

TRABAJO FIN DE MASTER

Máster En Profesor De Educación Secundaria Obligatoria Y Bachillerato,
Formación Profesional Y Enseñanzas De Idiomas

FÍSICA Y QUÍMICA

Prácticas de laboratorio de Física para alumnos de Bachillerato con Arduino

Autor: Daniel Sánchez Pérez

Tutores: José María Muñoz Muñoz

Marco Antonio Gigosos

Carlos Torres

Universidad de Valladolid

Curso 2013-2014

Índice:

Prefacio.....	4
Introduciendo Arduino	4
Pedagogía y Didáctica.....	6
Antecedentes y estado actual del tema.....	12
Objetivos. Justificación del presente proyecto	14
EXPERIMENTOS PROPUESTOS	15
1. El Sol controla la temperatura y humedad durante el día.....	15
2. La compresión calienta el aire	18
3. Al disolver también se calienta.....	21
4. Cómo medir la altura de un piso con un barómetro.....	23
5. El fuego emite Infra-Rojos.....	25
6. Inducción magnética en un cable.....	27
7. Electromagnetismo para enviar información	28
8. Robots en el siglo XXI.....	29
Resultados y crítica del proyecto.....	31
Conclusiones.....	32
Bibliografía	33
Enlaces Web:	33
Anexos	35
Experimento 1: El Sol controla la temperatura y humedad durante el día	35
Experimento 2: La compresión calienta el aire, y Exp. 3: Al disolver también se calienta	36
Leer datos en la memoria de Arduino	37
Experimento 4: Cómo medir la altura de un piso con un barómetro.....	38
Experimento 7: Electromagnetismo para enviar información.....	40

Índice de imágenes:

1. Imagen de la placa Arduino	5
2. Ardulab.....	13
3. Scratch4Arduino.....	14
4. Esquema Experimento 1	17
5. Foto del Experimento 1	18
6. Foto del Experimento 2	19
7. Foto de resultados del Experimento 2	21
8. Gráfica Altitud-Presión atmosférica	24
9. Ardulab monitorizando la entrada analógica.....	26
10. Imagen Robot 2.....	30
11. Imagen Robot 1.....	30
12. Imagen Robot 3.....	31

Prefacio

La idea de este trabajo es promocionar nuevas formas de realizar prácticas en el Bachillerato. Concretamente utilizando la placa Arduino. Es una plataforma que está teniendo un gran auge y desarrollo a través de una gran comunidad de usuarios a través de Internet.

La propuesta se enfoca a alumnos de 1º y 2º de bachillerato, para que realicen estas prácticas como un "proyecto" paralelo al desarrollo del temario habitual de clase, en el que cada alumno podrá profundizar más o menos en función de su interés y capacidades.

Se plantearán varias prácticas relacionadas con el contenido de las asignaturas de física de bachillerato, aunque también se pueden desarrollar en colaboración con otras asignaturas como Tecnología.

El objetivo principal y punto clave de este proyecto es que permite introducir a los alumnos al trabajo colaborativo, por medio de una plataforma con un gran apoyo en la red y que además introduce al alumno en el mundo tecnológico actual, permitiéndole entender un poco mejor cómo funcionan los aparatos de uso habitual hoy en día. Todo esto conlleva un desarrollo de las competencias básicas establecidas en el currículo español actual, dando así una formación más completa a los alumnos.

Introduciendo Arduino

Arduino es una plataforma de desarrollo basada en el micro-controlador Atmega328p. Este chip incorpora las partes principales que tendría un ordenador: CPU, memoria y puertos entrada/salida.

La placa Arduino posee varios pines o puertos que pueden configurarse como entradas o salidas digitales, tiene varias entradas analógicas y una conexión USB al PC para programar la placa y para recibir datos que queramos que nos mande. La alimentación puede ser externa con una pila/batería de entre 7 V y 12 V, o a través del propio puerto USB del ordenador.

Para desarrollar un proyecto de control por ordenador mediante esta placa, debemos seguir tres pasos: primero diseñar el circuito, después elaborar el programa que controle lo que queramos, y por último cargar el programa desde el PC a la placa.

Estas son las características técnicas de la placa controladora Arduino Uno:



Controladora Arduino. El diseño de estas controladoras se puede copiar, modificar y compartir con todo el mundo. Es decir, se trata de *hardware libre*.

1. Imagen de la placa Arduino

Microcontrolador ATmega328P

- Voltaje de trabajo: 3.3V
- Voltaje de Entrada: 3.35 -12 V
- Voltaje de Entrada en Carga: 3.7 - 7 V
- Pines E/S Digital 14 (of which 6 provide PWM output)
- Pines de Entrada Analógica: 8
- Corriente DC por pin E/S: 40 mA
- Memoria Flash 32 KB (of which 2 KB used by bootloader)
- SRAM 2 KB EEPROM: 1 KB
- Frecuencia de Reloj: 8 MHz

Ventajas que tiene esta plataforma:

- **Bajo coste**, tanto de la placa como de los sensores y accesorios necesarios.
- **Multiplataforma**, ya que funciona en todos los sistemas operativos habituales: Windows, Macintosh, GNU/Linux...
- Tiene un entorno de programación **fácil de usar** y rápido de aprender.
- El software Arduino está publicado en **código abierto**.

- El hardware en el que está basado Arduino también es de **licencia libre**, cualquiera puede construir su propia versión de la placa.

Cosas que se pueden hacer con Arduino:

- Control de sistemas a partir de entradas (estímulo) y salidas (respuesta): controlar luces, motores, actuadores que se activen a partir de sensores como pulsadores, LDR, sensores de distancia, de presión, etc...
- Construir Robots que funcionen de forma autónoma.
- Utilizar programas conectados a la realidad mediante sensores físicos.

Pedagogía y Didáctica

Adquisición De Las Competencias Básicas

Los alumnos podrán trabajar y adquirir todas y cada una de las competencias básicas presentes en el currículo educativo actual:

1. Competencia en el tratamiento de la información y competencia digital mediante el tratamiento de datos y uso de dispositivos electrónicos de última generación.

2. Competencia en el conocimiento y la interacción con el medio físico mediante el conocimiento y comprensión de objetos, procesos, sistemas y medidas del mundo físico y a través del desarrollo de destrezas y habilidades necesarias para manipular objetos con precisión y seguridad. Por otro lado se incide en el ámbito Medio Ambiental al hacerse conscientes de lo inter-relacionadas que están las magnitudes que se miden durante los experimentos con el tiempo atmosférico.

3. Competencia en la autonomía e iniciativa personal mediante la puesta en práctica de proyectos colaborativos entre alumnos, pero con clara motivación personal. Además, se acostumbran al cambiante entorno tecnológico que exige una permanente adaptación, y renovación autónoma para resolver los problemas que se puedan presentar y para no quedarse desactualizado.

4. Competencia para aprender a aprender mediante el desarrollo de estrategias de resolución de problemas físicos poco habituales hasta ahora en el mundo académico. El desarrollo de proyectos de esta índole proporciona habilidades y estrategias cognitivas y promueve actitudes y valores necesarios para el aprendizaje.

5. Competencia social y ciudadana mediante la expresión de ideas y diseños, la toma de decisiones mediante el diálogo y la negociación necesarios en el trabajo en grupo, la crítica y aceptación de otras ideas. Esta competencia se adquiere también por la necesaria interacción entre iguales para llevar a cabo la tarea, así como la posibilidad de darse cuenta de las repercusiones sociales del desarrollo colaborativo y la investigación conjunta.

6. Competencia en comunicación lingüística mediante la adquisición de un vocabulario propio utilizado en la búsqueda, análisis, selección, resumen y comunicación del proyecto, el trabajo en grupo, la búsqueda de información en fuentes bibliográficas y la exposición de los resultados al resto de compañeros, requiriendo así una buena expresión tanto escrita como oral.

7. Competencia matemática mediante el uso de fórmulas matemáticas y aplicaciones informáticas (hojas de cálculo) adecuadas para tratar los datos recopilados en los experimentos.

8. Competencia cultural y artística: Mediante la puesta en práctica de aprendizajes que permitirán al alumno tratar con imágenes digitales, creación de páginas Web o foros en los que interactuar con los compañeros, o herramientas similares, lo cual permite al alumno compartir con el resto sus propias creaciones.

Atención a la Diversidad:

Como se ha comentado anteriormente, estas prácticas y proyectos están pensados para llevarse a cabo de forma paralela al desarrollo normal del temario de clase. Es por eso que algunas de las prácticas serán más que otra cosa, de carácter voluntario, propuestas para mejorar la nota de la asignatura por ejemplo.

Aun así todos los alumnos pueden ser capaces de iniciarse en estas prácticas, ya que cada uno tendrá la opción de implicarse en su desarrollo hasta donde pueda, aprovechándose de

lo poco o mucho que este proyecto pueda ofrecerles. Además, el carácter colaborativo y grupal propuesto favorece el aprendizaje entre iguales a todos los niveles.

Adecuación de estos experimentos al Bachillerato

Según el DECRETO 42/2008, de 5 de junio, por el que se establece el currículo de bachillerato en la Comunidad de Castilla y León, los objetivos que se han de desarrollar en la asignatura de Física y Química en 1º, y de Física en 2º de Bachillerato, son los recogidos a continuación, y considero que todas estas prácticas y técnicas ayudan a su consecución:

- **1º de Bachillerato:**

La enseñanza de la Física y la química en el bachillerato tendrá como finalidad contribuir al desarrollo de las siguientes capacidades:

1. Conocer los conceptos, leyes, teorías y modelos más importantes y generales de la física y la química, así como las estrategias empleadas en su construcción, con el fin de tener una visión global del desarrollo de estas ramas de la ciencia y de su papel social, de obtener una formación científica básica y de generar interés para poder desarrollar estudios posteriores más específicos.

2. Aplicar los conceptos, leyes, teorías y modelos aprendidos a situaciones cotidianas.

3. Utilizar, con autonomía creciente, estrategias de investigación propias de las ciencias (planteamiento de problemas, formulación de hipótesis fundamentadas; búsqueda de información; elaboración de estrategias de resolución y de diseños experimentales; realización de experimentos en condiciones controladas y reproducibles, análisis de resultados, etc.) relacionando los conocimientos aprendidos con otros ya conocidos y considerando su contribución a la construcción de cuerpos coherentes de conocimientos y a su progresiva interconexión.

4. Familiarizarse con la terminología científica para poder emplearla de manera habitual al expresarse en el ámbito científico, así como para poder explicar expresiones científicas del lenguaje cotidiano y relacionar la experiencia diaria con la científica.

5. Utilizar de manera habitual las tecnologías de la información y la comunicación, para realizar simulaciones, tratar datos y extraer y utilizar información de diferentes fuentes, evaluar su contenido y adoptar decisiones.

6. Familiarizarse con el diseño y realización de experimentos físicos y químicos, utilizando la tecnología adecuada para un funcionamiento correcto, con una atención particular a las normas de seguridad de las instalaciones.

7. Reconocer el carácter tentativo y creativo del trabajo científico, como actividad en permanente proceso de construcción, analizando y comparando hipótesis y teorías contrapuestas a fin de desarrollar un pensamiento crítico, así como valorar las aportaciones de los grandes debates científicos al desarrollo del pensamiento humano.

8. Apreciar la dimensión cultural de la física y la química para la formación integral de las personas, así como saber valorar sus repercusiones en la sociedad y en el medio ambiente y contribuir con criterio científico, dentro de sus posibilidades, a construir un futuro sostenible, participando en la conservación, protección y mejora del medio natural y social.

- **2º de Bachillerato:**

La enseñanza de la Física en el bachillerato tendrá como finalidad contribuir a desarrollar en el alumnado las siguientes capacidades:

1. Adquirir y poder utilizar con autonomía conocimientos básicos de la física, así como las estrategias empleadas en su construcción.

2. Comprender los principales conceptos y teorías, su vinculación a problemas de interés y su articulación en cuerpos coherentes de conocimientos.

3. Familiarizarse con el diseño y realización de experimentos físicos, utilizando el instrumental básico de laboratorio, de acuerdo con las normas de seguridad de las instalaciones.

4. Expresar mensajes científicos orales y escritos con propiedad, así como interpretar diagramas, gráficas, tablas, expresiones matemáticas y otros modelos de representación.

5. Utilizar de manera habitual las tecnologías de la información y la comunicación para realizar simulaciones, tratar datos y extraer y utilizar información de diferentes fuentes, evaluar su contenido, fundamentar los trabajos y adoptar decisiones.

6. Aplicar los conocimientos físicos pertinentes a la resolución de problemas de la vida cotidiana.

7. *Comprender las complejas interacciones actuales de la Física con la tecnología, la sociedad y el ambiente, valorando la necesidad de trabajar para lograr un futuro sostenible y satisfactorio para el conjunto de la humanidad.*

8. *Comprender que el desarrollo de la Física supone un proceso complejo y dinámico, que ha realizado grandes aportaciones a la evolución cultural de la humanidad.*

9. *Reconocer los principales retos actuales a los que se enfrenta la investigación en este campo de la ciencia.*

Evaluación de las prácticas:

1.- Elaboración del cuaderno de prácticas

Una vez realizadas las experiencias, el alumno debe presentar al profesor su cuaderno donde refleje el trabajo realizado. Debe hacerse atendiendo a las siguientes pautas:

- A. Debe identificarse el alumno, indicando las fechas en las que se trabajó.
- B. Siempre que sea posible los datos estarán recogidos en tablas y gráficos.
- C. El informe del alumno debe incluir un apartado en el que se describa brevemente todos los pasos seguidos para la realización de la práctica. Y si es necesario un diagrama o esquema de los instrumentos del montaje.
- D. Deben anotarse todas las condiciones que afecten al fenómeno estudiado (temperatura, presión atmosférica, humedad, iluminación...)
- E. Las conclusiones deben presentarse en lugar visible y serán claras y concisas.
- F. Cuando sea posible se repetirán las experiencias, de manera que el resultado final sea un valor medio de los resultados parciales, o que sea un resultado claramente contrastado.
- G. Se anotarán en el cuaderno todas aquellas normas de seguridad que se hayan tomado, anotando en su caso si hubiera habido algún contratiempo.
- H. Será valorable un apartado en el que se desarrolle una opinión personal sobre la práctica, señalando tanto la dificultad de la misma como propuestas de mejora.

2.- Además se les pedirá a los alumnos que deseen mejorar la nota que **elaboren un informe o memoria**, en la cual ordenen las ideas principales y expongan los cálculos realizados. El esquema que han de seguir los alumnos para su evaluación es el siguiente:

1. Título del experimento.
2. Objetivos que se persiguen.
3. Introducción.
4. Material y métodos.
5. Descripción breve del procedimiento seguido, junto con un diagrama del montaje con los instrumentos.
6. Resultados experimentales obtenidos. El concepto teórico implicado en el cálculo, es decir explicación breve a la hora de realizar los cálculos. Atendiendo especialmente a las unidades, al uso adecuado de las cifras significativas y el error asociado.
7. Interpretación de los resultados.
8. Opinión personal.
9. Bibliografía empleada

Método de evaluación del alumno

Los criterios de evaluación junto con el peso en porcentaje serán los siguientes:

Criterios de evaluación	Peso % de los criterios en Bachillerato
Participación en el laboratorio	20%
Cuaderno de laboratorio	30%
Informe o memoria	40%
Comportamiento	10%

Evaluación de riesgos

Los riesgos que pueden darse llevando a cabo estas prácticas son más bien escasos. Los componentes utilizados tienen encapsulamiento de plástico y una toxicidad baja, y dadas las edades de los alumnos a quien va dirigida, puede ser suficiente con el aviso y recomendaciones por parte del profesor al empezar la sesión del laboratorio.

Tiempos de trabajo

Como regla general se podría utilizar la mitad del tiempo de una sesión de clase para cada experimento de los propuestos, de forma que unos quince minutos fueran de explicación y otros diez minutos podrían ser de demostración, con el sistema montado por el profesor.

El lugar para hacer esto puede ser la propia aula de clase, ya que la plataforma Arduino y sus accesorios permiten gran movilidad.

En la siguiente tabla vemos un ejemplo de cómo se podría distribuir el tiempo de explicación de uno de los experimentos en una sesión de clase.

Experimento 1	Curso de Bachillerato	
	Tiempo explicación	Tiempo demostración
1 Sesión	15 min	10 min

Para el trabajo del alumno, la idea es que se haga en horas extraescolares.

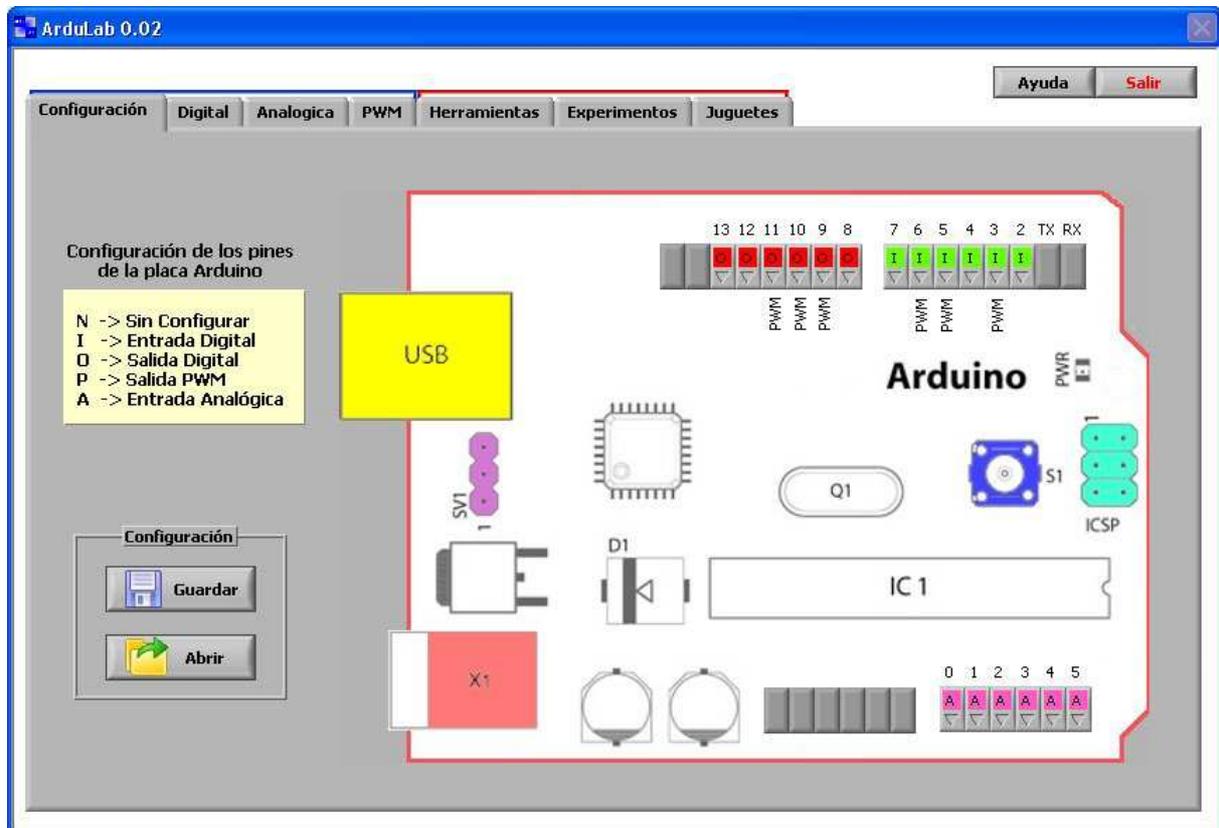
Antecedentes y estado actual del tema

Hoy en día la tecnología y la electrónica están por todas partes. Y en los últimos años están teniendo gran auge las plataformas de desarrollo como Arduino. Existen otras opciones, como las plataformas de la compañía *Texas Instruments*, que tiene un entono de programación que lo hace compatible con los Sketches de Arduino. Aunque la que está respaldada por una mayor comunidad de usuarios sin lugar a dudas es Arduino.

Esto implica que es muy fácil encontrar en Internet información sobre casi cualquier aspecto que tenga que ver con este sistema. Así podremos encontrar fácilmente aplicaciones, Sketches (son los programas que se graban en la placa Arduino), librerías, proyectos, sensores y cualquier cosa que tenga relación con todo esto. Como ejemplo a continuación hay un enlace a la página oficial de Arduino, con multitud de proyectos utilizando Arduino en español: <http://playground.arduino.cc/Es/Projects>

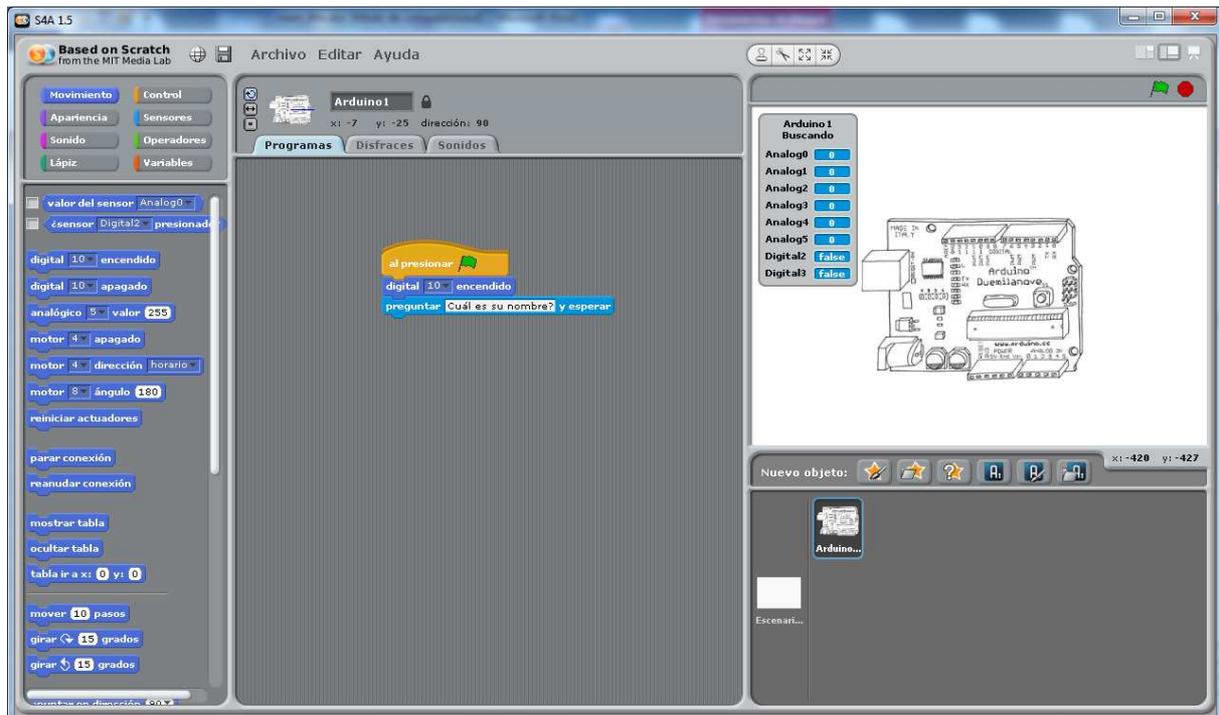
En algunas Comunidades Autónomas se están llevando a cabo proyectos que permitan utilizar Arduino como plataforma de experimentos de un modo aún más sencillo. Así tenemos ejemplos como *Ardulab* o *Scratch4Arduino...*

http://complubot.educa.madrid.org/proyectos/arduino/ardulab/ardulab_index.php (Ardulab)



2. ArduLab

http://s4a.cat/index_es.html (Scratch4Arduino)



3. Scratch4Arduino

En el siguiente enlace se puede ver un proyecto del portal de ArduLab en el que han construido una estación meteorológica con Arduino:

http://complubot.educa.madrid.org/proyectos/estacion_meteorologica/estacion_meteorologica_index.php

Por otro lado existen variantes de este tipo de plataformas que se especializan en fabricar robots fácilmente ensamblables, cuyo funcionamiento es parecido a las plataformas de código libre como Arduino, pero que tienen otra filosofía muy distinta que es hacer negocio con esta forma de ocio. Por ejemplo se puede citar el caso de los LEGO® MINDSTORMS®.

Objetivos. Justificación del presente proyecto

Como ya se ha ido expresando en los puntos anteriores, los objetivos principales de este trabajo son estos:

- Realizar prácticas de Física de una manera diferente a la tradicional
- Motivar a los alumnos en el aprendizaje de las nuevas tecnologías de la información y de la comunicación
- Ayudar a desarrollar las competencias básicas de nuestro sistema educativo

Por todo ello considero que utilizar la plataforma Arduino como instrumento en las prácticas de Física, es un método muy bueno para conseguir estos objetivos.

Esta placa junto con los sensores electrónicos, que se pueden conseguir fácilmente a precios bajos, nos posibilita poder construir instrumentos de medida de laboratorio con unas precisiones bastante razonables para el nivel de estudios al que va dirigido. Si bien es cierto que se pueden conseguir instrumentos de medida especializados con una precisión incluso mayor, y que además existen desde hace muchos años, el inconveniente es que su precio es excesivamente alto como para poder ser adquiridos en un instituto de Educación Secundaria.

Ahora con sistemas como Arduino nos podemos fabricar nuestros propios aparatos de medida, con buenas precisiones, a precios que incluso se puede permitir un alumno a modo particular para realizar sus propios experimentos en casa.

Este es el gran potencial de lo que tenemos entre manos, “la ciencia de laboratorio hecha en casa”. Y de aquí viene la decisión de tratar de hacer experimentos en bachillerato con Arduino.

EXPERIMENTOS PROPUESTOS

Experimento 1:

El Sol controla la temperatura y humedad durante el día

OBJETIVO:

Comprobar que la energía electromagnética procedente del sol es la responsable de los cambios de temperatura diurnos y nocturnos, así como del cambio asociado en la humedad relativa del aire.

FUNDAMENTO TEÓRICO:

Nos llega una gran cantidad de energía procedente del sol en forma de energía electromagnética. Esta fuente de energía se puede aprovechar utilizando placas fotovoltaicas, por ejemplo. Pero también es esta energía la responsable de que los días sean en general más calurosos que las noches, ya que calienta la superficie terrestre y el aire que nos rodea.

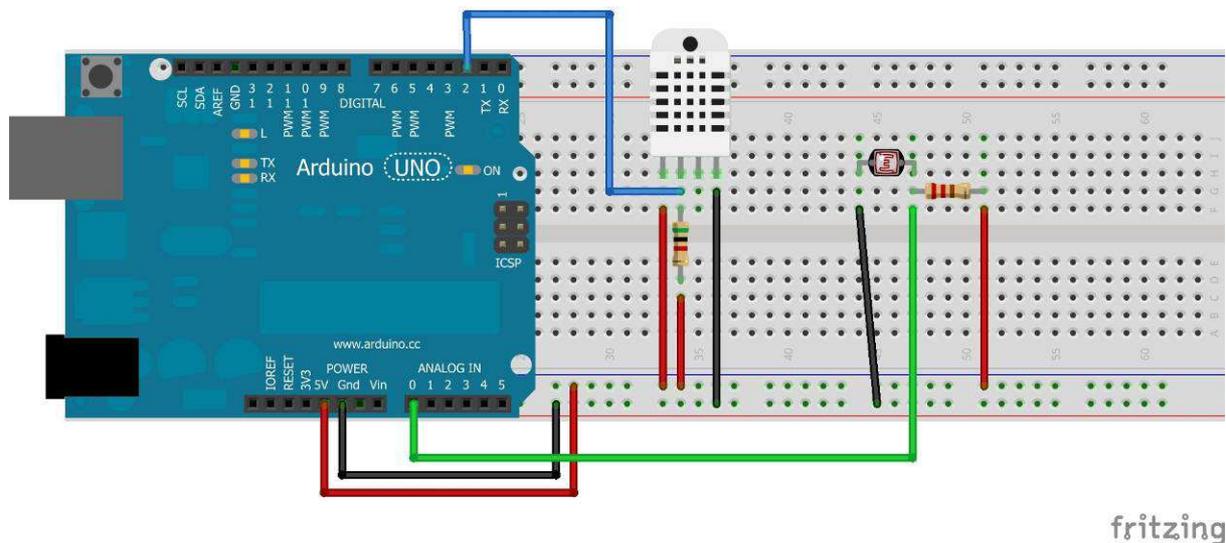
Disponiendo de un sensor electrónico de temperatura y humedad, y de una resistencia LDR como sensor lumínico podremos hacer una correlación entre estas magnitudes, de forma que podamos ver cómo están relacionadas.

REALIZACIÓN PRÁCTICA

MATERIAL:

- Placa Arduino
- Sensor de temperatura y humedad
- Sensor lumínico (LDR)
- Placa de conexiones, resistencias y cables
- Pila para alimentar Arduino (9V 6LR61)

ESQUEMA:



4. Esquema Experimento 1

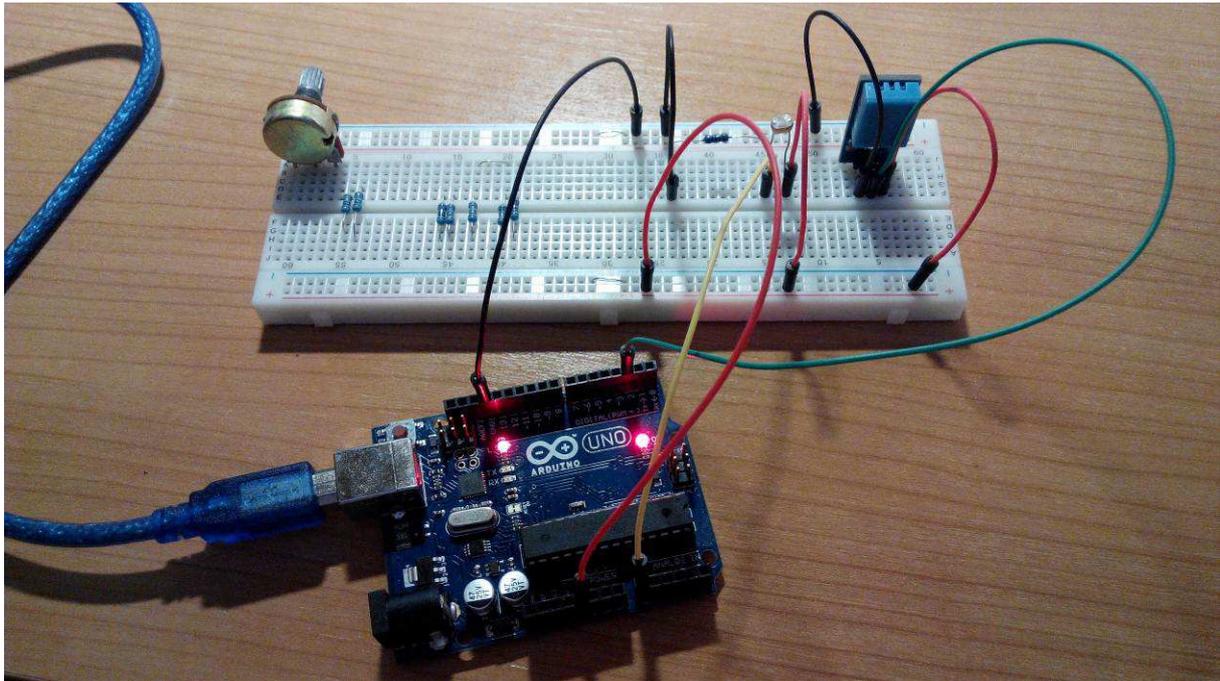
PROCEDIMIENTO:

Programando la placa Arduino con el Sketch correspondiente del anexo, y haciendo las conexiones entre sensores y Arduino de la forma que se puede ver en la imagen, sólo nos queda elegir un sitio adecuado al aire libre que no esté sometido a ráfagas de viento que cambien bruscamente la temperatura, y que a su vez esté bien iluminado por la luz del sol durante todo el día.

Con ello podremos ir registrando los valores de temperatura, humedad y luminosidad durante un periodo de 24 horas, a intervalos de cinco minutos. Estos valores se irán grabando en la placa Arduino, que más tarde descargaremos al ordenador utilizando el Sketch adjunto en el anexo para ello. Entonces podremos representar los datos en gráficas, mediante el software Excel u otro similar.

CONSIDERACIONES GENERALES

En la placa Arduino Uno sólo se pueden grabar 1024 valores comprendidos entre 0 y 255 (1 Byte). Por ello hay que tener la precaución de no dejar el sistema funcionando mucho más de las 24 horas, ya que está pensado para que los datos quepan sin que sobre mucha memoria. Si por error se llena la memoria, los datos empezarán a reemplazarse desde el primero.



5. Foto del Experimento 1

Experimento 2:

La compresión calienta el aire

OBJETIVO

Verificar el funcionamiento termodinámico de un sistema real, viendo el calentamiento del aire bajo una compresión adiabática.

FUNDAMENTO TEÓRICO

Al comprimir un gas rápidamente sin que le de tiempo a intercambiar calor con su entorno (proceso adiabático), éste va a experimentar un aumento en su energía interna debido al trabajo que se realiza contra el sistema. Esto se va a ver reflejado en un aumento de la temperatura del gas. Cuanto mayor sea la compresión mayor será este aumento de temperatura.

Todos hemos podido notar el proceso contrario (en general, al expandirse un gas, éste se enfría) cuando hemos usado un frasco de pulverización a presión que se utilizan hoy en día para diversos usos, como por ejemplo en desodorantes...

Si la compresión no es grande el efecto puede pasar desapercibido, pero midiendo la temperatura con precisión se puede comprobar este hecho.

REALIZACIÓN PRÁCTICA

MATERIAL:

- Placa Arduino
- Sensor de temperatura (LM35)
- Placa de conexiones, resistencias y cables
- Botella de plástico cerrada

FOTO DEL MONTAJE:



6. Foto del Experimento 2

PROCEDIMIENTO:

Para este experimento vamos a utilizar Arduino con un sensor de temperatura que puede registrar variaciones de décimas de grado. Programaremos Arduino con el Sketch correspondiente en el anexo, de forma que podremos ir viendo en pantalla la temperatura instantánea (promediada 10 veces en 100 milisegundos).

Usaremos una botella de plástico cerrada, en la que se ha practicado un pequeño orificio para meter el sensor y los cables en su interior, y posteriormente sellada con silicona para que no se escape el aire por el agujero.

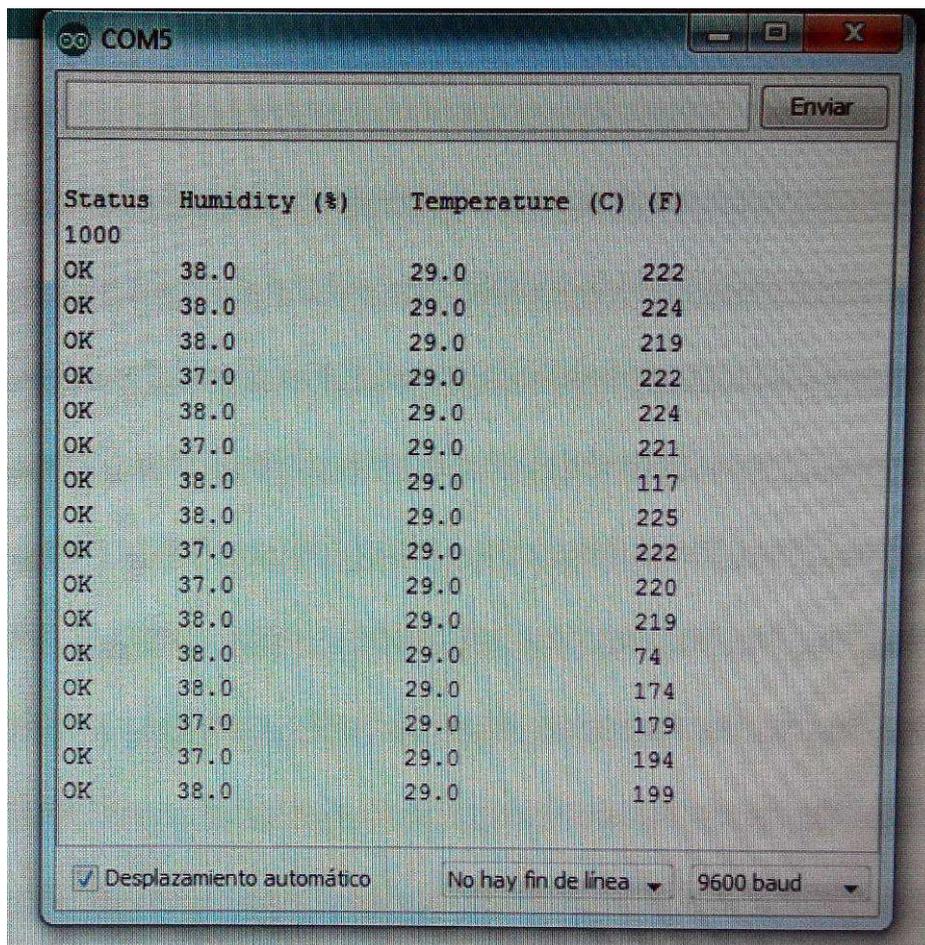
Esperaremos a que se estabilice la temperatura dentro de la botella, y entonces apretaremos fuerte y rápidamente la botella durante unos segundos. Si todo sale de forma correcta se podrá ver en las mediciones de temperatura que hay un ligero aumento en ésta. Tras soltar la botella la temperatura vuelve a su valor inicial en poco tiempo.

Se pueden hacer varias pruebas, comprobando que a mayor compresión, mayor aumento de temperatura.

CONSIDERACIONES GENERALES

Hay que tener en cuenta que la botella de plástico dista mucho de ser un buen sistema adiabático, ya que intercambia calor por las paredes fácilmente. También hay que tener en cuenta que el sensor de temperatura, aunque es rápido, necesita unos segundos para calentarse él mismo y así poder dar la medida correcta. Lo bueno que tiene este sensor es que apenas quita calor, por lo que interfiere poco en la medida de la temperatura de una pequeña masa de aire.

EJEMPLO DE TOMA DE DATOS:



Status	Humidity (%)	Temperature (C)	(F)
1000			
OK	38.0	29.0	222
OK	38.0	29.0	224
OK	38.0	29.0	219
OK	37.0	29.0	222
OK	38.0	29.0	224
OK	37.0	29.0	221
OK	38.0	29.0	117
OK	38.0	29.0	225
OK	37.0	29.0	222
OK	37.0	29.0	220
OK	38.0	29.0	219
OK	38.0	29.0	74
OK	38.0	29.0	174
OK	37.0	29.0	179
OK	37.0	29.0	194
OK	38.0	29.0	199

7. Foto de resultados del Experimento 2

Experimento 3:

Al disolver también se calienta

OBJETIVO

Comprobar que la disolución de una sustancia puede ser un proceso fuertemente exotérmico (o endotérmico en otros casos).

FUNDAMENTO TEÓRICO

Algunas sustancias al disolverse desprenden energía, ya que forman enlaces más fuertes con las moléculas del disolvente que los que formaban en el soluto. Esta energía, llamada

entalpía de disolución, pasa a la mezcla aumentando su temperatura. En estos casos la entalpía de disolución es negativa.

Hay otros casos de sustancias que tienen entalpía de disolución positiva, y el proceso es endotérmico, produciendo un enfriamiento en la disolución.

REALIZACIÓN PRÁCTICA

MATERIAL:

- Placa Arduino
- Sensor de temperatura (LM35)
- Placa de conexiones, resistencias y cables
- Vaso de precipitados
- Hidróxido Sódico
- Balanza de laboratorio

PROCEDIMIENTO:

Se preparan las sustancias para preparar un poco de disolución de hidróxido sódico en agua, midiendo la masa de disolvente y soluto utilizados.

Con la placa Arduino y el sensor podremos determinar la temperatura inicial del disolvente y la temperatura final de la disolución, viendo cómo se ha producido un importante aumento en esta magnitud. Con los cálculos pertinentes se puede calcular fácilmente la entalpía de disolución del hidróxido sódico en agua, sin tener en cuenta el error cometido por el calor que se pierde en el aire y al calentar el recipiente.

CONSIDERACIONES GENERALES:

Este experimento sería para realizarlo en el laboratorio de química, y hay que tomar las precauciones lógicas al trabajar con una sustancia corrosiva como es el hidróxido sódico.

Para tomar la temperatura con el sensor se puede hacer de diversas formas: pegándolo al vaso de precipitados por fuera, dentro de un tubo de ensayo o en una bolsita de plástico y éste a su vez dentro de la disolución, etc...

Experimento 4:

Cómo medir la altura de un piso con un barómetro

OBJETIVO

Hacer notar que incluso entre unos pocos pisos de altura existe una variación de presión atmosférica notable.

FUNDAMENTO TEÓRICO

Todo el aire de la atmósfera es atraído por la Tierra, y ejerce una presión sobre nosotros y sobre todas las cosas. Esta presión es muy importante para multitud de cosas, como por ejemplo respirar. Pero también es una magnitud muy variable, y podemos medir cómo disminuye con la altura, incluso aunque subamos sólo unos pocos metros.

Utilizando las ecuaciones adecuadas, se puede calcular la altura que se ha subido midiendo simplemente la variación en la presión atmosférica medida.

REALIZACIÓN PRÁCTICA

MATERIAL:

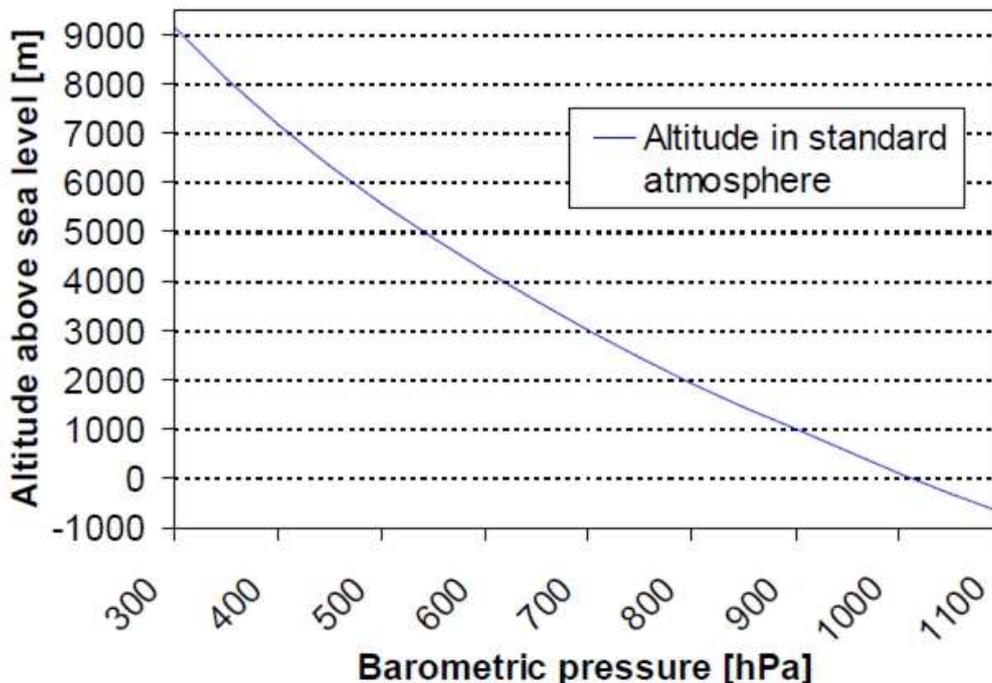
- Placa Arduino
- Sensor de presión (BPM085)
- Placa de conexiones, resistencias y cables
- Pila para alimentar Arduino (9V 6LR61)

PROCEDIMIENTO:

Con la placa Arduino y un sensor de presión como el propuesto, podemos medir la presión atmosférica que hay en la planta baja de un edificio. A continuación se sube al piso más alto del mismo edificio y se vuelve a medir la presión atmosférica, que previsiblemente tendrá que disminuir.

Con esta diferencia de presión y las ecuaciones que la relacionan con la altitud se puede calcular fácilmente la altura del edificio.

Por otro lado, este tipo de sensores ya vienen preparados para dar lecturas de la altitud directamente, con lo que resolveríamos nuestro problema haciendo una simple resta, aunque las variaciones meteorológicas nos pueden llevar a error. A continuación se incluye una gráfica de cómo varía la presión con la altura en la atmósfera:



8. Gráfica Altitud-Presión atmosférica

CONSIDERACIONES GENERALES

Debemos tener en cuenta que la precisión de este sensor es de aproximadamente medio metro, y que para dar los valores de altitud hace correcciones de la temperatura con un termómetro que lleva incluido. Esto puede dar lugar en ocasiones a resultados poco coherentes si no se tiene en cuenta este funcionamiento, además que tampoco que se

pueden tener en cuenta las condiciones meteorológicas que hacen variar la presión por regiones y quizás a lo largo del día.

Experimento 5:

El fuego emite Infra-Rojos

OBJETIVO:

Comprobar la emisión de radiación electromagnética en el rango del infra-rojo emitida por una llama

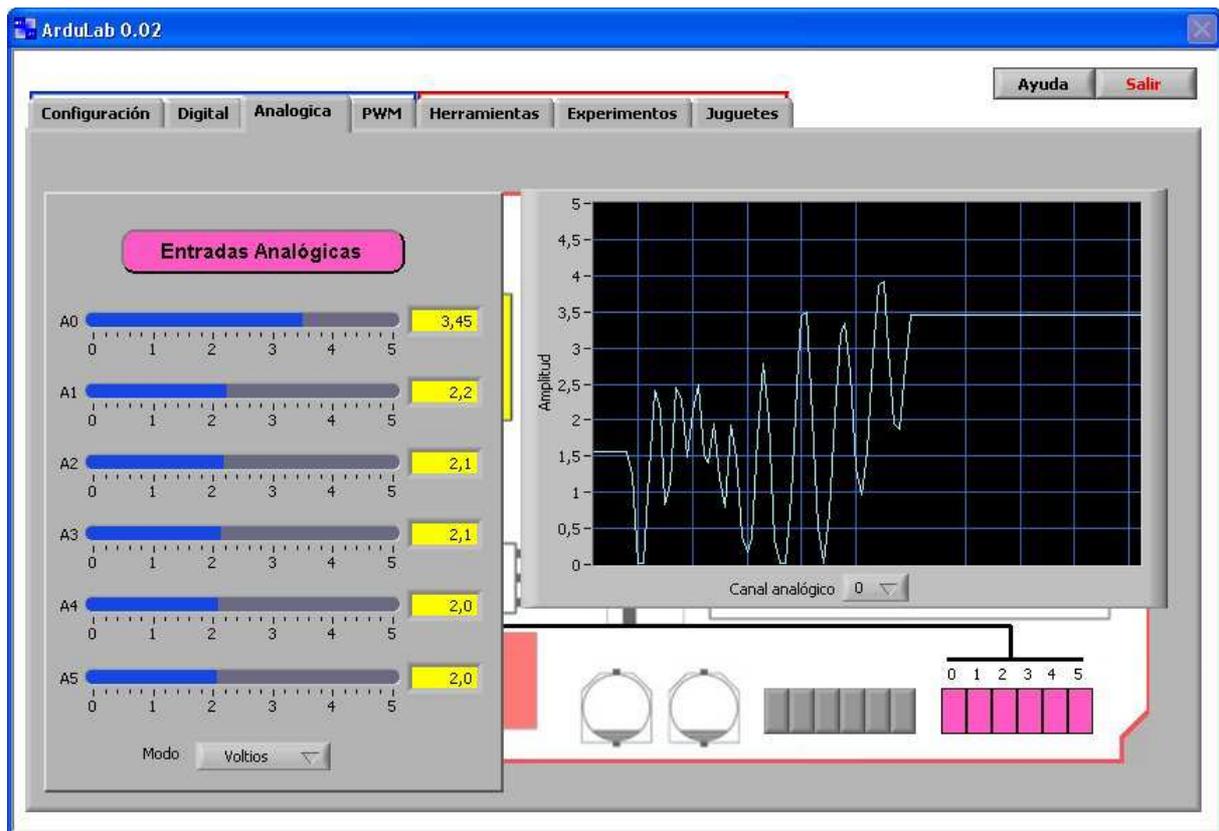
FUNDAMENTO TEÓRICO:

La teoría cuántica nos dice que los cuerpos emiten radiación electromagnética como si fueran “cuerpos negros”. Para temperaturas en torno a los 800 °C (la temperatura de una llama convencional) la radiación que se emite es principalmente infra-roja, centrada aproximadamente alrededor de los 950 nm de longitud de onda.

REALIZACIÓN PRÁCTICA

MATERIAL:

- Placa Arduino
- Sensor de llama
- Placa de conexiones, resistencias y cables
- Software para ir viendo la respuesta del sistema (Ardulab)



9. ArduLab monitorizando la entrada analógica

PROCEDIMIENTO:

Utilizaremos la plataforma Arduino, un sensor de infra-rojo especialmente sensible a las longitudes de onda que emiten las llamas de fuego, y el software “ArduLab” para monitorizar la medida del sensor.

De este modo podremos comprobar que el sensor emite señal en cuanto se acerca una llama de frente (el ángulo de sensibilidad del sensor es pequeño), pero dicha señal se va atenuando si vamos alejando dicha llama.

También podemos ver que el sensor responde si lo enfrentamos a otras fuentes de calor, como una bombilla incandescente, o incluso exponiéndolo a la luz solar. Todas estas fuentes de radiación emiten infra-rojos en el rango que es sensible nuestro dispositivo.

Experimento 6:

Inducción magnética en un cable

OBJETIVO:

Comprobar que los efectos de la inducción magnética son notables incluso con campos muy débiles.

FUNDAMENTO TEÓRICO:

Sabemos por la ley de Faraday que un campo magnético variable produce una fuerza electromotriz en un circuito. Pero no hace falta un campo grande o una variación rápida de éste para notar estos efectos. Simplemente acercando un pequeño imán a un cable recto ya se produce un movimiento de electrones, lo que lleva asociado una pequeña fuerza electromotriz que se puede medir.

REALIZACIÓN PRÁCTICA

MATERIAL:

- Placa Arduino
- Placa de conexiones, resistencias y cables
- Software que simule un osciloscopio (Ardulab)
- Un imán

PROCEDIMIENTO:

Vamos a hacer una conexión muy sencilla de la placa Arduino, en la que monitorizamos con Ardulab una de las entradas analógicas, que tenga conectado un simple cable al aire. De este modo podremos ver cómo el voltaje medido por el software varía notablemente con sólo acercar y alejar el imán del cable.

Se pueden hacer variaciones del circuito conectando una pequeña bobina al final del cable, y cerrando el circuito conectándolo a tierra.

CONSIDERACIONES GENERALES

Hay que tener en cuenta que las entradas de la placa Arduino son muy sensibles a interferencias que se producen por corrientes internas de la plataforma, por lo que a veces se pueden ver resultados extraños con la configuración descrita.

Experimento 7:

Electromagnetismo para enviar información

OBJETIVO:

Comprobar que la modulación de las ondas electromagnéticas sirve para enviar información codificada.

FUNDAMENTO TEÓRICO:

Se puede enviar una onda electromagnética que esté modulada de alguna forma (en frecuencia, en amplitud...). Si se construye un código con el cual se modula la onda enviada, un receptor puede recibir dicha onda y utilizando el mismo código sería capaz de descifrar la información que se codificó anteriormente.

REALIZACIÓN PRÁCTICA

MATERIAL:

- Placa Arduino
- Placa de conexiones, resistencias y cables
- Receptor IR
- Mando a distancia de infra-rojo

PROCEDIMIENTO:

Conectaremos el sensor de IR a la placa Arduino, en la que habremos cargado el Sketch correspondiente. Apretando distintos botones el sistema capta un código que corresponde al botón pulsado.

La codificación de cada mando a distancia puede ser diferente en función de la marca, modelo... Por eso es necesario saber de ante mano qué codificación se ha utilizado para saber qué botón se está pulsando.

Si se profundiza un poco en el tema, se puede comprobar que cada fabricante utilizada diversos códigos y sistemas para enviar la información de este modo. Unas veces se busca asegurar que la transmisión ha sido correcta, y otras veces se busca que el código no se pueda replicar por alguien ajeno que no debiera conocer dicha codificación.

Todas las comunicaciones que se transmiten por aire hoy en día se basan en esto, con implementaciones de códigos más o menos complejas, ya sea telefonía, internet, televisión, etc...

Experimento 8:

Robots en el siglo XXI

Este apartado es como complemento a los experimentos de tipo más tradicional como los expuestos anteriormente. Como proyecto a lo largo del un curso, y trabajando en equipos, se puede proponer construir un Robot que funcione por sí mismo. Ya sea del tipo coche auto-dirigido, brazo robótico que realice movimientos con precisión, o cualquier otra modalidad que se les pueda ocurrir a los alumnos.

En el diseño y construcción de estos aparatos se pueden incluir diversos tipos de sensores que permitan al Robot percibir e interactuar con el mundo real, evitando así chocar, caerse...

Además es necesario poner en práctica conocimientos de física, como las palancas en los brazos robóticos, el movimiento de un sólido rígido para giros de un vehículo, cómo captar las señales adecuadas en los sensores para que midan lo que necesitamos... y muchos otros problemas que se irán encontrando los alumnos durante el montaje del Robot.

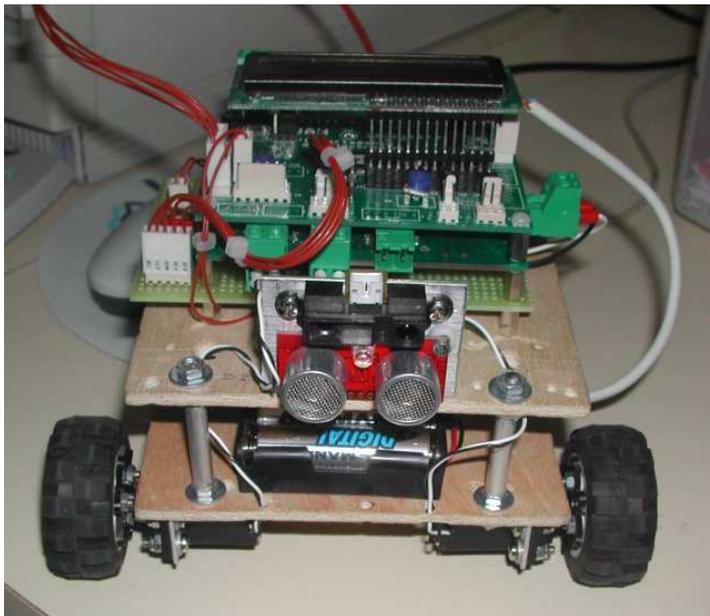
Además de trabajar en grupo, con todas las ventajas (e inconvenientes, claro) que ello tiene, existe en internet una comunidad enorme que realiza proyectos de este tipo, los comparten y lo que es más importante, existen foros en los que alguien expresa una dificultad encontrada y otra persona que sepa solucionarlo le da la explicación necesaria. De esta forma se constituye un aprendizaje colaborativo sin precedentes, que desde luego va a

ayudar a los alumnos a desarrollarse como personas y ciudadanos conocedores de cómo funciona el mundo que les rodea.

A modo de ejemplo, en la siguiente dirección Web del proyecto Ardulab, hay diversos ejemplos de robots que han ido construyendo alumnos de la Comunidad de Madrid.

http://complubot.educa.madrid.org/robots/robots_index.php?seccion=robots

A continuación se incluyen algunas imágenes tomadas de dicha página:



11. Imagen Robot 1



10. Imagen Robot 2



12. Imagen Robot 3

Resultados y crítica del proyecto

Hemos visto cómo Arduino sirve para hacer instrumentos de laboratorio buenos y precisos, a un bajo precio, aunque instrumentos con las mismas funciones ya existan de forma clásica, pero mucho más caros.

Se pueden llevar a cabo experimentos de Física que ponen de manifiesto teorías tratadas en el temario de Bachillerato, comprobando así la veracidad de las mismas. Además permite plantear proyectos y algunos experimentos que sin una plataforma como Arduino no sería posible llevar a cabo, como el caso del Experimento 1 en el que se registran datos ambientales durante un día entero.

De forma transversal a este aprendizaje, cabe señalar que se adquieren conocimientos básicos sobre circuitos eléctricos, tema que se trata de forma demasiado rápida en el temario.

El tema de la adquisición de las competencias básicas ya lo hemos tratado anteriormente, pero creo que vale la pena recalcar que con estos proyectos se pueden trabajar todas las competencias contempladas.

Y como punto final, decir que las amplias posibilidades que ofrece Arduino pueden motivar a los alumnos a pensar y proponer sus propios experimentos y proyectos, lo cual les puede ayudar a realizar un gran autoaprendizaje. Sin embargo este punto también puede ser negativo, ya que esto puede ocasionar que el alumno pierda en estos proyectos un tiempo del que no dispone en los cursos de bachillerato, ya que las materias que tiene que estudiar durante el curso ya le pueden ocupar la mayor parte del tiempo de estudio disponible.

Conclusiones

Arduino es un instrumento que está teniendo gran auge y existe una gran comunidad de usuarios que respalda los proyectos a través de Internet. La cantidad de material disponible en la Red es enorme, y es fácil conseguir los accesorios y componentes necesarios en las tiendas de electrónica o por Internet a bajo coste. Esto explica el éxito que está teniendo Arduino, y justifica utilizar esta plataforma para realizar prácticas y experimentos.

En este trabajo sólo se ha puesto algún ejemplo de las posibilidades que este tipo de plataformas ofrece para la educación en Secundaria, ayudando a adquirir las competencias básicas del currículo, y complementando con ello la educación que se da a los alumnos.

Sin embargo hay que ser prudentes con el uso de estas nuevas herramientas, ya que como todo, pueden tener su contrapunto, y no hay que olvidar que no son un fin en sí mismos, sino un medio para alcanzar unos objetivos.

Bibliografía

- Material propio elaborado en las asignaturas “prácticas de laboratorio de Física” y “prácticas de laboratorio de Química” del presente Máster.
- **Legislación. Castilla y León:**
- DECRETO 52/2007, de 17 de mayo; por el que se establece el currículo de la Educación Secundaria Obligatoria en la Comunidad de Castilla y León.

http://www.educa.jcyl.es/educacyl/cm/educacyl/tkContent.jsessionid=79332ff805ead7e43cdf427e539cfcbdb75647332cac87c6036193f337d5c667.e34Ma3eSah4Ne3qOaxqMbNqLc40?pgseed=1259264800322&idContent=11112&locale=es_ES&textOnly=false

- DECRETO 42/2008, de 5 de junio, por el que se establece el currículo de bachillerato en la Comunidad de Castilla y León.

http://www.educa.jcyl.es/educacyl/cm/educacyl/tkContent.jsessionid=26754970399f4ae0788488a4e6e74535a69215d784546a6711744498e25f9ebd.e34Ma3eSah4Ne3qOaxqMbNyTci0?pgseed=1265148284876&idContent=11113&locale=es_ES&textOnly=false

Enlaces Web:

De los siguientes enlaces a páginas Web se ha extraído información para el presente trabajo, y ofrecen manuales y otros materiales con más información sobre el tema.

<http://scratch.mit.edu/>

<http://fritzing.org/projects/>

https://www.youtube.com/watch?v=VNRX5Xkz_00

http://complubot.educa.madrid.org/proyectos/arduino/ardulab/ardulab_index.php

<http://arduino-info.wikispaces.com/YourDuinoStarterSoftwareSketches>

<http://www.ardumania.es/>

<http://www.arduteka.com/arduino-proyectos-para-principiantes/>

<http://tronixstuff.com/tutorials/>

<http://quarkstream.wordpress.com/>

<http://www.electronicaestudio.com/sensores.htm>

<http://tallerarduino.com/category/sensores-2/>

http://webzone.k3.mah.se/projects/arduino-workshop/projects/arduino_meets_processing/instructions/index.html

<http://www.processing.org/>

<http://forum.processing.org/two/categories/arduino>

<http://geekytheory.com/category/geeky-theory-2/tutoriales-2/tutoriales-arduino/>

<http://www.nongnu.org/avr-libc/user-manual/modules.html>

<http://energia.nu/>

<http://arduino.cc/>

<http://geekayuda.blogspot.com.es/>

<http://www.righto.com/2009/08/multi-protocol-infrared-remote-library.html>

<http://www.lego.com/en-us/mindstorms/gettingstarted/>

Hojas de datos de los sensores (Datasheets):

<http://www.micro4you.com/files/sensor/DHT11.pdf>

<http://www.dfrobot.com/image/data/TOY0046/HD44780.pdf>

http://www.dfrobot.com/image/data/DFR0063/DFR0063_v1.2_Schematic.pdf

<http://www.ti.com/lit/ds/symlink/lm35.pdf>

<http://kennarar.vma.is/thor/v2011/vqr402/ldr.pdf>

<https://www.sparkfun.com/datasheets/Components/General/BST-BMP085-DS000-05.pdf>

<https://learn.adafruit.com/downloads/pdf/ir-sensor.pdf>

http://arduino.cc/en/uploads/Main/Arduino_Uno_Rev3-schematic.pdf

Anexos

En estos anexos se incluye el código de los Sketches de los que se habla en algunos de los experimentos propuestos. Sólo sería necesario copiar el código y grabarlo en una placa Arduino mediante su entorno de desarrollo.

- **Experimento 1: El Sol controla la temperatura y humedad durante el día**

```
#include "DHT.h"
#include <EEPROM.h>

DHT dht;
int addr = 0;

void setup()
{
  Serial.begin(9600);
  Serial.println();
  Serial.println("Status\tHumidity (%)\tTemperature (C)\tLuminosidad");

  dht.setup(2); // data pin 2
}

void loop()
{
  delay(dht.getMinimumSamplingPeriod());

  float humidity = dht.getHumidity();
  float temperature = dht.getTemperature();
  int lumo = analogRead(0);
  EEPROM.write(addr, byte(temperature));
  addr++;
  EEPROM.write(addr, byte(humidity));
  addr++;
```

```

EEPROM.write(addr, byte(lumo));
addr++;

Serial.print(dht.getStatusString());
Serial.print("\t");
Serial.print(humidity, 1);
Serial.print("\t\t");
Serial.print(temperature, 1);
Serial.print("\t\t");
Serial.println(lumo);
}

```

- **Experimento 2: La compresión calienta el aire, y Experimento 3: Al disolver también se calienta**

```

// Script para leer temperatura utilizando un LM35

// Declaracion de variables
float tempC;
int tempPin = 0; // Definimos la entrada en pin A0
void setup()
{
  // Abre puerto serial y lo configura a 9600 bps
  Serial.begin(9600);
}
void loop()
{
  // Lee el valor desde el sensor haciendo la media de 10 medidas
  tempC=0;
  for(int i=0;i<10;i++){
    tempC = tempC + analogRead(tempPin);
    delay(10);
  }
}

```

```

// Convierte el valor a temperatura
tempC = (5.0 * tempC/10 * 100.0)/1024.0;

// Envía el dato al puerto serial
Serial.print(tempC);
Serial.print(" grados Celsius\n");

// Espera un segundo para repetir el loop
delay(1000);
}

```

- **Leer datos en la memoria de Arduino**

```

/*
 * Leer EEPROM
 *
 * Lee el valor de cada Byte en la EEPROM y la imprime en pantalla
 */

#include <EEPROM.h>

// Empieza leyendo desde el primer Byte (direccion 0) de la EEPROM
int address = 0;
byte value;

void setup()
{
  // Inicia puerto serie y espera a que se abra la comunicacion:
  Serial.begin(9600);
  while (!Serial) {
    ;
  }
}

void loop()

```

```

{
// Lee un byte de la direccion actual de la EEPROM
value = EEPROM.read(address);

Serial.print(address);
Serial.print("\t");
Serial.print(value, DEC);
Serial.println();

// avanza a la siguiente direccion de la EEPROM
address = address + 1;

// Si llega al final de la memoria espera 5 seg y vuelve a empezar
if (address == 1024){
    address = 0;
    delay(5000);
}
delay(20); //para que le dé tiempo a leer la memoria
}

```

- **Experimento 4: Cómo medir la altura de un piso con un barómetro**

```

/* Barometer demo V1.0
* Based largely on code by Jim Lindblom
* Get pressure, altitude, and temperature from the BMP085.
* Serial.print it out at 9600 baud to serial monitor.
*
* By: http://www.seeedstudio.com
*/
#include "Barometer.h"
#include <Wire.h>
float temperature;
float pressure;
float atm;

```

```

float altitude;
Barometer myBarometer;
void setup(){
  Serial.begin(9600);
  myBarometer.init();

}

void loop()
{
  temperature = myBarometer.bmp085GetTemperature(myBarometer.bmp085ReadUT());
  pressure = myBarometer.bmp085GetPressure(myBarometer.bmp085ReadUP());
  altitude = myBarometer.calcAltitude(pressure); //Uncompensated caculation - in Meters
  atm = pressure / 101325;

  Serial.print("Temperature: ");
  Serial.print(temperature, 2); //display 2 decimal places
  Serial.println("deg C");

  Serial.print("Pressure: ");
  Serial.print(pressure, 0); //whole number only.
  Serial.println(" Pa");

  Serial.print("Ralated Atmosphere: ");
  Serial.println(atm, 4); //display 4 decimal places

  Serial.print("Altitude: ");
  Serial.print(altitude, 2); //display 2 decimal places
  Serial.println(" m");

  Serial.println();

  delay(1000); //wait a second and get values again.
}

```

- **Experimento 7: Electromagnetismo para enviar información**

```
/*  
 * IRremote: IRrecvDemo - demonstrates receiving IR codes with IRrecv  
 * An IR detector/demodulator must be connected to the input RECV_PIN.  
 * Version 0.1 July, 2009  
 * Copyright 2009 Ken Shirriff  
 * http://arcfn.com  
 */
```

```
#include <IRremote.h>
```

```
int RECV_PIN = 11;
```

```
int RELAY_PIN = 4;
```

```
IRrecv irrecv(RECV_PIN);
```

```
decode_results results;
```

```
// Dumps out the decode_results structure.
```

```
// Call this after IRrecv::decode()
```

```
// void * to work around compiler issue
```

```
//void dump(void *v) {
```

```
// decode_results *results = (decode_results *)v
```

```
void dump(decode_results *results) {
```

```
  int count = results->rawlen;
```

```
  if (results->decode_type == UNKNOWN) {
```

```
    Serial.println("Could not decode message");
```

```
  }
```

```
  else {
```

```
    if (results->decode_type == NEC) {
```

```
      Serial.print("Decoded NEC: ");
```

```
    }
```

```
    else if (results->decode_type == SONY) {
```

```
      Serial.print("Decoded SONY: ");
```

```
    }
```

```
    else if (results->decode_type == RC5) {
```

```
      Serial.print("Decoded RC5: ");
```

```

}
else if (results->decode_type == RC6) {
    Serial.print("Decoded RC6: ");
}
Serial.print(results->value, HEX);
Serial.print(" (");
Serial.print(results->bits, DEC);
Serial.println(" bits");
}
Serial.print("Raw (");
Serial.print(count, DEC);
Serial.print("): ");

for (int i = 0; i < count; i++) {
    if ((i % 2) == 1) {
        Serial.print(results->rawbuf[i]*USECPERTICK, DEC);
    }
    else {
        Serial.print(-(int)results->rawbuf[i]*USECPERTICK, DEC);
    }
    Serial.print(" ");
}
Serial.println("");
}

void setup()
{
    pinMode(RELAY_PIN, OUTPUT);
    pinMode(13, OUTPUT);
    Serial.begin(9600);
    irrecv.enableIRIn(); // Start the receiver
}

int on = 0;
unsigned long last = millis();

void loop() {

```

```
if (irrecv.decode(&results)) {  
  // If it's been at least 1/4 second since the last  
  // IR received, toggle the relay  
  if (millis() - last > 250) {  
    on = !on;  
    digitalWrite(RELAY_PIN, on ? HIGH : LOW);  
    digitalWrite(13, on ? HIGH : LOW);  
    dump(&results);  
  }  
  last = millis();  
  irrecv.resume(); // Receive the next value  
}  
}
```