

**Grado en Maestro en Educación Primaria**  
**Lehen Hezkuntzako Irakasleen Gradua**

Trabajo Fin de Grado  
Gradu Bukaerako Lana

***SNAP4ARDUINO, ¡UN MUNDO QUE  
PROGRAMAR!***

Iñaki CIRIZA BELOQUI

FACULTAD DE CIENCIAS HUMANAS Y SOCIALES  
GIZA ETA GIZARTE ZIENTZIEN FAKULTATEA

**UNIVERSIDAD PÚBLICA DE NAVARRA**  
**NAFARROAKO UNIBERTSITATE PUBLIKOA**

**Estudiante**

Iñaki CIRIZA BELOQUI

**Título**

Snap4Arduino, ¡Un mundo que programar!

**Grado**

Grado en Maestro en Educación Primaria

**Centro**

Facultad de Ciencias Humanas y Sociales  
Universidad Pública de Navarra

**Director**

Alfredo PINA CALAFI

**Departamento**

Ingeniería matemática e informática

**Curso académico**

2015/2016

**Semestre**

Primavera

## Preámbulo

El Real Decreto 1393/2007, de 29 de octubre, modificado por el Real Decreto 861/2010, establece en el Capítulo III, dedicado a las enseñanzas oficiales de Grado, que “estas enseñanzas concluirán con la elaboración y defensa de un Trabajo Fin de Grado [...] El Trabajo Fin de Grado tendrá entre 6 y 30 créditos, deberá realizarse en la fase final del plan de estudios y estar orientado a la evaluación de competencias asociadas al título”.

El Grado en Maestro en Educación Primaria por la Universidad Pública de Navarra tiene una extensión de 12 ECTS, según la memoria del título verificada por la ANECA. El título está regido por la *Orden ECI/3857/2007, de 27 de diciembre, por la que se establecen los requisitos para la verificación de los títulos universitarios oficiales que habiliten para el ejercicio de la profesión de Maestro en Educación Primaria*; con la aplicación, con carácter subsidiario, del reglamento de Trabajos Fin de Grado, aprobado por el Consejo de Gobierno de la Universidad el 12 de marzo de 2013.

Todos los planes de estudios de Maestro en Educación Primaria se estructuran, según la Orden ECI/3857/2007, en tres grandes módulos: uno, *de formación básica*, donde se desarrollan los contenidos socio-psicopedagógicos; otro, *didáctico y disciplinar*, que recoge los contenidos de las disciplinas y su didáctica; y, por último, *Practicum*, donde se describen las competencias que tendrán que adquirir los estudiantes del Grado en las prácticas escolares. En este último módulo, se enmarca el Trabajo Fin de Grado, que debe reflejar la formación adquirida a lo largo de todas las enseñanzas. Finalmente, dado que la Orden ECI/3857/2007 no concreta la distribución de los 240 ECTS necesarios para la obtención del Grado, las universidades tienen la facultad de determinar un número de créditos, estableciendo, en general, asignaturas de carácter optativo.

Así, en cumplimiento de la Orden ECI/3857/2007, es requisito necesario que en el Trabajo Fin de Grado el estudiante demuestre competencias relativas a los módulos de formación básica, didáctico-disciplinar y practicum, exigidas para todos los títulos universitarios oficiales que habiliten para el ejercicio de la profesión de Maestro en Educación Primaria.

En este trabajo, el módulo *de formación básica* me ha permitido detectar problemas en el aprendizaje durante las sesiones del curso. Se encuentra reflejado principalmente en los apartados que hacen referencias a los resultados y discusión. Además a lo largo del curso he podido detectar si los problemas en el aprendizaje eran consecuencia de la edad o de otros motivos.

El módulo *didáctico y disciplinar* se desarrolla a lo largo de todo el proyecto. Uno de los pilares de este proyecto es la metodología del aprendizaje basado en proyectos. La aplicación de esta metodología es imprescindible ya que uno de los objetivos específicos del proyecto es analizar si el aprendizaje basado en proyectos es válido y obtiene buenos resultados para Snap4Arduino en niños de Primaria.

Así mismo, el módulo *practicum* se centra en las sesiones presenciales del curso de Snap4Arduino. Las competencias que he adquirido durante las prácticas escolares han sido especialmente importantes, ya que me han permitido formarme como docente y poder aplicar después diferentes técnicas y estrategias aprendidas.

## Resumen

Estudio de viabilidad de la herramienta Snap4Arduino en educación primaria mediante un curso certificado por el planetario de Pamplona donde se trabajaron competencias como la investigación y la indagación a través de la metodología aprendizaje basado en proyectos, potenciando el trabajo en equipo con el fin de lograr un aprendizaje cooperativo. El curso tuvo una duración de 12 horas divididas en 4 sesiones. Participaron 18 niños y niñas con edades comprendidas entre 8 y 12 años. Obtuvo una nota media de satisfacción de 8,3 y el 100% del alumnado manifestó que la programación sirve para aprender. Se concluye que Snap4Arduino es una herramienta aplicable como propuesta didáctica en educación primaria. Cumple con los contenidos, criterios de evaluación y estándares de aprendizaje establecidos en el currículo de educación primaria en la Comunidad Foral de Navarra. Además, es una herramienta muy versátil que se puede aplicar en todos los niveles de primaria.

Palabras clave: Snap4Arduino, programación, aprendizaje basado en proyectos, electrónica y educación primaria.

## Abstract

The goal of this thesis is to perform a feasibility study of the Snap4Arduino as an educational tool for elementary school students. The study has been conducted as part of a certified course carried by Pamplona's Planetarium where different skills such as research willingness or self-inquiry were evaluated through a project based learning methodology. Cooperative learning was pursued focusing on team-work attitude and behavior. The course consisted of 12 hours divided in 4 sessions. A total of 18 students participated with ages between 8 and 12 years. The overall satisfaction score was of 8,3 and 100% of the students concluded that "programming is a valid learning method". After the study it is inferred that Snap4Arduino is an applicable tool for an elementary school's syllabus. It achieves all the contents, evaluation criteria and learning standards established in the education curriculum of the *Comunidad Foral de Navarra*. Besides it is a truly versatile tool that can be applied to all elementary school levels.

Keywords: Snap4Arduino, programming, project based learning, electronics and primary education.

## Índice

<b>1. Justificación</b>	<b>1</b>
<b>2. Objetivos y competencias del proyecto</b>	<b>9</b>
<b>3. El curso</b>	<b>11</b>
3.1. Población, material y métodos	11
3.2. Sesiones	15
3.2.1. Sesión 1: El semáforo	15
3.2.2. Sesión 2: La lámpara de colores	20
3.2.3. Sesión 3: El coche	23
3.2.4. Sesión 4: Nuestro proyecto	28
3.3. Resultados y discusión	31

## Conclusiones

## Referencias

## Anexos

**A. Anexo I**

**A. Anexo II**

**A. Anexo III**

**A. Anexo IV**

**A. Anexo V**

**A. Anexo VI**

**A. Anexo VII**

**A. Anexo VIII**

## 1. JUSTIFICACIÓN

Creo que es oportuno comenzar diciendo que “los tiempos han cambiado”. Los jóvenes de hoy en día están creciendo en plena era digital. Su desarrollo avanza al tiempo que avanza la tecnología lo que les está permitiendo adaptarse fácilmente a todos los avances. Por ello, la educación debe avanzar al mismo ritmo y reinventarse cada día.

Según Ovelar, Benito y Romo (2009) estos estudiantes han crecido mientras internet transformaba radicalmente la forma de acceder a la información, de trabajar y de comunicarse. También opinan que mientras que la generación de la personas mayores a esa franja de edad vive una relación de amor y odio con estas tecnologías que han invadido sus vidas y que evolucionan constantemente, los más jóvenes se sienten en su medio natural y se desenvuelven con facilidad en este nuevo universo interconectado.

Es en estos jóvenes donde tenemos que poner el foco de atención, ya que desde su nacimiento han vivido rodeados de tecnología. Actualmente la sociedad los denomina “nativos digitales”.

“El término “nativo digital”, acuñado por Mark Prensky forma parte ya del imaginario colectivo de nuestra sociedad, al designar a aquellos grupos poblacionales (esencialmente jóvenes y adolescentes) que han crecido en un marco tecnológico digital (ordenadores, Internet, teléfonos móviles, MP3...) y cuyos usos y habilidades en relación a estos medios está completamente naturalizado; de alguna manera, podríamos decir, que se ha “transparentado” el dominio digital y discreto de la tecnología a favor de una experiencia de usuario integral.” (Gértrudix, 2009)

Tapscott (1998) considera que los esfuerzos dirigidos a promover la incorporación de las TIC en la formación deben continuarse dado que son vitales a la hora de ofrecer a los estudiantes una educación acorde con sus expectativas y sus habilidades cognitivas.

Sin embargo algunos docentes utilizan esporádicamente las TICs en clase. Otros simplemente han sustituido herramientas que utilizaban antes por

tecnología que realiza la misma función, visto así no es de extrañar, que los resultados sean prácticamente los mismos (Bartolomé y Aliaga, 2005).

“Es más, las tecnologías que mejor se han “integrado” en las aulas son en buena medida lo que podría considerarse “versiones digitales” de herramientas sobradamente conocidas y usadas desde hace mucho tiempo, como la pizarra digital interactiva o el libro de texto digital, tecnologías decididamente apoyadas por las Administraciones educativas y cuyo potencial innovador es escaso.” (Adell, Castañeda, 2012, 14)

En consecuencia la utilización de las TICs debería ir acompañada de un cambio de las metodologías utilizadas. Cambiar solo el canal no mejora de manera automática la comunicación por muy innovador que sea, esta debe ir asociada a un cambio total del lenguaje utilizado. Son muchos los autores que han investigado sobre este tema y afirman que se dan mejores resultados en metodologías basadas en el aprendizaje constructivista.

Para (Leal, 2012) los objetivos de los profesores deberían fomentar la autonomía de los alumnos, propiciar la interacción entre ellos, reconocer la diversidad de puntos de vista y resultados, y promover la apertura a nuevos puntos de vista e ideas. Algunos autores como Downes (2005) afirman que esta es la base en la que se sustentan para que el alumnado tenga un aprendizaje significativo en la red de conocimientos de hoy en día.

Sousa (1995) realizó diversos estudios en los que comprobó que la retención del conocimiento adquirido después de 24 horas en un estudiante es de 5% para clases magistrales, 50% para discusión en grupo, 75% para experiencias prácticas y 90% por enseñar a otros.

En este sentido, dos de las metodologías más extendidas son el aprendizaje basado en problemas (ABP) y el aprendizaje basado en proyectos (ABPr).

“Fundamentalmente, el ABP y el ABPr tienen la misma orientación, ambos son auténticos, utilizan aproximaciones constructivistas para el aprendizaje, se diseñan centrados en el estudiante e incluyen el papel del docente como orientador. Las estrategias del ABP y el ABPr se utilizan en la educación tecnológica y de diseño para comprometer a los estudiantes



en los procesos de investigación y en soluciones a problemas tecnológicos.” (Rodríguez, Varga, Luna, 2010, 17)

Mettas y Constantinou (2007) opinan que los dos se utilizan en forma combinada y se complementan, Watson (2002) en cambio opina que el ABP es un tipo de aprendizaje basado en proyectos.

Blumenfeld *et al* (1991) opinan que en el aprendizaje basado en proyectos los alumnos persiguen soluciones a problemas no triviales, generando y refinando preguntas, debatiendo ideas, realizando predicciones, diseñando planes y/o experimentos, recolectando y analizando datos, estableciendo conclusiones, comunicando sus ideas y resultados a otros, realizando nuevas preguntas y creando o mejorando productos y procesos.

Sin embargo, y aun habiendo obtenido muy buenos resultados, las matemáticas son un área de la educación que se resiste a implantar este modelo de trabajo. Se siguen utilizando herramientas y estrategias antiguas cuando es el alumno el que debe aprender a aprender logrando así un aprendizaje activo en el que él es el eje central y no el profesor. López (2012) afirma que en la educación hay que cambiar de metodologías fomentando que los alumnos construyan sus propias herramientas que puedan utilizar en el mundo digital y globalizado en el que van a vivir.

Simultáneamente, como afirma Galindo (2014), se deben implementar estrategias educativas que contribuyan al desarrollo efectivo de esas habilidades planteadas como fundamentales para la educación en el Siglo XXI. Esto es debido a que en la mayoría de esos conjuntos de habilidades propuestos figuran las habilidades de pensamiento de orden superior que incluyen la creatividad y la destreza para solucionar problemas, razón por la que se deben seleccionar estrategias efectivas y trabajar con ellas en el aula.

Una buena forma de trabajar este modelo educativo es a través de la programación de ordenadores. Para López (2009) la programación de computadores en educación escolar, es una herramienta muy positiva que desarrolla habilidades de pensamiento de orden superior, además potencia la posibilidad de desencadenar diversas emociones.

De hecho, el currículo de las Enseñanzas de Educación Primaria en la Comunidad Foral de Navarra hace referencia explícita a la programación. La tabla 1 muestra tal y como aparece reflejado en el currículo en el apartado de matemáticas de cuarto de primaria.

**Tabla 1.** Programación en cuarto de primaria

Contenidos	Integración de las tecnologías de la información y la comunicación, así como de los lenguajes y herramientas de programación en el proceso de aprendizaje.
Criterios de evaluación	14. Utilizar herramientas y lenguajes de programación para modelizar y resolver problemas.
Estándares de aprendizaje evaluables	14.1. De manera guiada, realiza un proyecto de programación donde hay que describir el algoritmo, descomponer el problema en partes más pequeñas y codificarlo con un lenguaje de programación visual formal.

Las referencias a la programación en el currículo en quinto de primaria se muestran en la tabla 2.

**Tabla 2.** Programación en quinto de primaria

Contenidos	Integración de las tecnologías de la información y la comunicación, así como de los lenguajes y herramientas de programación en el proceso de aprendizaje.
Criterios de evaluación	14. Utilizar herramientas y lenguajes de programación para modelizar y resolver problemas.
Estándares de aprendizaje evaluables	14.1. Diseña y realiza proyectos de programación donde se utilizan secuencias de comandos, bucles, condicionales, variables, procedimientos, así como distintas formas de entrada y salida de datos.

Por ende queda reflejado en el currículo de las Enseñanzas de Educación Primaria en la Comunidad Foral de Navarra que la programación ocupa un espacio importante en el sistema educativo de esta Comunidad.

El tipo de reflexiones citadas anteriormente además de la aparición de la programación en el currículo contribuyeron al uso de programas adaptados al ámbito escolar como Scratch.

“Aprender a utilizar lenguajes de programación profesionales es difícil y toma tiempo, lo que obstaculiza su uso en ámbitos escolares. Por lo tanto, entornos de programación gráficos como Scratch<sup>3</sup>, son una excelente opción para que los estudiantes elaboren diversas creaciones en casi todas las asignaturas, sin que los docentes se desgaten en el proceso. Fue diseñado como medio de expresión para ayudar a niños y jóvenes a expresar sus ideas de forma creativa, al tiempo que desarrollan habilidades de pensamiento de orden superior y de aprendizaje del Siglo XXI.” (López, 2012, 71-72)

Scratch es un software de programación gratuito, que se puede ejecutar en distintos dispositivos tanto de forma offline (descargable) como online (a través del navegador). Desarrollado por un grupo de investigadores del Lifelong Kindergarten Group del Laboratorio de Medios del Instituto Tecnológico de Massachusetts (MIT), bajo la dirección del Dr. Resnick. Para Resnick (2013), una de las grandes ventajas que posee Scratch con respecto a otros entornos de diseño es lo atractivo y accesible que es, permitiéndolo incluso con personas que se enfrentan por primera vez a programar.

“Según los creadores de Scratch, fue diseñado como medio de expresión para ayudar a niños y jóvenes a expresar sus ideas de forma creativa, al tiempo que desarrollan habilidades de pensamiento lógico y de aprendizaje del Siglo XXI, a medida que sus maestros superan modelos de educación tradicional de la matemática con la utilización del computador.” (Galindo, 2014, 89)

Scratch es una herramienta educativa que a su vez posee un gran potencial lúdico. Como narra la profesora Maria Moriana Coronel en una experiencia con Scratch y alumnos de primaria (<http://programamos.es/una-clase-de-programacion-con-scratch-para-ninos-de-1o-de-primaria/>):

“El alumnado con el que se trabaja es muy pequeño y no tiene experiencia en el diseño y la programación con Scratch, comprender la diferencia entre crear y jugar nos es tan fácil. Se observa que la

experiencia que tienen con los aparatos electrónicos es fundamentalmente pasiva, reciben información o siguen unas instrucciones para poder jugar. Es por eso que en sus primeros contactos con Scratch tienden a confundirlo con un juego y su primer impulso es intentar averiguar cómo se juega, qué hace el gato, a qué botón hay que darle para empezar. Cuando descubren que lo que realmente pueden hacer es crear sus propios juegos, el interés, la emoción y la curiosidad se multiplican: ¡están ante un juego que hace juegos!”

Para Salido (2011) el juego es un vehículo por el cual el alumnado aprende de forma connatural y divertida un contenido al igual que ejercita el seguimiento de normas y favorece su comunicación con social. Sobre los seis años son actos imitados, guiados por un adulto o los iguales para convertirse posteriormente con el paso de los años en actos que el alumnado identifica con una situación y que los participantes asumen. El hecho de asumir y afianzar el uso de las reglas supone un nivel de autoafirmación que manifiesta claramente el desarrollo de relaciones sociales y una mayor socialización.

Queda claro que el juego y las emociones mantienen una relación directa que debemos aprovechar. Así pues desde que Goleman (1996) nos hablara de la inteligencia emocional, estamos obligados a conocer y regular las emociones tanto personalmente como socialmente, ya que la inteligencia emocional está estrechamente ligada con la motivación. Una persona es inteligente emocionalmente en la medida que puede mejorar su propia motivación.

Es bastante evidente que las actitudes, percepciones, expectativas y representaciones que tenga el alumnado de sí mismo, de la tarea a realizar, y de las metas que pretende alcanzar son factores de primer orden que guían y dirigen la conducta de estos en el ámbito académico (García, Doménech, 1997).

A pesar de que los estudios en los que hayan investigado el peso que juega el dominio emocional del estudiante en el aprendizaje aún no son muy numerosos se asume que las emociones son una parte importante de la vida psicológica del escolar y que tienen una alta influencia en la motivación académica y en las estrategias cognitivas (adquisición, almacenamiento, recuperación de la

información, etc.), y por ende en el aprendizaje y en el rendimiento escolar (Pekrun, 1992).

Es importante poner en evidencia los aspectos éticos y legales respecto al uso de los recursos digitales. No es una práctica habitual en los colegios y teniendo en cuenta que este tipo de tecnología se orienta hacia un ámbito más lúdico es importante que el alumno tome conciencia de que existen unas normas al respecto.

“Autores como Vivancos (2008) utilizan el término alfabetización jurídica para referirse a la capacidad para reconocer los derechos básicos como ciudadanos ante las TICs. Esto implica el desarrollo por parte del alumnado de una actitud crítica y reflexiva en la valoración de la información disponible, contrastándola cuando es necesario, así como al respeto de las normas de conducta acordadas socialmente para regular el uso de la información y sus fuentes en distintos soportes.”(Gutiérrez-Cabello, Losada y Correa, 2015, 240-241)

Otra de las herramientas que se está empezando a utilizar orientada al ámbito educativo es Arduino. Según el artículo de Herrero y Sánchez (2015), *una mirada al mudo Arduino*, nació con el objeto de proporcionar una plataforma económica de fácil uso, para enseñar electrónica a los alumnos del Instituto de Diseño Interactivo de Ivrea, (Italia). Sus creadores y socios fundadores son los italianos Massim Banzi y Gianluca Martino, los estadounidenses Tom Igoe y, David Mellis y el español David Cuartielles, quienes decidieron que su diseño fuera abierto licenciándolo en Creative Commons 7. Así protegen la marca, pero el hardware, el software y la documentación son libres, pudiéndose descargar los archivos de diseño del circuito electrónico, las fuentes del software, modificar, compartir etc.

Las posibilidades de realizar proyectos basados en Arduino tienen como límite la imaginación. Por ello Herrero y Sánchez (2015) opinan que Arduino se puede implementar en un rango amplio en la enseñanza como materias relacionadas con la robótica, el control, la adquisición de datos, los diseños interactivos, etc., ya que la sencillez de uso de esta plataforma permite a personas no expertas en electrónica, utilizar en sus creaciones dispositivos electrónicos y controlarlos, de una manera sencilla o asequible para ellos.

Además en los últimos años se ha creado una nueva herramienta que en “términos básicos” diríamos que es la unión de Scratch y Arduino, se llama Snap4Arduino.

Las raíces de Snap4Arduino proceden de BYOB, que es un lenguaje muy similar a Scratch pero con muchas más posibilidades. BYOB evoluciona a una nueva versión llamada Snap que finalmente se modifica para que pueda interactuar con Arduino.

Como ya he mencionado, Snap4Arduino es una modificación del lenguaje Snap, un lenguaje de programación visual, que le permite implementar e interactuar con casi todas las versiones de placa Arduino.

Snap es una nueva versión del lenguaje BYOB. Está desarrollado por Jens Mönig en MioSoftCorporation (ahora en SAP), con entrada para el diseño y documentación de Brian Harvey en Berkeley, y las contribuciones de los estudiantes de Berkeley.

BYOB es el acrónimo de *Build Your Own Blocks* y es una ampliación del programa Scratch. Tiene funciones más avanzadas. Para un programador que utilice Scratch, no hay dificultad en el manejo de BYOB, ya que las pantallas son prácticamente idénticas, aunque el potencial técnico del programa es mayor.

Snap4Arduino se está desarrollando activamente en el Citilab de Cornellá por el grupo de investigación Eduteca. Entre sus máximos desarrolladores están Victor Casado, Jordi Delgado, José García, Joan Güell y Bernat Romagosa que cuentan con la colaboración de Ernesto Laval, JensMönig, Frank Hunleth y Mareen Przybylla.

A día de hoy no existen evidencias científicas que hablen sobre la utilización de Snap4Arduino en educación primaria.

## 2. OBJETIVOS Y COMPETENCIAS DEL PROYECTO

Objetivo general:

- Evidenciar las utilidades y beneficios de Snap4Arduino como propuesta didáctica en educación primaria: Ya que no existen evidencias científicas ni artículos que hablen sobre experiencias con Snap4Arduino en educación primaria, recopilar datos objetivos y prácticos mediante la puesta en marcha de un curso certificado por el planetario de Pamplona con alumnos comprendidos en dicha edad escolar.

Objetivos específicos:

- Analizar si el aprendizaje basado en proyectos es válido y obtiene buenos resultados para Snap4Arduino en niños de Primaria: El aprendizaje basado en proyectos (ABPr) es una metodología que obtiene muy buenos resultados en educación primaria. A su vez, Snap4Arduino es una herramienta que permite un amplio abanico para la investigación. Por lo tanto parece lógico que ambas vayan de la mano. A lo largo del curso pretendo evidenciar si esta hipótesis es correcta.
- Valorar Snap4Arduino como herramienta a utilizar en el ámbito escolar: El apartado de contenidos del bloque 1 de matemáticas, “procesos, métodos y actitudes en matemáticas” de cuarto y quinto de primaria del currículo de las enseñanzas de educación primaria en la Comunidad Foral de Navarra, refleja que uno de los contenidos a trabajar es “la integración de las tecnologías de la información y la comunicación, así como de los lenguajes y herramientas de programación en el proceso de aprendizaje”. Por ello estimaré si Snap4Arduino podría incluirse como herramienta en los centros educativos para obtener los fines que se especifican en este apartado.
- Comprobar si los alumnos de primaria son capaces de asimilar conceptos de montaje y funcionamiento de electrónica básica: Podríamos clasificar las funciones de Snap4Arduino en básicas y avanzadas. Las más básicas corresponden a las funciones que ya posee Scratch, comprobada ya su aplicabilidad en el ámbito escolar a lo largo de primaria tal y como se cita en la justificación. En cambio, algunas de las funciones avanzadas de Snap4Arduino incluyen una

parte de montaje y de conceptos electrónicos básicos. La electrónica no está incluida en el currículo de las enseñanzas de educación primaria en la Comunidad Foral de Navarra por lo que en el curso comprobaré si los alumnos de esta edad tienen la capacidad de asimilar este tipo de conceptos y ponerlos en práctica.

Competencias básicas trabajadas:

- Comunicación lingüística
- Competencia matemática y competencias básicas en ciencia y tecnología
- Competencia digital
- Aprender a aprender
- Competencias sociales y cívicas
- Sentido de iniciativa y espíritu emprendedor



### **3. EL CURSO**

El planetario de Pamplona me brindó la oportunidad de organizar un curso certificado (Anexo 1) a través del cual desarrollar mi propuesta. El objetivo principal del curso fue comprobar la viabilidad de Snap4Arguino como propuesta didáctica en primaria.

El curso tuvo una duración de 12 horas divididas en cuatro sesiones de 3 horas cada una. Se impartió durante cuatro sábados consecutivos (los dos últimos de abril y los dos primeros de mayo de 2016) en el aula de robótica del planetario. El horario era de 10:30 a 13:30 con un pequeño descanso para el almuerzo.

Diana González, encargada de la formación digital y tecnológica del planetario de Pamplona, me acompañó en todas las sesiones. Asistió como monitora de apoyo y fue la encargada de utilizar la cámara de fotos y de vídeo del planetario. Agradezco enormemente su confianza y su apoyo además de todas las facilidades que me dio.

#### **3.1. Población, material y métodos**

El curso tuvo buena acogida, de las 20 plazas que ofrecimos se cubrieron 18. 14 niños y 4 niñas con edades comprendidas entre 8 y 12 años. La gran mayoría poseía conocimientos básicos de Scratch lo que resultó de gran ayuda para el desarrollo de las sesiones.

Gran parte de los inscritos en el curso ya habían estado apuntados a cursos del planetario sobre Scratch por lo que ya disponían de conocimientos previos. Por ello, siendo el lenguaje y la interfaz de Scratch muy similar a la de Snap4Arduino, el curso se diseñó para que se centrara en las funciones avanzadas que interactúan con la plataforma Arduino UNO, y no en otras funciones más básicas que también dispone Scratch.

El material utilizado a lo largo del curso fue el siguiente:

- Ordenadores: Uno para cada grupo. En este caso eran ordenadores con sistema operativo Windows, pero no era imprescindible ya que Snap4Arduino es compatible tanto con Windows, Mac o Linux.
- Placa Arduino Uno: Es una de las muchas plataformas Arduino que existen. Es un sistema microcontrolador monoplaca de hardware libre,

de fácil uso y bajo coste, desarrollado inicialmente para facilitar el uso de electrónica en diseños artísticos e interactivos y la aplicación de esta por personas no expertas (Herrero y Sánchez, 2015).



- Arduino IDE y Standar Firmata: Arduino IDE es un entorno que permite escribir programas y cargarlos en las diferentes plataformas Arduino (Fitzgerald, Shiloh, 2014). Herrero y Sanchez (2015) aseguran que el lenguaje que utiliza este entorno es muy parecido a C++. De hecho es un programa escrito en este lenguaje el que hay que cargar en la plataforma, Arduino UNO en nuestro caso, para que interactúen Snap4Arduino y la plataforma.

Este programa es una firmata, protocolo genérico para la comunicación con microcontroladores de software en un ordenador. La firmata que hemos utilizado en este curso es gratuita. La proporciona la página web del grupo de investigación Eduteca del Citilab de Cornellá (<http://s4a.cat/snap/>).

Tanto la instalación del Arduino IDE como la carga de la Estándar Firmata la realizamos Diana González y yo días antes del inicio del curso.

```
StandardFirmata
/*
 * Firmata is a generic protocol for communicating with micro
 * from software on a host computer. It is intended to work w
 * any host computer software package.
 *
 * To download a host software package, please click on the f
 * to open the download page in your default browser.
 *
 * http://firmata.org/wiki/Download
 */

/*
 Copyright (C) 2006-2008 Hans-Christoph Steiner. All rights reserved.
 Copyright (C) 2010-2011 Paul Stoffregen. All rights reserved.
 Copyright (C) 2009 Shigeru Kobayashi. All rights reserved.
 Copyright (C) 2009-2011 Jeff Hoefs. All rights reserved.

 This library is free software; you can redistribute it and/
```

- Kit Arduino: Este kit se compone de la plataforma Arduino, un cable para conectar con el ordenador, una placa protoboard y diferentes componentes electrónicos. Los diferentes componentes electrónicos utilizados en cada sesión serán descritos en las mismas



- Proyecto en papel: Este curso se compone de cuatro proyectos (anexos 5-8). Ya que los alumnos carecían de conocimientos electrónicos preparé unos esquemas visuales con el programa Fritzing de manera que les resultara más fácil de entender y seguir a la hora del montaje. Herrero y Sanchez (2015) lo definen como una herramienta muy útil para documentar los diseños con Arduino u otras plataformas. Permite documentar fácilmente el montaje de prototipos sobre placas de inserción, añadir comentarios, etc. A partir del montaje sobre placa de inserción, se genera el esquema eléctrico del montaje y también es posible realizar el diseño del circuito impreso.
- Documento de derechos de imagen: Antes de dar inicio al curso facilitamos a los padres un documento de derechos de imagen (Anexo 2) que debían firmar si estaban de acuerdo. Además les comentamos a los alumnos que si alguno por la razón que fuera, aunque sus padres hubieran firmado el documento de derechos de imagen, no quisiera salir ni en las fotografías ni en los vídeos no tenía por qué hacerlo.
- Encuestas: A lo largo del curso repartimos dos encuestas, una el primer día y otra el último. La encuesta del primer día (Anexo 3) recogía preguntas sobre el nivel de conocimientos previos de Scratch y el interés por la programación. La encuesta del último día (Anexo 4) recogía aspectos sobre el curso como mejoras, aspectos lúdicos de la programación o del aprendizaje y la satisfacción. Estas encuestas están adaptadas a niños de primaria por lo que no son muy complejas.
- Cámara de fotos y de vídeo: Diana fue la encargada de utilizar estas dos cámaras. Las imágenes capturadas han sido utilizadas tanto para la página web del planetario como para este Trabajo Fin de Grado. La cámara de vídeo la utilizamos para grabar las presentaciones que hacían los grupos sobre los proyectos que realizaban.

Hablemos ahora del método: aprendizaje basado en proyectos. Elegí este método para el curso porque, como comentan Johari y Bradshaw (2008), el docente debe actuar como orientador del aprendizaje y de los procesos, y dejar que los estudiantes adquieran autonomía y responsabilidad en su aprendizaje. Debo confesar que soy un gran defensor de esta metodología. Creo en el aprendizaje como un descubrimiento continuo a través de la investigación. La mejor manera de aprender es descubriéndolo uno mismo. El profesor sólo tiene que ofrecer a los alumnos las herramientas necesarias para llegar al fin. La retención será mucho mayor si el alumno ha llegado a la conclusión por sí mismo que si se lo damos directamente.

Así pues al principio de cada sesión se les entregó un proyecto para que lo desarrollaran. Los tres primeros proyectos (anexo 5-7) eran proyectos más cerrados ya que la función principal de estos era que adquirieran conocimientos básicos y soltura con Snap4Arduino. Terminaron realizando un último proyecto (anexo 8) totalmente libre en el que podían aplicar todo lo aprendido e incluso abrir nuevos frentes. La idea principal era que pudieran investigar y pudieran desarrollar sus propios proyectos pero para ello antes necesitaba que adquirieran unos conocimientos básicos a cerca de Snap4Arduino. El último proyecto, *nuestro proyecto*, es realmente el alma de la metodología basada en proyectos. Un trabajo que de inicio a fin se basó en investigar, explorar, tocar, probar, fallar y volver a probar...y sin duda alguna fue un éxito rotundo.

Se decidió dividir la clase en 5 grupos de tres y cuatro alumnos en cada grupo ya que, además de que solo hubiera habido material para diez alumnos si se hubiera trabajado con un ordenador y un kit de Arduino para cada uno, uno de los objetivos era el trabajo en equipo, las ayudas entre ellos y la capacidad conjunta de programar. Alonso et al (2012) afirman que el 1 x 1, un ordenador por cada alumno, no es necesariamente mejor que un ordenador para varios alumnos ya que no existe una relación directa entre la cantidad de tecnología disponible y sus efectos sobre la enseñanza y el aprendizaje.

El criterio para la división de los grupos fue la edad, siempre que en todos los grupos hubiera al menos un alumno que tuviera conocimientos previos de Scratch. De esta forma queríamos comprobar si mediante esta metodología y el trabajo en equipo alcanzaban un aprendizaje cooperativo.

Snap4Arduino, ¡Un mundo que programar!

Así pues hubo un grupo de 8 y 9 años, otro de 10 años, un tercero de 10 y 11 años, un cuarto de 11 años y un quinto y último grupo de 12 años.

### **3.2. Sesiones**

Cada una de las sesiones se divide en siete apartados: objetivos específicos de la sesión, planificación de la actividad, descripción del proyecto, material específico utilizado, rendimiento esperado, desarrollo de la actividad y resultados y discusión propios de cada sesión.

Aunque el curso estaba diseñado para que los alumnos desarrollaran los proyectos a su propio ritmo y no a proyecto por sesión lo cierto es que finalmente elaboraron un proyecto en cada sesión. Las razones de que sucediera así se analizarán en el apartado de resultados y discusión.

#### **3.2.1. Sesión 1: El semáforo**

Objetivos:

- Aprender el funcionamiento básico de Snap4Arduino
- Utilizar funciones básicas para activar y desactivar salidas digitales de la placa Arduino UNO
- Realizar montajes electrónicos básicos

Planificación de la actividad:

1. Presentación grupal de participantes y monitores
2. Actividad de relajación
3. Realizar la encuesta inicial (Anexo 6)
4. Breve introducción al curso
5. Reparto de grupos
6. Sesión de programación y montaje
7. Presentación en el caso de que algún grupo acabe el proyecto
8. Despedida

Descripción del proyecto:

Simulación del funcionamiento de un semáforo a través de la programación de disfraces en Snap4Arduino. Aplicación práctica, montaje electrónico y programación de la placa Arduino UNO en una maqueta de semáforo con leds.

## Material:

- Tres leds: uno rojo, otro amarillo y otro verde para simular el funcionamiento del semáforo además de tres resistencias de 220 ohmios.
- Un semáforo hecho con una caja de cartón, papel cebolla y los leds correspondientes para hacer la prueba “con un semáforo de verdad”.
- La encuesta del primer día (Anexo 3). Los datos obtenidos en esta encuesta se analizarán en el apartado 3.3. Resultados y discusiones.



## Rendimiento esperado:

En un principio consistía en que los grupos desarrollaran el programa de simulación del semáforo y que posteriormente pudieran hacer el montaje y programación con leds.

Ya que Diana me había avisado del alto nivel de conocimiento de muchos de los inscritos a cerca de Scratch, añadí a estos proyectos pequeños retos para los grupos que realizaran la primera parte con facilidad. Los retos de este primer proyecto consistían en programar una cuarta luz para los peatones y un botón de peatones.

Sin conocer al grupo mi primera estimación era que los grupos acabaran la parte del semáforo para coches, que algunos además acabaran la luz de peatones pero no creía que pudieran desarrollar el montaje y programación del botón para peatones.

## Desarrollo de la actividad:

Esta primera actividad transcurrió sin ningún tipo de incidente. En un primer momento recogimos a los alumnos en la puerta del planetario y les acompañamos a la sala de robótica.

Una vez en la sala hicimos una ronda de presentaciones. Debido a la tranquilidad y serenidad de los alumnos decidimos omitir la actividad de

Snap4Arduino, ¡Un mundo que programar!

relajación. Esta actividad estaba programada ya que en cursos anteriores se había detectado que los niños llegaban al curso con un nivel alto de excitación lo que dificultaba que se centraran. En esta ocasión no ocurrió así y se percibía un ambiente tranquilo pero con ganas de empezar. Por ello, y después de las presentaciones se les entregaron las encuestas del primer día que no llevó más de cinco minutos completarlas.

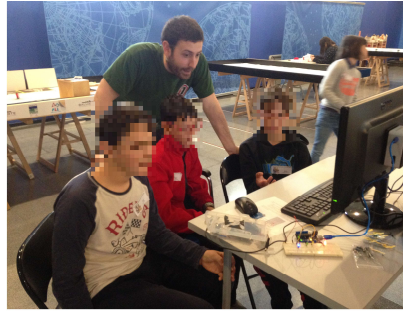
Después realizamos una toma de contacto en grupo y hablamos de la experiencia de cada uno en torno a la programación (Scratch). Dejamos que ellos explicasen a los demás qué es Scratch para que los que no sabían nada se hicieran una pequeña idea. También hablamos del parecido de Scratch con Snap4Arduino y la posibilidad de poder programar con actuadores y sensores físicos y la ventaja que esto otorga, ya que así iban a poder programar sobre algo físico y real a diferencia de Scratch.

También hablamos del primer proyecto que íbamos a realizar en este curso, el semáforo, y de la importancia de la simulación antes de la ejecución del proyecto. Quisimos recalcar este aspecto para asemejarlo a la vida real, donde antes de sacar un producto al mercado hay que ponerlo a prueba y observar los posibles errores para poder corregirlos a tiempo. La importancia de la revisión.

En ese momento, dividimos a los participantes del curso en pequeños grupos de tres y de cuatro alumnos en los que al menos había una persona que conociera Scratch.

A pesar de que hicimos rotación del ratón y de montaje cada diez minutos para que todos participaran por igual, en algunos grupos tuvimos problemas con el trabajo en equipo así que nos vimos en la obligación de incluir el rol de moderador. Esta persona tenía la responsabilidad de moderar en caso de disputas. El rol iba alternando entre los miembros del equipo. Los ánimos se calmaron lo que solucionó parte del problema.

Hubo grupos que ya en la primera hora habían desarrollado sin ningún prolema la simulación del semáforo con el montaje y la programación con leds.



El siguiente trabajo a realizar era añadir el mecanismo de funcionamiento del cuadro de peatones con la dificultad añadida de que parpadeara un poco antes de que el semáforo de los coches se pusiera en verde. Todos los grupos realizaron este paso lo que me sorprendió ya que yo esperaba que esta parte costara más y que tendrían más dificultades para solventar el problema. La dificultad de este paso era relacionar el semáforo de coches con el cuadro de peatones y sobretodo que en el proyecto que yo les había entregado no estaba reflejado el esquema electrónico del nuevo led por lo que eran ellos quienes tenían que deducirlo. Que en el esquema no apareciera este nuevo led no fue algo fortuito, el objetivo era que se basaran en el esquema anterior para realizar uno nuevo en una salida digital diferente.



Como último trabajo de esta sesión debían introducir un botón para peatones. Como en la vida real, al pulsar el botón estando el semáforo de los coches en verde, este debía ponerse primero naranja y después rojo para después dar paso al semáforo de los peatones. Si el semáforo de los peatones estaba en verde el hecho de pulsar el botón no debía producir ningún cambio en el semáforo de los coches. A excepción de un grupo, todos los grupos tuvieron pequeños fallos en sus programas en esta última fase. Aun así y siendo un

Snap4Arduino, ¡Un mundo que programar!



trabajo que tenía mayores dificultades fueron capaces de acercarse bastante a la solución del problema. Hubo un grupo que fue capaz de desarrollar el problema a la perfección y lo aplicó al semáforo construido especialmente para ello con una caja de zapatos y leds. Les propusimos hacer la presentación y explicación de lo que habían realizado a sus compañeros lo que ayudó a resolver las dudas del resto de participantes.

#### Resultados y discusión:

Se cumplieron todos los objetivos planteados para la sesión. Por un lado, aprender las funciones básicas de Snap4Arduino fue sencillo ya que muchos conocían y habían programado ya con Scratch. Aplicaron estos conocimientos a Snap4Arduino con muy buenos resultados a excepción de la programación del botón de peatones que exigía una dificultad mayor. Aun así cumplieron este objetivo con creces ya que esta era su primera toma de contacto con esta herramienta. Al mismo tiempo cumplieron con el objetivo de activar y desactivar salidas digitales de la placa Arduino UNO además de la realización de montajes electrónicos básicos. Este último resultó más complicado ya que era la primera vez que se enfrentaban a un montaje electrónico, a los materiales y herramientas que tenían que utilizar. Aun así la ayuda que tuvieron que solicitar fue casi mínima. Fueron capaces de solventarlo por sí mismos excepto el grupo de los más pequeños que sí que necesitó un apoyo mayor.

Por otro lado, y como ya he mencionado en el apartado del desarrollo de la actividad, nos encontramos con problemas en el trabajo en equipo. Al principio propusimos que fueran cambiando el ratón cada 10 minutos para que todos pudieran participar, dejamos que ellos mismos controlaran los tiempos y fueran capaces de gestionarlo. Pero esto no fue un acierto, se crearon disputas ya que todos querían estar en el ratón y no respetaban los tiempos. En un primer momento y al ver la problemática que estaba surgiendo incluimos el rol de moderador, uno de ellos debía mediar en los conflictos y este rol debía de ir turnando. Esto calmó bastante los ánimos pero no fue suficiente. Por ello al final de la sesión y para el resto de sesiones tuvimos que añadir dos roles más que irían alternando a nuestra señal. El operario de ratón, el que manejaba el ratón, y el montador, el encargado de montar el esquema electrónico.

### 3.2.2. Sesión 2: La lámpara de colores

Objetivos:

- Aprender el funcionamiento básico de Snap4Arduino
- Utilizar funciones básicas para activar y desactivar salidas analógicas de la placa Arduino UNO
- Realizar montajes electrónicos básicos

Planificación de la actividad:

1. Bienvenida
2. Entrega de la programación del proyecto de lámpara de colores
3. Sesión de programación y montaje
4. Presentación en el caso de que algún grupo acabe
5. Despedida

Descripción del proyecto:

Montaje de una lámpara con un led RGB aplicando distintas señales a cada patilla del led en función de la posición de los potenciómetros para conseguir una mezcla de los colores del led RGB.

Material:

- Un led de cualquier color.
- Un led RGB, led que tiene dentro tres leds de color rojo, verde y azul. El nombre led RGB proviene de los siglas de los colores en inglés R (red), G (green) y B (blue). Dependiendo del voltaje que apliquemos a cada uno de los leds interiores la mezcla de colores del led RGB será una u otra.
- Seis resistencias de 220 ohmios.
- Tres potenciómetros de 10k ohmios (10000 ohmios). Resistencias variables que en función de la posición pueden tener un valor aproximado desde cero al valor del nombre del potenciómetro.

Rendimiento esperado:

Debido a la mayor dificultad que tenía el montaje electrónico de este proyecto con respecto al anterior supuse que la parte del montaje sería la más problemática.

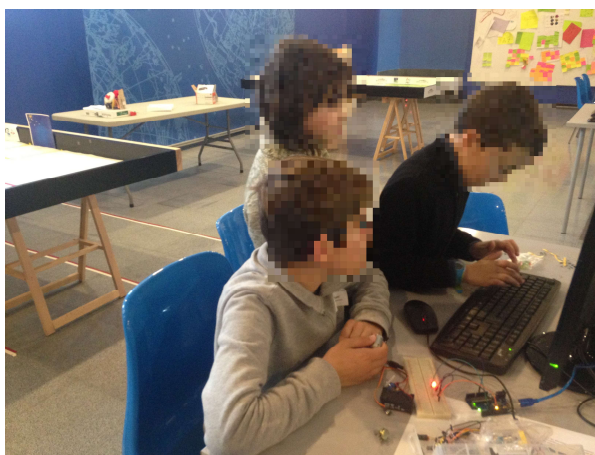
Snap4Arduino, ¡Un mundo que programar!

Otro punto donde creía que podía haber problemas era con las entradas y salidas analógicas. Al no ser digitales no están activadas o desactivadas (encendidas o apagadas) sino que tienen muchos valores distintos. Las entradas van a recibir una señal (un valor en voltios) y lo que devuelven es un valor comprendido entre 0 y 1023. Si reciben 0 voltios devuelven el valor 0 y si reciben 5 voltios devuelven el valor 1023. Si reciben otro valor lo hacen en esa proporción, es decir si recibe 2,5 voltios que es la mitad (0-5) devolverá 512 que es el valor en la mitad del intervalo de valores a devolver (0-1023). Las salidas en cambio, comprenden valores entre 0 y 255 siendo 0, 0 voltios y 255, 5 voltios. Resultaba todo un reto que los alumnos comprendieran y pudieran aplicar estos conceptos.

Viendo los buenos resultados de la sesión anterior y salvando estas dos dificultades esperaba que desarrollaran el proyecto sin problemas.

Desarrollo de la actividad:

Nada más llegar les entregamos el proyecto de la lámpara de colores. Para empezar con el proyecto realizaron el montaje de led de la sesión anterior pero en vez de utilizar la salida digital utilizaron una salida analógica.



Acto seguido realizaron el montaje del led RGB. Activaron las patillas con salidas analógicas introduciendo ellos los valores manualmente en la función para que la salida sacase un determinado valor en voltios. El grupo de los más pequeños fue capaz de realizar este montaje pero tuvo problemas.

Una vez realizado este montaje lo que debían hacer era que llegara una señal en función de la posición de un potenciómetro a una entrada analógica. Snap4Arduino la iba a interpretar con un valor de 0-1023 y queríamos aplicarle ese valor a la salida analógica. Como el rango de valores para las salidas es de

0-255 lo que teníamos que hacer mediante la programación era programar que el valor de la salida fuera el valor de la entrada dividida entre cuatro.

La programación para el grupo de los más pequeños resultó ser difícil ya que algunos de ellos casi no habían trabajado la división y no tenían muy claro que tenían que hacer.

Sin embargo, fueron incapaces de asimilar el montaje de esta última parte. Diana se tuvo que poner con ellos prácticamente toda la sesión y aún con ayuda no eran capaces de entender lo que hacían.

El resto de grupos realizaron el montaje pero tuvieron pequeños problemas en detalles de la programación. El mayor problema de todos fue que al dividir el valor de la entrada entre cuatro para obtener el valor de la salida, en tres de cada cuatro veces aparecían decimales y aunque el proyecto funcionaba en el ordenador daba un mensaje de error. Esos pequeños fallos fueron los que los grupos a excepción de uno no pudieron corregir.

Resultados y discusión:

Este día acudieron dos niños que no habían estado el primer día. En los dos grupos donde se incorporaron hubo algún pequeño problema de organización. Además nos dimos cuenta de que con tres integrantes en el grupo trabajaban mejor que con cuatro.

Sin embargo, uno de los grupos que el día anterior no había trabajado tan bien y que había tenido problemas, con la nueva implantación de roles funcionó a la perfección. Como he mencionado en la sesión anterior les dimos unas nociones básicas de cómo tenían que funcionar por roles (montador, mediador y operario del ratón) y fue el único grupo que realizó el montaje correctamente incluso buscando mejoras para un mejor funcionamiento.

Viendo los problemas que tuvo este grupo en esta sesión preparé una planificación adaptada a este grupo para el resto de los días. La nueva propuesta para este grupo era programar con funciones más básicas incluyendo montajes electrónicos muy simples.

### 3.2.3. Sesión 3: El coche y Nuestro proyecto

Objetivos:

- Aprender el funcionamiento básico de Snap4Arduino
- Utilizar motores dc y comprender su funcionamiento
- Realizar montajes electrónicos básicos
- Diseñar pequeños proyectos utilizando lo aprendido en el curso anteriormente

Planificación de la actividad:

1. Bienvenida
2. Entrega de la programación de los proyectos
3. Sesión de programación y montaje
4. Presentación en el caso de que algún grupo acabe
5. Despedida

En un primer diseño del curso la idea era que el proyecto del coche fuera el tercero. Así podrían conocer la función de giro de motor que tiene Snap4Arduino y la podrían utilizar en el último proyecto en caso de que lo quisieran incluir.

El cambio de estructura vino a raíz de los problemas que habían tenido los más pequeños en el anterior proyecto. Si el anterior les resultó complicado este lo iba a ser aún más y no lo veía adecuado para su nivel. Por eso al grupo de los más pequeños les propusimos que pasaran directamente al último proyecto y que utilizaran los dos días restantes para poder desarrollarlo. Se trataba de un proyecto libre en el que aplicarían los conocimientos adquiridos en las sesiones anteriores. Les planteamos que hicieran un cuento en el cual utilizaran las funciones más básicas de Snap4Arduino, las que más se acercan a Scratch y que conocían mejor, introduciendo pequeños aportes electrónicos que fueran más sencillos de aplicar.

Además, como solo disponíamos de dos coches para todos los grupos, en un principio la idea era hacer la simulación en el ordenador y para comprobar que funcionaba dejarles uno de los coches. Viendo que eran cuatro grupos y que

teníamos dos días y dos coches pensé que sería más productivo que dos grupos hicieran el proyecto del coche y los otros dos el proyecto libre y que al día siguiente cambiaran de proyecto.

Descripción del proyecto:

El coche: Montaje y programación de un coche accionado por motores dc con reducción para obtener funciones hacia delante, atrás, derecha e izquierda mediante un puente en H.

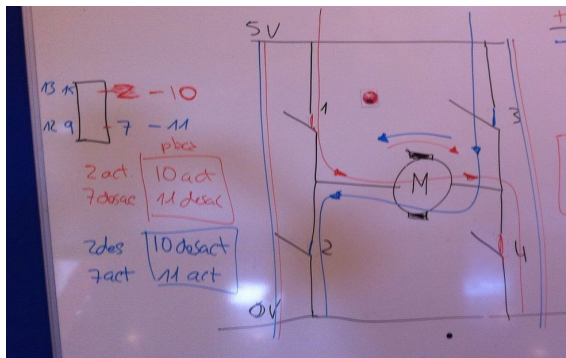
Nuestro proyecto: Proyecto libre utilizando alguna de las funciones trabajadas en el curso.

Material:

- Coche: base, dos motores dc con reducción incorporada, dos ruedas para acoplar a estos y una rueda giratoria. Motores de tensión continua que tienen incorporados un juego de poleas de forma que consiguen que poniéndole una polea pequeña al eje de motor y uniéndola a una polea que está situada en el eje de la rueda, reduzca las revoluciones que gira este último eje.
- Microintegrados L293D: Circuito integrado que contiene dos puentes en H. Cada uno de estos puentes hace que el sentido de la corriente vaya en una dirección o en otra activando diferentes patillas del integrado.
- Una batería de 9 voltios.
- Un servomotor: Motor de engranajes que solo puede girar 180°. Se controla mediante impulsos que le dicen al motor en qué posición debe colocarse.
- Un condensador de 100 microfaradios: este condensador es necesario ya que cuando un servomotor empieza a moverse consume más energía que cuando está en movimiento y puede provocar una caída del voltaje. Este condensador se comporta como una fuente de energía para evitar esas caídas de voltaje.

El material específico para el proyecto *Nuestro proyecto* depende del diseño de cada grupo.

Rendimiento esperado:



Intuía que los mayores problemas vendrían a la hora de entender el funcionamiento del puente en H y de cómo activar las patillas para hacer que la corriente fluyera en un sentido o en otro.

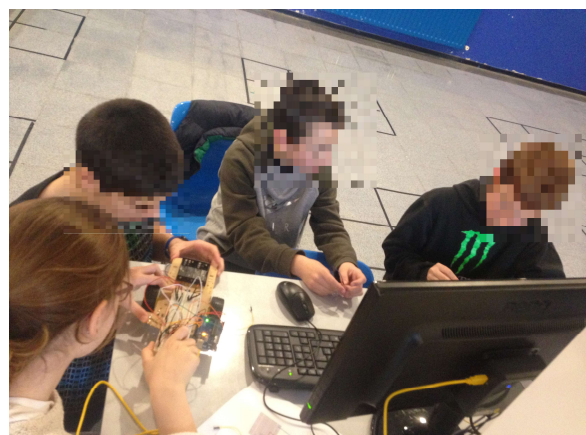
Otro momento en el que esperaba que tendrían problemas era a la hora de programar las dos ruedas ya que resultaba un poco complejo activar las salidas de la placa Arduino UNO porque no correspondían con las patillas del puente en H. Las salidas de la placa eran 10, 11, 12 y 13 mientras que las entradas del L293D eran 2, 7, 9 y 15.

Para este proyecto fuera un éxito la programación del sentido de la corriente y por tanto el sentido de giro de los motores era imprescindible.

Fui consciente de la complejidad de este proyecto desde el principio, pero después de todos los avances que habían logrado en las sesiones anteriores tenía total confianza en que lo sacaran adelante. Además conseguir hacer funcionar un coche real mediante la programación me parecía un proyecto muy motivador.

Desarrollo de la actividad:

El proyecto del coche consistía en activar ciertas patillas del L293D para que la corriente fuera en un sentido o en otro y así girar los motores y con ellos las dos ruedas ya que el coche iba hacia delante, atrás, izquierda o derecha en función del



giro de estas. Si los dos motores giraban hacia delante el coche iría hacia delante.

Si los dos motores giraban hacia atrás el coche iría hacia atrás. Si el motor derecho giraba hacia delante y el motor izquierdo giraba hacia atrás iría hacia la izquierda y si el motor derecho giraba hacia atrás y el motor izquierdo giraba hacia adelante iría hacia la derecha.

Los dos grupos que trabajaron con el proyecto del coche tuvieron bastantes problemas con el montaje del coche. Sin embargo no tuvieron problemas con el puente en H tal y como yo esperaba. Si bien es cierto, cuando acababan de montar el esquema electrónico acercaba al grupo a una pizarra donde les explicaba de manera detallada el funcionamiento de este y cómo debían programarlo para que no tuvieran problemas.

También les funcionó a la perfección el montaje del servomotor. Uno de estos grupos incluso lo utilizó en el proyecto libre en la siguiente sesión.

El proyecto *nuestro proyecto* o proyecto libre consistía en diseñar un proyecto sobre una temática libre donde se utilizaran conceptos aprendidos a lo largo del curso. También debían utilizar la electrónica ya que de otra forma no hubiese habido diferencias sustanciales con Scratch y lo que más me interesaba era saber qué partes y cómo poder utilizar Snap4Arduino con niños de primaria y ver si es posible trasladarlo al aula.

La explicación de este proyecto incluía un esquema de cada uno de los elementos electrónicos utilizados en el curso. Entre ellos estaban los leds, el led RGB, el motor de tensión continua y el servomotor.

Los dos grupos que diseñaron su propio proyecto lo hicieron de una forma brillante. Uno de los grupos diseñó el alumbrado de una nave espacial. Colocaron los leds en la placa protoboard en forma de circunferencia para que simulara un ovni. Utilizaron tanto las salidas analógicas como las salidas digitales. Sin embargo, como necesitaban más leds para el alumbrado del ovni les expliqué cómo colocar leds en paralelo y en serie e hicieron diferentes pruebas para ver las diferencias entre ponerlos en serie y ponerlos en paralelo.

El otro grupo diseñó un videojuego estilo "*Space Invaders*" en el que ellos manejaban una nave. Tenían que evitar que les tocaran los meteoritos que

Snap4Arduino, ¡Un mundo que programar!



caían de forma aleatoria. Cada vez que les tocaba un meteorito se alumbraba un led rojo que parpadeaba varias veces. La pantalla tenía una duración de sesenta segundos, y tenían tres vidas. Si llegaban a cero vidas se alumbraba el led rojo de forma continua, si superaban la pantalla se iluminaba el led verde.



El grupo de los más pequeños empezó a crear una historia de un personaje que iba por el bosque y encendía una linterna. A la vez que aparecía una linterna en el programa del ordenador se iluminaba un led amarillo. Después aparecía un fantasma y la linterna se caía y se apagaba al mismo tiempo que lo hacía el led.

Era tal la efusividad de este grupo que bloqueó varias veces el ordenador teniendo que reiniciarlo. Les cambiamos de ordenador pensando en el mal funcionamiento de este hasta que nos dimos cuenta de que también bloqueaban el otro ordenador debido a la cantidad de órdenes que le daban.

Resultados y discusiones:

En esta sesión el grupo de los más pequeños disfrutó mucho más debido a que desarrollaron un proyecto más acorde a su nivel. Además, como estaban diseñando su propia historia estuvieron mucho más atentos y entusiasmados. Haberles propuesto diseñar su propio proyecto fue un auténtico acierto.

Respecto a los grupos que también estaban diseñando sus propios proyectos el cambio de actitud con respecto a otros días también fue notable. Además del interés y la emoción de estar programando algo que verdaderamente querían hacer y no ser un proyecto determinado, como había ocurrido anteriormente en los otros proyectos, los problemas de trabajo en equipo que habían surgido en

otras sesiones desaparecieron. Y eso que estos dos grupos fueron los que más problemas de comunicación tuvieron en las primeras sesiones, pero a lo largo del diseño, montaje y programación de estos proyectos libres parecían grupos totalmente diferentes.

Los dos grupos restantes que trabajaron con el coche funcionaron muy bien, pero era de esperar ya que fue así desde el primer día. El mayor problema que tuvieron los dos grupos fue el montaje electrónico. Aunque en un primer momento no pensé que esto pudiera ser un problema, estaba equivocado, sin duda fue la parte más dura a superar por ambos grupos. Quedó en evidencia la escasa experiencia que tienen los alumnos de esta edad en el montaje de esquemas electrónicos.

#### *3.2.4. Sesión 4: El coche y nuestro proyecto*

Objetivos:

Los objetivos de esta última sesión eran los mismos que los de la sesión anterior ya que el grupo de los pequeños iba a seguir con el desarrollo de la historia y los otros cuatro grupos iban a intercambiarse los proyectos entre sí. Viendo como se había desarrollado el curso sí que decidí añadir un objetivo más para esta sesión:

- Conocer los aspectos éticos y legales respecto al uso de los recursos digitales

Después de terminar la tercera sesión Diana me comunicó que los alumnos que habían estado realizando el proyecto libre habían estado utilizando imágenes sacadas de internet pero que no habían tenido en cuenta la utilización de imágenes sin derecho de autor. Por ello, al principio de esta sesión les explicamos cómo poner el filtro en google y así utilizar sólo imágenes libres. Nos parecía importante que los alumnos supieran que no pueden utilizar cualquier imagen ya que no es legal.

Planificación de la actividad:

1. Bienvenida
2. Explicación de los aspectos legales de las imágenes de internet y cómo buscar imágenes sin derechos de autor

3. Entrega de la programación de los proyectos
4. Sesión de programación y montaje
5. Entrega y cumplimentación de la encuesta del último día
6. Presentación en el caso de que algún grupo acabe
7. Despedida

Teniendo en cuenta que cuando fuera a finalizar la sesión iban a estar muy alborotados, se entregó la encuesta a lo largo de la sesión. Sólo costaba unos pocos minutos pero en ella se reflejaban aspectos importantes como la satisfacción o puntos a mejorar del curso.

Descripción del proyecto:

Mismos proyectos que en la sesión anterior.

Material:

Mismo material que en la sesión anterior a excepción de la encuesta (Anexo 4).

Rendimiento esperado:

Habiendo visto los resultados de la sesión anterior, los resultados tan positivos que había tenido el proyecto libre y que los que realizaban el proyecto libre eran los dos grupos que mejor trabajaban esperaba que salieran unos proyectos muy buenos. Respecto a los dos grupos que iban a trabajar el proyecto del coche y después de ver los resultados de la última sesión pensé que iban a tener problemas tanto en el montaje como en la programación de los motores. El grupo de los pequeños iba muy bien con la historia así que esperaba que la hicieran un poco más larga introduciendo algún otro elemento electrónico.

Desarrollo de la actividad:



Nada más llegar y antes de repartir los proyectos les explicamos los derechos de autor de las imágenes y cómo está prohibido utilizar dichas imágenes sin el consentimiento del autor.

Acto seguido les explicamos también cómo podían utilizar un filtro en google para poder buscar imágenes sin derecho de autor.

A continuación se les entregó los proyectos como habíamos hecho en el resto de sesiones. El grupo de los más pequeños tuvo que empezar de nuevo porque no había guardado su proyecto la sesión anterior. Volvieron a crear otra historia en la que nuevamente solo utilizaron los leds. Para ellos el resto de montajes resultaban muy complejos.

Los dos grupos que trabajaron con el proyecto del coche tuvieron bastantes problemas. Uno de ellos lo terminó con bastantes dificultades y el otro no pudo terminarlo. A pesar de que la programación les resultó difícil, el montaje fue lo que les dio verdaderos quebraderos de cabeza.



El grupo que había trabajado tan bien la sesión anterior y que había diseñado el juego de la nave y los meteoritos se frustró ante el montaje. A pesar de que les dije varias veces dónde tenían el problema lo único que querían era que se lo hiciera yo y no fueron capaces de ponerse de acuerdo

entre ellos para solucionar el problema. El otro grupo al menos trabajó unido y consiguió acabar el proyecto del coche.

Contrariamente a estos grupos, los grupos que realizaron el proyecto libre lo hicieron genial, tuvieron problemas pero los solucionaron e hicieron dos proyectos muy curiosos.

Uno de estos grupos diseñó un juego en el que un muñeco saltaba sobre una cama elástica y rebotaba por la habitación. A esto hay que añadirle luces que se iluminaban en función del rebote. No consiguieron acabar lo que ellos habían propuesto hacer pero desarrollaron la idea de una manera excepcional.

Snap4Arduino, ¡Un mundo que programar!

El otro grupo diseñó una cerradura que se abría o cerraba en función de si conseguías tocar con el piano una canción determinada. Para la cerradura utilizaron un servomotor que giraba a 0° o 90° en función de si estaba abierta o cerrada. Para ello construyeron con papel la simulación de una puerta y la cerradura. Además utilizaron funciones del Snap4Arduino que incluyen las notas del piano, para que abriera o cerrara solo si se tocaba esa determinada melodía.

Resultados y discusión:

Igual que sucedió en la sesión anterior, el grupo de los más pequeños hizo lo que pudo ya que no eran capaces de seguir montajes más complejos que el de los leds. Sin embargo, el entusiasmo y la motivación que ponían era inversamente proporcional a la capacidad de montaje de electrónica que eran capaces de asimilar.

En los grupos que trabajaron el proyecto libre también se apreció un mayor gusto por el proyecto libre que ellos mismos estaban diseñando que por los proyectos realizados hasta la fecha. Era como una inyección de motivación por hacerlo bien y por terminarlo.

Los grupos que trabajaron el coche a pesar de que era el proyecto que estaban esperando desde la sesión anterior no supieron aprovecharlo. Si a las dificultades que tuvieron con el montaje le añadimos la incapacidad para el trabajo en equipo especialmente de uno de los grupos, tuvo como resultado un trabajo frustrado. No supieron ponerse de acuerdo y trabajar todos hacia una misma dirección para resolver los problemas que les habían surgido.

### **3.3. Resultados y discusión**

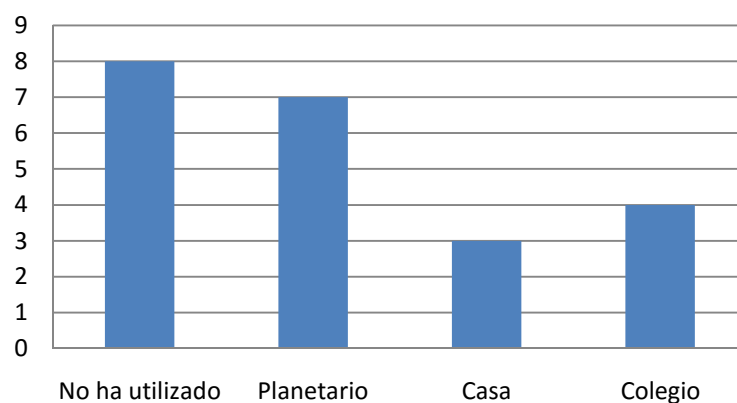
Lo primero que llamó mi atención al comenzar el curso fue la habilidad que tenían los niños con el uso y manejo de las tecnologías. Si bien es cierto que tienen más facilidades que nunca pues están rodeados de tecnología. Interactúan desde que son unos bebés con las nuevas tecnologías y a diferencia de antes tienen todo al alcance de la mano.

Nada más ponerse en los ordenadores el primer día, y antes de pasarles el primer proyecto, algunos grupos ya habían cambiado el fondo de pantalla y

modificado la configuración del ordenador. Sin embargo, a lo largo del curso fui consciente de que entienden los ordenadores y las nuevas tecnologías con un fin lúdico y no como herramienta de trabajo. Encontramos a varios grupos viendo vídeos e incluso jugando a juegos online.

Otra de las cosas que me sorprendió fue la cantidad de inscritos que ya habían manejado Scratch. El gráfico 1 refleja cuántos de ellos lo habían utilizado y dónde lo hacían.

**Gráfico 1.** Lugar donde han utilizado Scratch



De los dieciocho alumnos inscritos al curso dos faltaron el primer día por lo que la primera encuesta la completaron dieciséis. De los dieciséis la mitad ya lo había utilizado antes, la mayoría en el planetario pero cuatro incluso trabajaban con él en el colegio.

Los grupos de trabajo se dividieron teniendo en cuenta que en todos los grupos hubiera al menos una persona que hubiera utilizado antes Scratch. Esto nos interesaba por diferentes motivos. El primero, que como el objetivo era trabajar con Snap4Arduino y tanto el lenguaje como el interfaz de Scratch y Snap4Arduino son muy similares ningún grupo partiría de cero. El segundo, que trabajaran en equipo propiciando un aprendizaje cooperativo. Es decir, que el alumno que tenía los conocimientos tuviera que explicar y enseñar a los demás el funcionamiento de Scratch, así todos aprenderían incluyendo también al que ya sabía pues tenía que esforzarse en que el resto entendiera el funcionamiento.

Además, este reparto de grupos nos proporcionaba la oportunidad de poder trabajar con algunas funciones un poco más avanzadas y no solo las que se asemejan a Scratch. Estas eran las funciones que realmente me interesaba trabajar para saber si Snap4Arduino es válido como propuesta didáctica en educación primaria.

Se puede enfocar el trabajo con Snap4Arduino desde dos vertientes diferenciadas. La primera de ellas es trabajar con las funciones más básicas sin interactuar con elementos arduino, sería como trabajar con Scratch pero utilizando Snap4Arduino. Hay muchas investigaciones que avalan que se puede trabajar con Scratch en primaria por lo que sería realizar las mismas funciones pero con Snap4Arduino. Cambia el nombre del programa pero no hay diferencias significativas. Para los más pequeños tuve que adaptar el diseño del curso y trabajar sólo con las funciones más básicas ya que los contenidos más avanzados les resultaban demasiado complejos.

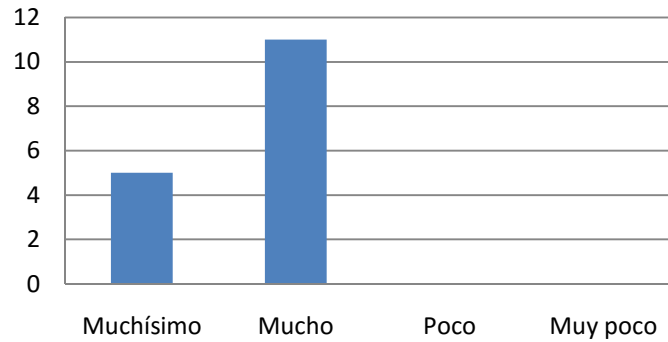
La otra perspectiva es la de trabajar con funciones más avanzadas que interactúan con elementos Arduino. Es aquí donde encontramos la mayor diferencia pues no solo programamos en un ordenador sino que programamos cosas de la vida real como luces o motores. Este era el objetivo real del curso, aplicar funciones más avanzadas de Snap4Arduino y ponerlas en práctica a través del montaje electrónico. Y realmente tuvo muy buenos resultados a pesar de las pocas horas que tuvimos y de que apenas tenían conocimientos de electrónica.

Esto es lo que le da valor añadido a Snap4Arduino en comparación con Scratch. Ambos pueden ser herramientas para el aprendizaje a niveles básicos, pero en el momento de pasar a niveles más avanzados Scratch resulta limitado. Snap4Arduino ofrece las mismas posibilidades que Scratch y además otras muchas más avanzadas y más aplicables a la vida real, por ello creo que es importante reflexionar sobre la introducción de Snap4Arduino en las aulas. Además al aprender utilizando la programación y el montaje de elementos electrónicos conseguimos que el aprendizaje sea mucho más lúdico y estén más motivados.

Cabe destacar que la mayoría de los alumnos que participaron en el curso habían tenido experiencias positivas previas con la programación. Los

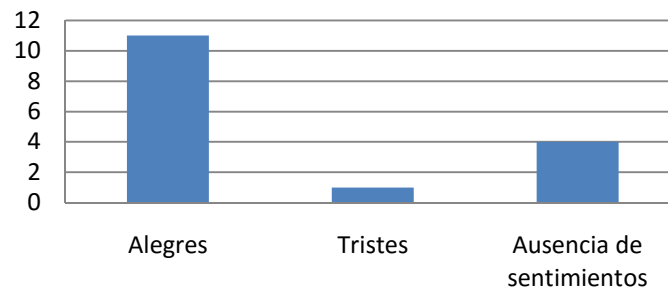
resultados de la encuesta que se pasó antes de comenzar el curso lo reflejan. Gráficas 2 y 3.

**Gráfica 2.** Gusto por la programación



Como se aprecia en la gráfica 2 a la totalidad de los alumnos del curso les gustaba mucho o muchísimo la programación ya antes de comenzar el curso.

**Gráfica 3.** Tipos de sentimientos mientras programan



En la gráfica 3 se aprecia cómo la mayoría de los alumnos expresaban sentimientos positivos cuando programaban, once frente a uno. Los cuatro que pusieron que no sentían nada puntualizaron que no habían programado antes, no es que no sintieran nada si no que lo desconocían. Después de ver como se desarrolló el curso y los sentimientos y actitudes que expresaron los alumnos durante el desarrollo del mismo podría intuir que los resultados mejorarían. Que habría un número mucho mayor de alumnos que expresarían sentimientos alegres al programar, de hecho, en el aula así lo expresaron.

Elegir como metodología el aprendizaje basado en proyectos fue un acierto. Es una metodología muy acorde a mi forma de entender la enseñanza, por ello, tenía especial interés en comprobar si era posible aplicarla y conseguir un

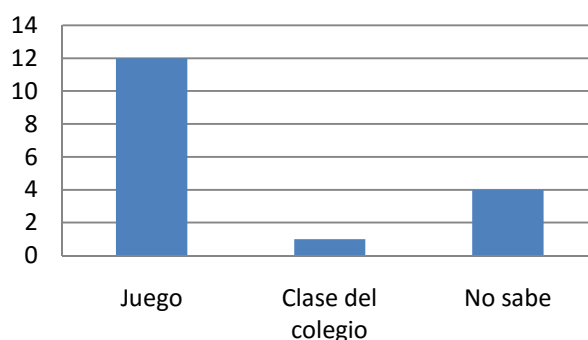
Snap4Arduino, ¡Un mundo que programar!



aprendizaje constructivo mediante la utilización de la herramienta Snap4Arduino.

Con este fin diseñé los cuatro proyectos. Los grupos debían tocar e indagar para conseguir realizar los proyectos. Los tres primeros eran más cerrados ya que proponía yo la temática y el objetivo final. El último, era un proyecto totalmente abierto en el que ellos decidían la temática y el fin del proyecto. Sin duda, trabajar de esta manera fue determinante para el buen desarrollo del curso. Los alumnos asociaron la resolución de los proyectos a un juego más que a una clase ordinaria del colegio lo que lleva implícito sentimientos de diversión, alegría, entretenimiento...etc. Así se refleja en los resultados de la encuesta que se pasó el último día. Gráfica 4.

**Gráfica 4.** Similitud del curso con un juego o una clase



Para aprender las funciones podría haber planteado otro tipo de aprendizaje como el memorístico y haber enseñado a través del proyector cómo utilizar la herramienta. Sin embargo, estoy completamente convencido de que muchos de ellos no hubieran sabido utilizar las funciones en la siguiente sesión y que se hubieran aburrido. Con esto no quiero decir que el aprendizaje por proyectos sea el único método a utilizar pero sí que probablemente sea el más acertado para la adquisición de conocimientos y competencias con esta herramienta.

Una de las ventajas que tiene trabajar por proyectos es que es aplicable a cualquier edad y con cualquier temática. Hay que ser consciente de las limitaciones de cada grupo según la edad y sus conocimientos pero se puede aplicar en todos los escenarios posibles.

En este caso, si había que tener en cuenta alguna limitación era la de los conocimientos de electrónica y su montaje. Este ha sido el punto más problemático en el desarrollo del curso.

Hay que tener en cuenta que la electrónica no se trabaja en primaria. Podría introducirse sin problemas desde primaria ya que los niños a esta edad ya son capaces de asimilar los conceptos básicos de este ámbito. Así quedó reflejado en el curso, aunque los montajes electrónicos les supuso un verdadero quebradero de cabeza fueron capaces de asimilar conceptos y ponerlos en práctica en muy pocas horas. Lo que demuestra, sobre todo, que en los cursos más altos de primaria se podrían empezar a introducir conceptos básicos de montaje electrónico.

Desde mi punto de vista, era más compleja la programación del proyecto del coche que el montaje en sí mismo, sin embargo, a todos los grupos les resultó al revés. Sí que es cierto que en función de la edad no son capaces de asimilar ciertos esquemas electrónicos. Por ello, hay que comenzar trabajando desde lo más simple para ir introduciendo conceptos más avanzados poco a poco.

Considero que teniendo en cuenta que Snap4Arduino es una herramienta que ofrece muchas posibilidades trabajando en conexión con elementos de Arduino, sería idóneo que la electrónica y no sólo la programación estuviera incluida en el currículo de las enseñanzas de educación primaria en la Comunidad Foral de Navarra.

Además, viendo los resultados de los proyectos de estos grupos en cuatro días creo que dispongo de motivos suficientes para determinar que el uso de Snap4Arduino en conexión con elementos de Arduino, es una herramienta más que válida para introducirla en el aula. De hecho, en la encuesta realizada el último día el 100% de los alumnos manifestó que la programación sirve para aprender.

Algo de lo que no nos dimos cuenta hasta la tercera sesión y que no había incluido en el diseño del proyecto fue el de cuidado de los aspectos éticos y legales respecto al uso de los recursos digitales. Los niños de esta edad no están acostumbrados a trabajar con el ordenador y por ello no saben que no pueden utilizar cualquier imagen. Hay imágenes que tienen guardado el

Snap4Arduino, ¡Un mundo que programar!

derecho de uso por sus autores y que por tanto no se pueden utilizar de manera libre. Decidimos avisarles y explicarles cómo poner un filtro en google para que solamente aparecieran imágenes que pudieran utilizar. Sin embargo, creo que es un aspecto que habría que tratarlo cuanto antes, en el momento en el que el niño comenzara a tomar contacto con el manejo de los ordenadores y a trabajar o jugar con ellos.

Otro punto a tener en cuenta en este apartado son las competencias básicas que todos los niños deben adquirir a lo largo de la educación primaria y poseer antes de comenzar la educación secundaria.

Un lector con una mirada crítica habrá observado que he puesto que en este curso se trabajaban todas menos la competencia de conciencia y expresiones culturales. Es importante aclarar que las competencias que he señalado son las que se han trabajado a lo largo de este curso, no las que se pueden trabajar con Snap4Arduino.

Snap4Arduino nos da la posibilidad de trabajar todas las competencias según el proyecto que elijamos. Es muy importante no solo pensar en los contenidos que van a aprender, ya que estos se pueden consultar, sino también en las competencias que los alumnos van a adquirir para que el día de mañana sean competentes en su vida social y laboral.

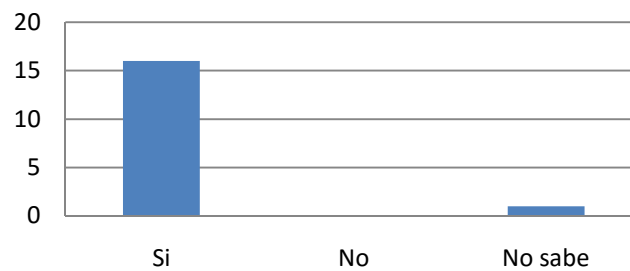
Sin embargo, me veo en la obligación de decir que algunos grupos no dieron señales de que hubieran trabajado las competencias sociales y cívicas. Algunos no supieron comportarse con los demás miembros del grupo intentando imponer su punto de vista. A pesar de introducir los roles para el mejor funcionamiento del grupo es una competencia que no supieron trabajar.

El último punto a tratar en este apartado es el de la satisfacción de los alumnos. Para ello he medido el grado de satisfacción que reflejaron en la encuesta del último día sobre el curso y su intención de apuntarse a otro curso si se diera la oportunidad. Gráficas 5 y 6.

#### **Grafica 5. Satisfacción del curso**



**Gráfica 6.** ¿Te volverías a apuntar?



No solo los alumnos se mostraron encantados con el curso, sino que algunos padres vinieron el último día pidiendo información para las apymas ya que estaban interesados en contactar para que sus hijos pudiesen realizar este tipo de cursos en sus colegios. Incluso desde la organización del planetario se mostraron muy satisfechos. En consecuencia, han organizado un curso para verano esta vez de una semana de duración y me han ofrecido ser el docente del mismo.

## **CONCLUSIONES**

Snap4Arduino es una herramienta perfectamente aplicable como propuesta didáctica en educación primaria. Cumple con los contenidos, criterios de evaluación y estándares de aprendizaje establecidos en el currículo de las enseñanzas de educación primaria en la Comunidad Foral de Navarra. Además debido a su versatilidad es una herramienta que se puede aplicar en todos los niveles de primaria.

Considero el aprendizaje basado en proyectos una buena metodología para trabajar con Snap4Arduino ya que permite al alumno descubrir todo su potencial a través de la investigación e indagación y de la puesta en práctica, adquiriendo así un aprendizaje significativo.

Snap4Arduino a diferencia de Scratch brinda la oportunidad de llevar a la vida real la programación a través de montajes electrónicos básicos. Aunque estas habilidades no sean propias del currículo de las enseñanzas de educación primaria en la Comunidad Foral de Navarra, los alumnos de esta edad tienen ya las capacidades de asimilar este tipo de conceptos, lo que enriquece el trabajo de programación de manera significativa y aporta un extra de motivación al alumnado.



## REFERENCIAS

- Adell, J., Castañeda, L. (2012). *Tendencias emergentes en educación con TIC*. Barcelona: Espiral.
- Alonso, C, Guitert, M, Area, M, Romeu, T. (2012). *Tendencias emergentes en educación con TIC*. Barcelona: Espiral.
- Blumenfeld, P.C., Soloway, E., Marx, R.W., Krajcik, J.S., Guzdial, M., Palincsar, A. (1991). Motivating Project-based learning: Sustaining the doing, supporting the learning. *Educational Psychologist*, 369-398, 26 (3 y 4).
- BON número 174, de 5 de septiembre de 2014
- Downes, S. (2005). E-Learning 2.0. *eLearn Magazine*.
- Fitzgerald, S., Shiloh, M. (2014). El libro de proyectos de Arduino. Turin: ArduinoSrl.
- Galindo, M. (2014). Efectos del proceso de aprender a programar con “Scratch” en el aprendizaje significativo de las matemáticas en los estudiantes de grado quinto de educación básica primaria. *Escenarios*, 87 -102, 12(2).
- García, F. J., Doménech, F. (1997). Motivación, aprendizaje y rendimiento escolar. *Revista electrónica de motivación y emoción*, 1 (0).
- Gértrudix, M. (2009). Nativos digitales: presentación. *Icono 14: revista de comunicación y nuevas tecnologías*, 3-6, 12.
- Goleman, D. (1996). *Inteligencia emocional*. Barcelona: Kaidós.
- Gutiérrez-Cabello, A., Losada, D., Correa, J.M. (2015). Concepciones previas de los estudiantes de Grado en Educación Primaria sobre la competencia digital de los escolares. *Educatio Siglo XXI*, 235-258, 33 (1)
- Herrero, J. C., Sánchez, J. (2015). Una mirada al mundo Arduino. *Tecnología y desarrollo: revista ciencia, tecnología y medio ambiente*, 13.
- JOHARI, A., BRADSHAW, A.C. (2008). Project-based learning in an intern ship program: A qualitative study of related roles and their motivational attributes. *Educational Technology Research and Development*, 329-359, 56.

Leal, D. E. (2012). *Tendencias emergentes en educación con TIC*. Barcelona: Espiral.

López, J. (2009). Programación de computadores en educación escolar.

López, J. (2012). *Tendencias emergentes en educación con TIC*. Barcelona: Espiral.

Mettas, AC., Constantinou, CC. (2007). The technology fair: a project-based learning approach for enhancing problem solving skills and interest in design and technology education. *International Journal of Technology and Design Education*. 79-100, 18.

Ovelar, R., Benito, M., Romo, J. (2009). Nativos digitales y aprendizaje: una aproximación a la evolución de este concepto. *Icono 14: revista de comunicación y nuevas tecnologías*, 31-53, 12.

Pekrun, R. (1992). The Impact of Emotion on Learning and Achievement: Towards a Theory of Cognitive/Motivational Mediators. *Applied Psychology: An International Review*, 359-376, 41 (4).

Resnick, M. (2013). Learn to code, code to learn: How programming prepares kids for more than math.

Rodríguez, E, Vargas, E.M., Luna, J. (2010). Evaluación de la estrategia "aprendizaje basado en proyectos". *Educ. Educ.* 13-25, 13(1).

Salido, M.R. (2011). El juego de las siete notas. *Exedra: revista científica*, 289-308, 2.

Sousa, DA. (1995). *How the Brain Learns*. Reston, VA: The National Association of Secondary School Principals.

Tapscott, D. (1998). *Growing Up Digital: The Rise of the Net Generation*. McGraw-Hill. *Education and Information Technologies*, 203-205, 4 (2).

Vivancos, J. (2008). *Tratamiento de la información y competencia digital*. Madrid: Alianza Editorial.

Watson, G. (2002). Using technology to promote success in PBL courses. The technology source.

Snap4Arduino, ¡Un mundo que programar!



# ANEXOS

## Anexo 1.



FERNANDO JÁUREGUI SORA, responsable de Producción y Pedagogía del Planetario de Pamplona

CERTIFICA

que **IÑAKI CIRIZA BELOQUI** ha realizado como docente el taller de **Snap4Arduino** en Planetario de Pamplona en 2016 con una duración de 12 horas:

- **Taller de Snap4Arduino**, sábados 23 y 30 de abril y 7 y 14 de mayo de 10:30 a 13:30.  
12 horas

Para que conste a los efectos oportunos,

A handwritten signature in black ink, appearing to read "Fernando Jáuregui", is written over a circular stamp or seal.

Fernando Jáuregui,  
Responsable de Producción y Pedagogía  
del Planetario de Pamplona

Pamplona, 30 de mayo de 2016

Iñaki Ciriza Beloqui

Anexo 2.



**Autorización para la utilización de imágenes de niñas y niños inscritos en el taller de Snap4Arduinooorganizado por Planetario de Pamplona;**

*Y dado que el derecho a la propia imagen está reconocido al **artículo 18. de la Constitución** y regulado por la **Ley 1/1982, de 5 de mayo**, sobre el derecho al honor, a la intimidad personal y familiar y a la propia imagen y la **Ley 15/1999, de 13 de Diciembre**, sobre la Protección de Datos de Carácter Personal.*

*La dirección de este centro pide el consentimiento a la madre, el padre o tutores legales para poder publicar las imágenes en las cuales aparezcan individualmente o en grupo que con **carácter pedagógico** se puedan realizar a los niñas y niños.*

-----  
Don/Doña  
.....  
con DNI ..... como padre/madre o tutor del niño/a  
.....  
..... autorizo al Planetario de Pamplona, o medios de comunicación, a un **uso pedagógico** de las imágenes realizadas en el Taller de Snap4Arduino.

En Pamplona a 23 de abril de 2016

FIRMADO:  
(madre, padre, tutor legal)

Snap4Arduino, ¡Un mundo que programar!

¿Te gusta programar?			
Muchísimo	Mucho	Poco	Muy poco
¿Conoces o has oído hablar de Scratch o Snap4arduino? ¿Dónde lo has oído?			
No	Si	Donde:	
¿Qué nivel crees que tienes de Scratch?			
Nunca lo he manejado	Iniciación	Avanzado	
¿Dónde lo has utilizado?			
No lo he utilizado	En el planetario	En casa	Colegio
¿Crees que sirve la programación para aprender?			
No	Si	¿Por qué?:	
¿Qué sientes cuando estás programando?			
¿Qué esperas aprender en este curso?			
¿Qué te gustaría hacer en el curso?			
¿Te han animado tus padres a apuntarte al curso o se lo has pedido tú?			

Anexo 4.

Nombre:

¿Te ha gustado el curso?

Nada

Poco

Normal

Mucho

Muchísimo

¿Qué es lo que te ha parecido más interesante?

¿Qué es lo que menos te ha gustado?

¿Te gustaría que hubiera clases de Snap4Arduino en tu colegio? ¿Por qué?

¿A qué crees que se parece más este curso, a una clase de un colegio o a un

¿Has aprendido mucho en el curso?

¿Qué sientes cuando estás programando?

¿Volverías a apuntarte a otro curso de Snap4Arduino? Por qué?

Snap4Arduino, ¡Un mundo que programar!

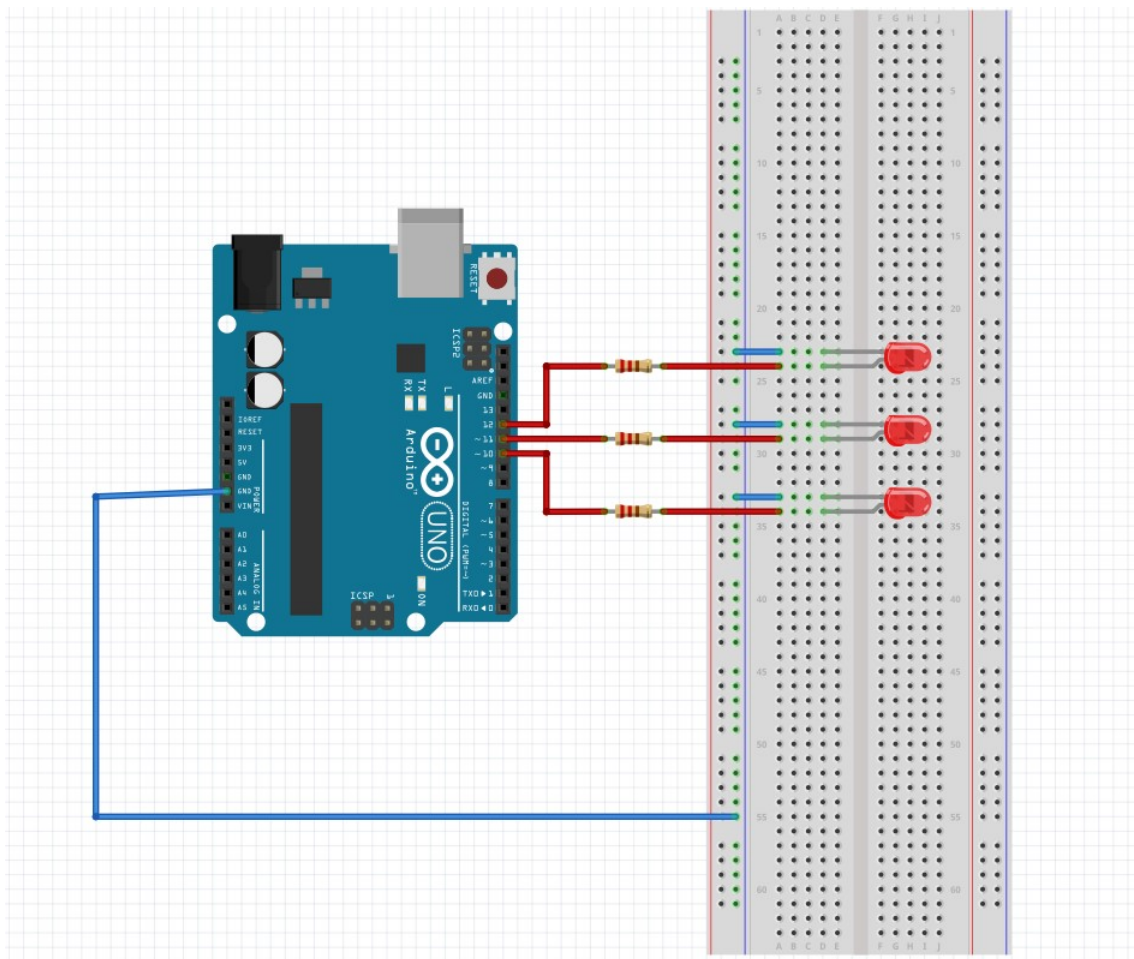
## Anexo 5.

# SEMÁFORO

Vamos a simular el funcionamiento de un semáforo. Para ello vamos a realizar los siguientes pasos:

- Creamos un disfraz de semáforo con cada una de las luces encendidas (rojo, naranja y verde).
- A continuación vamos a programar para que al comenzar el programa el semáforo esté en rojo 10 segundos.
- Después pase a verde otros 10 segundos, a naranja 2 segundos y que vuelva a comenzar el ciclo con el rojo 10 segundos.

Una vez que el funcionamiento de la simulación es correcto vamos a realizar el siguiente esquema electrónico para que funcione con leds (luces). Para montarlo HAY QUE AVISAR A UNO DE LOS MONITORES.



A continuación cambiamos las partes del programa donde se cambia los disfraces por encender o apagar los leds. La función es digital 13 encendido o digital 13 apagado.

Una vez realizado lo anteriormente dicho, introduciremos la casilla de los peatones y la programaremos.

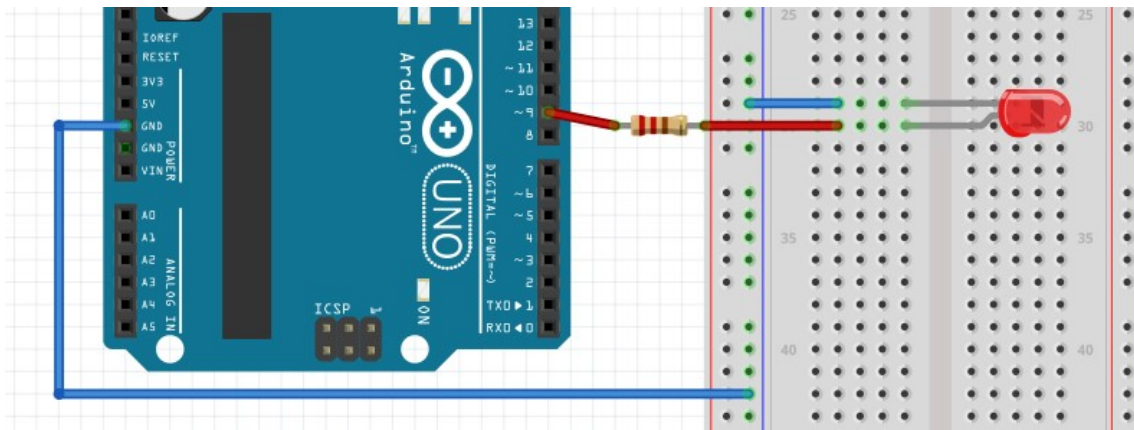
Si da tiempo programaremos un botón de peatones para pulsar.

## Anexo 6.

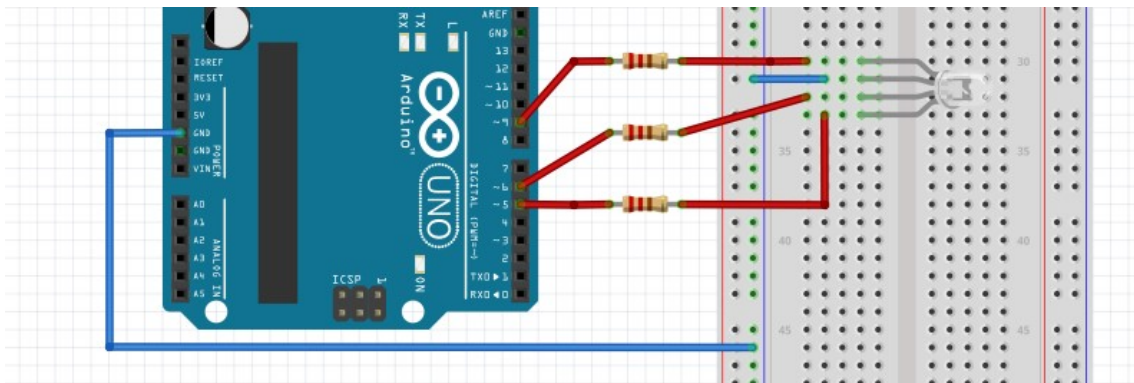
# LÁMPARA DE COLORES

Vamos a simular realizar un programa para construir una lámpara de colores con un led RGB. Para ello vamos a realizar los siguientes pasos:

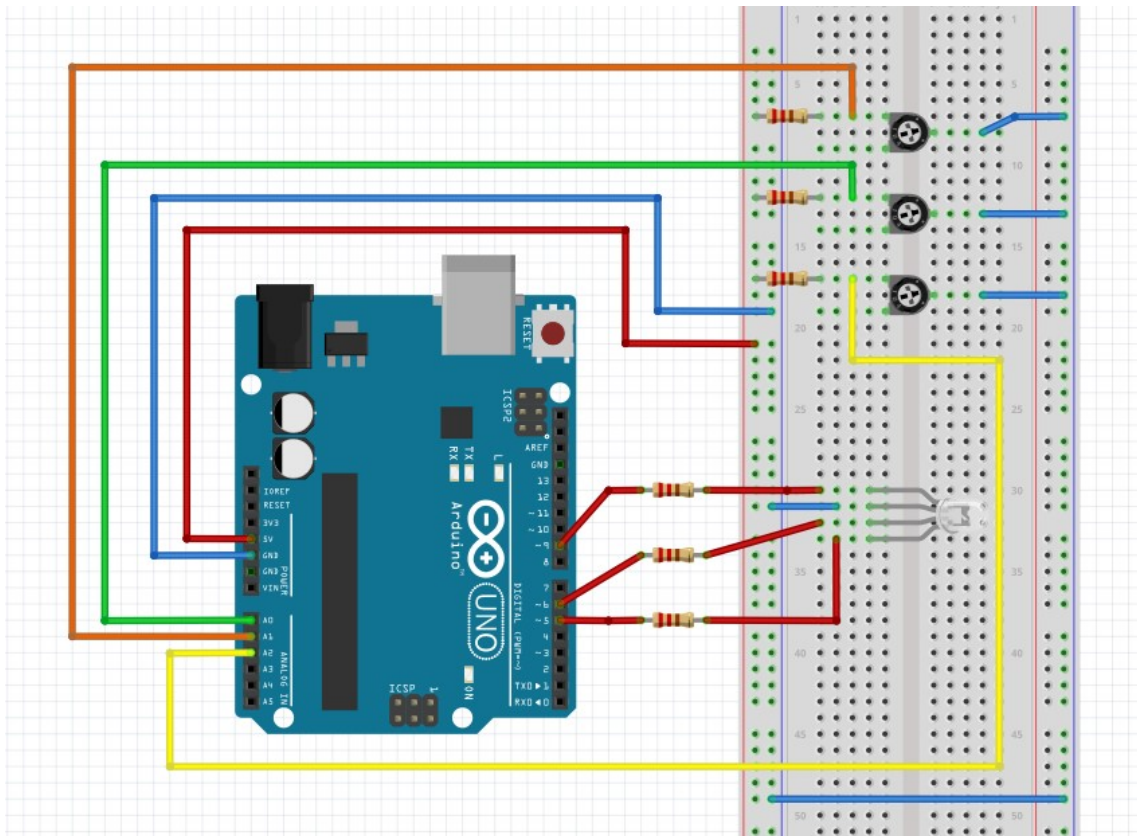
- Vamos a ver si recordamos cómo conectar un led y programarlo para que se encienda y se apague (recordatorio de la sesión anterior).
- A continuación realizamos el siguiente montaje:



- LLAMAMOS AL MONITOR para que nos explique la siguiente función “analógico 9 valor 255”.
- Para continuar con el programa realizamos el siguiente montaje:



- AVISAMOS AL MONITOR para ver si está el esquema bien montado. Variamos el valor de la función “analógico 9 valor 255” de 0 a 255 en las diferentes salidas (5, 6 y 9) para ver los diferentes colores de la lámpara (led RGB).
- Una vez que sabemos los diferentes colores que podemos conseguir lo vamos a realizar con unos potenciómetros. Para realizar el siguiente montaje si tenemos alguna duda AVISAMOS A UN MONITOR:



- En este caso lo que hay que hacer es utilizar la función “valor del sensor Analog0” para saber qué valor entra en la entrada analógica. Como los valores que entran son valores de 0 – 1023 y el valor de salida es de 0 – 255 lo que hay que hacer es que el valor de salida de una salida digital sea el (valor de entrada de la entrada analógica/ 4).
- Una vez conseguido esto añadimos al programa que funcione el programa si pulsamos la tecla E (encendido) y no funciona si pulsamos la tecla S (stop).



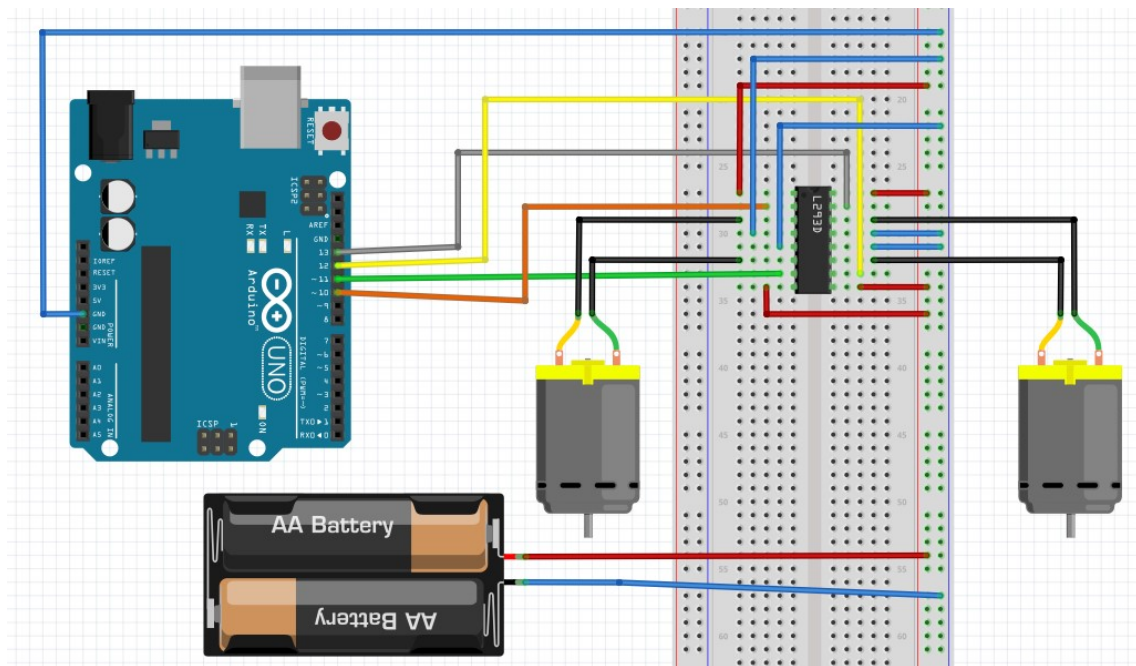
## Anexo 7.

# COCHE

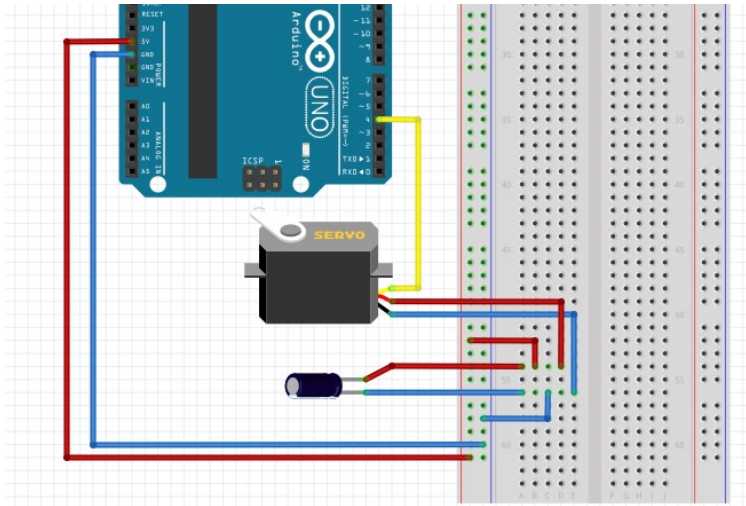
Vamos a simular el funcionamiento de un semáforo. Para ello vamos a realizar los siguientes pasos:

- Creamos un disfraz de un coche (hacia adelante, hacia atrás, hacia la izquierda y hacia la derecha)
- A continuación vamos a programar para que el disfraz de coche vaya en una dirección o en otra en función de si pulsamos los botones de dirección del ordenador.

Una vez que el funcionamiento de la simulación es correcto vamos a realizar el siguiente esquema electrónico para que funcione con motores dc. Para montarlo HAY QUE AVISAR A UNO DE LOS MONITORES.



Ahora veremos el funcionamiento de un servo. Montamos el siguiente esquema y AVISAMOS A UN MONITOR.



Ahora investigamos las funciones :

- Motor 8 dirección horario/anti horario
- Motor 8 ángulo 180°

Anexo 8.

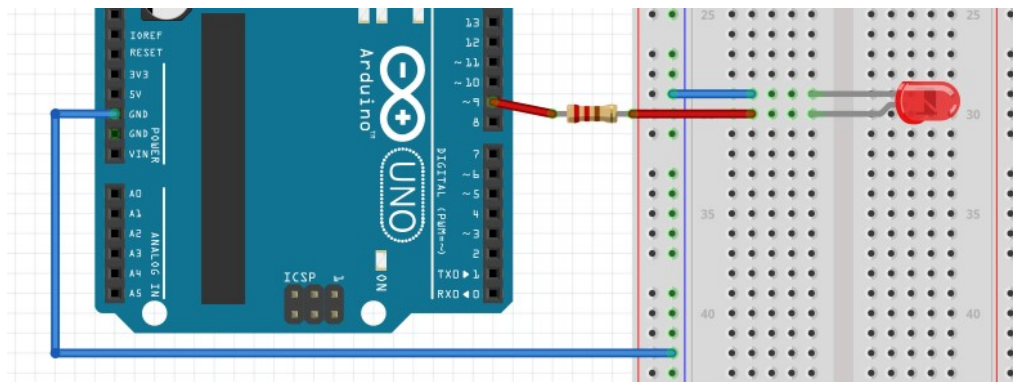
## NUESTRO DISEÑO

Ahora es el momento de diseñar nuestro pequeño proyecto. Esta vez no sólo nos vamos a centrar en el diseño del programa y el montaje electrónico. Esta vez vamos a crear una historia con disfraces en el ordenador y añadiendo pequeños detalles como luces o motores que nos ayuden a contar nuestra historia. Para ello nos vamos a apoyar en los diferentes proyectos que hemos hecho hasta la fecha.

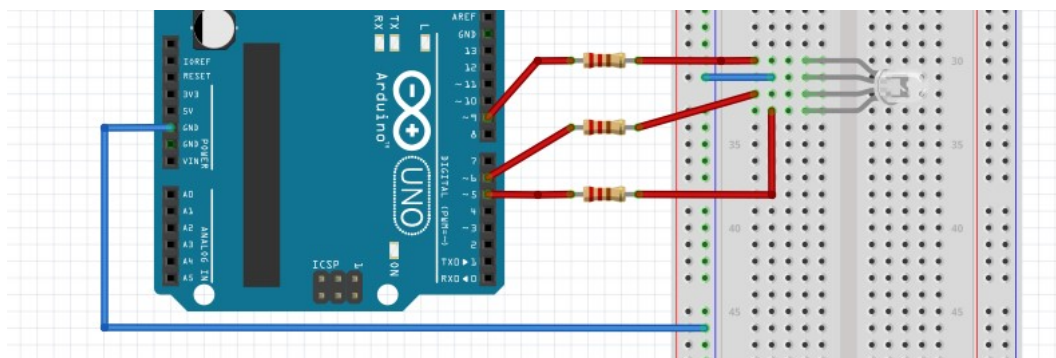
A continuación muestro alguno de los esquemas que podemos utilizar aunque si buscamos hacer algo diferente podemos pedir ayuda a algún monitor.

Al acabar el cuarto día de curso grabaremos nuestra historia.

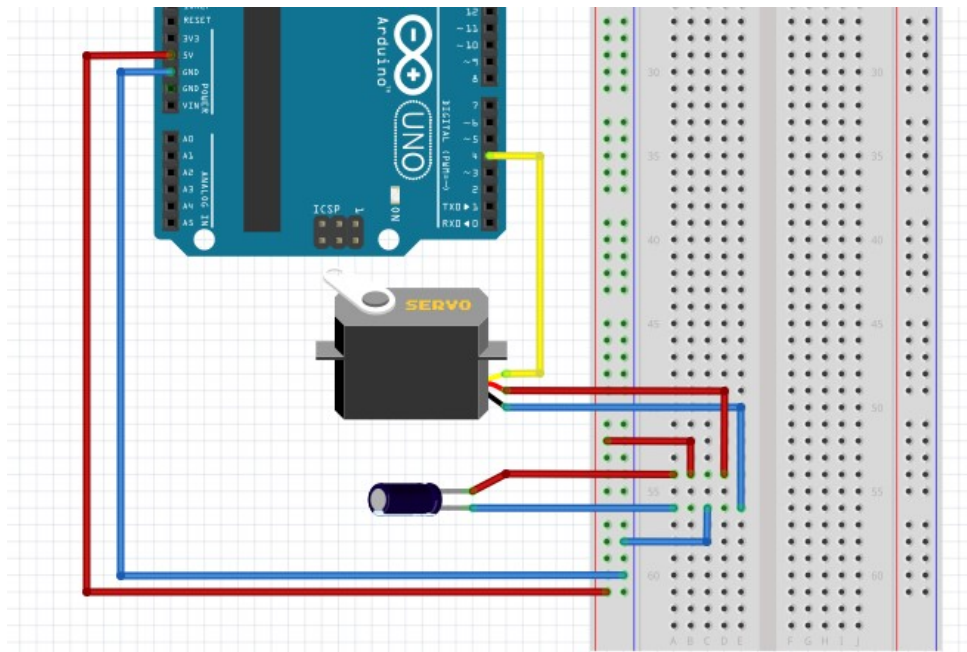
### LED ANALÓGICO / DIGITAL



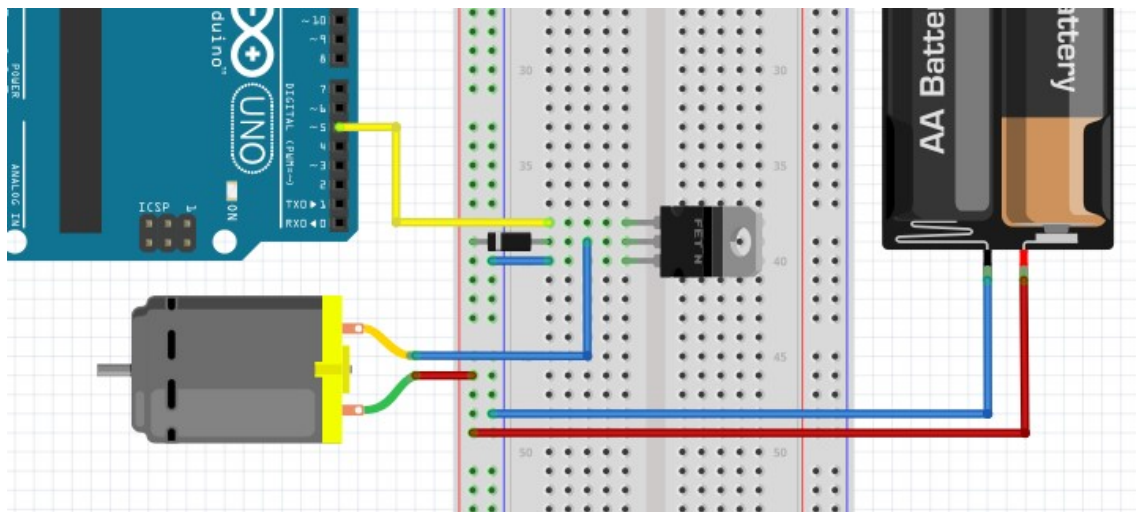
### LED RGB



## SERVO



## MOTOR DC



Snap4Arduino, ¡Un mundo que programar!