

INFORME TÉCNICO



EMPRESA: MUNDO READER, S.L.

TITULO DEL PROYECTO: BOTBLOQ: Ecosistema integral para el diseño, fabricación y programación de robots DIY

Nº DE PROYECTO: IDI-20150289

FECHA PREVISTA COMIENZO PROYECTO: 02-01-2015

FECHA PREVISTA FINAL PROYECTO: 30-06-2017

HITO Nº: 1

FECHA PREVISTA COMIENZO HITO: 02-01-2015

FECHA PREVISTA FINAL HITO: 31-12-2015

EMPRESA: MUNDO READER, S.L.	Nº PROYECTO: IDI-20150289
TITULO PROYECTO: BOTBLOQ: Ecosistema integral para el diseño, fabricación y programación de robots DIY	HITO Nº:1

1. INTRODUCCIÓN. RESUMEN TÉCNICO	ANUALIDAD Nº 2015
1.1 PRESENTACIÓN GENERAL DE RESULTADOS.	
<p>El presente Informe Técnico Anual del proyecto BOTBLOQ resume las acciones técnicas realizadas durante la anualidad 2015, que ha servido, para arrancar el proyecto y para realizar el trabajo correspondiente a la primera anualidad del proyecto.</p> <p>Se ha avanzado en todos los paquetes de trabajo según estaba previsto. Hay que notar que en la Memoria Técnica del proyecto entregada hay un error en el calendario, indicando que en este primer año se realizaría el 100% del PT3 mientras que tan sólo se realizaría el 33 % del PT2. La calendarización correcta debería haber indicado que en este primer año se completaría el 100% del PT2 y el 33 % del PT3, dado que el PT2 es requisito para el desarrollo del PT3. Sentimos el error de la documentación entregada (en nuestra documentación interna el calendario era correcto y no hemos caído en el error hasta la preparación de este informe). Según previsto se ha completado el 100% del PT2 y se han iniciado los desarrollos del PT3, terminando la primera prueba de concepto, y que continuarán durante el segundo año del proyecto. Esta modificación de calendario ha sido notificada al CDTI. Por lo tanto, hecha esta corrección, se ha conseguido cumplir los objetivos y obtener los resultados previstos.</p> <p>De esta forma, en el término de este año, acorde a lo especificado en el PT 2, se ha desarrollado una aplicación que permite el diseño y programación de proyectos electrónicos DIY, usando programación basada en bloques, y siguiendo los requisitos pedagógicos planteados para el fomento del desarrollo de competencias claves de los alumnos de distintas franjas de edad. Se ha analizado la efectividad pedagógica de la aplicación en distintos experimentos y grupos de edad. Además se ha formado al profesorado para el uso de la herramienta en las aulas, y se ha recogido y aplicado del feedback tanto de alumnos como de docentes para la mejora de la aplicación.</p> <p>Además, de acuerdo al PT3, se ha desarrollado la primera versión de la introducción de robots DIY en la plataforma, para su programación tanto a alto como a bajo nivel, sirviendo como primera prueba de concepto para la posterior introducción de robots modulares de mayor complejidad, de cuya investigación y desarrollo se ha ocupado el grupo de investigación de la Universidad de Castilla la Mancha, como partner del proyecto.</p> <p>Con respecto al PT4, se ha llevado a cabo la investigación sobre robots modulares para su introducción en la plataforma desarrollada. Para ello, se han investigado las plataformas robóticas existentes y se ha hecho un análisis de requisitos por parte del espectro de usuarios potenciales. A raíz de este trabajo, se ha realizado la definición de funcionalidades que debe aportar la estructura modular desarrollada en el proyecto. Estas definiciones incluyen el diseño de la</p>	

EMPRESA: MUNDO READER, S.L.	Nº PROYECTO: IDI-20150289
TITULO PROYECTO: BOTBLOQ: Ecosistema integral para el diseño, fabricación y programación de robots DIY	HITO Nº:1

estructura modular, junto con el diseño de dichos módulos, incluyendo la estructura mecánica y electrónica de la misma. Se ha definido el uso de ROS (Robot Operating System) tanto para el diseño como para el control de los robots modulares. También se han detallado la descripción de los modos de diseño (predefinida, manual, semi-automática)

1.2 JUSTIFICACIÓN ENTREGABLES

Los entregables de la primera anualidad son:

PT1

E1.1: Web con las características y avances del proyecto.

E1.2: Informes de seguimiento del proyecto.

PT2

E.2.1. Especificación de requisitos de la aplicación a desarrollar identificando las habilidades

E.2.2. Especificación de requisitos identificando periféricos que debe soportar la aplicación a desarrollar.

El Entregable 2.3 se ha subdividido en dos entregables:

E.2.3.1 Informe descriptivo de la aplicación

E.2.3.1 Resultados de la validación de la aplicación desarrollada.

E.2.4. Entorno de programación genérico para proyectos electrónicos.

PT3

E.3.1: Especificación de Requisitos.

El entregable 3.2 se ha subdividido en dos entregables:

E.3.2.1: Informe descriptivo de la aplicación

E.3.2.2: Informe de los resultados de la validación.

E.3.3: Módulos de Programación de BOTBLOQ

PT4

E.4.1. Informe detallado del estado del arte

E.4.2. Diseño de la arquitectura modular

1.3 FECHA Y FIRMA DEL LIDER DEL PROYECTO (BENEFICIARIO).

A 9 de febrero de 2016.

REPRESENTANTE
Mundo Reader, S.L.

EMPRESA: MUNDO READER, S.L.	Nº PROYECTO: IDI-20150289
TITULO PROYECTO: BOTBLOQ: Ecosistema integral para el diseño, fabricación y programación de robots DIY	HITO Nº:1

2. OBJETIVOS DEL PROYECTO

El objetivo principal del proyecto botbloq es la construcción de una plataforma DIY para facilitar el diseño, fabricación y programación de robots orientada tanto al desarrollo de competencias STEM como al desarrollo de robots personales.

Este objetivo principal se divide en objetivos de tipo metodológico y objetivos de tipo tecnológico.

OBJETIVOS METODOLÓGICOS

Los objetivos metodológicos responden a la necesidad de investigar y desarrollar un método que permita de manera lógica la creación de robots basados en la filosofía DIY:

- OM1.** Metodología para el desarrollo y programación de robots
- OM2.** Metodología de diseño de robots DIY de diferentes complejidades contruidos a partir de módulos

Por lo que respecta al **OM1**, se han realizado las actividades correspondientes al análisis pedagógico y desarrollo y de una aplicación que permite el diseño y programación de proyectos electrónicos genéricos y abiertos. Se ha realizado también la prueba de concepto para la introducción de robots en la aplicación, para su programación a alto y bajo nivel, en distintos modos de dificultad segmentados por la edad de los usuarios. Se han realizado pruebas pedagógicas para el análisis de esta prueba de concepto, que servirán de base para la introducción de robots de configuraciones más complejas en el segundo año del proyecto.

Por lo que respecta al **OM2**, se han llevado a cabo un el estudio de las diferentes estructuras modulares y de los requisitos de nuestro sistema, se ha decidido diseñar la estructura modular heterogénea abierta, esto es: un conjunto de módulos activos con número limitado más un grupo de módulos pasivos con un posible número ilimitado.

Uno de los aspectos fundamentales en el que hemos trabajado es el mecanismo de conexión de módulos. Se han estudiado diferentes alternativas como conexiones BNC y colas de milano, siendo esta última opción la seleccionada para la versión actual de nuestra estructura modular. Este tipo de conexión permite colocar los módulos fácilmente en diferentes configuraciones y con una alta resistencia.

También se comprueba que nuestro diseño gira alrededor de ROS. En concreto ROS nos va a servir tanto como para definir los robots que creemos como para controlarlos.

EMPRESA: MUNDO READER, S.L.	Nº PROYECTO: IDI-20150289
TITULO PROYECTO: BOTBLOQ: Ecosistema integral para el diseño, fabricación y programación de robots DIY	HITO Nº:1

OBJETIVOS TECNOLÓGICOS

Por otro lado, los objetivos tecnológicos están relacionados con la necesidad de construir la plataforma, para lo que es necesario:

- **OT1.** Crear un entorno de programación rápida visual mediante bloques que representen las tareas comunes que puede desarrollar un robot.
- **OT2.** Crear una interfaz con distintos grados de complejidad para satisfacer a un amplio abanico de usuarios.
- **OT3.** Diseñar módulos funcionales para dotar a un robot modular de gran versatilidad.
- **OT4.** Desarrollo de una herramienta software para la generación predefinida, manual y semiautomatizada de estructuras robóticas
- **OT5.** Integración de los robots DIY con smartphones y dispositivos móviles

En este hito hemos abordado los 3 primeros objetivos, para lo cual se han llevado a cabo las actividades relativas al desarrollo de la aplicación de proyectos electrónicos genéricos mediante la programación con bloques, descrita y analizada pedagógicamente en el **PT2**, y la posterior introducción en dicha aplicación de las primeras configuraciones de robots como prueba de concepto en el **PT3**. En cuanto al **PT4**, se ha diseñado las configuraciones de mecánica, hardware y control para los módulos funcionales, los cuales sirven como bloques básicos para construir distintas configuraciones de robots.

EMPRESA: MUNDO READER, S.L.	Nº PROYECTO: IDI-20150289
TITULO PROYECTO: BOTBLOQ: Ecosistema integral para el diseño, fabricación y programación de robots DIY	HITO Nº:1

3. DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES REALIZADAS

PT1: Coordinación del Proyecto

A continuación se describen las actividades realizadas para cada una de las tareas del **PT1**:

Tarea 1.1: Coordinar las actividades del proyecto

Se ha gestionado el proyecto, incluyendo mecanismos de control de calidad de los entregables y gestión destinada a garantizar que se cumplan los plazos de ejecución previstos en la planificación.

Tarea 1.2: Gestionar las relaciones con el equipo del CDTI

Se ha gestionado todas las relaciones con el equipo del CDTI encargado del seguimiento del proyecto, incluyendo la generación de este informe.

Tarea 1.3: Gestionar financieramente el proyecto

Se ha llevado el control financiero del proyecto, velando por el correcto cumplimiento de los presupuestos planificados.

Tarea 1.4: Coordinar técnicamente las actividades del proyecto

Se ha llevado a cabo el control y coordinación técnica de las actividades del proyecto.

Tarea 1.5: Controlar el cumplimiento de las normativas legales y éticas

Se ha controlado el cumplimiento de las normativas legales y éticas dentro del proyecto.

Tarea 1.6: Creación de la Web del Proyecto

Se ha creado un sitio web en el que se publicitan las actividades del proyecto.

<http://botbloq.bq.com/>

EMPRESA: MUNDO READER, S.L.	Nº PROYECTO: IDI-20150289
TITULO PROYECTO: BOTBLOQ: Ecosistema integral para el diseño, fabricación y programación de robots DIY	HITO Nº:1

En la página web se ha incluido el siguiente requisito del contrato:

- Informar al público del apoyo obtenido del FEDER durante la realización del proyecto haciendo una breve descripción del mismo en su sitio de Internet, en caso de que disponga de uno, de manera proporcionada al nivel de apoyo prestado, con sus objetivos y resultados, y destacando el apoyo financiero de la Unión.

The screenshot shows the 'botbloq' website. The top navigation bar includes links for 'botbloq', 'PROYECTO', 'COLABORADORES', 'MEDIA', 'GITUB REPO', 'ACCESO PRIVADO', and a user profile 'Almudena Sanz (almudena.sanz)'. The left sidebar lists 'PROYECTO' with sub-links: Resumen, Objetivos, Equipo, Entregables, Paquetes de trabajo, and Planificación. The main content area features the 'botbloq' logo and a description: 'El objetivo principal del proyecto botbloq es la construcción de una plataforma DIY para facilitar el diseño, fabricación y programación de robots orientada tanto al desarrollo de competencias STEM como al desarrollo de robots personales.' Below this are three columns: 'RESUMEN' (summary of project data), 'OBJETIVOS' (project objectives), and 'EQUIPO' (project team). A 'COLABORADORES' section displays logos for 'bq', 'UCLM', 'Alarcos', 'rob.lind', and 'SMI'. At the bottom, it states the project is funded by CDTI (EXPEDIENTE: IDI-20150289) and the European Union (Fondo Europeo de Desarrollo Regional).

También en la página bitbloq.bq.com

The screenshot shows the 'bitbloq.bq.com' website. The top navigation bar includes links for 'bitbloq', 'COLABORADORES', 'QUIERES PROGRAMAR EL MUNDO?', 'PROYECTO', and 'CONTACTO'. The main content area features the 'bitbloq' logo and a description: 'El objetivo principal del proyecto bitbloq es la construcción de una plataforma DIY para facilitar el diseño, fabricación y programación de robots orientada tanto al desarrollo de competencias STEM como al desarrollo de robots personales.' Below this are three columns: 'RESUMEN' (summary of project data), 'OBJETIVOS' (project objectives), and 'EQUIPO' (project team). A 'COLABORADORES' section displays logos for 'bq', 'UCLM', 'Alarcos', 'rob.lind', and 'SMI'. At the bottom, it states the project is funded by CDTI (EXPEDIENTE: IDI-20150289) and the European Union (Fondo Europeo de Desarrollo Regional).


EMPRESA: MUNDO READER, S.L.	Nº PROYECTO: IDI-20150289
TITULO PROYECTO: BOTBLOQ: Ecosistema integral para el diseño, fabricación y programación de robots DIY	HITO Nº:1

Trabajo a realizar en la siguiente anualidad

Durante la siguiente anualidad se seguirán realizando las actividades anteriores y se empezará las relativas a la tarea 7.

Tarea 1.7: Gestionar la difusión del proyecto

Todavía no se ha llevado a cabo la difusión del proyecto, al estar en el primer hito.

EN CURSO 	FINALIZADA
ENTREGABLES ACTIVIDAD	
<p>A continuación se detallan los entregables a realizar en el marco del PT1:</p> <ul style="list-style-type: none"> E.1.1: Web con las características y avances del proyecto. E.1.2: Informes de seguimiento del proyecto. 	
COMENTARIOS DESVIACIONES	
<p>No ha habido ninguna desviación en este paquete de trabajo y se han cumplido las tareas establecidas.</p>	

EMPRESA: MUNDO READER, S.L.	Nº PROYECTO: IDI-20150289
TITULO PROYECTO: BOTBLOQ: Ecosistema integral para el diseño, fabricación y programación de robots DIY	HITO Nº:1

3. DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES REALIZADAS

PT2: Desarrollo de una plataforma o kit de robótica que incluya el software y hardware para el diseño, construcción y programación de robots genéricos

A continuación se describen las actividades realizadas para cada una de las tareas del **PT2**:

Tarea 2.1: Identificar las habilidades para programar de niños entre 10 y 16 años.

Inicialmente se ha propuesto un estudio por edades. Sin embargo, las habilidades de los niños no sólo dependen de esta variable, sino que también influye el nivel de conocimiento previo que tengan sobre programación.

La investigación previa que se ha realizado ha tenido en cuenta niveles nulos o iniciales de programación para todas estas edades, de modo que se pueda identificar a qué edad resulta más óptimo el aprendizaje de la programación.

1. En qué modo niños entre 10 y 16 años expresan tareas secuenciales.
2. Identificar cómo expresan tareas condicionales y el uso de condiciones y flujos condicionales.
3. Identificar cómo expresan procesos iterativos.
4. Uso de funciones y funciones anidadas.

Con la información recogida a través de la investigación realizada, vamos a comprobar su adecuación al uso de esta herramienta, la programación, mediante un estudio de casos.

Este estudio de casos se está llevando a cabo durante año 2015, con aprendices de las diferentes edades propuestas (desde 10 a 16 años).

Los participantes en el estudio no tienen características ni necesidades especiales (altas capacidades, TDAH, TEA, etc.), y se han elegido como una muestra representativa de toda la población, para garantizar una mayor fiabilidad de los resultados aplicados a la población.

Tras el análisis realizado, resumimos los requisitos para la plataforma. Se quiere construir una plataforma de acceso universal donde cualquier persona pueda aprender robótica y programación usando un lenguaje de bloques.

EMPRESA: MUNDO READER, S.L.	Nº PROYECTO: IDI-20150289
TITULO PROYECTO: BOTBLOQ: Ecosistema integral para el diseño, fabricación y programación de robots DIY	HITO Nº:1

Aunque cualquier persona pueda tener acceso, la adaptación en la que se quiere trabajar está destinada a una población infantil, por lo tanto, los bloques de programación deben ser intuitivos a ojos de los usuarios de la población objetivo, que resuman las funcionalidades de los componentes del kit de robótica y permita adquirir la lógica de programación. Por lo tanto, la creación de un sistema de bloques debería tener en cuenta los siguientes puntos:

- Los bloques deben ser intuitivos. Los bloques que pongan en marcha los componentes de robótica deben ser específicos en describir su funcionalidad.
- Los bloques que permitan operar y establecer conectivas lógicas deben poder anidar fácilmente diferentes bloques.
- La interfaz debe ser accesible y discriminativa. Por un lado, los usuarios deben ver de forma clara en la pantalla del ordenador qué componentes están usando, cómo los están programando, y qué relaciones establecen unos con otros.

Por otro lado, deben discriminarse fácilmente los diferentes tipos de bloques, recomendando el uso de colores para facilitar dicha discriminación. Representar de forma visual los bloques de programación permitiría una fácil discriminación sobre la programación que se está realizando.

- Los bloques deben facilitar un aprendizaje progresivo sobre diferentes aspectos de la programación. Por un lado debería poderse realizar programaciones que den resultados con un feedback inmediato de aquello que se esté programando (que se encienda un LED o un servo gire). Por otro lado, debe ser posible poder realizar programaciones complejas que pongan en juego el uso de varios componentes para cumplir un objetivo.

Tarea 2.2: Identificar una serie de periféricos que niños entre 10 y 16 años puedan comprender de manera intuitiva e incorporar en la programación de proyectos electrónicos.

Durante el desarrollo de la aplicación, se ha utilizado el método de mejora continua, probando y analizando el uso de la aplicación desarrollada, mejorando los requisitos de inclusión de componentes, paralelamente al desarrollo de la aplicación. El desarrollo modular de la aplicación hace muy fácil la incorporación de nuevo componentes electrónicos y el cambio de sus funcionalidades, como se explica en el Entregable 2.3.1 Informe Descriptivo de la aplicación.

EMPRESA: MUNDO READER, S.L.	Nº PROYECTO: IDI-20150289
TITULO PROYECTO: BOTBLOQ: Ecosistema integral para el diseño, fabricación y programación de robots DIY	HITO Nº:1

En base a la experiencia adquirida durante todos los talleres de robótica educativa llevados a cabo por el equipo del Departamento Educativo de BQ. Se ha realizado una consulta a los monitores que habitualmente imparten estos talleres, es decir, una validación por expertos para comprobar la percepción de todos ellos.

Para la realización de este estudio y confirmación del uso de componentes en diferentes edades y ámbitos educativos, también se ha contado con la experiencia en aula de Alfredo Sánchez en el marco de la colaboración Colegio Balder – BQ, en el Anexo I del documento E.2.3.2, que posteriormente se incorporó al Departamento de Educación, así como con la experiencia de los profesores asistentes a las formaciones realizadas por BQ, que han dado sus impresiones de los diferentes componentes y prácticas en el entorno de programación desarrollado.

Esta validación se ha realizado concretamente con 8 expertos del Departamento Educativo de BQ. Para la validación se pidió que marcaran qué componentes de la lista que son adecuados técnicamente para cada edad, teniendo en cuenta principalmente tres aspectos:

1. Comprensión general de componente y de su utilidad.
2. Cantidad de conexiones por pines con el kit de robótica de BQ.
3. Dificultad de la programación del componente.

La validación se apoya en una serie de actuaciones durante el año 2015, en talleres y colaboraciones con el mundo educativo.

Posteriormente, se ha puesto en común los resultados de esta consulta y se han debatido las respuestas de todos hasta llegar a una conclusión común sobre el manejo de cada uno de los periféricos estudiados.

Los resultados obtenidos se resumen en la página 19 del Entregable 2.1 Especificación de requisitos de la aplicación a desarrollar identificando las habilidades.

Con estos resultados iniciales se ha planteado un estudio de validación, que se llevará a cabo de forma simultánea al estudio de casos sobre las habilidades de programación en las diferentes edades estudiadas.

Esta validación se realizará mediante observación a los niños de las diferentes edades, comprobando adecuación de los resultados extraídos de la validación por expertos y, en caso de que alguno no se

EMPRESA: MUNDO READER, S.L.	Nº PROYECTO: IDI-20150289
TITULO PROYECTO: BOTBLOQ: Ecosistema integral para el diseño, fabricación y programación de robots DIY	HITO Nº:1

ajuste a lo planteado, se realizarán estudios complementarios para comprobar la edad más adecuada para el uso del periférico.

Esta validación permitirá estudiar la idoneidad de la introducción de los componentes en las distintas configuraciones de los robots modulares, pudiendo adaptar estas configuraciones a las edades y capacidades de los usuarios objetivos, dando lugar a distintos grados de complejidad tanto de la aplicación como de la programación de dichas plataformas.

Tarea 2.3: Desarrollar un entorno de programación genérico para proyectos electrónicos.

A raíz de los requisitos pedagógicos y los estudios de validación programados, basados en el Kit de Electrónica de BQ, planteados anteriormente. En el Entregable 2.2 se detallan los requisitos técnicos para la construcción de la plataforma.

Se describen los módulos en los que se divide el proyecto y su descripción. Se detallando los requisitos básicos para contruir:

- Frontend
- Backend
- Librería de bloques
- Aplicación para compilación
- Carga de programas por le puerto serie (Serial uploader)
- Wizard (Acceso rápido a las acciones más comunes del usuario)
- Consola (Serial monitor)
- Descripción de las infraestructuras software necesarias a desarrollar
- Infraestructura en la nube
- Gestión de usuarios, espacio de trabajo del usuario y gestión de proyectos
- Sistema de ayuda y reporte de incidencias

También se describe la metodología de trabajo usada para el desarrollo de la aplicación, y el método de pruebas de verificación y calidad.

En el Entregable 2.3.1 Informe descriptivo de la Aplicación, se detalla la aplicación desarrollada permite la programación los componentes del kit de robótica a través de bloques. Se especifica técnicamente cómo se ha construido la aplicación para que cumpla los requisitos de accesibilidad. Esta aplicación ha estado en producción y siendo usada por los usuarios durante el año 2015. Los cambios y mejoras se han ido introduciendo siguiendo el método de Test Driven Development, usando el feedback y reportes de los usuarios y estudios de validación como requisitos de mejora.

EMPRESA: MUNDO READER, S.L.	Nº PROYECTO: IDI-20150289
TITULO PROYECTO: BOTBLOQ: Ecosistema integral para el diseño, fabricación y programación de robots DIY	HITO Nº:1

Se describen las distintas fases de desarrollo. Para materializar el desarrollo de la plataforma se decidió establecer dos fases de desarrollo, definiendo en la primera fase un mínimo producto viable (MVP) en base a los requisitos mínimos establecidos en las especificaciones. La segunda fase de desarrollo está orientada a complementar y mejorar funcionalidades que surgen tras hacer pruebas en entornos con usuarios reales y seguir afinando en construir una plataforma con identidad propia centrada en el usuario.

Para comprender las fases de desarrollo dentro de nuestro producto software, a modo resumen, se listan más abajo todas las etapas que intervienen en el proceso:

1. Definición de requisitos en base al modelo de negocio.

2. Diseño de la aplicación

(a) Diseño de Wireframes: El departamento de UX presenta una serie de esquemas que muestran las principales funcionalidades de la aplicación. En dicha presentación participan todos los integrantes del equipo para tratar de mejorar flujos y analizarlos desde todas las perspectivas. Dichos esquemas se dividen en función de las secciones de la aplicación para facilitar el análisis.

(b) Diseño de Mockups: Una vez resueltos los wireframes se realizan los correspondientes diseños de la interfaz. Estos se trasladan a los desarrolladores que se encargan de plasmarlo en el código.

(c) PoC & Start Coding: En función de los wireframes y los mockups de la aplicación, el equipo de desarrollo decide un stack tecnológico con el que cumplir todos los objetivos. Se analizan las necesidades y se presentan las pruebas de concepto correspondientes.

3. Implementación:

Se marcan objetivos a corto, medio y largo plazo para la creación, asignación y realización de tareas en base a su funcionalidad.

4. Fase de pruebas

5. Proceso de mantenimiento y corrección de errores

A largo plazo hay definidas unas funcionalidades que tienen por objetivo complementar y escalar la herramienta para añadir opciones y calidad al entorno. Se tiene prevista su implantación para el **PT3**. Se detallan estas funcionalidades en el Entregable 2.3.1.

EMPRESA: MUNDO READER, S.L.	Nº PROYECTO: IDI-20150289
TITULO PROYECTO: BOTBLOQ: Ecosistema integral para el diseño, fabricación y programación de robots DIY	HITO Nº:1

Tarea 2.4: Validar la adecuación del sistema desarrollado a niños entre 10 y 16 años. Estudiar en qué medida se puede utilizar a edades inferiores. Estudiar si es aplicable en el aula.

Participantes de educación primaria y secundaria fueron observados mientras experimentaban con el kit de robótica y el entorno desarrollado. De los resultados se puede concluir que los participantes saben expresar las 4 habilidades estudiadas y cambian la estrategia cuando adquieren práctica. No obstante, se han observado algunas dificultades (más persistentes en los más pequeños)

Se han probado experiencias con:

- Niños a partir de 8 años.
- En centros educativos con niños entre 10 y 16 años.

Se ha podido observar que de forma general todos los participantes del rango más alto de edades observadas (entre 10 y 16) han sido capaces de aprender a programar y de expresar de forma adecuada las 4 habilidades descritas (elaboración de algoritmos, funciones, condicionales y bucles). Además, el proceso de aprendizaje se ha visto en otros niveles más generales cómo las estrategias con las que afrontan los problemas a los que se enfrentaban, optimizando sus conductas desde estrategias de índole aleatorio a búsquedas cada vez más ordenadas y planificadas. No obstante existen algunas dificultades que pueden ser generadas por una posible falta de contextualización a la hora de dar un uso concreto y funcional a los componentes del kit de robótica, y una merma en la programación provocada en la capacidad de lectura de los más pequeños que impedía la búsqueda o comprensión de algunos bloques. Por lo que se concluye, es posible que pese a las facilidades que ofrece Bitbloq para programar, puede tener elementos que podrían considerarse programación de bajo nivel debido a las capacidades de la población a la que va destinado.

En cuanto al lenguaje, se ha podido observar que los bloques facilitan el acceso a la programación pero hace a los alumnos dependientes de su nivel de lectura, quedando más expuestos a tener dificultades en el uso de la aplicación a los más pequeños, en el primer rango de edad, cuyo nivel está menos desarrollado. En un lenguaje por bloques, como es Bitbloq, la similitud de la expresión de programación con las propias del lenguaje facilitan el acceso hasta el punto de realizar una comparativa léxico – programación que facilita mucho la programación, si bien ese símil requiere de cierta destreza en el uso del lenguaje hablado y escrito, razón que dificulta el acceso a los tramos de edad más bajos, encontrando problemas a la hora de leer o escribir los bloques y parámetros necesarios para elaborar un programa sencillo. Si bien todos los niños son capaces de interpretar “si aprieto el botón se

EMPRESA: MUNDO READER, S.L.	Nº PROYECTO: IDI-20150289
TITULO PROYECTO: BOTBLOQ: Ecosistema integral para el diseño, fabricación y programación de robots DIY	HITO Nº:1

enciende” no es tan sencillo estructurar un deseo como tal de una forma concreta y a la hora de redactar la condición para ser entendida por el programa podemos tener una barrera de acceso.

Lo que sí demuestra Bitbloq es que se puede aprender a programar sin aprender un lenguaje de programación de la misma forma que se puede aprender a expresar lo que sentimos sin ubicarlo en un lenguaje concreto. El ser humano es capaz de pensar y elaborar estrategias más allá del medio en el que las expresa y sabe encontrar la forma de hacerse entender en situaciones complejas para el lenguaje que domina. En lo comprobado al programar con Bitbloq encontramos estrategias que se podrían comparar a las que puede desarrollar una persona para pedir comida en un país donde no consigue establecer comunicación verbal. Sabemos lo que queremos y buscamos la forma de expresarlo. Bitbloq permite bajar la dificultad de expresión para poder centrarnos en resolver el problema y no tanto en la estructura concreta del lenguaje que lo resuelve.

Así mismo, el código (en ocasiones tildado de la verdadera programación) no es más que otra forma de expresar el proceso que sigue la máquina para que el humano sea capaz de entenderlo, siendo más importante entender el proceso que se ejecuta que el modo en que se describe para la comunicación hombre – máquina.

Es en un momento concreto del aprendizaje donde la simple interacción interesada en el proceso va a llevar al sujeto a profundizar en la forma de expresiones más concretas, pero la sencillez con que se consiguen expresiones sencillas con un efecto físico inmediato produce el efecto de inmersión con entusiasmo en el proceso por parte del sujeto activo.

Frente a la edad óptima para iniciarse en el mundo de la programación hay una respuesta clara: desde el comienzo de la etapa escolar. El problema está en el acceso a la programación y en el nivel de complejidad, pero las estrategias programadas están en todo momento presentes en el mundo del menor (por ejemplo, voy a montar estas piezas y luego juego con ellas). Al principio la programación se puede realizar de forma más sencilla, física, con juegos, con secuencias lógicas para realizar acciones, etc. Poco a poco podemos llevar ese pensamiento secuenciado hacia un entorno más ubicado en programación computacional. No es necesario trabajar con un ordenador para fomentar el pensamiento que facilita la resolución de problemas programando acciones, pero si se quiere usar un ordenador y una aplicación cuyo aprendizaje pueda transferirse a lenguajes de programación a más bajo nivel, debe adaptarse una interfaz más adaptada a las capacidades de los alumnos al principio de la etapa escolar y un hardware programable que permita crear acciones más

EMPRESA: MUNDO READER, S.L.	Nº PROYECTO: IDI-20150289
TITULO PROYECTO: BOTBLOQ: Ecosistema integral para el diseño, fabricación y programación de robots DIY	HITO Nº:1

intuitivas en la forma en que los más pequeños perciben el mundo. Los más pequeños han demostrado saber programar los componentes pero han tenido dificultades en realizar tareas que requerían establecer una abstracción o una hipótesis para programar un conjunto de componentes de diferente tipo para realizar una acción concreta.

Por lo tanto, podemos encontrar tres puntos de vital importancia que se deben tener en cuenta a la hora de querer facilitar la adquisición de la programación:

- Bloques que permitan el funcionamiento conjunto de varios componentes.
- Selección de unos bloques concretos para facilitar la exploración en la interfaz.
- Un hardware adaptado a las necesidades y capacidades de los usuarios al principio de la etapa escolar.

EN CURSO

FINALIZADA 

ENTREGABLES ACTIVIDAD

A continuación se detallan los entregables a realizar en el marco del **PT2**:

- E.2.1. Especificación de requisitos de la aplicación a desarrollar identificando las habilidades
- E.2.2. Especificación de requisitos identificando periféricos que debe soportar la aplicación a desarrollar.

El Entregable 2.3 se ha subdividido en dos entregables:

- E.2.3.1 Informe descriptivo de la aplicación
- E.2.3.2 Resultados de la validación de la aplicación desarrollada.
- E.2.4. Entorno de programación genérico para proyectos electrónicos.

Este entregable se encuentra actualmente en producción en:

<http://bitbloq.bq.com>

EMPRESA: MUNDO READER, S.L.	Nº PROYECTO: IDI-20150289
TITULO PROYECTO: BOTBLOQ: Ecosistema integral para el diseño, fabricación y programación de robots DIY	HITO Nº:1

COMENTARIOS DESVIACIONES

Se ha avanzado en todos los paquetes de trabajo según estaba previsto. **Hay que notar que en la Memoria Técnica del proyecto entregada hay un error en el calendario**, indicando que en este primer año se realizaría el 100% del **PT3** mientras que tan sólo se realizaría el 33 % del **PT2**. La calendarización correcta debería haber indicado que en este **primer año se completaría el 100% del PT2 y el 33 % del PT3**, dado que el **PT2** es requisito para el desarrollo del **PT3**. Sentimos el error de la documentación entregada (en nuestra documentación interna el calendario era correcto y no hemos caído en el error hasta la preparación de este informe). Según previsto se ha completado el 100% del **PT2** y se han iniciado los desarrollos del **PT3**, terminando la primera prueba de concepto, y que continuarán durante el segundo año del proyecto. Esta modificación de calendario ha sido notificada al CDTI. Por lo tanto, hecha esta corrección, se ha conseguido **cumplir los objetivos y obtener los resultados** previstos.

EMPRESA: MUNDO READER, S.L.	Nº PROYECTO: IDI-20150289
TITULO PROYECTO: BOTBLOQ: Ecosistema integral para el diseño, fabricación y programación de robots DIY	HITO Nº:1

3. DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES REALIZADAS

PT3: Desarrollo de un lenguaje de programación de robots de fácil uso, escalable y válido para desarrollos DIY

Tarea 3.1: Caracterizar las plataformas robóticas desarrolladas identificando en particular las acciones que se pueden desarrollar con ellas.

Ante las dificultades encontradas para programar componentes individuales a través de Bitbloq, la primera fase consistió en detallar los requisitos para adaptar el software a las capacidades cognitivas y perceptivas de niños de menor edad. Se propone adaptar las funciones a un hardware más intuitivo, a través de robots, y utilizar programación de más alto nivel.

Paralelamente al desarrollo de las plataformas robóticas modulares correspondientes al **PT4**, se ha desarrollado una prueba de concepto. De la misma forma que se hizo con la aplicación para los requisitos del **PT2**, para materializar el desarrollo de la plataforma se ha decidido establecer dos fases de desarrollo, definiendo en la primera fase un mínimo producto viable (MVP) en base a los requisitos mínimos establecidos en las especificaciones. La segunda fase de desarrollo estará orientada a complementar y mejorar funcionalidades que surgen tras hacer pruebas en entornos con usuarios reales y seguir afinando en construir una plataforma con identidad propia centrada en el usuario. Como primera fase de introduciendo en la aplicación la posibilidad de programar robot Zowi, para su programación a alto nivel, y la configuración del robot Evolution, ambos de BQ, para la programación por componentes. Ambos son robots comerciales, ya introducidos en el mercado.

En el desarrollo de la segunda anualidad, se introducirán en la plataforma las distintas configuraciones desarrolladas paralelamente el el **PT4**, introduciendo en la aplicación la posibilidad de control de los robots mediante ROS (Robot Operating System) tal y como se detalla en los entregables del **PT4**.

Zowi posee:

- Una forma semi antropomórfica, simulando a los robots humanoides con los que niños hayan podido tener experiencia en diferentes medios, que permite realizar diferentes movimientos de desplazamiento. Ésta forma parecida semi humana también quiere aprovecharse para facilitar la forma en que los usuarios interactúan con el propio Zowi.

EMPRESA: MUNDO READER, S.L.	Nº PROYECTO: IDI-20150289
TITULO PROYECTO: BOTBLOQ: Ecosistema integral para el diseño, fabricación y programación de robots DIY	HITO Nº:1

- Un sistema de expresiones faciales y emocionales que permiten programar diferentes emociones primarias con las cuales están familiarizadas los niños.

- Dos sensores que simulan la vista (sensor ultrasonidos) y el oído (sensor de sonidos).

El número de opciones predeterminado en el firmware que permite manejar a Zowi no es extenso, facilitando la prosible exploración de los bloques en la plataforma desarrollada, los cuales incluyen la puesta en marcha de varios actuadores y sensores fácilmente entendibles por ellos. A continuación se pone una muestra de ejemplos de los bloques de programación propuestos para Zowi:

- Un bloque que indique a Zowi que se desplace de determinada forma.
- Un bloque que haga a Zowi mostrar una expresión facial con la boca.
- Un bloque que haga a Zowi emitir diferentes sonidos.
- Un bloque que combine expresiones con la boca y sonidos, manifestando una expresión emocional más completa.
- Un bloque que sitúe a Zowi en una posición inicial o standard.

Vistos los resultados en el **PT2**, los niños pueden aprender a programar utilizando los componentes del kit de robótica. No obstante, comprender el funcionamiento de un componente puede resultar fácil e intuitivo, pero atribuirle un uso no lo es tanto. Se ha visto que se puede entender fácilmente e funcionamiento de un mini servo, pero aplicar un uso puede ofrecer dificultades, sobre todo a los niños de menor edad. No saber establecer un uso a los componentes es una debilidad que se debe resolver pues impide que los niños utilicen un instrumento para aplicarlo a su entorno.

Esta situación va más allá de las cuatro habilidades en las que se está trabajando (expresión de algoritmos, funciones, condicionales y bucles), y sería imperativo una proposición de programación de alto nivel que incluya los siguientes puntos:

- Permitir que los niños más pequeños discriminen las posibilidades que ofrecen los bloques de programación.
- Que los bloques estén vinculados a un hardware más afín a su percepción.

EMPRESA: MUNDO READER, S.L.	Nº PROYECTO: IDI-20150289
TÍTULO PROYECTO: BOTBLOQ: Ecosistema integral para el diseño, fabricación y programación de robots DIY	HITO Nº:1

- Tanto hardware como software, presenten facilidades para que los niños expresen sus conocimientos previos y del entorno cercano.
- Las funciones que permite realizar el hardware y la programación asociada esté adaptada a las capacidades cognitivas de los usuarios.

Para el análisis pedagógico de la plataforma, se plantea una investigación en la que al igual que en los talleres del kit de robótica, se ha querido contestar a la pregunta ¿qué edad es óptima para aprender a programar? a través de la observación de las cuatro habilidades ya descritas (expresión de algoritmos, funciones, condicionales y bucles). Únicamente, habría que hacer una pequeña modificación: ¿Se puede programar a menores edades utilizando nuestra herramienta?

Los participantes en este primer paso serán entre 5 y 10 años de edad. Zowi ha sido creado en principio para niños entre 8 y 10 años, pero se quiere experimentar con niños de hasta 5 años para preparar un posible terreno de actuación ante la posibilidad de enseñar a programar a niños en edades más tempranas. También se ha incluido un segundo grupo de edad entre 10 y 16 años. Se cree interesante la posibilidad de comparar los resultados en dos grupos diferentes de edad y comprobar cómo son tanto las similitudes como las diferencias.

Ninguno de los participantes padecía algún tipo de necesidad educativa especial (TDAH, TEA, dislexia, etc.).

Tarea 3.2: Desarrollar módulos de programación de robots donde se incorporen elementos de programación particulares para las plataformas robóticas desarrolladas.

Para conseguir una mayor adaptabilidad de la aplicación, en la que los usuarios programan en bloques a un nivel más alto y con un hardware más afín a las características de los usuarios, se ha creado la aplicación para robots en Bitbloq. Una serie de bloques de programación que permiten programar funciones predefinidas por un conjunto de sensores y actuadores dentro de un mismo robot.

Con una versión estable de Bitbloq que facilitaba la programación de componentes hardware independientes, se planteó la posibilidad de programar un robot que pudiese ser programado desde Bitbloq por alumnos a partir de 5 años de la forma más sencilla e intuitiva posible.

En una primera fase, se establece que la programación de Zowi sea mediante acciones completas para el robot o, lo que es lo mismo,

EMPRESA: MUNDO READER, S.L.	Nº PROYECTO: IDI-20150289
TITULO PROYECTO: BOTBLOQ: Ecosistema integral para el diseño, fabricación y programación de robots DIY	HITO Nº:1

mediante un lenguaje de alto nivel, facilitando así su utilización para los alumnos de menor edad. Posteriormente, se planifica a futuro dar la posibilidad de controlar cada uno de los componentes de Zowi por separado, orientado a alumnos más avanzados.

Actualmente, el control de los componentes por separado se puede aplicar a robots como el Printbot Evolution. El proyecto PrintBot está más planteado para la programación en Bitbloq en alumnos a partir de 10 años. La programación de este último se haría de la misma forma que se programa el resto de proyectos electrónicos, mediante la programación individual de los componentes. Esto requiere un nivel de conocimientos de programación y electrónica mayor por parte de los usuarios, ya que además de conocer la programación de los componentes, deben abstraer el comportamiento esperado del robot y relacionarlo con la programación requerida a bajo nivel.

Del mismo modo, se planifica a futuro la posibilidad de establecer una programación para los PrintBots que sea mediante acciones completas, es decir, mediante instrucciones de alto nivel.

Aunque la arquitectura de cada uno de los PrintBots es diferente, la mayoría comparten unos componentes comunes: dos sensores IR y dos servos de rotación continua.

Para la introducción de Zowi como MVP, aprovechando tanto la estructura de bloques como las librerías ya generadas para los diversos componentes, se desarrolló una nueva librería que utilizaba aquellas para definir funciones que ejecutaban acciones complejas. Esta librería se encuentra en:

<https://github.com/bq/bitbloqLibs/tree/master/BitbloqZowi>

A partir de esta librería, se generaron bloques con la misma estructura que el resto de Bitbloq utilizando dichas funciones, lo que permitía realizar conjuntos de acciones simplemente añadiendo un único bloque. El repositorio de estos bloques se encuentra en:

<https://github.com/bq/bloqs/tree/master/src/scripts/bloqs/zowi>

EMPRESA: MUNDO READER, S.L.	Nº PROYECTO: IDI-20150289
TITULO PROYECTO: BOTBLOQ: Ecosistema integral para el diseño, fabricación y programación de robots DIY	HITO Nº:1

Tarea 3.3: Validar mediante estudios de casos

A través de 3 casos de estudio, se valida la programación de Robots a través de la aplicación de Robots en Bitbloq, y a través de una app que permite su control directo mediante botones.

Se puede concluir que los más pequeños pueden expresar las 4 habilidades estudiadas de forma más sencilla e intuitiva a través de la adaptación que supone la programación de Robots mediante las herramientas diseñadas.

En base a la teoría y especificaciones mostradas en el documento E3.1. y siguiendo el mismo proceso que en los documentos E2.1. y E2.3.2., se ha realizado un estudio donde se ha probado el robot Zowi en diferentes talleres a una población objetivo entre 5 y 16 años realizando diferentes actividades en las cuales se explotaban sus diferentes cualidades. A través de los talleres se observó cómo esta vez, usando a Zowi, los participantes expresaban algoritmos, condicionales, bucles y funciones con el fin de determinar si es posible que se aprenda a programar o bien a partir de los 5 años de edad. Zowi ha sido creado, en principio, para que hagan un uso óptimo de él a partir de los 8 años de edad pero se ha querido observar también la forma con la que interactúan y programan a partir de 5 años de edad. También, se quiso observar las estrategias tomadas por los participantes.

Vistos estos resultados, se puede concluir que la edad para empezar a programar puede ser a una edad temprana. Pese a las dificultades encontradas en el uso de las habilidades estudiadas, han sabido manejar y entender los bloques para programar a Zowi usando la aplicación desarrollada en Bitbloq. En general, se puede decir que los bloques de alto nivel usados ayudan a que los más pequeños puedan programar de forma intuitiva, y con resultados inmediatos de lo que programan que ofrecen feedback sobre lo que programan. No obstante, el uso de condicionales sigue siendo un problema. Lo normal es que el uso de los condicionales se comience a dominar alrededor de los 13 y 14 años como se pudo ver en los niños de secundaria que probaron el kit de robótica, siendo de esperar que en niños más pequeños no hayan pasado de usar correctamente dos condicionales, dificultando la posibilidad de usar otros bloques control.

El uso de condicionales sigue siendo un problema. Lo normal es que el uso de los condicionales se comience a dominar alrededor de los 13 y 14 años como se pudo ver en los niños de secundaria que probaron el kit de robótica y a Zowi, siendo de esperar que en niños más pequeños no hayan pasado de usar correctamente dos condicionales, dificultando la posibilidad de usar otros bloques control. No obstante, pese a las dificultades encontradas con los condicionales, sería posible adaptar su

EMPRESA: MUNDO READER, S.L.	Nº PROYECTO: IDI-20150289
TITULO PROYECTO: BOTBLOQ: Ecosistema integral para el diseño, fabricación y programación de robots DIY	HITO Nº:1

uso con bloques a más alto nivel todavía que incluya la conectiva “si” anidada a una función básica de Zowi. Otra de las dificultades encontradas también era el tiempo dedicado a la exploración exploración de la interfaz, que se extendía tal vez demasiado para la capacidad de niños entre 5 y 10 años de edad. Esto es debido a que Zowi bloques de otro tipo concreto para programar aspectos básicos de sus funciones (“Zowi, mide la distancia” y “Zowi, escucha” sólo funcionan si se ensamblan en otros bloques), que se encuentran disponibles en una lista de bloques disponibles en la exploración pero demasiado avanzados tanto para los usuarios de menor edad como para las funciones de Zowi (bloques de Clase, Texto, Lógica o Código en principio no serían utilizados para explotar las capacidades de Zowi). Además, los bloques complementarios que necesita Zowi para poder programar funciones básicas se encuentran inmersos en una gran lista de bloques no van a ser usados. Otro dato importante a tener en consideración es que algunos bloques de movimiento poseen características que Zowi no puede ejecutar. Por ejemplo, es posible realizar el siguiente programa: “Zowi, anda a la derecha 4 veces”, cuando realmente el Hardware de Zowi no le permite realizar dicha acción, hecho que resulta confuso para los usuarios.

También, el bloque “Zowi, realiza la animación de. . .” incluye tanto acciones como emociones. Esto también resulta poco intuitivo para los usuarios pues no les ayuda a categorizar las capacidades de Zowi y crea confusión y dificultades a la hora de explorar bloques, dado que si quieren hacer que Zowi sienta una emoción, a primera vista no se puede encontrar un bloque que especifique emociones. La idea es tener dos bloques diferenciados: uno para emociones y otro para animaciones o acciones. Realmente, estos comentarios no indican que existan problemas para el aprendizaje de la programación pues se ha constatado que los niños aprenden nociones básicas, pero sí suponen algunas dificultades y si se tratan podrían optimizar los procesos de aprendizaje y promover mejor acceso a la programación.

Por lo tanto, se proponen dos líneas de actuación:

- En primer lugar, se propone de cara al futuro una interfaz de Bitbloq que permita una exploración más intuitiva haciendo que los bloques sean más accesibles. Esta accesibilidad puede obtenerse haciendo una selección de aquellos bloques que puede usarse en Zowi y descartando aquellos que no pueden usarse de alguna forma. De esta manera, la exploración es más fácil y los usuarios tienen mayor acceso a la aplicación. Esto puede conseguirse mediante el desarrollo de una interfaz simplificada, específica para robots sencillos.

EMPRESA: MUNDO READER, S.L.	Nº PROYECTO: IDI-20150289
TITULO PROYECTO: BOTBLOQ: Ecosistema integral para el diseño, fabricación y programación de robots DIY	HITO Nº:1

<ul style="list-style-type: none"> • En segundo lugar, se propone la creación de bloques para Zowi de mayor nivel con los cuales puedan programarse funciones básicas sin necesidad de ensamblar segundos bloques. Además, se propone hacer una restauración de algunos bloques que tienen funciones que Zowi es incapaz de hacer (“Zowi, gira adelante” ó “Zowi, anda a la derecha”) y dividir el bloque “Zowi, haz la animación de. . .” en dos: uno exclusivo para emociones y otro para acciones o animaciones. <p>Durante 2016, se procederá a expandir la investigación planteada, a las distintas configuraciones de robot planteadas en el Paquete de Trabajo 4. Ya se han realizado talleres con el Printbot Evolution, de las que estamos realizando en análisis pedagógico, y se ampliarán en 2016. También se incorporarán al estudio las distintas configuraciones investigadas en el PT4.</p>

EN CURSO 	FINALIZADA
--	------------

ENTREGABLES ACTIVIDAD

A continuación se detallan los entregables a realizar en el marco del **PT3**:

- E.3.1. Especificación de requisitos

El Entregable 3.2 se ha subdividido en dos entregables:

- E.3.2.1 Informe de la aplicación
- E.3.2.2 Informe de los resultados de la validación
- E3.3: Módulos de Programación de BOTBLOQ

Este entregable se encuentra actualmente en producción en la pestaña de robots en:

<http://bitbloq.bq.com>

COMENTARIOS DESVIACIONES

Se ha avanzado en todos los paquetes de trabajo según estaba previsto. **Hay que notar que en la Memoria Técnica del proyecto entregada hay un error en el calendario**, indicando que en este primer año se realizaría el 100% del **PT3** mientras que tan sólo se realizaría el 33 % del **PT2**. La calendarización correcta debería haber indicado que en este **primer año se completaría el**

EMPRESA: MUNDO READER, S.L.	Nº PROYECTO: IDI-20150289
TITULO PROYECTO: BOTBLOQ: Ecosistema integral para el diseño, fabricación y programación de robots DIY	HITO Nº:1

100% del PT2 y el 33 % del PT3, dado que el **PT2** es requisito para el desarrollo del **PT3**. Sentimos el error de la documentación entregada (en nuestra documentación interna el calendario era correcto y no hemos caído en el error hasta la preparación de este informe). Según previsto se ha completado el 100% del **PT2** y se han iniciado los desarrollos del **PT3**, terminando la primera prueba de concepto, y que continuarán durante el segundo año del proyecto. Esta modificación de calendario ha sido notificada al CDTI. Por lo tanto, hecha esta corrección, se ha conseguido **cumplir los objetivos y obtener los resultados** previstos.

EMPRESA: MUNDO READER, S.L.	Nº PROYECTO: IDI-20150289
TITULO PROYECTO: BOTBLOQ: Ecosistema integral para el diseño, fabricación y programación de robots DIY	HITO Nº:1

3. DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES REALIZADAS

PT4: Diseño, fabricación y control de robots modulares

A continuación se describen las actividades realizadas para cada una de las tareas del **PT4**.

- **Tarea 4.1: Diseño de la arquitectura modular**

Descripción de las tecnologías modulares existentes.

Se ha realizado un estudio detallado del estado del arte de robótica modular. En dicho estudio hemos clasificado los robots modulares de forma que podamos identificar las características que se ajustan a nuestro proyecto. Primero hemos identificado qué robots han llegado a comercializarse y cuáles no.

También hemos identificado la topología que permita adecuarse a nuestros futuros requisitos de diseño. Podemos encontrarnos arquitecturas con topología cadena (chain), conectada en línea o en árbol. También existe la topología enrejada (lattice), conectada para formar patrones 3D, con una versatilidad mayor que las anteriores.

Otra clasificación realizada divide los robots según la geometría de sus módulos. En la actualidad los robots modulares suelen estar compuestos por módulos con geometría en L, módulos cúbicos o módulos con geometría complementaria U-H. Por último hemos dividido las estructuras modulares según su diversidad de bloques. Según ello, podemos encontrar arquitecturas homogéneas (todos los bloques tienen la misma geometría) o heterogéneas. Los bloques homogéneos presentan soluciones estéticas más interesantes, sin embargo sus aplicaciones reales están muy limitadas.

La tabla siguiente muestra resumidamente nuestra clasificación realizada sobre 82 robots modulares estudiados.

Otros de los aspectos estudiados ha sido el mecanismo que permite conectar los módulos en una estructura robótica. Este mecanismo es fundamental y podemos encontrar desde conexiones a base de pines (como por ejemplo los lego) hasta conexiones magnéticas como los Moss.

Además, se ha estudiado a fondo el hardware que incorporan los robots modulares. Normalmente utilizan placas con diseño específico, cuya tendencia predominante es la unión en un mismo bloque de la electrónica de control y las etapas de potencia para motores. Hemos detectado que para las placas más modernas se está optando por procesadores ARM de

EMPRESA: MUNDO READER, S.L.	Nº PROYECTO: IDI-20150289
TITULO PROYECTO: BOTBLOQ: Ecosistema integral para el diseño, fabricación y programación de robots DIY	HITO Nº:1

32 bits, de forma que se abandona progresivamente los 8 bits.

Análisis de requisitos por parte del espectro de usuarios potenciales.

Continuando con los hitos del entregable, hemos analizado los requisitos a nivel estructural que pueden tener usuarios potenciales, tanto del ámbito de la educación como ámbitos profesionales o de investigación. Dicho estudio está relacionado con los robots –no modulares- existentes hoy en día. Por ejemplo, en ámbito profesional los usuarios requieren de precisión y destreza, características comunes a los robots antropomórficos. Otro requisito actual de profesionales e investigadores es la posibilidad de robots que interaccionen con humanos de manera segura, aspecto solucionado en robots con torso y brazos, como el Baxter, mediante la inclusión de estructuras flexibles. En educación los robots deben ser robustos, fáciles de construir y que fomenten la imaginación. A este respecto, los robots móviles con dos ruedas y los robots humanoides simples de pocos grados de libertad son los más utilizados y demandados.

Hemos realizado también un estudio de los requerimientos a nivel programación y control de usuarios. Como resumen, a nivel investigación y profesional es indispensable que los robots generados estén integrados en ROS (Robot Operating System). A nivel educación se debe permitir programar los robots utilizando un entorno tipo Scratch o a un nivel superior un entorno similar al IDE de Arduino

Definición de funcionalidades que debe aportar la estructura modular desarrollada en el proyecto.

La estructura modular debe poder realizar una serie de funciones que se han determinado mediante el estudio de los robots empleados en distintos campos.

De forma general, cualquier tipo de robot necesita disponer de módulos con funciones de:

- Movimiento. Mediante articulaciones tanto lineales como rotativas. Estas últimas deben permitir giros axiales y radiales.
- Sensorización (proximidad, luz, posición, etc.).
- Control. Este módulo debe encargarse del procesado de datos y control de todos los componentes.
- Soporte estructural. Módulos encargados de generar la estructura del robot y de conectar otros módulos.

EMPRESA: MUNDO READER, S.L.	Nº PROYECTO: IDI-20150289
TITULO PROYECTO: BOTBLOQ: Ecosistema integral para el diseño, fabricación y programación de robots DIY	HITO Nº:1

En el sector de robótica de servicios, educativa y ocio las configuraciones más habituales son robots con ruedas (robots móviles de 2, 3 o 4 ruedas), con patas (robots humanoides o cuadrúpedos) o serpiente. La estructura modular propuesta deberá permitir realizar las funciones de cualquiera de estos robots que a modo de resumen podemos identificar en:

- Desplazamiento en el plano (por ejemplo robot con ruedas)
- Evitación de obstáculos en 3D (por ejemplo robots con patas)

La estructura modular también debe incorporar las funcionalidades, a menor escala, de los robots del sector industrial como robots antropomorfos, robots cartesianos, robots SCARA o robots paralelos (esta opción está aún por determinar debido a la complejidad estructural). En resumen podemos identificar las siguientes funcionalidades de estos tipos de robots:

- Desplazamiento del extremo en el espacio cartesiano (movimientos de posición y orientación)
- Capacidad de traslado de objetos (con diferentes cargas)
- Posibilidad de incorporar herramientas varias.

Diseño de la estructura modular

El estudio del estado del arte del apartado anterior nos ha permitido identificar qué tipo de arquitectura modular usar y qué requisitos hardware deberán cumplirse. Esto ha permitido a su vez responder a los hitos enumerados en el entregable E.4.2. En concreto, este entregable requería la siguiente información relativa a la arquitectura del sistema:

- Listado de modelos clásicos de robots que permitan obtener un amplio abanico de aplicaciones.
 - o Estudio de características comunes a los modelos elegidos.
 - o Estudio de características particulares de cada modelo.
- Diseño de los módulos.
 - o Mecánicos.
 - o Eléctricos.
 - o Electrónicos.
 - o Otros (si fuese necesario).
- Descripción de los modos de diseño
 - o Generación automática o predefinida
 - o Generación semiautomática
 - o Generación manual

El primer punto, "Listado de modelos clásicos", ha sido abordado como continuación del estudio realizado del estado del arte. En concreto, se ha realizado primero una clasificación de los robots siguiendo el modelo de la

EMPRESA: MUNDO READER, S.L.	Nº PROYECTO: IDI-20150289
TITULO PROYECTO: BOTBLOQ: Ecosistema integral para el diseño, fabricación y programación de robots DIY	HITO Nº:1

IFR (Federación Internacional de Robótica). Una vez realizada se han detectado las características comunes de diferentes clases de robots y los parámetros que los definen. Se han dado ejemplos de modelos particulares para cada clase y estudiado los valores y parámetros que toman.

Posteriormente estos modelos serán simulados en Gazebo (ROS) como base para ser reproducidos con nuestra estructura modular, primero mediante simulación y luego con una implementación física.

Los otros dos puntos, “Diseño de los módulos” y “Descripción de los modos de diseño”, corresponden al diseño tanto hardware como software de la estructura modular que cumpla con los requisitos expuestos en la memoria del proyecto.

Al respecto, la figura siguiente muestra de manera esquemática el diseño completo de nuestro sistema modular

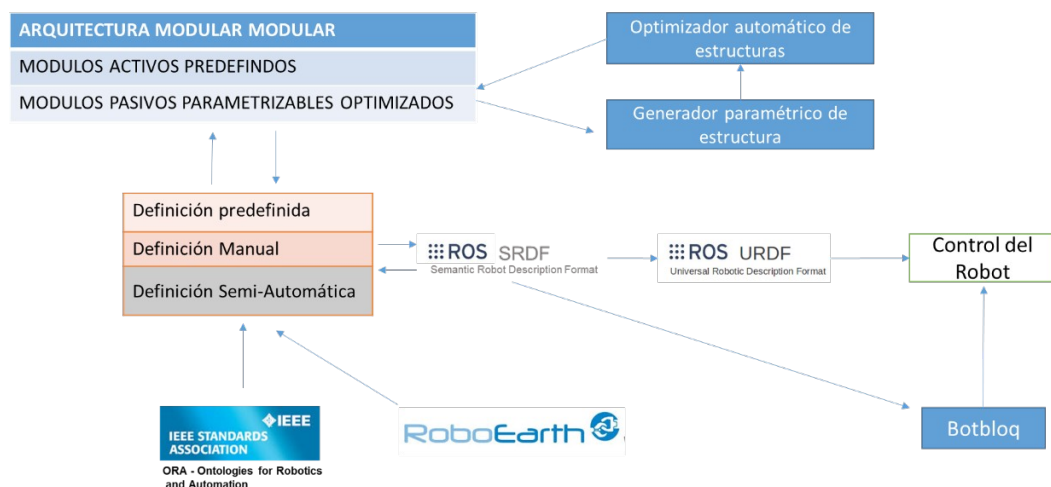


Figura 1. Esquema de diseño del sistema modular

A continuación se resume cada una de las partes fundamentales de dicho esquema relacionándolas con la información relativa al Entregable.

Diseño de los módulos (Arquitectura Modular)

Estructura Mecánica

EMPRESA: MUNDO READER, S.L.	Nº PROYECTO: IDI-20150289
TITULO PROYECTO: BOTBLOQ: Ecosistema integral para el diseño, fabricación y programación de robots DIY	HITO Nº:1

Tras el estudio de las diferentes estructuras modulares y de los requisitos de nuestro sistema, se ha decidido diseñar la estructura modular heterogénea abierta, esto es: un conjunto de módulos activos con número limitado más un grupo de módulos pasivos con un posible número ilimitado.

Uno de los aspectos fundamentales en el que hemos trabajado es el mecanismo de conexión de módulos. Se han estudiado diferentes alternativas (ver Figura 2), como conexiones BNC y colas de milano, siendo esta última opción la seleccionada para la versión actual de nuestra estructura modular. Este tipo de conexión permite colocar los módulos fácilmente en diferentes configuraciones y con una alta resistencia.

Diseño eléctrico y electrónico

Hemos diseñado la electrónica que deberán llevar los siguientes módulos

- Módulo principal (cerebro)
- Módulos sensores
 - o Sensor de proximidad
 - o Sensor de distancia
 - o Sensor de luz
 - o Sensor de sonido
- Módulos actuadores
 - o Servo low torque
 - o Servo medium torque
 - o Servo high torque

Descripción de los modos de diseño (predefinida, manual, semi-automática)

Estas son algunas de las principales consideraciones respecto a los modos de diseño:

- [Definición Semi-Automática]. Tendremos un sistema inteligente que, utilizando la ontología basada en IEEE ORA, el motor de inferencias de RoboEarh, nuestra Arquitectura Modular, y la entrada del usuario, generará el diseño de un robot. Las funcionalidades y sus parametrización (p.ej., avanzar, velocidad) serán pasados a Botbloq para que genere los bloques correspondientes.
- [Definición predefinida]. El modelo del robot, con estructura, su semántica, etc., estará definida de antemano. Los bloques en Botbloq también estarán definidos de antemano (por ejemplo, en

EMPRESA: MUNDO READER, S.L.	Nº PROYECTO: IDI-20150289
TITULO PROYECTO: BOTBLOQ: Ecosistema integral para el diseño, fabricación y programación de robots DIY	HITO Nº:1


- un robot industrial, mover el extremo en coordenadas cartesianas)
- [Definición manual] Un usuario podrá crear desde cero un robot utilizando los bloques y ajustando los parámetros manualmente. Botbloq en este caso no creará bloques de funcionalidades, la programación del robot deberá hacerse a bajo nivel (ej.: mover articulación 2) Los bloques que deba tener Botbloq serán bloques a bajo nivel. (ej. Servo)

Otras consideraciones del esquema de diseño

Se comprueba que nuestro diseño gira alrededor de ROS. En concreto ROS nos va a servir tanto como para definir los robots que creemos como para controlarlos. Utilizaremos los siguientes aspectos:

- [Control del Robot]. Los robots generados por la estructura modular estarán integrados en ROS. Además de poder controlarlos con ROS utilizaremos las herramientas de definición que trae ROS. El uso de ROS implicará un hardware que permita correr Linux embebido.
- [ROS URDF] Para definir la estructura física del robot aprovecharemos el Formato de Descripción Universal de Robots (URDF) que integra ROS. A este nivel tendremos una especificación de bajo nivel de cómo están conectados y relacionados los diferentes bloques del robot
- [ROS SRDF]. El significado semántico estará definido utilizando un formato parecido al SRDF. No utilizaremos el propio SRDF pues es propio de GAZEBO y no es totalmente compatible con todos los robots. En cambio nos crearemos nuestro propio meta lenguaje en el que tendremos definido semánticamente un robot: piernas, brazos, manos, chasis, etc

Precisamente el uso de ROS ha sido una de las razones principales de utilizar un sistema con un Linux embebido como es la Intel Edison.

EN CURSO 	FINALIZADA
ENTREGABLES ACTIVIDAD	
A continuación se detallan los entregables a realizar en el marco del PT4 :	
<ul style="list-style-type: none"> • E.4.1. Informe detallado del estado del arte. Descripción de las tecnologías modulares existentes. Análisis de 	

EMPRESA: MUNDO READER, S.L.	Nº PROYECTO: IDI-20150289
TITULO PROYECTO: BOTBLOQ: Ecosistema integral para el diseño, fabricación y programación de robots DIY	HITO Nº:1

requisitos y funcionalidades que debe aportar la estructura modular desarrollada en el proyecto. <ul style="list-style-type: none">• E.4.2. Diseño de la arquitectura modular: Diseño mecánico y justificación del mismo. Elección de la electrónica y justificación de la misma.
COMENTARIOS DESVIACIONES

EMPRESA: MUNDO READER, S.L.	Nº PROYECTO: IDI-20150289
TITULO PROYECTO: BOTBLOQ: Ecosistema integral para el diseño, fabricación y programación de robots DIY	HITO Nº:1

3. DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES REALIZADAS

PT5: Integración de dispositivos móviles en robots DIY

A continuación se describen las actividades realizadas para cada una de las tareas del **PT5**.

Tarea 5.1: Analizar los requisitos para la integración de telefonía móvil en robots DIY

El requisito del paquete es desarrollar bloques para la aplicación, adecuados a niños entre 10 y 16 años que permitan integrar dispositivos Android a modo de periféricos.

Se deberán incluir bloques que permita acceder a los sensores, como por ejemplo un bloque de "leer sensor de luz del teléfono" que se pueda incluir en una condición, para que el robot realice una acción u otra según la luz que reciba el teléfono.

Se plantea desarrollar una app para Android, la cual permitirá emparejarse con el robot modular para que una vez establecida la conexión el robot pueda acceder a esos sensores, y el usuario pueda incluso realizar acciones en el robot desde botones de la app.

La plataforma Android es compatible con tres amplias categorías de sensores:

Sensores de movimiento

Estos sensores miden las fuerzas de aceleración y las fuerzas de rotación a lo largo de tres ejes. Esta categoría incluye los acelerómetros, sensores de gravedad, giroscopios y sensores de rotación del vector.

Sensores ambientales

Estos sensores miden diferentes parámetros ambientales, como la temperatura y la presión del aire ambiente, la iluminación, y la humedad. Esta categoría incluye barómetros, fotómetros, y termómetros.

Sensores de posición

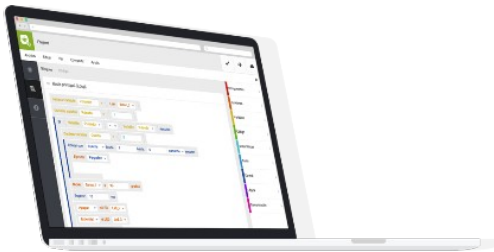
Estos sensores miden la posición física de un dispositivo. Esta categoría incluye sensores de orientación y magnetómetros.

Se intentará desarrollar la aplicación compatible con estos sensores del dispositivo BQ Aquaris X5:

- Sensor de brillo
- Sensor de proximidad

EMPRESA: MUNDO READER, S.L.	Nº PROYECTO: IDI-20150289
TITULO PROYECTO: BOTBLOQ: Ecosistema integral para el diseño, fabricación y programación de robots DIY	HITO Nº:1

- Acelerómetro
- eCompass
- Giroscopio
- Hall Sensor



Los usuarios usarán bloques de Botbloq para programar programas del tipo:

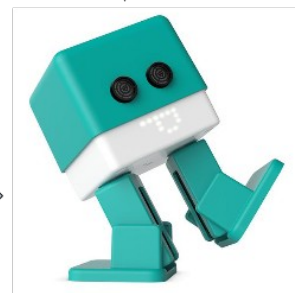
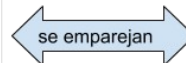
- leer sensor de luz del móvil
- escribir en la pantalla del móvil "Hola"
- Emitir sonido "sorpresa" por móvil.
- ...

Ese programa se compila y se carga en Zowi



Sensores habituales en dispositivos móviles:

- Sensor de brillo
- Sensor de proximidad
- Acelerómetro
- eCompass
- Giroscopio
- Hall Sensor



Siempre que tenga el móvil a rango, podrá usarlo como un periférico más

EN CURSO 

FINALIZADA



EMPRESA: MUNDO READER, S.L.	Nº PROYECTO: IDI-20150289
TITULO PROYECTO: BOTBLOQ: Ecosistema integral para el diseño, fabricación y programación de robots DIY	HITO Nº:1

ENTREGABLES ACTIVIDAD
El primer entregable del PT5 está programado para la segunda anualidad del proyecto.
COMENTARIOS DESVIACIONES

EMPRESA: MUNDO READER, S.L.	Nº PROYECTO: IDI-20150289
TITULO PROYECTO: BOTBLOQ: Ecosistema integral para el diseño, fabricación y programación de robots DIY	HITO Nº:1

CORRECTORAS SI PROCEDE

ACRON. ACTIV.	TITULO ACTIVIDAD	% AVANCE PREVISTO	% AVANCE REAL
PT1	Coordinación del Proyecto	40%	40%
PT2	Desarrollo de una plataforma o kit de robótica que incluya el software y hardware para el diseño, construcción y programación de robots genéricos.	33%	100%
PT3	Desarrollo de un lenguaje de programación de robots de fácil uso, escalable y válido para desarrollos DIY	100%	33%
PT4	Diseño, fabricación y control de robots modulares	43%	43%
PT5	Integración de dispositivos móviles en robots DIY	14%	14%
PT6	Creación de un Sistema de Tutorización Inteligente para el autoaprendizaje destinado a la Comunidad de Interés en Robots DIY	0%	0%

No es necesario ninguna acción correctora, ya que el proyecto progresa según lo previsto en la memoria inicial.

EMPRESA: MUNDO READER, S.L.	Nº PROYECTO: IDI-20150289
TITULO PROYECTO: BOTBLOQ: Ecosistema integral para el diseño, fabricación y programación de robots DIY	HITO Nº:1

5. CONCLUSIONES

En la primera anualidad del proyecto se han ejecutado todas las actividades previstas, y se han desarrollado 13 entregables, dos más de los que estaban planificados, al subdividir el entregable E2.3 en E2.3.1 y E2.3.2 y el entregable E3.2 en E3.2.1 y E3.2.2.

No ha habido desviaciones y el proyecto se está ejecutando según lo previsto.