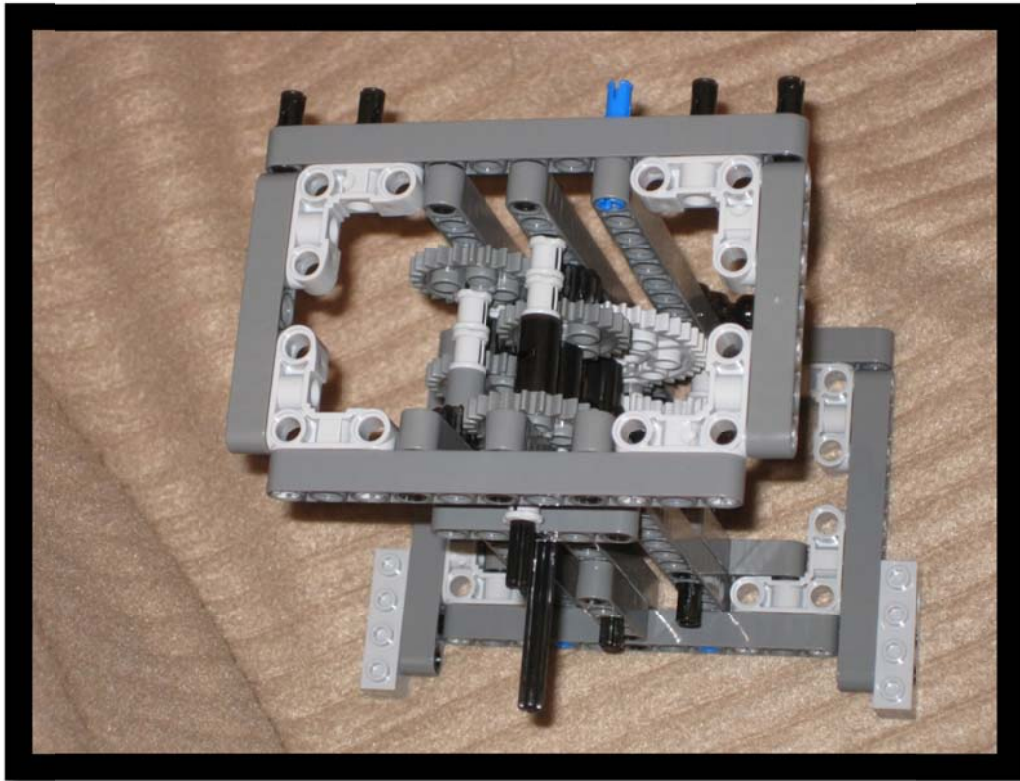
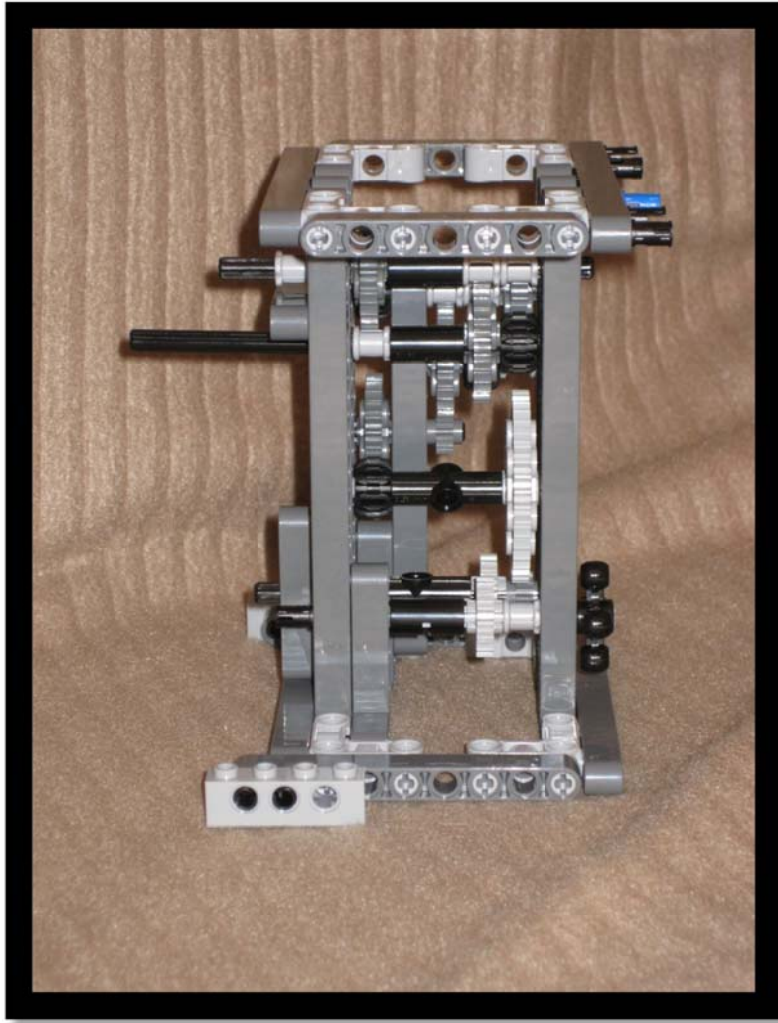


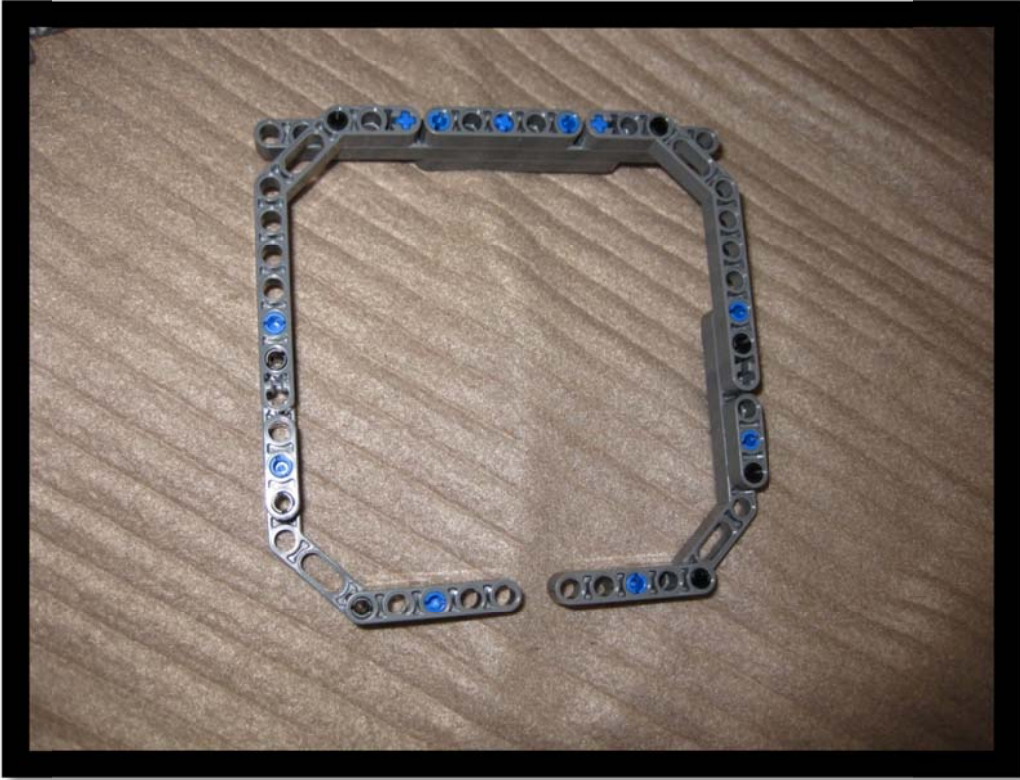
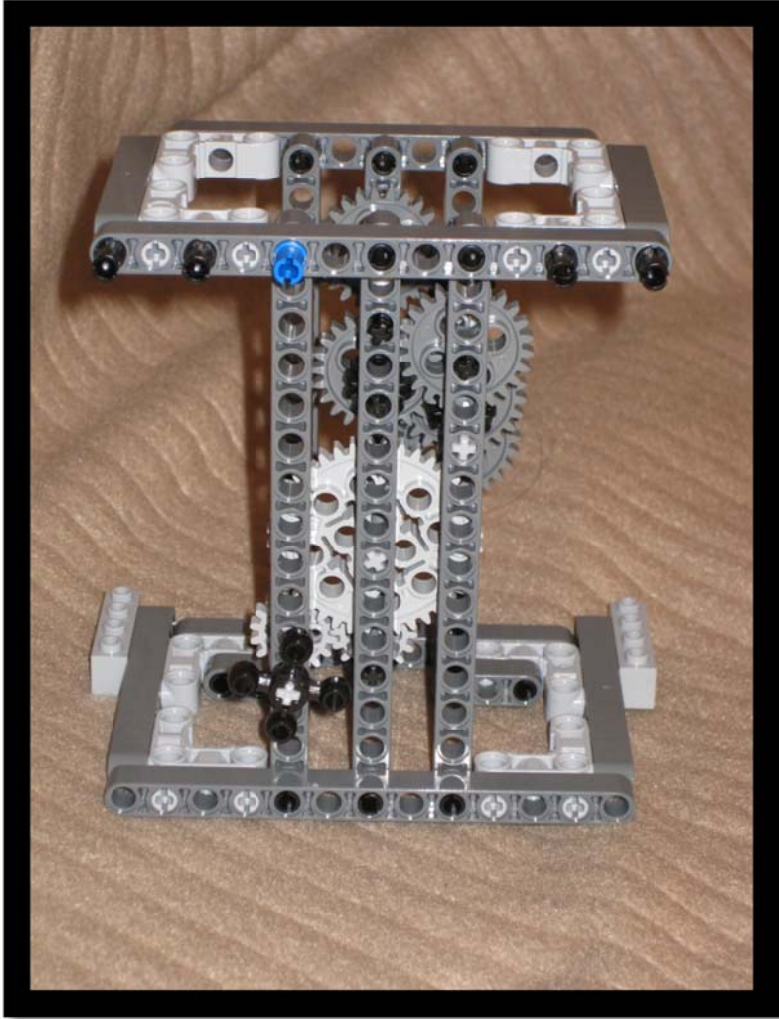


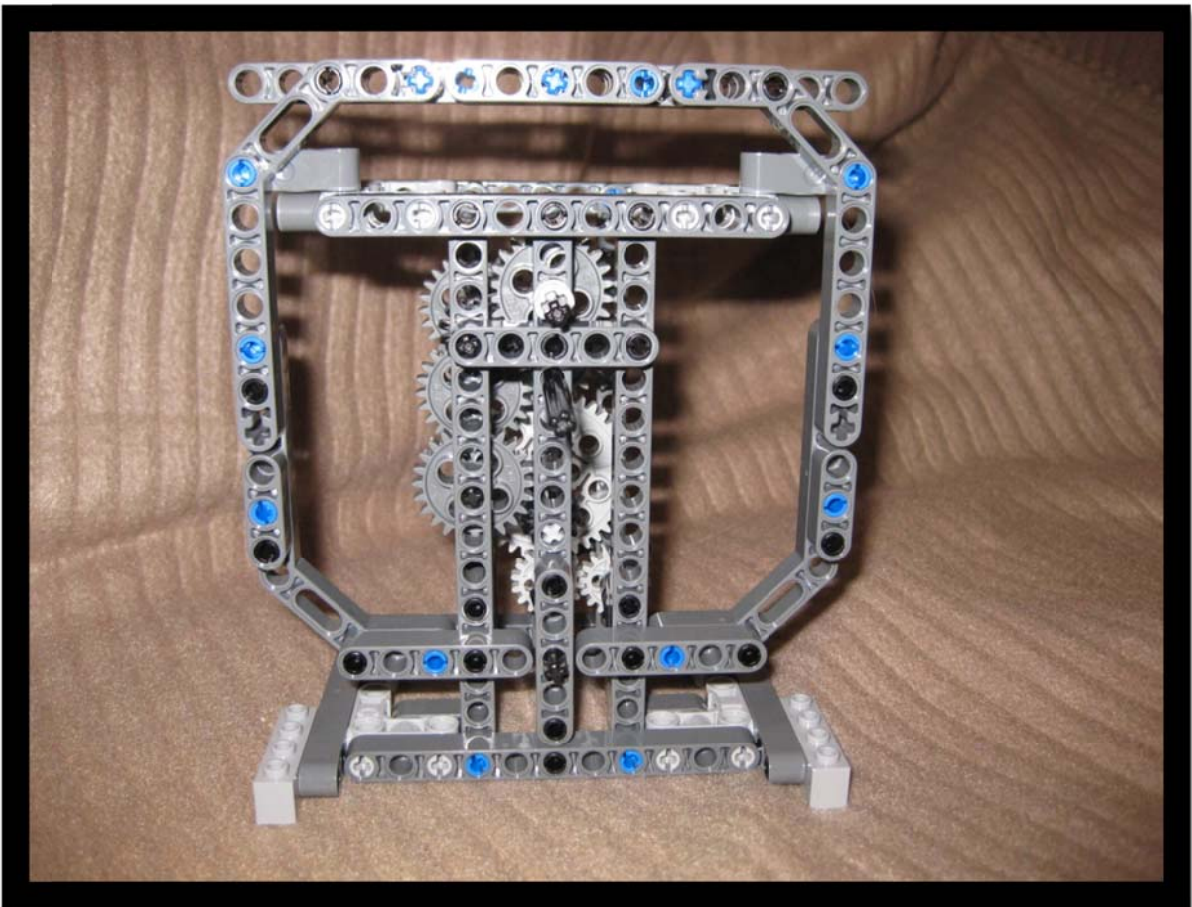
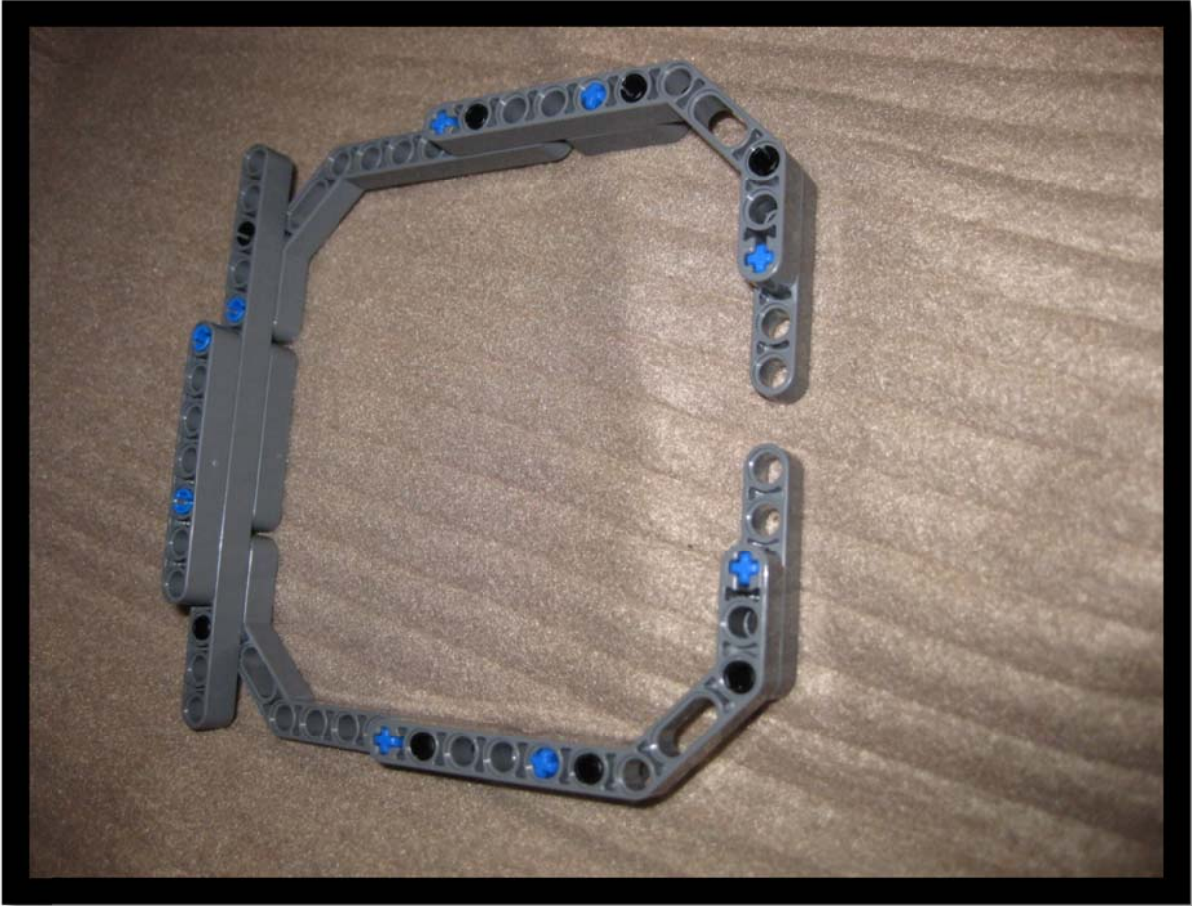


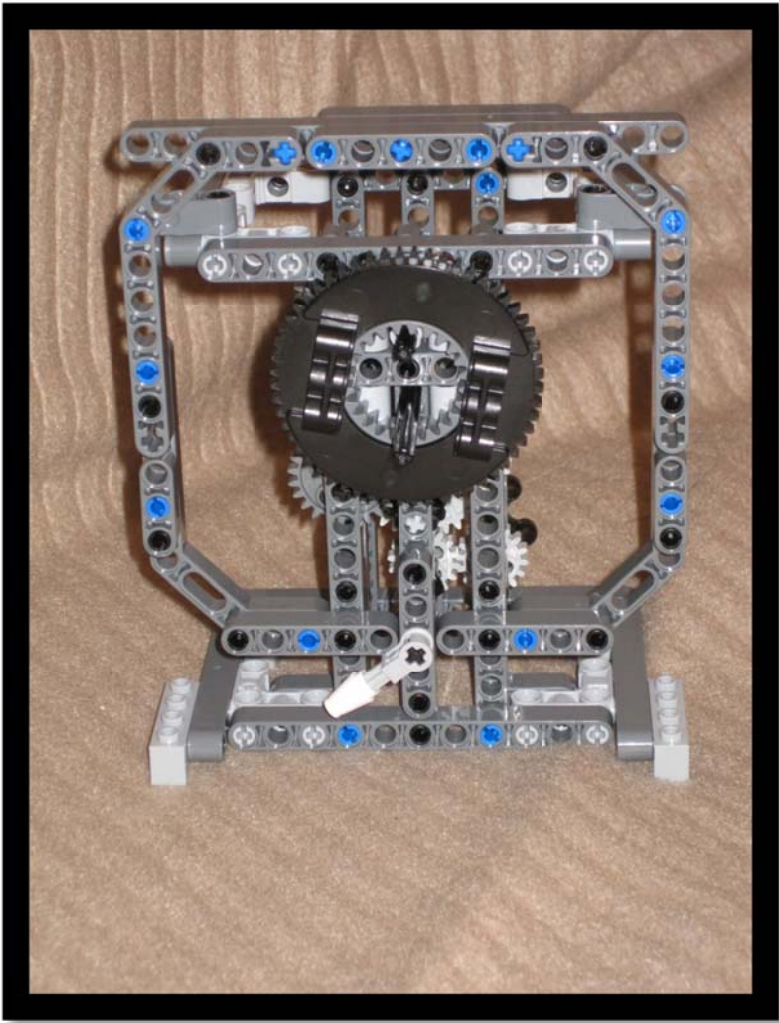
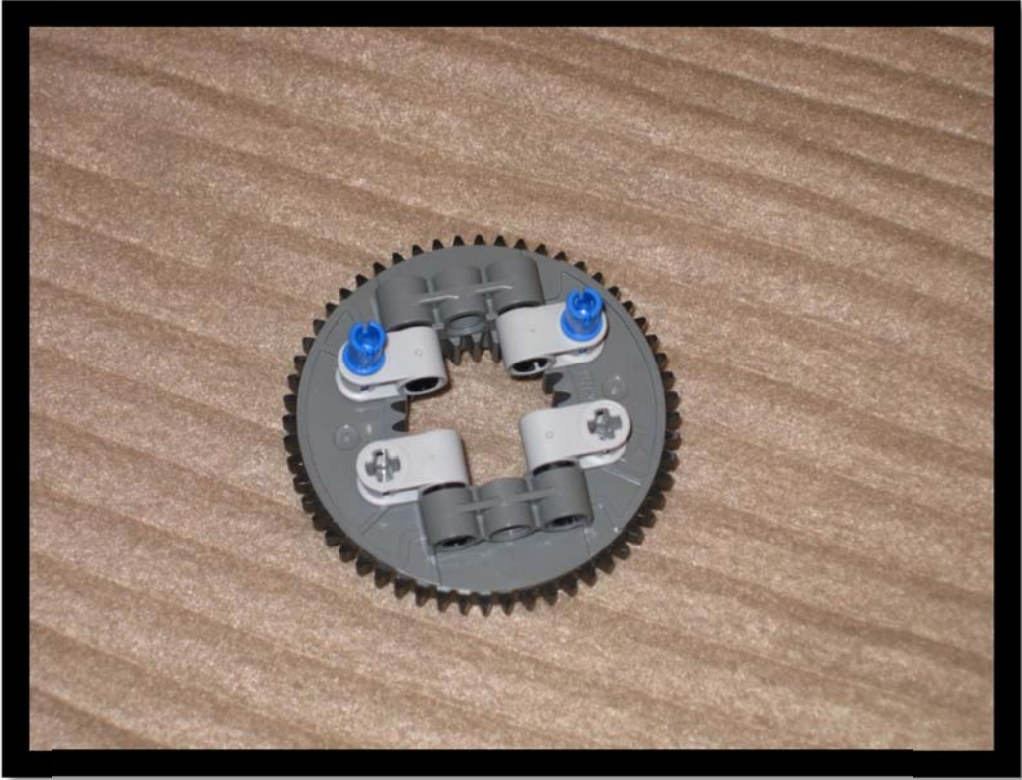


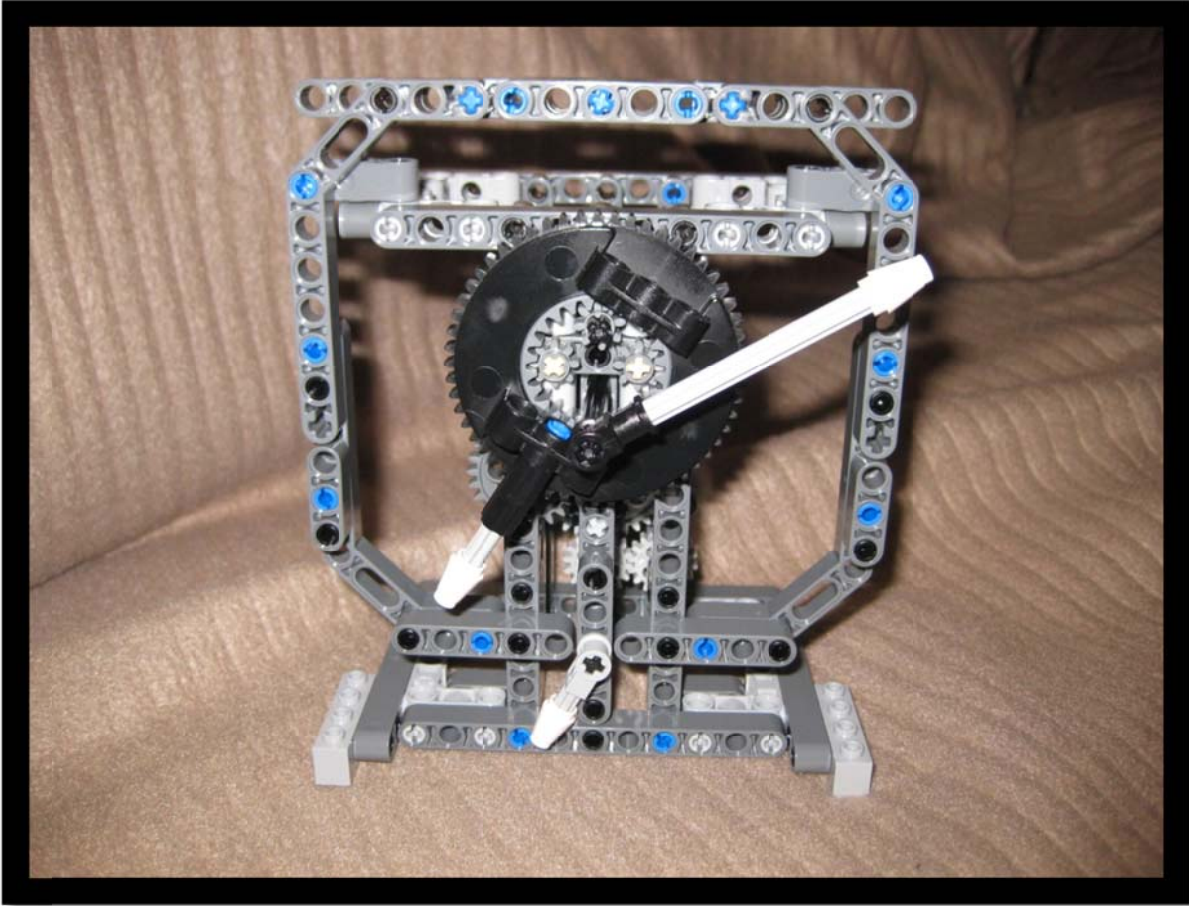


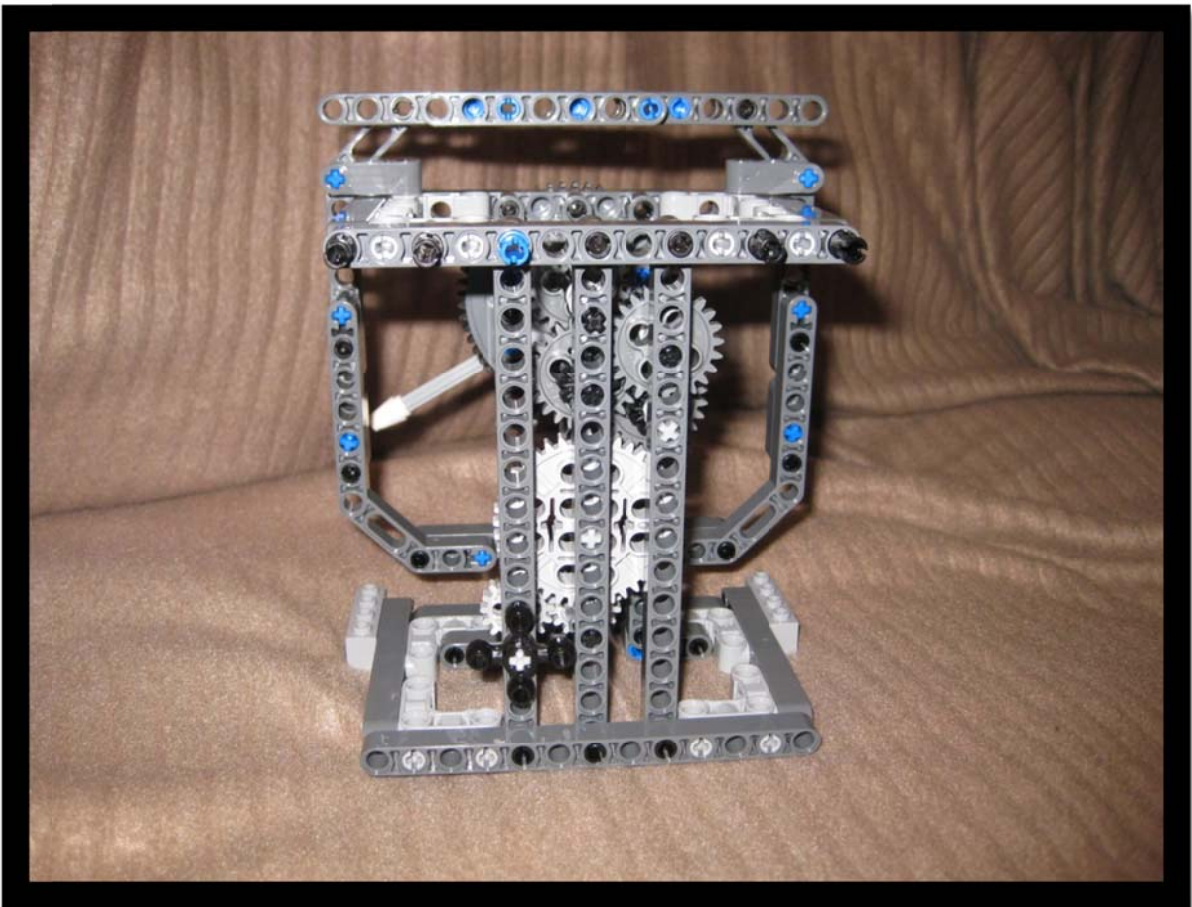


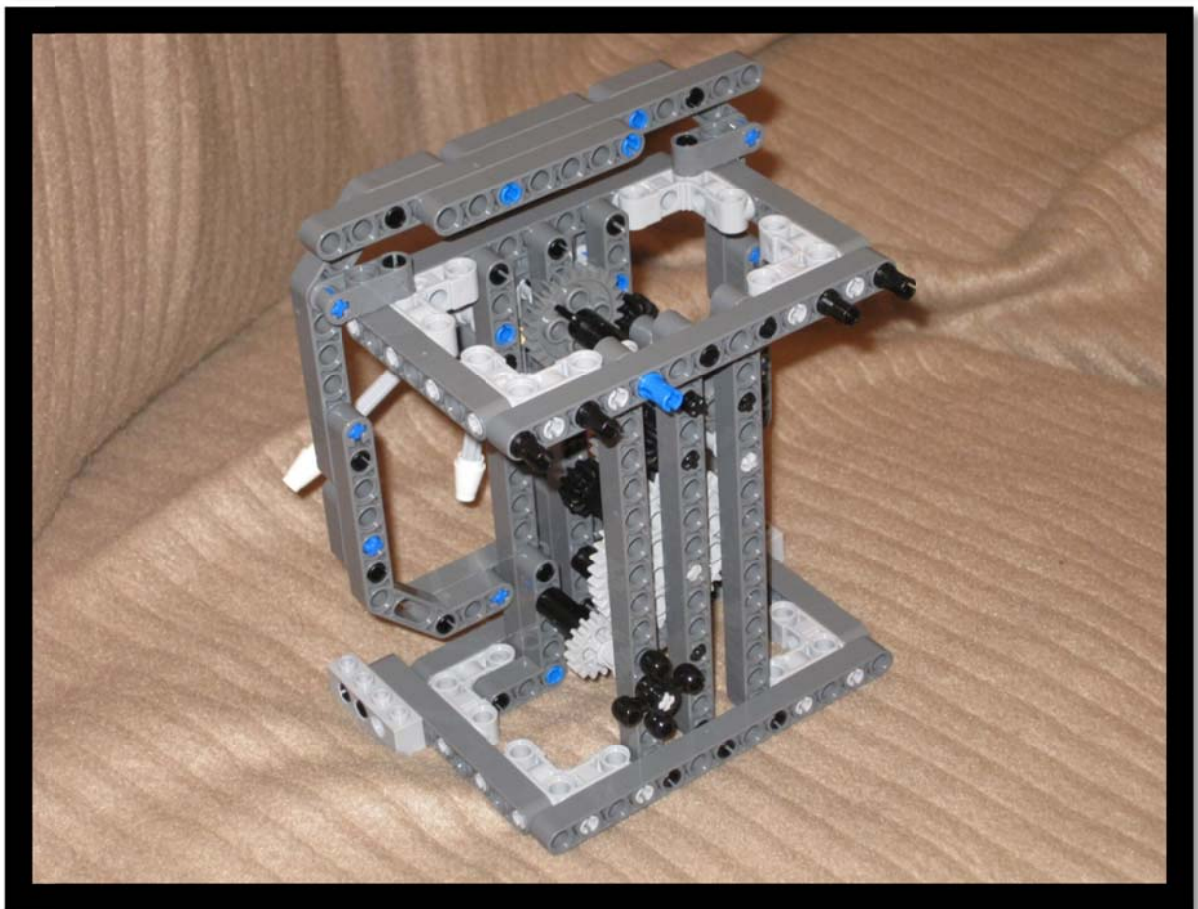
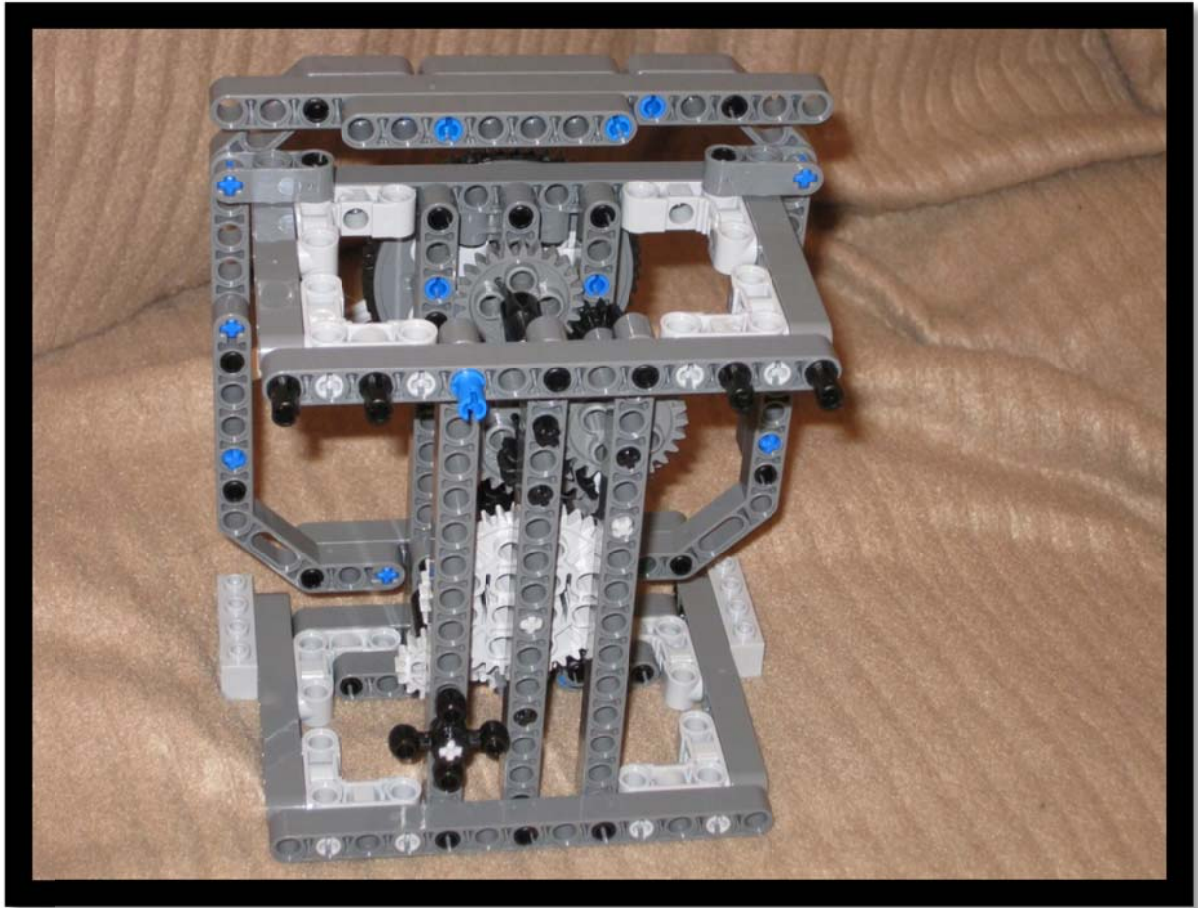


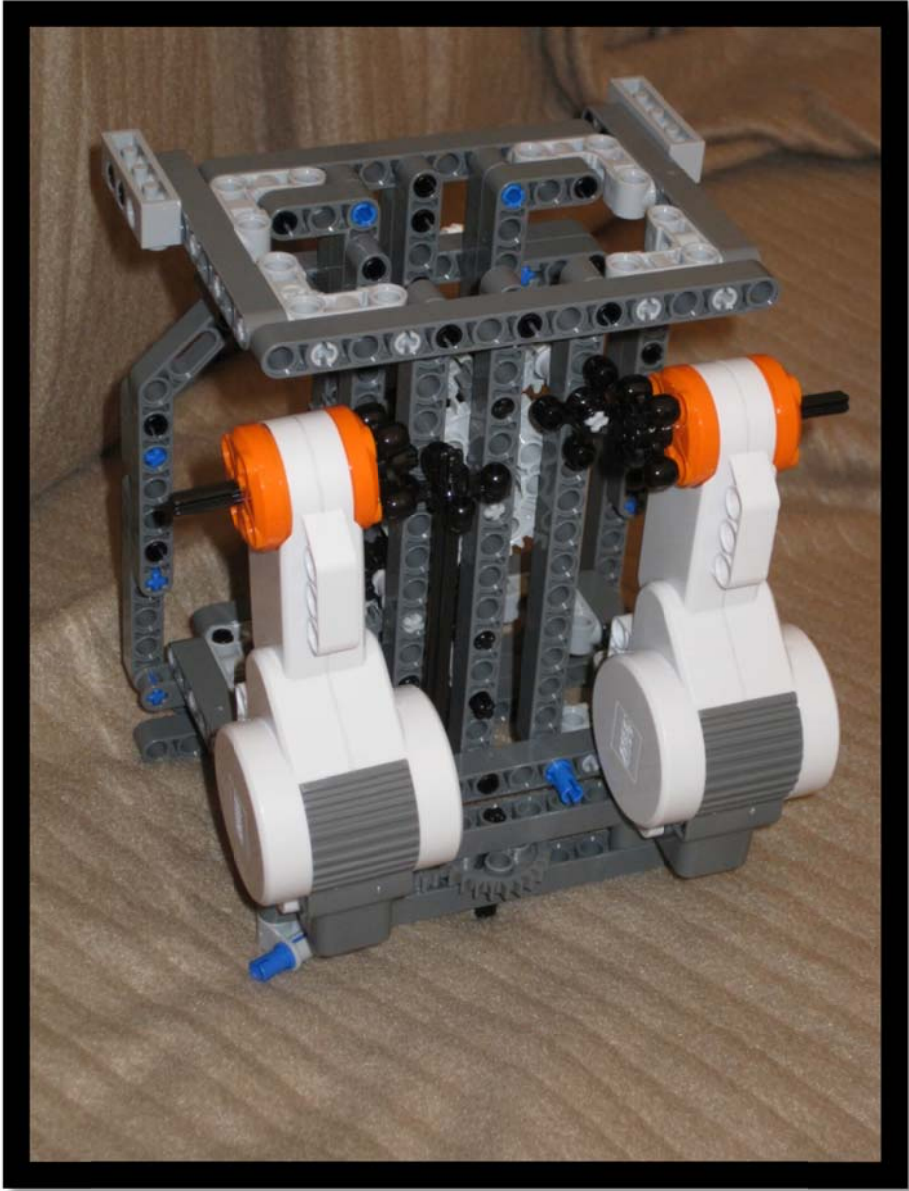


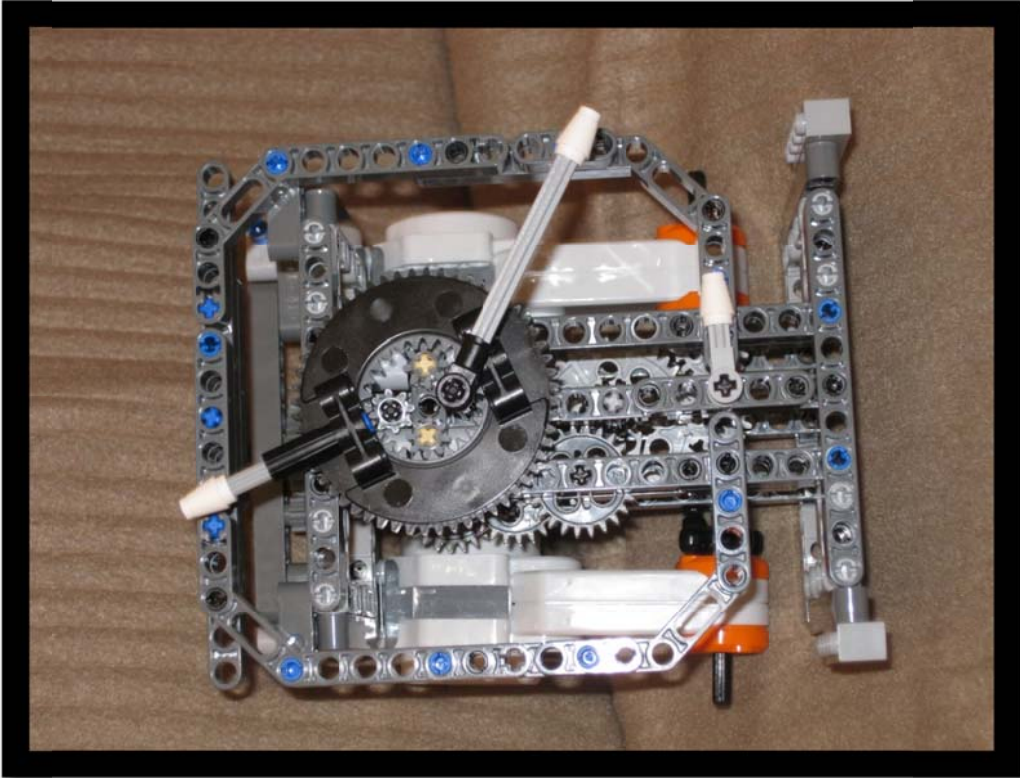
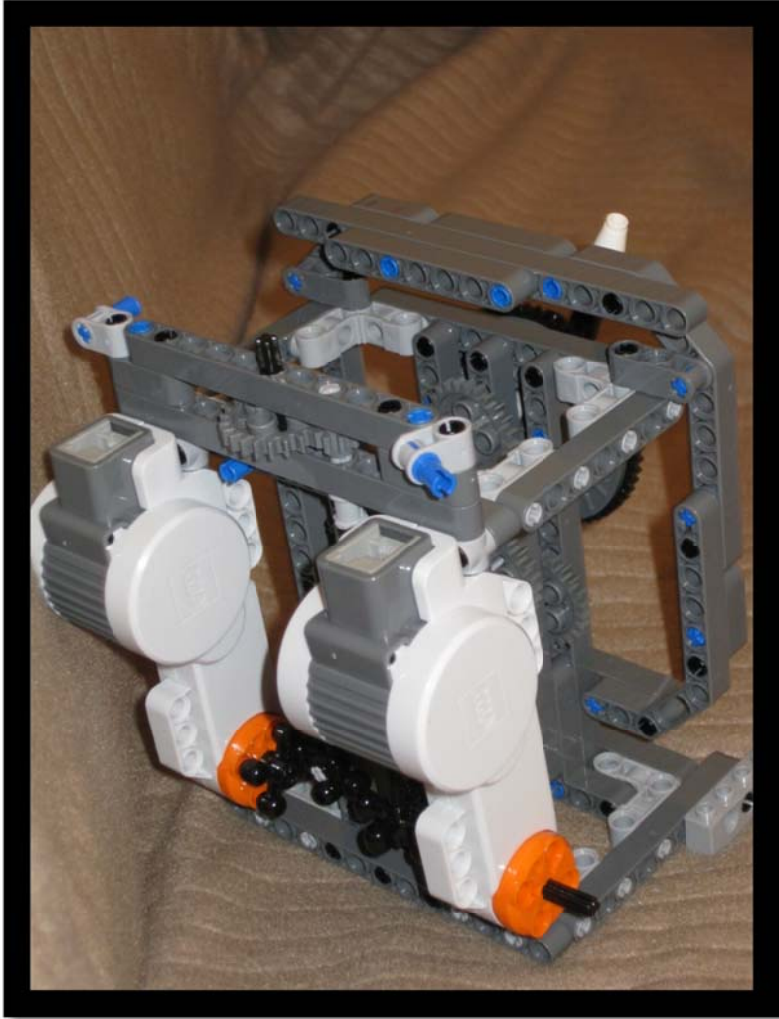


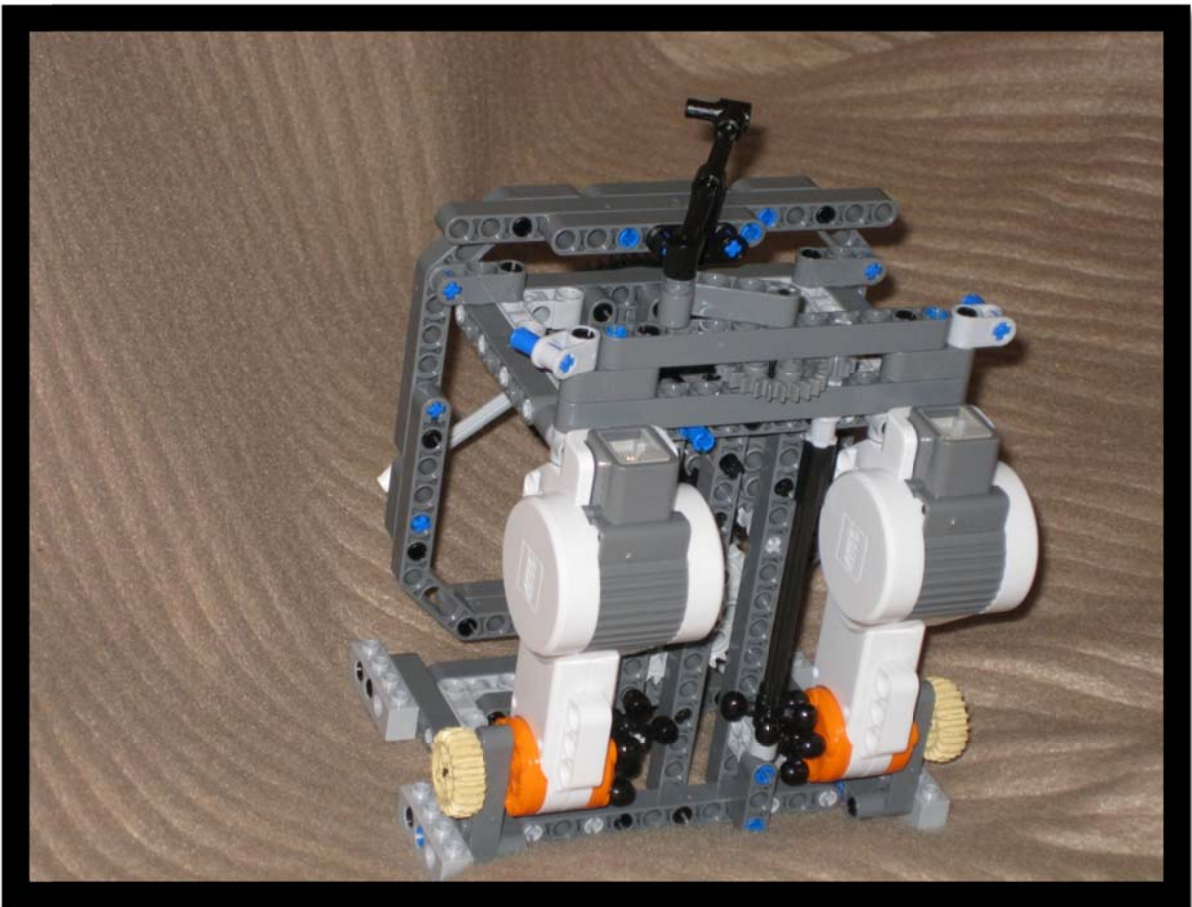
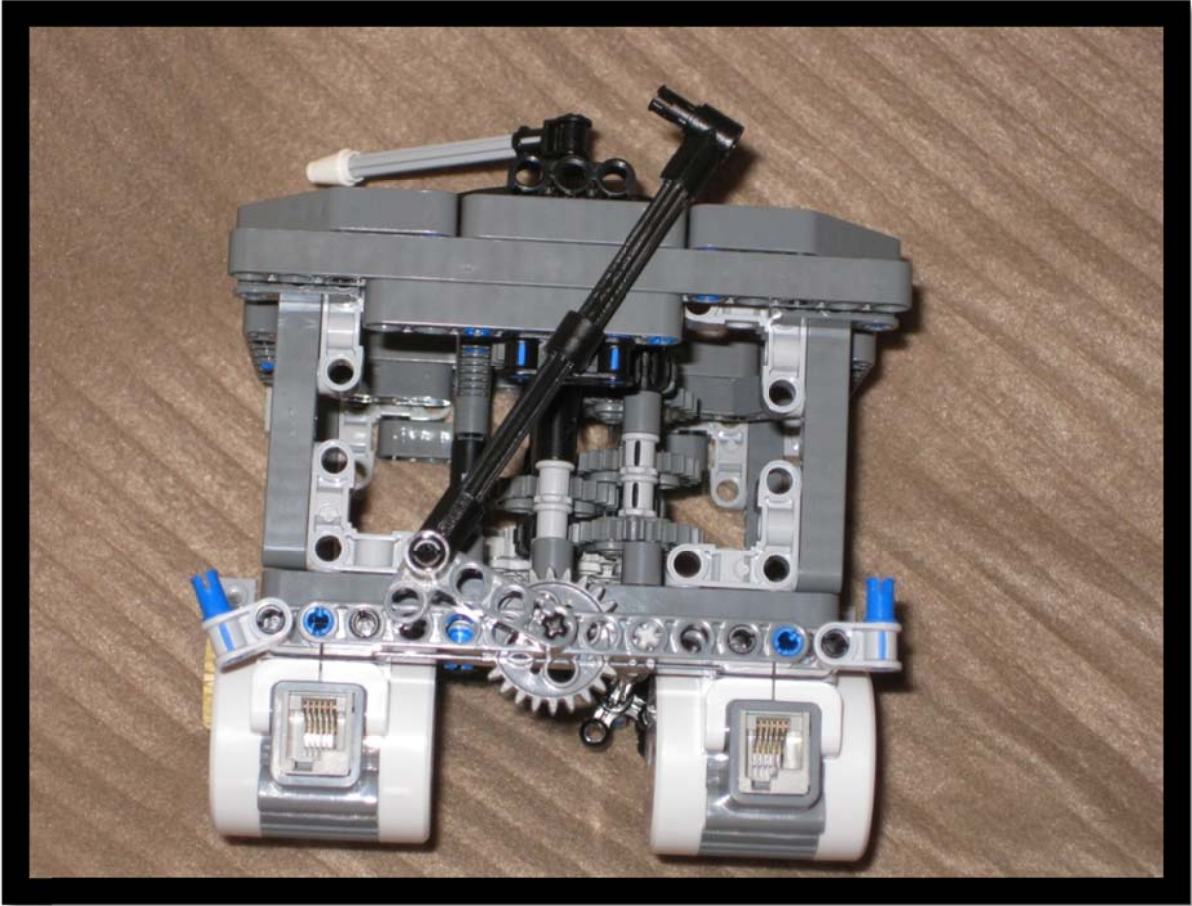


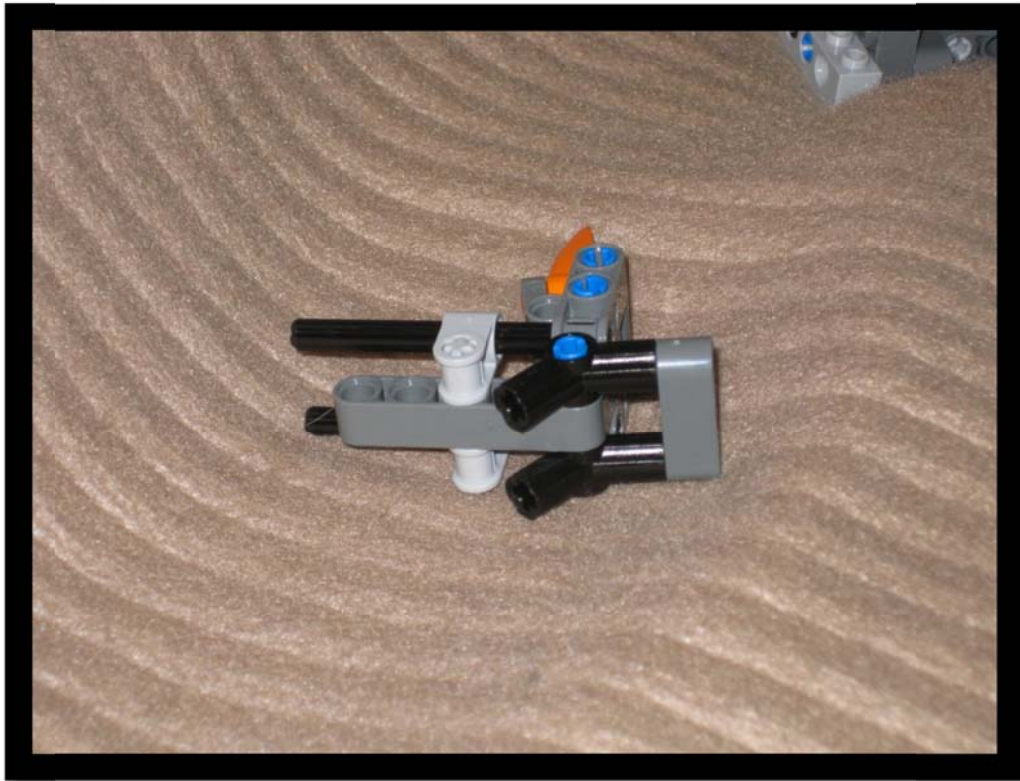


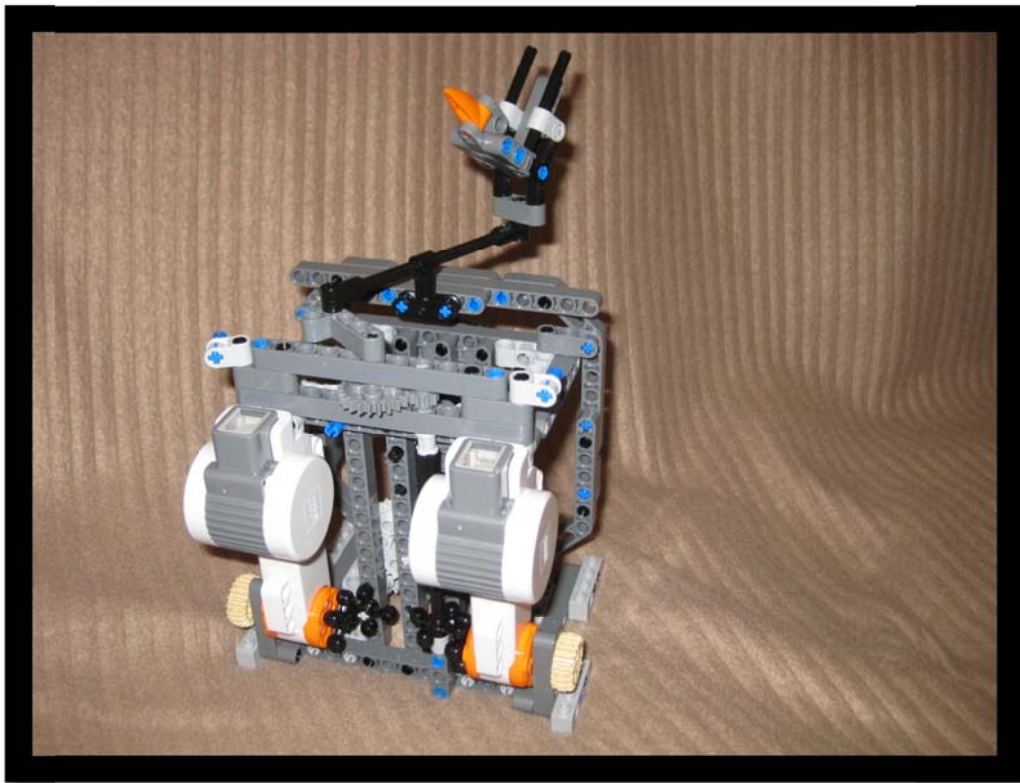
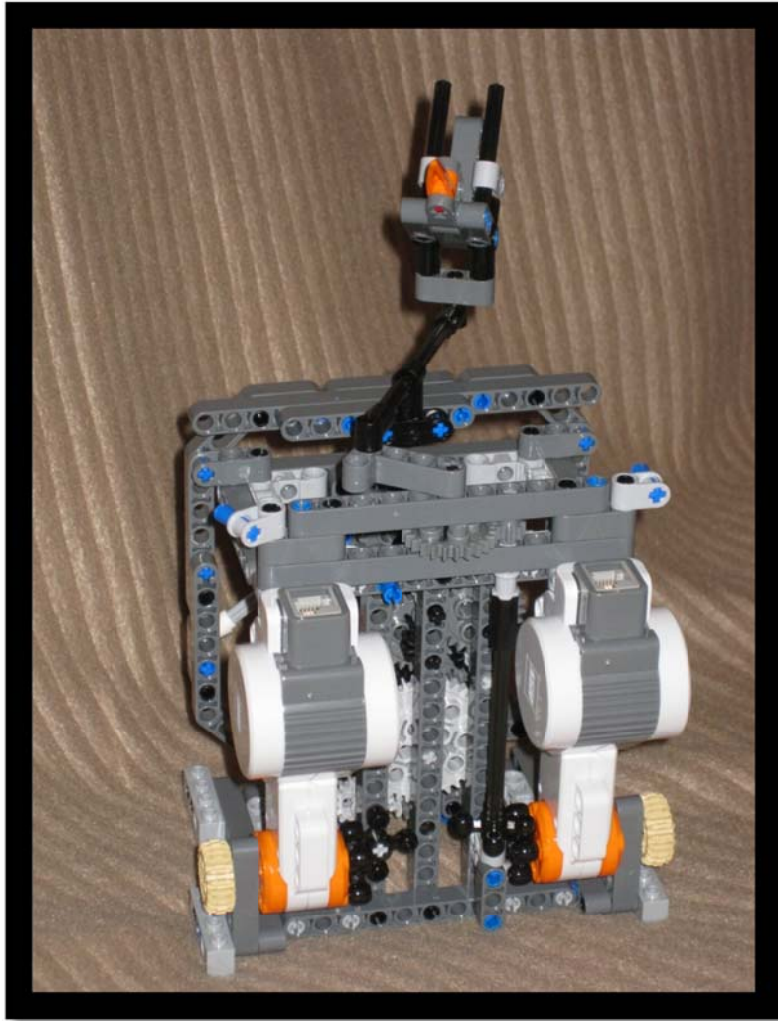












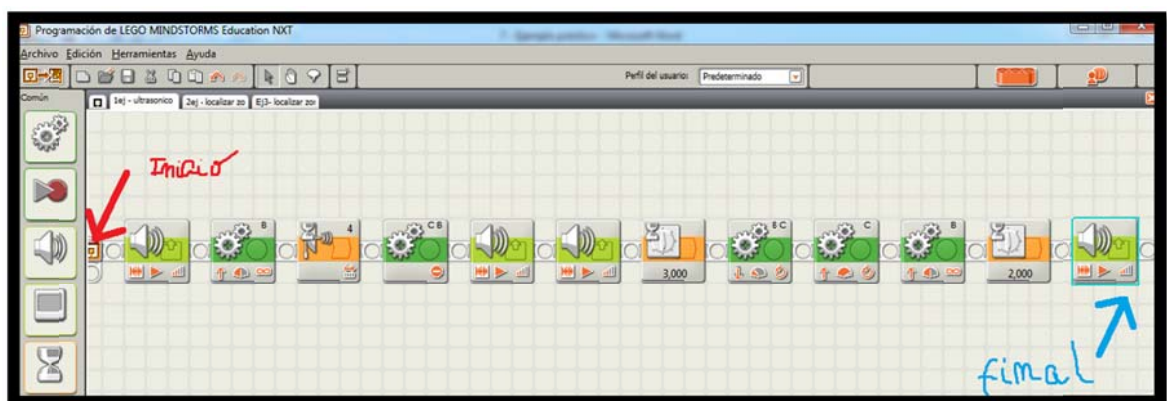
Programación

Coche inteligente

Ejercicio 1

A continuación veremos cómo ha sido desarrollado este ejercicio a través de varias diapositivas donde se intenta plasmar el funcionamiento de cada botón.

Para empezar vamos a colocar una vista global de lo que acabará siendo el ejercicio entero.



Seguidamente veremos la programación que le hemos dado a cada botón.

En primer lugar nos encontramos ante la imagen del botón número 1, este se encarga de reproducir "start". Como se muestra en la imagen, la intensidad del volumen está al 50% de su capacidad ya que con eso era suficiente.



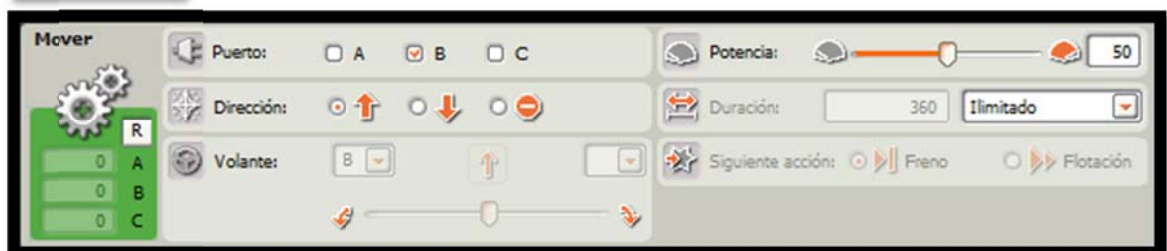
A continuación nos encontramos ante el segundo botón, para explicar el funcionamiento de este es necesario aclarar primeramente una serie de características referentes a la construcción del robot.

Como bien hemos dicho antes, el coche inteligente está compuesto por 4 sensores y dos servo motores. Para poder entender completamente la programación de muchos de los siguientes botones que veremos, es necesario que plasmemos una serie de detalles, siendo estos considerados de suma importancia.

El ladrillo inteligente NXT está compuesto por 3 salidas; A, B, C y 4 salidas; 1, 2, 3, 4. Ahora especificaremos como han sido estas conectadas con los sensores y los servos:

- Salida A: No ha sido utilizada.
- Salida B: Conecta con el Servo trasero, el encargado de la propulsión del robot.
- Salida C: Conecta con el Servo delantero, el encargado de girar las ruedas.
- Entrada 1: Conecta con el Sensor de presión izquierdo.
- Entrada 2: Conecta con el Sensor de presión derecho.
- Entrada 3: Conecta con el Sensor de luminosidad.
- Entrada 4: Conecta con el Sensor ultrasónico.

Una vez dicho esto ya podemos proseguir con el segundo botón, que como plasma la fotografía, se ha configurado para que el servo trasero propulse las ruedas hacia delante con una potencia del 50% de sus posibilidades, de forma ilimitada hasta que se cumplan las instrucciones del siguiente botón.



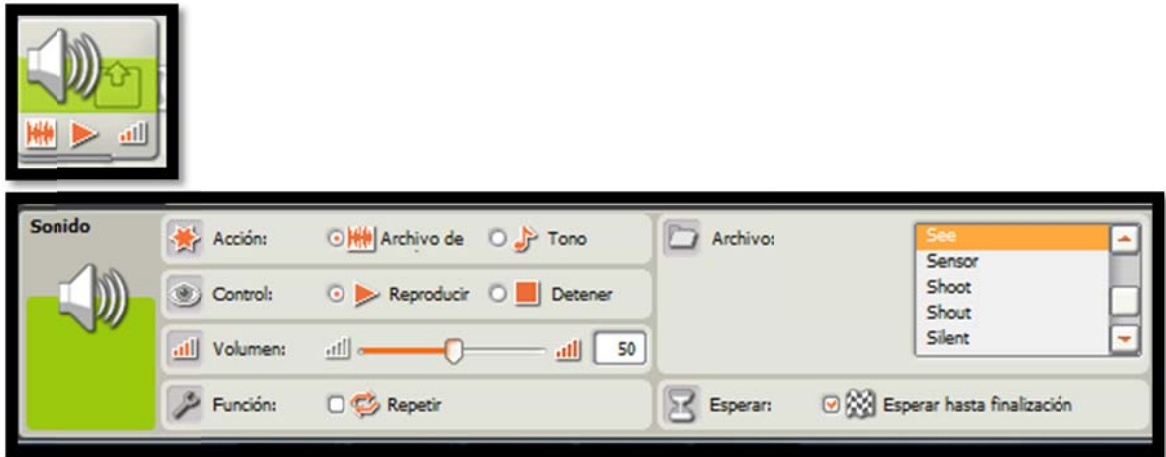
El cuarto botón configura el sensor ultrasónico, éste espera encontrar un obstáculo a una distancia no inferior de 20cm, es por eso por lo que está marcado el puerto número 4.



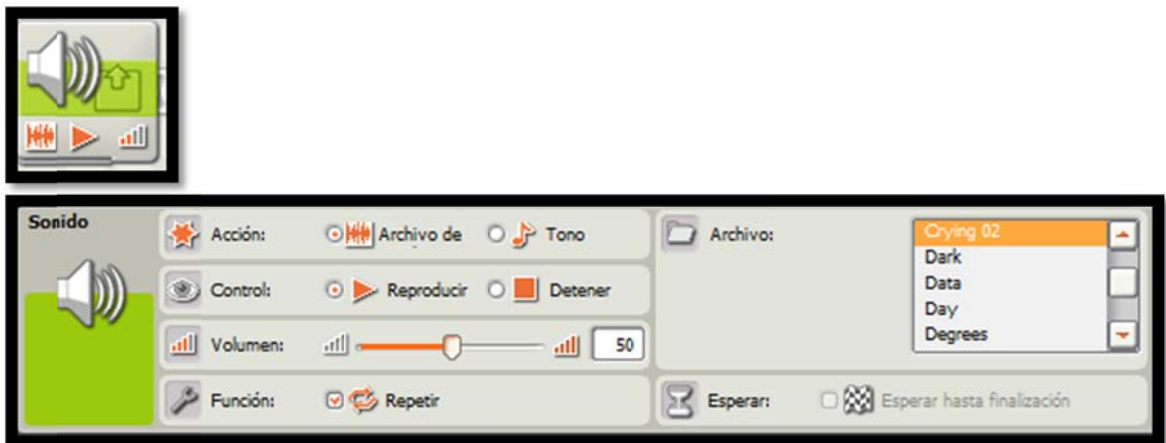
Cuando el robot localiza el obstáculo se para, gracias a la configuración del botón 5. Como la intención es que los dos servos se frenen, hemos señalado los puertos B y C.



Una vez se ha parado el robot, gracias al botón 6 el robot pronuncia “See” con una intensidad del 50%.



A continuación el robot llorará, y esta función está programada con el botón 7.



Con el botón 8 conseguimos que lllore durante 3 segundos seguidos.



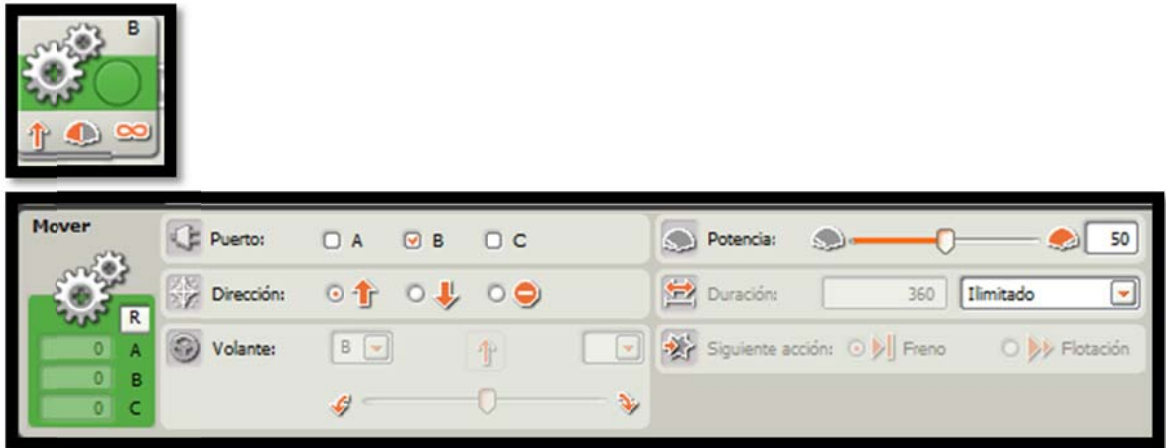
Con el siguiente botón, el robot se moverá hacia atrás girando las ruedas ya que tanto el puerto B como el C están presionados. La potencia de movimiento será del 35% y el giro será de 4 rotaciones de duración. Al finalizar el robot se parará, es por ello por lo que la siguiente acción es el freno.



Tras finalizar la funcionalidad del botón 9, el robot enderezará sus ruedas delanteras sin moverse, es por ello por lo que solo está marcado el puerto C y no lo está el puerto B. La potencia necesaria para llevar a cabo esta instrucción ha sido del 100%. Al finalizar el robot se quedara en estado de flotación.



Acto siguiente, el robot se desplazara hacia delante de forma ilimitada hasta la siguiente instrucción, esto justifica que solo este marcado el puerto B.



El desplazamiento durará solamente dos segundos, gracias al botón que vemos a continuación. Una vez ejecutado el robot se parará.

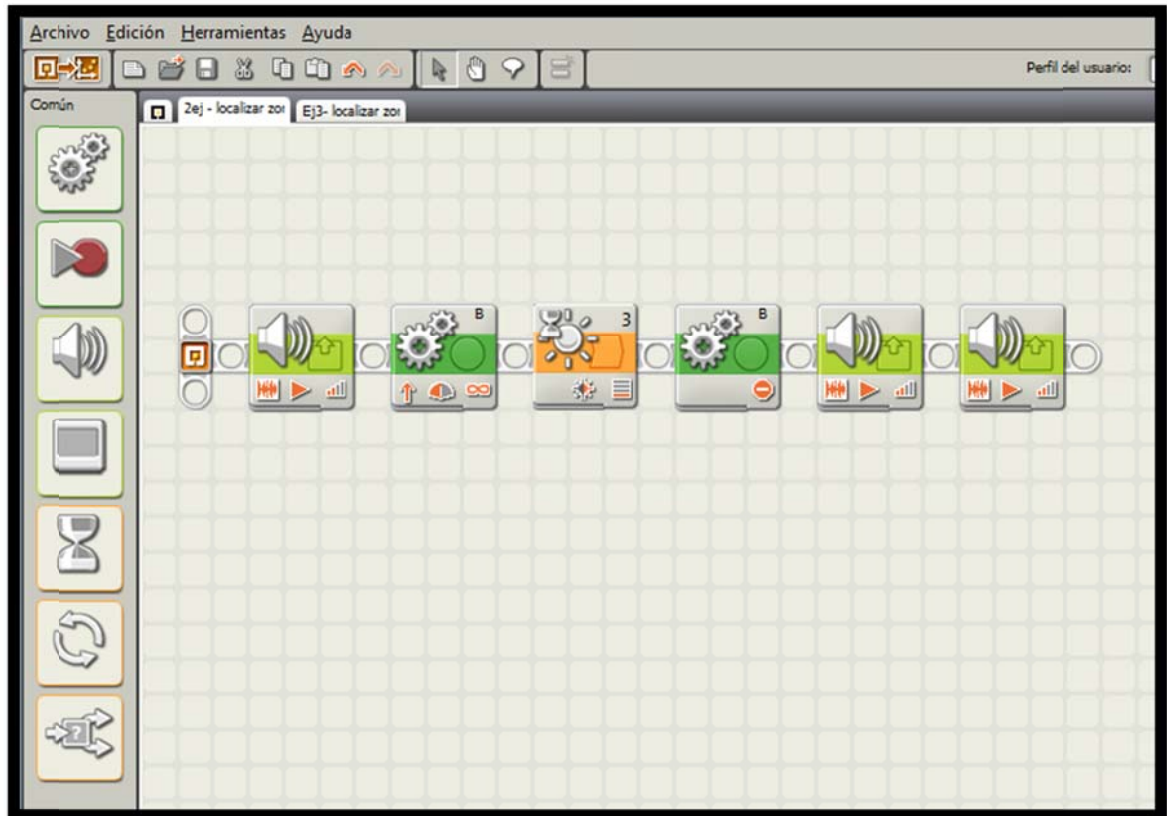


Para finalizar el programa, el robot pronunciará "Goodbye" gracias al botón de abajo.



Ejercicio 2

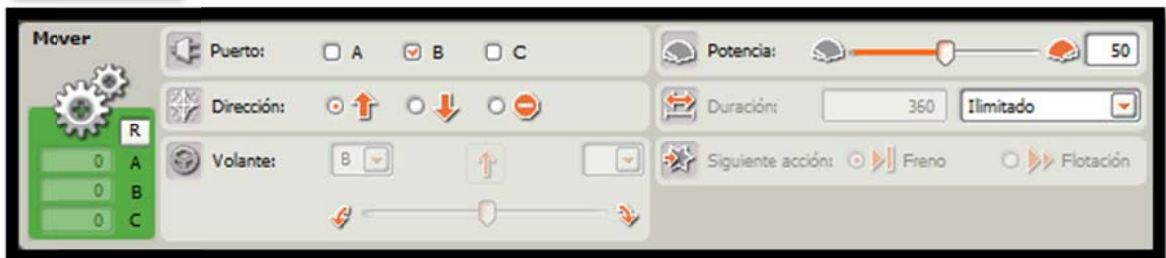
Por lo que respecta a la programación del segundo ejercicio, aquí dejamos una imagen completa de lo que acabará programando la segunda funcionalidad del robot.



En primer lugar tenemos un botón de sonido en el que programamos que el robot solo empezar pronuncie “Start” con una potencia del 50%.



Seguidamente, con el segundo botón conseguiremos que el robot se mueva hacia delante de una manera ilimitada hasta que no se cumplan las condiciones del siguiente botón. La potencia especificada de movimiento ha sido del 50% y como no pretendíamos que el robot adquiriera ningún ángulo de giro, solo hemos marcado el puerto B.



El botón de la imagen de abajo programa el sensor de luminosidad, cuyo puerto corresponde al número 3, con el fin de que el robot rastree una zona oscura mientras que robot se está desplazando. Ahora bien, en la imagen se puede observar que hemos colocado una intensidad de oscuridad del 40%, esto ha sido así porque durante las condiciones de la prueba, la intensidad de luz que ha percibido el sensor han sido superiores, cerca del 65% de luminosidad.

Cabe recalcar entonces, que esta programación dependerá mucho de esta condición exterior para su correcto funcionamiento.



Una vez el robot haya localizado una zona oscura se parará y esto es debido a la programación del siguiente robot. Como solo estaba en marcha el Servo B no ha sido necesario presionar ningún otro.



The 'Mover' block configuration is as follows:

- Puerto:** A B C
- Potencia:** Slider set to 75
- Dirección:** Up Down Stop
- Duración:** 1 Rotaciones
- Volante:** B
- Siguiente acción:** Freno Flotación



The 'Sonido' block configuration is as follows:

- Acción:** Archivo de Tono
- Archivo:** Dark
- Control:** Reproducir Detener
- Volumen:** Slider set to 50
- Función:** Repetir
- Esperar:** Esperar hasta finalización

Para finalizar el ejercicio, el siguiente robot hará que el robot pronuncie "Goodbye".



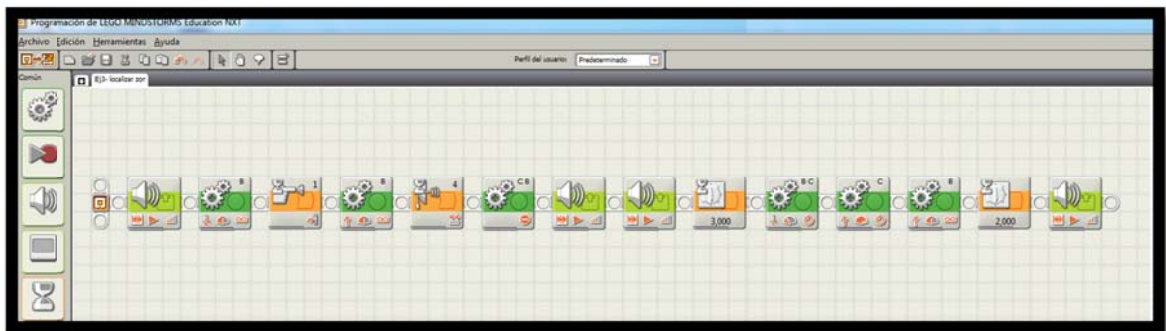
The 'Sonido' block configuration is as follows:

- Acción:** Archivo de Tono
- Archivo:** Goodbye
- Control:** Reproducir Detener
- Volumen:** Slider set to 50
- Función:** Repetir
- Esperar:** Esperar hasta finalización

Ejercicio 3

Para finalizar con los ejercicios del coche inteligente solo nos queda ver este ejercicio, donde programamos el último sensor que no habíamos utilizado hasta ahora, el sensor de presión.

Aquí dejamos una vista global de lo que acabará siendo el ejercicio completo.



En primer lugar, como en los otros dos ejercicios, el robot pronunciará "Start" gracias al botón que ya hemos visto anteriormente.



A continuación, con este botón conseguimos que el coche se mueva hacia atrás, presionando el puerto B con movimiento ilimitado y cuya potencia está al 50%.



El robot se desplazará hasta que se cumplan las condiciones del siguiente botón. El botón que nos precede programa el sensor de presión izquierdo, en cuanto este sea presionado el robot seguirá con las instrucciones del siguiente botón.



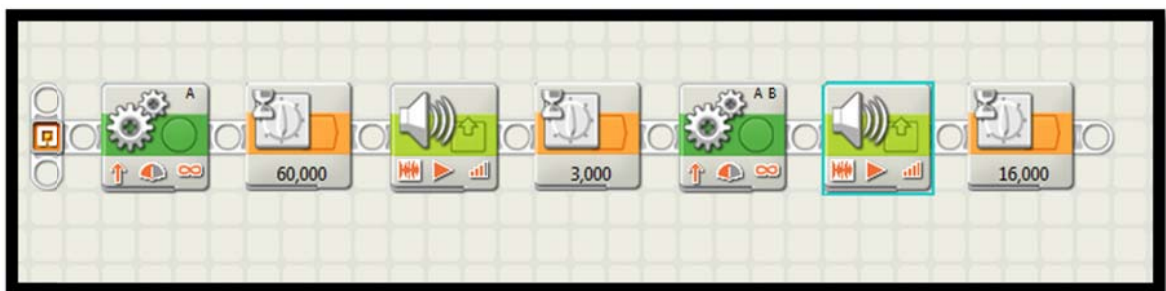
A partir de aquí, el ejercicio se completa con las instrucciones del ejercicio número 1. Hemos considerado un poco redundante el ponerlo de nuevo, con lo que si necesitan más detalles les dirigimos al ejercicio número 1 de este mismo tema.

Reloj

Ejercicio

A continuación veremos cómo ha sido desarrollado este ejercicio a través de varias diapositivas donde se intenta plasmar el funcionamiento de cada botón.

Para empezar vamos a colocar una vista global de lo que acabará siendo el ejercicio entero.



Seguidamente veremos la programación que le hemos dado a cada botón, pero en primer lugar explicaremos una serie de características referentes a la construcción del robot, que son necesarias para su comprensión.

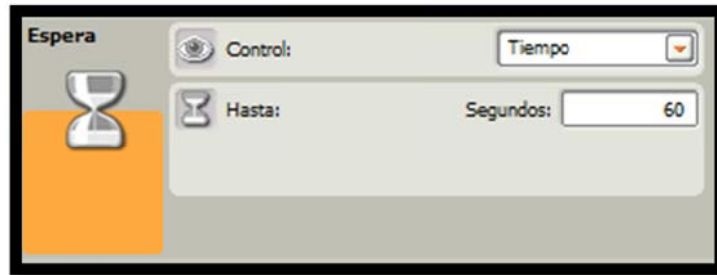
Como bien hemos dicho antes, el reloj está compuesto por dos servo motores y el ladrillo inteligente NXT está compuesto por 3 salidas; A, B, C y 4 salidas; 1, 2, 3, 4. En este caso no necesitaremos utilizar ninguna de las salidas, ya que no disponemos de ningún sensor que conectar. Sin embargo tenemos los servos, que conectaremos en las salidas A y B. En la salida A se conectará el servo encargado de mover tanto el segundero como el minuterero y la flecha de la hora. Mientras en la salida B se conectará el servo encargado de mover al pájaro cuco.

Una vez aclarado este punto, proseguimos con la explicación de la funcionalidad de cada botón.

En primer lugar nos encontramos con un robot que lo que hace es mover el servo A hacia delante, cuya potencia es del 50 % y la duración ilimitada. Con esta programación conseguimos que el segundero se mueva y en consecuencia el resto de las flechas de minuto y hora.



Con el botón que presentamos a continuación conseguimos que, tras pasar un segundo, el tercer botón se ponga en funcionamiento.



Este botón de sonido permitirá que el NTX reproduzca un sonido acústico, avisando que en breve saldrá el reloj cuco. El volumen necesario ha sido del 75% debido al ruido de los servos.



La ejecución del botón anterior solo será de tres segundos gracias a la programación de espera de este botón.



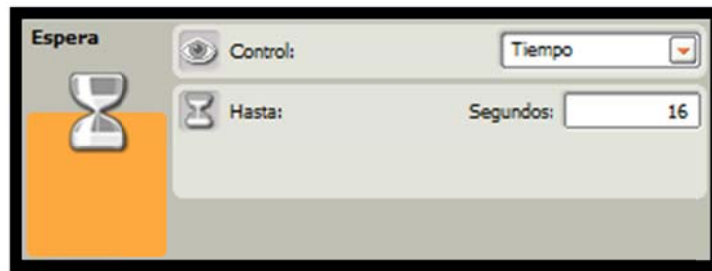
En último lugar nos encontramos ante un botón que programa la puesta en marcha de los dos servos, tanto el que mueve las agujas del reloj, así como el que mueve el reloj cuco, es por ello por lo que están marcados los puertos A y B. La potencia requerida ha sido del 50% y el volante tiene que ir necesariamente hacia delante, ya que de otro modo, las agujas del reloj irían en sentido contrario.



Durante el movimiento del cuco el NXT emitirá un sonido de manera repetitiva con el volumen colocado al 100%, tal como se puede observar en la imagen inferior.



Este sonido se reproducirá repetitivamente durante 16 segundos, como programa el botón de espera que mostramos a continuación.



Depuración de errores

Cualquier persona que haya programado alguna vez sabe que es muy poco frecuente que un diseño se comporte a la primera como se espera, es por ello por lo que hemos creado esta sección, para poder especificar que fallos hemos encontrado tanto en la construcción, como en la programación de las diferentes versiones del dispositivo.

No obstante, cabe añadir que dado que el método de programación está basado en una serie de botones gráficos ya programados los errores de programación han sido mínimos, aún así seguidamente detallaremos todos los puntos conflictivos en los que nos hemos encontrado a lo largo del trabajo.

Coche inteligente

Por lo que respecta al coche inteligente, a lo largo del manejo con éste, hemos tenido los siguientes problemas:

1. Marcar tanto el servo B como el C cuando se deseaba que el robot fuera en dirección recta hacia delante. Al haber marcado el servo C le indicábamos que éste tenía también que moverse, aspecto completamente innecesario. Este primer conflicto lo solucionamos des-seleccionando el puerto C.
2. Enderezar las ruedas. En el primer y tercer ejercicio se requiere enderezar las ruedas, pero claro, esto es muy complicado dependiendo de las condiciones del suelo en el que se trabaje, es por ello por lo que modificando el número de rotaciones y la potencia conseguimos solucionar el problema a base de pruebas. Este procedimiento tendríamos que repetirlo siempre que se cambie el suelo en el que se trabaja.
3. La programación del sensor luminoso nos trajo unos cuantos problemas hasta que descubrimos que cuando se conectaba el robot al ordenador, este se conectaba con el programa configurador, donde se nos informaba del porcentaje de luminosidad que había en la habitación. Una vez teníamos estos datos, solamente teníamos que indicar un porcentaje inferior al que el robot marcaba.
4. Durante las pruebas de los ejercicios, encontramos un posible defecto de construcción, y digo posible porque el robot está limitado a la hora de calibrar sus sensores y servos. Antes de ejecutar cualquier ejercicio teníamos que enderezar las ruedas delanteras ya que no es posible llevarlo a cabo de otro modo, debido a las limitaciones del diseño del robot. Aun así, en la mayoría de las ocasiones el robot se desplaza sutilmente hacia un lado.

Reloj

Por lo que respecta al proyecto del Reloj, nos complace decir, que lo hemos realizado prácticamente sin ningún tipo de complicación, no obstante siempre hay cosas que matizar.

En primer lugar hablaremos de la potencia de los motores. Dependiendo de la potencia especificada, los minutos transcurridos en las agujas de nuestro robot corresponderán o no al tiempo ajustado de un minuto de los relojes corrientes.

Por otro lado es muy importante especificar que la dirección, del servo conectado a la salida A, vaya en dirección hacia delante ya que en caso contrario las agujas del reloj retrocederían, realizando un trabajo totalmente contradictorio al deseado. Por lo que respecta al servo que se encarga de desplazar el cuco hacia delante y hacia detrás, no habría inconveniente alguno de que la dirección del servo fuera hacia detrás, ya que el resultado sería el mismo, solo que el cuco daría las vueltas al revés.

Como última matización, pensamos que el funcionamiento de la aguja de las horas no funciona correctamente. Este error lo atribuimos a un fallo de construcción en una de las piezas claves de lego para llevar a cabo este proyecto. Debido a que la pieza es individual y no existen más replicas en el pack adquirido tras la compra, nos ha sido imposible la comprobación de dicho error.

Conclusiones

En este último tema, hemos desarrollado el ejemplo práctico, que podríamos dividir en dos secciones.

La primera engloba una guía docente donde en primer lugar aclara el tipo de actividad extraescolar que se pretende organizar, cuyo fin es principalmente introducir a los pequeños en el mundo de la programación. También hemos incluido una breve descripción de las actividades, así como los objetivos generales y específicos que pretendemos que adquieran los niños con el transcurso de la actividad. Acto seguido tratamos los conocimientos previos necesarios que necesita un niño para impartir este tipo de actividad.

Tras terminar con todos estos puntos anteriores, ha sido necesario un poco de organización, y de este modo poder planificar una estructuración de las unidades didácticas y una distribución del trabajo. Con el fin de concluir con esta primera sección, siendo considerada ésta de cierta importancia, hemos desarrollado la metodología de enseñanza y de una posible evaluación. De este modo conseguimos que todos los puntos necesarios para poder llevar a cabo la actividad sean factibles y viables de cara a aplicarlo en Institutos u organizaciones de actividades extraescolares.

Por lo que respecta a la segunda sección, hemos incluido diversos apartados, intentando que fuera éste el que mejor plasmara, mediante imágenes y una gran gama de detalles, ejercicios y montajes tanto en estructura como en programación del Robot Mindstorms NXT. Rectificando en todo lo posible los fallos tanto de programación como de construcción observados en el transcurso del trabajo desarrollado.

No obstante, a pesar de haber apreciado diferentes construcciones, siendo estas consideradas cien por cien representativas del gran trabajo que pueden llegar a hacer los niños, solo simbolizan un porcentaje muy pequeño de todas las posibilidades de construcción y aprendizaje que pueden llegar a darse.

Valoración del trabajo realizado

Para realizar una justa valoración del trabajo realizado es totalmente necesario tratar muchos aspectos técnicos, formativos y organizativos que de no ser así sería completamente imposible llevar a cabo.

Primeramente nos gustaría aclarar que cuando comenzamos con este proyecto lo que más nos interesaba era el poder organizar una actividad, una actividad que encontrábamos y seguimos sintiendo sumamente atractiva. Una actividad que actualmente hay muy pocos institutos que la llevan a cabo debido a diversos factores. En primer lugar la formación del tutor, ya que para embarcarse en un proyecto de este calibre es necesario organización y conocer perfectamente con qué se está trabajando. A parte, el realizar una estructura de arriba a abajo de lo que se quiere hacer cuesta su tiempo y no todo el mundo dispone de él o reúne todos los requisitos expuestos anteriormente.

La falta de información conduce en cierto modo a la ignorancia, se desconoce que cada vez más es completamente necesario que desde pequeños aprendamos aspectos que en un futuro van a ser cruciales para todos, y es evidente que la programación y la robótica están a la orden del día. Pero sin embargo también podemos hablar de muchas otras cosas, desde el manejo de un ordenador, un dispositivo móvil, un electrodoméstico, etc.

Con esto queremos decir que, aunque se ignore, ya hace años que se llevan desarrollando, en el extranjero, este tipo de proyectos. Y no solo en el extranjero, solo que el porcentaje de institutos o instituciones que lo llevan a cabo en España es considerablemente más reducido.

Es por ello por lo que embarcarnos en este proyecto no fue tarea fácil. Al principio fue muy costoso debido a la falta de formación e información, pero como todos sabemos Internet lo tiene todo. Con el transcurso del tiempo, las cosas fueron a mejor y todos los días descubríamos algo nuevo, hasta que finalmente un día nos dimos cuenta de que nuestro trabajo ya prácticamente había concluido.

¿Qué es lo que podemos valorar de nuestro trabajo? Bien pues una de las principales cosas, la búsqueda de información, las ganas de hacer un buen trabajo y sobretodo la constancia y perseverancia.

Nos inscribimos en foros, visitamos diversos blogs, consultamos tanto a proveedores como a gurús de la programación y de la robótica, nos pusimos en contacto con profesores que llevaban proyectos como el que estábamos desarrollando para que nos

aportaran sus consejos y resolvieran nuestras dudas, contactamos con varios organizadores de competiciones, etc.

En conclusión, creemos que debido al trabajo curtido a lo largo de todo este año podemos decir que hemos conseguido todos nuestros objetivos excepto uno, llevarlo a la práctica. Encontrar un grupo de alumnos a los que poder enseñar todo lo que hemos aprendido incluso más, y poder hacer de ellos mejores personas. Pero estamos convencidos que lo conseguiremos.

Webgrafía

- <http://www.lego.com/education/>
- <http://www.fischertechnik.com/>
- http://www.robotis.com/xe/ollo_en
- http://www.robotis.com/xe/bioloid_en
- http://www.robotis.com/xe/dynamixel_en
- <http://www.moway-robot.com/>
- <http://www.robobuilder.net/eng/>
- <http://proyectbioloid.wordpress.com/>
- <http://robotervicesgroup.com/ChartTorque.html>
- <http://robotervicesgroup.com/RobotsPage1.html>
- http://www.robotis.com/xe/PowerUsers_en
- <https://www.minirobots.es/>
- http://www.cienciapopular.com/n/Tecnologia/Androides_Humanoides_y_Cyborgs/Androides_Humanoides_y_Cyborgs.php
- <http://www.monografias.com/trabajos31/robotica/robotica.shtml>
- <http://robotec11.tripod.com/id4.html>
- <http://usuarios.multimania.es/sparta/experiences12.html>
- <http://es.wikipedia.org/wiki/Rob%C3%B3tica>
- <http://mandobots.jimdo.com/clasificaci%C3%B3n-de-los-robots/>
- http://www.educa.madrid.org/web/ies.alpajes.aranjuez/Web_robotica/tiposrobots.htm
- http://d1105488.mydomainwebhost.com/usuarios/Toni/web_robot_3/robot_indice.html
- <http://www.monografias.com/trabajos10/robap/robap.shtml>
- <http://www.roboticspot.com/spot/asifue/his2004b.html>
- <http://es.wikipedia.org/wiki/LEGO>
- http://ro-botica.com/wedo_sys.asp
- http://ro-botica.com/mindstorms_sys.asp
- <http://ro-botica.com/mindstorms.asp>
- http://es.wikipedia.org/wiki/Lego_Mindstorms
- <http://en.wikipedia.org/wiki/Lego>
- <http://aboutus.lego.com/en-us/group/vision.aspx>
- <http://www.ro-botica.com/educacion.asp>
- http://ro-botica.com/LEGO_Power_Functions.asp
- http://ro-botica.com/FischerTechnik_profisp
- http://ro-botica.com/FischerTechnik_robotic.asp
- http://ro-botica.com/FischerTechnik_Plus.asp
- http://ro-botica.com/FischerTechnik_training.asp
- <http://www.robotis.com/xe/>

- <http://www.facebook.com/pages/OLLO/58728218875#!/pages/OLLO/58728218875?v=info>
- <https://arigirlforever.wordpress.com/category/robotica-educativa/>
- [**http://ro-botica.com/LEGO_education.asp**](http://ro-botica.com/LEGO_education.asp)
- <https://arigirlforever.wordpress.com/category/robotica-educativa/>
- <http://grupoeducativa.blogspot.com/2010/09/tecnicas-para-motivar-al-estudiante.html>
- http://lnrc.es/comp_lnrc.php
- http://www.roboticspot.com/robotica_competicion.php
- <http://lnrc.es/lnrc2009detalle.pdf>
- http://es.wikipedia.org/wiki/Competiciones_de_robots
- <http://www.hoytecnologia.com/noticias/5000-estudiantes-participan-competicion/5847>
- <http://grupoeducativa.blogspot.com/2010/12/robotica-educativa-las-competiciones.html>
- <http://grupoeducativa.blogspot.com/2010/04/aportes-de-la-robotica-educativa.html>
- <http://grupoeducativa.blogspot.com/2011/01/por-que-la-robotica-para-los-ninos.html>
- <http://grupoeducativa.blogspot.com/2010/09/robotica-educativa.html>
- <http://grupoeducativa.blogspot.com/2010/12/robotica-educativa-una-oportunidad.html>
- <http://www.roboticspot.com/cosmobot/index.php>
- <http://www.youtube.com/watch?v=nYqUkbsr2PA>
- <http://en.wikipedia.org/wiki/FIRST>
- <http://robotus.esibot.net/inicio>
- <http://www.robocup2011.org/en/>
- <http://www.robocupjunior.org.au/>
- <http://www.robocup2010.org/index.php>
- <http://www.madridbot.org/>
- <http://www.madridbot.org/index.htm>
- <http://www.firstchampionshiphousing.com/Home.aspx>
- http://en.wikipedia.org/wiki/FIRST_Championship
- http://www.flfirst.org/Florida_First_Tech_Challenge/Home.html
- <http://en.wikipedia.org/wiki/FIRST>
- <http://www.firstlegoleague.es/>
- http://www.flfirst.org/Florida_First_Tech_Challenge/Home.html
- <http://en.wikipedia.org/wiki/FIRST>
- <http://www.usfirst.org/>
- http://www.worldlingo.com/ma/enwiki/es/International_Aerial_Robotics_Competition

- <http://robotsperu.org/foros/simuladores-de-robots-vt102.html>
- <http://www.microsoft.com/robotics/#GetIt>
- <http://pagerankstudio.com/nuestrosalud/blog/?p=47258>
- <http://es.w3support.net/index.php?db=so&id=764202>
- <http://wiki.webdearde.com/index.php?title=Herramientas#Simulador>
- <http://es.wikipedia.org/wiki/Webots>
- <http://www.cea-ifac.es/actividades/jornadas/XXV/documentos/7-arancoaelt.pdf>
- <http://www.scribd.com/doc/7131728/Simulador-y-Emulador>
- <http://sites.google.com/site/proyectosroboticos/Descargar-Simuladores/simulador-rv-2aj>
- <http://kefamare.galeon.com/simuladores.htm>
- <http://robotica.isa.upv.es/virtualrobot/>
- <http://www.sdfast.com>
- <http://www.yobotics.com>
- <http://usa.autodesk.com/adsk/servlet/pc/index?id=13577897&siteID=123112>
- <http://www.openrtp.jp/openhrp3/en/about.html>
- <http://www.newtonium.com>
- <http://www2.elo.utfsm.cl/~mineducagv/docs/ListaDetalladadeModulos/servos.pdf>
- http://robots-argentina.com.ar/MotorServo_basico.htm
- <http://www.duiops.net/hardware/micros/micros.htm>
- <http://es.wikipedia.org/wiki/Microprocesador>
- http://iesvillalbahervastecnologia.files.wordpress.com/2011/01/materiales_metales1.pdf
- <http://www.monografias.com/trabajos14/propiedadmateriales/propiedadmateriales.shtml>
- <http://robotikas.blogspot.com/>
- <http://www.comgrap.cl/videos/vexrobotics/video.html>
- <http://blog.campus-party.es/index.php/category/campusbot/>
- <http://www.cyberbotics.com/download>
- <http://www.electricbricks.com/lego-educativo-mindstorms-9841-ladrillo-inteligente-nxt-lego-education-p-251.html>
- http://ro-botica.com/mindstorms_LEGO_Education_9695.asp
- http://www.worldlingo.com/ma/enwiki/es/Lego_Mindstorms#Programming_Lenguajes
- http://www.worldlingo.com/ma/enwiki/es/Graphical_user_interface
- <http://www.worldlingo.com/ma/enwiki/es/LabVIEW>
- http://www.worldlingo.com/ma/enwiki/es/Lego_Mindstorms#Programming_Lenguajes

- http://www.worldlingo.com/ma/enwiki/es/Lego_Mindstorms#LEGO_Mindstorms_NXT
- <http://www.robotc.net/download/nxt/>
- <http://lejos-osek.sourceforge.net/>
- <http://lejos.sourceforge.net/nxj.php>
- http://www.electronickits.com/robot/BIOLOID_Beginner.htm
- <http://dat.etsit.upm.es/~luciano/blog/libros-sobre-lego-mindstorms-nxt>
- <http://www.uhu.es/cine.educacion/didactica/0031clasificacionmetodos.htm>