



MANUAL TALLER 4

CAPTURANDO INFORMACIÓN AMBIENTAL
PARA COMPRENDER NUESTRO ENTORNO

WWW.ECOINFORMATICA.CL/EXPLORA

PROYECTO EXPLORA CONICYT DE VALORACIÓN Y DIVULGACIÓN DE LA CIENCIA Y LA TECNOLOGÍA - 2015



ÍNDICE

PROYECTO EXPLORA CONICYT DE VALORACIÓN Y DIVULGACIÓN DE LA CIENCIA Y LA TECNOLOGÍA - 2015
"ECOINFORMÁTICA PARA JÓVENES: CAPTURANDO INFORMACIÓN AMBIENTAL PARA COMPRENDER NUESTRO ENTORNO".

DIRECCIÓN Y COORDINACIÓN DEL PROYECTO: HORACIO SAMANEGO Y DOMINIQUE ALÓ
RECOPIACIÓN Y EDICIÓN DE TEXTOS: ANDREA CASTILLO VELÁSQUEZ, ROKE ROJAS, DAFNE GHO-ILLANES
DISEÑO Y DIAGRAMACIÓN: DAFNE GHO-ILLANES
AGRADECEMOS LAS VALIOSAS CONTRIBUCIONES DE EMILY VERCOE Y CATALINA RODRÍGUEZ CAÑAS

	Introducción a la contaminación acústica	5
	Aplicaciones prácticas para Arduino: Construyendo monitores de ruido ambiental	21 29
	Referencias bibliográficas y recursos Web	26

PRESENTACIÓN

Este manual constituye una guía paso a paso para la realización de una estación de monitoreo ambiental basada en tecnología Arduino para jóvenes de entre 10 y 13 años de edad.

Forma parte de los talleres teórico-prácticos realizados en escuelas de la Región de Los Ríos en Chile, en el marco del proyecto Explora CONICYT de Valoración y Divulgación de la Ciencia y la Tecnología - 2015 *Ecoinformática para jóvenes: capturando información ambiental para comprender nuestro entorno*.

Con esta experiencia buscamos vincular tus inquietudes relacionadas con la ciencia y la tecnología con el ámbito de la ecoinformática; una rama de la ecología especializada en el uso de tecnología avanzada para la obtención y procesamiento de datos ambientales.

Buscamos también focalizar tu entusiasmo y habilidad para el manejo de diversos dispositivos electrónicos, descubriendo nuevas aplicaciones técnicas y científicas a tu alcance.

A través de estos talleres, podrás comprender de manera práctica y aplicada cómo medir y tomar registros de variables ambientales, construyendo tu propia micro estación de monitoreo ambiental, utilizando microcontroladores Arduino (mini pseudo-computadoras).

En este tercer capítulo podrás conocer qué está ocurriendo con el calentamiento global, y cómo afecta este cambio a uno de los procesos biológicos más importantes del planeta: la fotosíntesis en las plantas. Bien informado o informada, podrás tomar acción al respecto.

Siguiendo los pasos descritos en este manual, podrás continuar la construcción de tu propia estación de monitoreo ambiental -iniciada en los capítulos anteriores- y construir un nuevo circuito electrónico que permita medir niveles de humedad y temperatura.

Los y las invitamos a explorar nuestro sitio www.ecoinformatica.cl/explora donde están disponibles otros capítulos, nuevas ideas y más materiales de apoyo para esta nueva aventura.



Esperamos que esta experiencia sirva como apoyo al desarrollo de la exploración científica bajo la mirada de la conciencia ambiental y la educación para el desarrollo sostenible.



PUBLIC DOMAIN ON <https://pxlib.com>

CONTAMINACIÓN ACÚSTICA

En los capítulos anteriores hemos hablado de la influencia del ser humano sobre el medio ambiente. Hemos revisado cómo las actividades productivas intensivas afectan a los ecosistemas, a la atmósfera, la calidad del agua y las características del suelo, y cómo todas estas alteraciones al medio ambiente están produciendo el fenómeno del calentamiento global.

En este capítulo discutiremos sobre la contaminación acústica, un tipo de polución del cual cada vez se está tomando mayor conciencia, ya que afecta a la calidad de vida de todos los seres vivos con capacidades auditivas.



¿Ruido contaminante?

La contaminación acústica hace referencia al exceso de ruidos fuertes y continuos que logra sobrepasar el nivel de tolerancia de la mayoría de las especies.

Esto puede provocar trastornos físicos y psíquicos en los seres vivos, y por consiguiente, alteraciones en el medio ambiente.



Según la Organización Mundial de la Salud (OMS), hablamos de contaminación acústica cuando se supera los 65 decibeles (dB). Esto equivale a los ruidos provocados por el tráfico, la actividad industrial, construcciones, obras urbanísticas, el tránsito de los aeropuertos, etc.

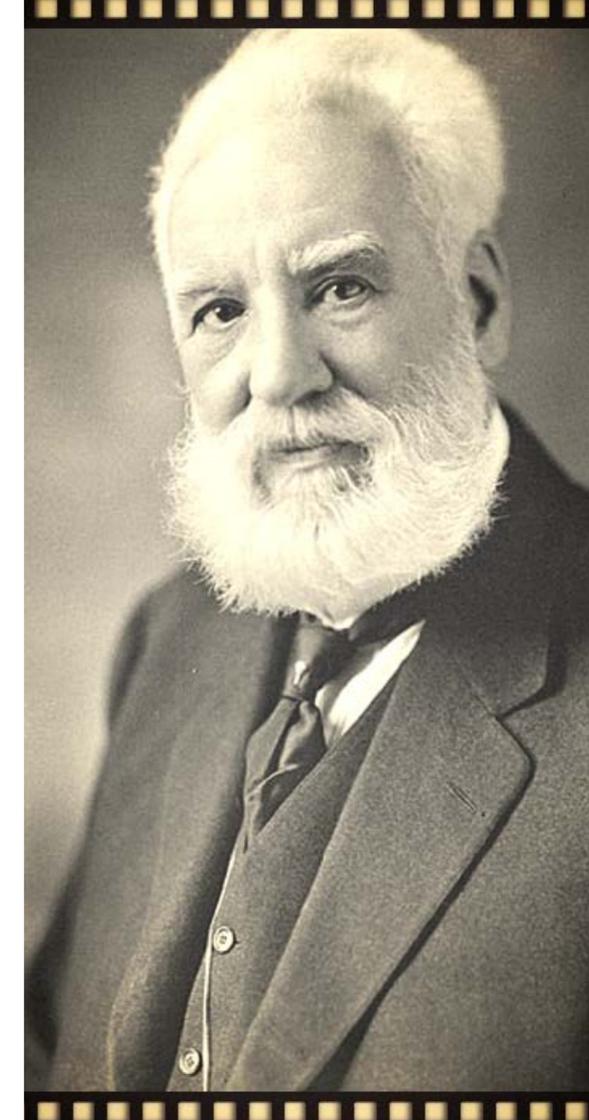


¿Qué fuentes de
contaminación
acústica conoces?!

¿Cómo se mide el nivel de ruido?

Para cuantificar el **volumen o intensidad sonora** de un sonido / ruido, la unidad de medición se llama **decibel**, y se abrevia "**dB**".

Este nombre es en honor a su creador, Alexander Graham Bell (1847 - 1922)





Niveles de ruido

Pájaros trinando	10 dB
Rumor de hojas	20 dB
Biblioteca	30 dB
Computador personal	40 dB
Conversación normal	50 dB
Aspiradora	65 dB
Oficina (>15 personas)	70 dB
Camión de la basura	75 dB
Interior fábrica	80 dB
Tráfico	85 dB
Bocina de automóvil	90 dB
Bocina de autobús	100 dB
Interior discoteca	110 dB
Motos (sin silenciador)	115 dB
Taladro	120 dB
Avión planeando	130 dB
Avión despegando	140 dB

¡Sigue investigando!

¿Cuántos decibeles de ruido hay en un día concurrido en el mall o en el supermercado?
 ¿Conoces algún lugar donde no haya ruido en absoluto?



¿Puedes recordar ruidos tan grandes que resulten dolorosos?

¿Sabías que algunos sonidos no parecen fuertes pero pueden causar daño a tu sistema de audición y a tu salud en general?

Según la Organización Mundial de la Salud (OMS), el ruido pasa a ser doloroso cuando sobrepasa 125 dB, llegando al umbral de dolor a 140 dB.

Efectos de la contaminación acústica en la salud

En los seres humanos la contaminación acústica provoca trastornos como estrés, insomnio, ansiedad o depresión, entre otras.

Estudios científicos han propuesto que los ruidos muy intensos aumentan la secreción de adrenalina, hormona que participa en la reacción de lucha o huida en nuestro sistema nervioso, provocando conductas agresivas.



¿Sabías qué?

Se ha determinado que la exposición prolongada a niveles de sonido de 90 dB -habituales en fiestas, o al oír música con audífonos-, puede provocar pérdidas irreparables en la audición, cambios en la presión sanguínea, e inclusive cambios en el ritmo cardíaco.

¿Cómo crees que esto afecta a la vida silvestre?

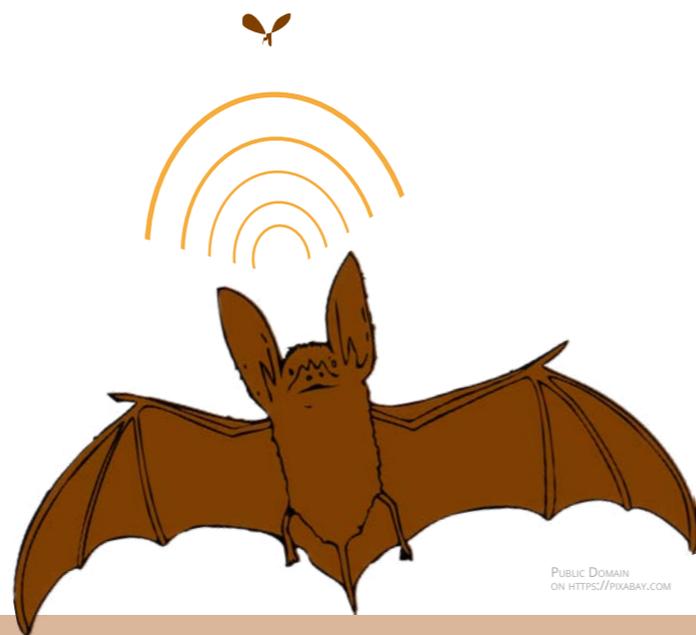


La mayoría de los animales poseen un sentido auditivo extremadamente sensible, necesario para su supervivencia.

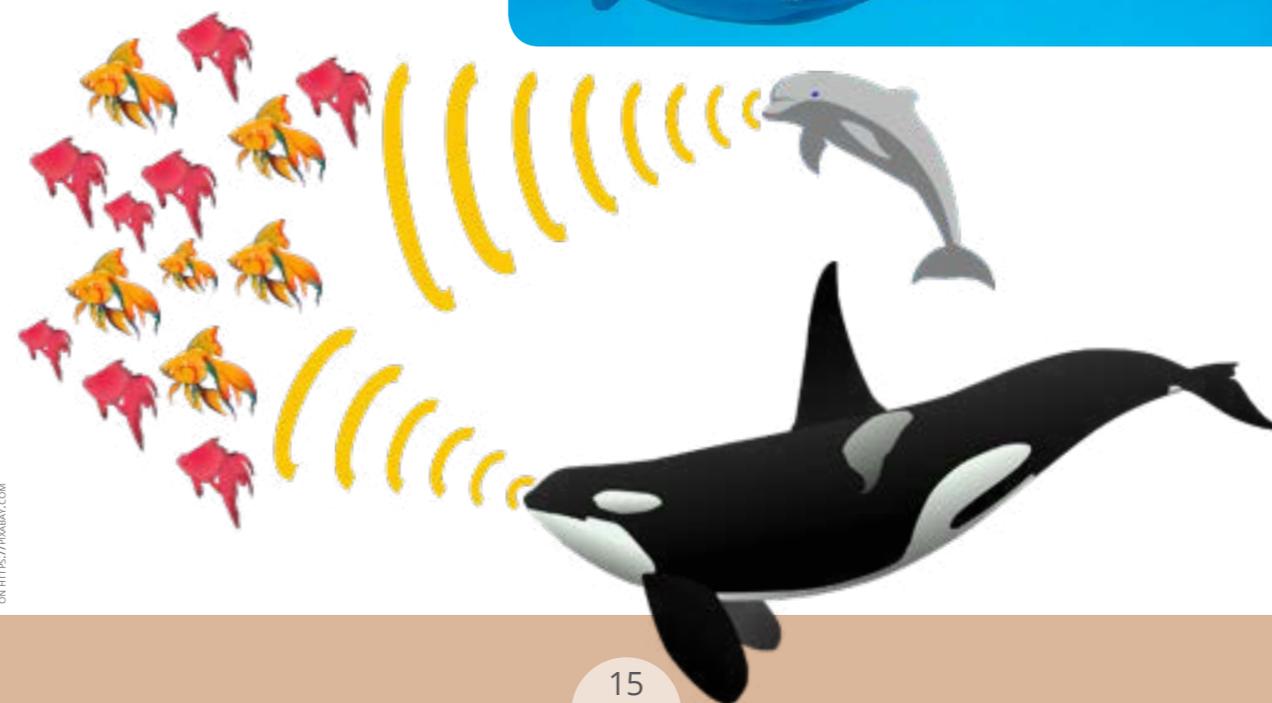
Existen también especies de murciélagos, aves y cetáceos que **utilizan un mecanismo llamado eco-localización**, que es la capacidad de conocer su entorno por medio de la emisión de onda de sonido (a veces inaudibles para los seres humanos), y la interpretación del eco que se produce a partir del choque de estas ondas con objetos.

Gracias a esta habilidad pueden saber, por ejemplo, a qué distancia se encuentra un obstáculo, otro animal o una presa.

La eco-localización es importante para estas especies, porque permite el vuelo nocturno y la caza en la oscuridad a una gran variedad de murciélagos y aves.



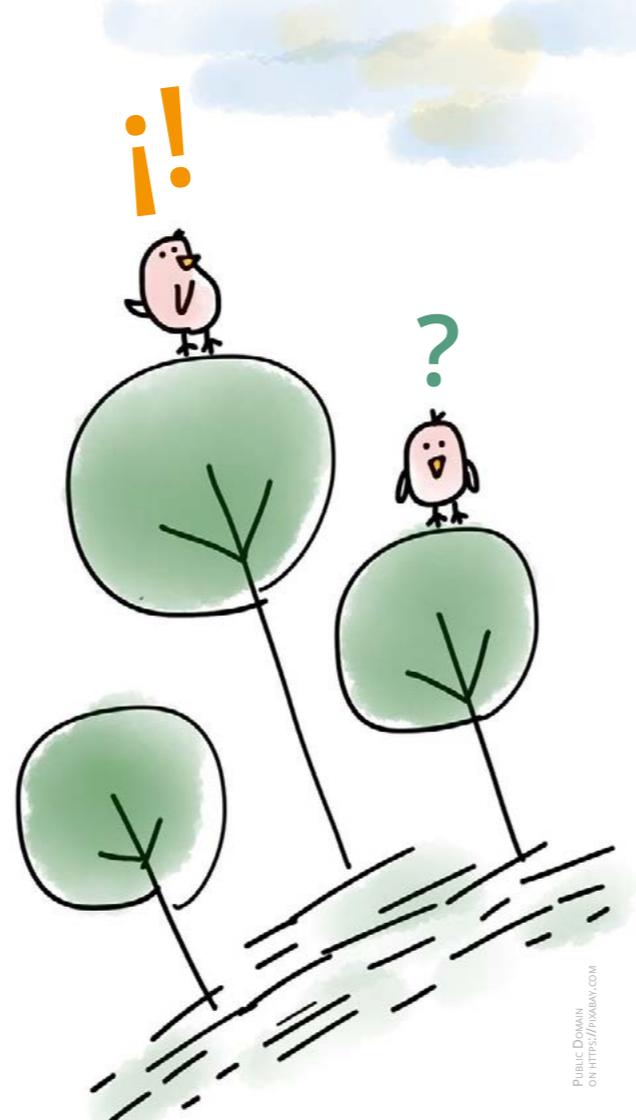
También permite a los cetáceos desarrollar su capacidad de navegación y localizar bancos de peces u otros alimentos. Es decir, de este mecanismo depende su supervivencia.



¿Qué sucede entonces con estas especies si existe contaminación acústica en sus hábitats?



16



PUBLIC DOMAIN
ON [HTTPS://PIXABAY.COM](https://pixabay.com)

Para ellos, este tipo de polución supone un grave problema, por ejemplo, los murciélagos no pueden cazar al desorientarse, lo mismo ocurre con la fauna marina, son víctimas del estrés, se limita su capacidad comunicativa y de relacionarse, inclusive pierden el sentido de la orientación lo que puede conllevar a la muerte cuando se trata de manadas en migración.



PUBLIC DOMAIN
ON [HTTPS://PIXABAY.COM](https://pixabay.com)

17

En general, para todas las especies animales, el ruido perturba su comportamiento. Las aves, por ejemplo, dependen de una comunicación eficiente para sobrevivir. Un experimento llevado a cabo con picaflores, aves que suelen habitar las zonas urbanizadas, determinó que el exceso de ruido los lleva a cantar a una frecuencia más alta para que sus llamados sean oídos por otras aves.

+ Información

VIDEO:
Contaminación acústica y animales marinos / Fundación EduCaixa
Nota:
"Ruidos que están matando a los animales marinos" / BBC Mundo

Esta situación también se repite en el mundo marino, la contaminación sonora no sólo afecta a mamíferos como los delfines y ballenas, el impacto del ruido proveniente de plataformas petroleras y gasíferas, además de embarcaciones, produce severos efectos en las poblaciones de peces. En muchos casos el ruido afecta a su distribución en los mares, su capacidad de reproducirse, comunicarse y evitar depredadores, inclusive encontrar lugares para desovar.

Los peces emiten sonidos cuando luchan por territorios, compiten por alimento, al reproducirse y bajo situaciones de ataque de sus depredadores.



Licensed by freepik.com

¿Sabías qué?

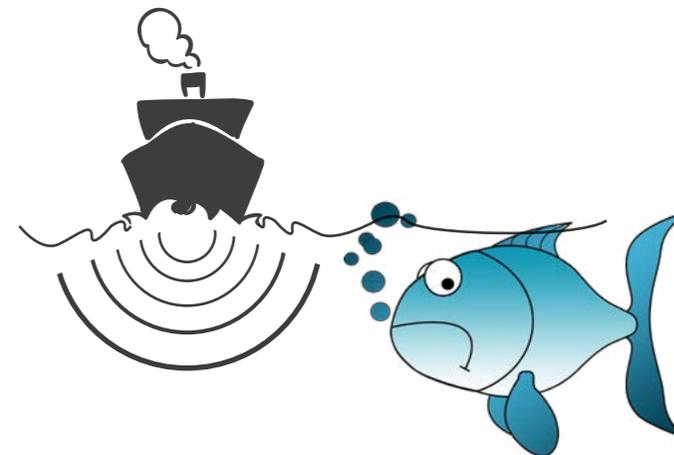
Hasta el momento se conocen 800 especies de peces -provenientes de 109 familias- que emiten sonidos como forma de comunicación.

Esto significa que el ruido generado por la actividad humana tiene el mismo potencial de afectar a la fauna marina, al igual que el ruido del tráfico de vehículos afecta a los animales terrestres.

Otros efectos de este tipo de contaminación sobre la fauna es el abandono del hábitat natural, lo que se traduce en la alteración de los ecosistemas a los que pertenecen.

Se ha determinado que los ruidos alejan a los polinizadores y dispersores naturales de semillas, lo que afecta a los mecanismos de propagación de ciertas especies vegetales, especialmente los árboles. Esto podría significar por ejemplo, la disminución de la regeneración natural de los bosques.

RUIDO en los OCÉANOS



- El 80% del transporte de mercaderías en el mundo se hace por medio de barcos motorizados.
- Las flotas comerciales cuentan con alrededor de 1,2 millones de naves.
- El ruido submarino lo producen las fuerzas marinas de guerra, las flotas pesqueras, la industria del petróleo y el gas, y los científicos.
- La pesquería rastrea los peces por medio del eco submarino desde la década de los años 50.

Ciudades contra el ruido

Son numerosas las ciudades que intentan mitigar este tipo de contaminación. En Chile existen normativas que regulan la emisión de ruidos, entre ellas se encuentra el decreto N° 38 del Ministerio del Medio Ambiente (MMA) del año 2011, enfocado en la emisión y niveles máximos de ruido para fuentes fijas.

Aun así, este tipo de contaminación sigue afectando a miles de personas. En el 2015 se realizó la Primera Encuesta Nacional del Medio Ambiente (MMA-2015), cuyos resultados revelaron que los ciudadanos identifican a la contaminación acústica como el tercer problema ambiental más relevante en nuestro país.



+ Información

DÍA SIN RUIDO

Cada 30 de abril se celebra en todo el mundo el Día Internacional de Conciencia sobre el Ruido, donde se intenta concientizar a la población humana sobre los efectos de este tipo de contaminación en la salud y sobre toda forma de vida.



Valdivia y el ruido

El año 2014 se aplicó una encuesta piloto a más de 800 personas mayores de 18 años.

Entre los datos que reveló este estudio destacan que la mayor molestia causada por el ruido corresponde al tránsito vehicular, le sigue el ruido de construcciones, el ruido provocado por vecinos, el ruido de talleres e industrias y finalmente el ruido de lugares de diversión.

Además, el 65% declaró vivir en una zona ruidosa, una cifra alarmante si se considera que en Santiago este porcentaje es del 88%.

¿Qué es un mapa de ruido?

Son representaciones gráficas o visuales del comportamiento acústico de un área geográfica determinada, donde habitualmente los niveles de ruido son representados por medio de colores.

Estos mapas tienen la finalidad de identificar las zonas que sufren de este tipo de contaminación, para así poner a disposición de la comunidad esta información y ayudar a orientar las medidas para mitigar esta problemática.



¡La mitigación del ruido ambiental es trabajo de todos! ¿Qué medidas podemos tomar?

- ⚡ No acelerar el motor excesivamente.
- ⚡ Usar la bocina sólo en caso de emergencia.
- ⚡ Mantener un volumen bajo de los equipos de música (tanto en el hogar como en la calle), al igual que la televisión, videojuegos, etc.
- ⚡ Realizar reparaciones ruidosas durante el día y evitar este tipo de actividades los domingos.
- ⚡ No permitir que las mascotas perjudiquen el derecho de las personas al descanso y la tranquilidad.
- ⚡ Informarte de tus derechos en relación al ruido. Solicita información sobre la normativa nacional y de tu comuna, y exige su cumplimiento.

Practica una salud auditiva:

- Utiliza protección en los oídos cuando uses herramientas ruidosas (taladros, soldadores, pulidores, etc.).
- No uses audífonos con dispositivos de música a volumen alto.
- Evita ser innecesariamente ruidoso (gritos, portazos, etc.)
- Aprende a disfrutar del silencio :)

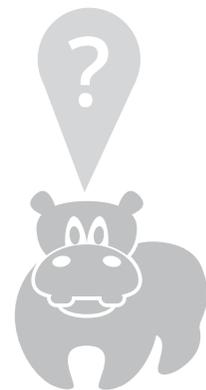


Licensed by freepik.com



Equipados con entusiasmo y ganas de aprender podemos medir distintas variables ambientales y construir un futuro mejor para tod@s.

ECOINFORMÁTICA & ARDUINO



¿Qué es la ecoinformática?

Es un campo interdisciplinario cuyas aplicaciones abarcan temas como ecología, sostenibilidad, conservación y política ambiental.

Tiene por objetivo facilitar la investigación y la gestión ambiental mediante el desarrollo de nuevas formas de acceder e integrar bases de datos de información ambiental, y del desarrollo de nuevos algoritmos que permitan combinar diferentes conjuntos de datos ambientales para poner a prueba hipótesis ecológicas.

Para aplicar la ecoinformática es de vital importancia obtener la información necesaria con exactitud, por ejemplo, información ambiental específica (temperatura del aire, humedad relativa, concentración de CO₂, etc).

Existen diferentes formas de obtener esta información: es posible registrarla manualmente, utilizando un termómetro en el caso de la temperatura por ejemplo, o adquiriendo algún instrumento electrónico

diseñado para medir esa variable en particular. En general, estos instrumentos de medición pueden resultar costosos e inaccesibles para las personas.

Es por esto que en los últimos años han surgido diversas iniciativas que ponen a libre disposición de los navegantes de internet los medios para obtener todo tipo de información ambiental a partir de instrumentos “hechos en casa”, o realizar diversos proyectos de robótica. Entre estas iniciativas está ARDUINO.

¿Y qué es un Arduino?

Es una plataforma de hardware abierta basada en una placa con un microcontrolador y un entorno de desarrollo, diseñada para facilitar el uso de la electrónica en proyectos multidisciplinarios.



¿Qué es un microcontrolador?

Es un circuito integrado o “chip” (es decir, un dispositivo electrónico) que integra en una sola placa el control de dispositivos periféricos.

¿Qué quiere decir “plataforma de hardware abierta”?

En electrónica, quiere decir que esta placa tiene el circuito impreso (es decir, es una placa de circuito impreso, o en inglés Printed Circuit Board, PCB), donde la superficie de la placa es de un material no conductor (por ejemplo plástico) sobre la cual hay “pegadas” pistas o caminos de material conductor (por ejemplo cobre). El circuito impreso se utiliza para conectar eléctricamente, a través de estos caminos conductores, diferentes componentes eléctricos periféricos.

Es “abierto” porque es de libre acceso: el software o “entorno de desarrollo” (es decir, la aplicación para trabajar con un Arduino) es gratuito, de libre uso y multifuncional (ya que funciona con todos los sistemas operativos de las computadoras).



¿Sabías qué?

El Arduino fue inventado en Italia el año 2005 por Massimo Banzi, un estudiante del Instituto de Diseño Interactivo IVREA. El proyecto fue desarrollado originalmente con el objetivo de ayudar a la escuela con las ganancias que producirían vendiendo las placas dentro del campus a un precio accesible.

El nombre proviene del *Bar di Re Arduino*, o el *Café del Rey Arduino*, donde Massimo pasaba algunas horas charlando de ciencias con sus amigos. Banzi nunca imaginó que esta herramienta se convertiría en líder mundial de tecnologías DIY (*Do It Yourself* o “Hágalo usted mismo”).

Encuentra más información entrando “arduino” o “massimo banzi” en <https://www.ted.com> . Mira el documental en este link de vimeo (duración: 30 minutos) o en este link de youtube



¿Imaginas todo lo que podríamos hacer si fuéramos capaces de construir nuestros propios dispositivos electrónicos?



Algunas características de la placa Arduino

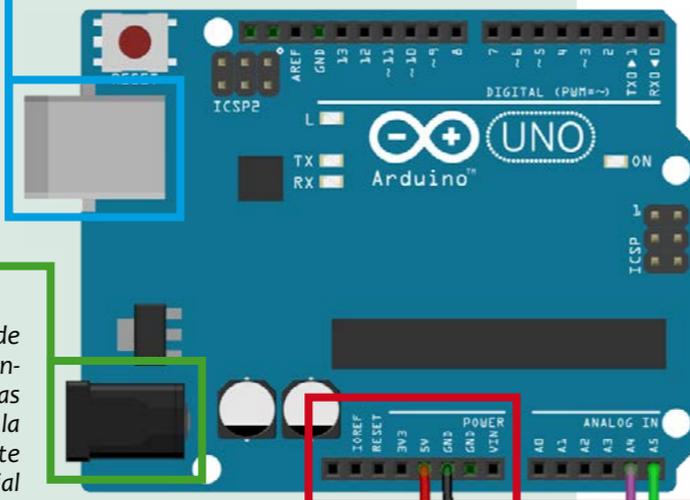
La placa Arduino Uno tiene diferentes componentes y características, su entendimiento y comprensión nos permitirán realizar un sinnúmero de proyectos.

A Energizando la placa: voltaje de operación

El voltaje del microcontrolador y todos sus componentes es de 5V. Podemos entregar esta alimentación eléctrica mediante 3 formas:

1 Cable USB. A través de este cable es posible energizar la placa, ya que entrega los 5V necesarios para su funcionamiento y una corriente de 500 mA. Además, nos permite transferir instrucciones al Arduino. Si bien es la forma más simple de energizar la placa, tiene limitaciones al no poder alimentar componentes que requieran mayor voltaje.

2 Fuente Externa (Trasformador o baterías)
Otra forma de suministrar energía es a través de una fuente externa conectada al conector de entrada tipo Jack. Es posible utilizar fuentes externas desde 6V a 20V. Dado que los componentes de la placa funcionan a 5V, ésta posee un componente llamado regulador de voltaje que baja el potencial a lo requerido.



- * Un **actuador** es un dispositivo capaz de transformar energía hidráulica, neumática o eléctrica en la activación de un proceso con la finalidad de ejecutar una orden determinada.
- * Un **sensor** es un dispositivo capaz de detectar acciones o estímulos externos y responder en consecuencia. Puede transformar las magnitudes físicas o químicas en magnitudes eléctricas.



3 Otras opciones. La placa tiene una zona denominada POWER destinada a energizar al Arduino. También es utilizada para energizar sensores o actuadores conectados al Arduino.

***GND: Pin hembra de tierra.** Cierra el circuito de los componentes conectados o de la energización del Arduino.

***VIN: Pin hembra.** Cumple doble función: (a) si la placa está conectada a través del conector tipo Jack, este pin entregará el mismo voltaje que la batería de alimentación sin pasar por el regulador de voltaje, con lo que energizará los sensores o actuadores que requieran más de 5V, sin embargo, si la placa está alimentada a través del cable USB, entregará 5V en ambos casos con una corriente máxima de 40mA; (b) a través de este pin tam-

bién es posible conectar una batería externa dentro del rango de voltaje mencionado, en este caso el regulador de voltaje bajará la potencia a los 5V que requiere el Arduino.

***5V: Pin hembra.** Tiene las mismas aplicaciones del pin VIN para alimentar sensores y actuadores que requieran 5V (con una corriente máxima de 40mA), o bien para energizar la placa, con una batería externa previa regulación del voltaje a 5V.

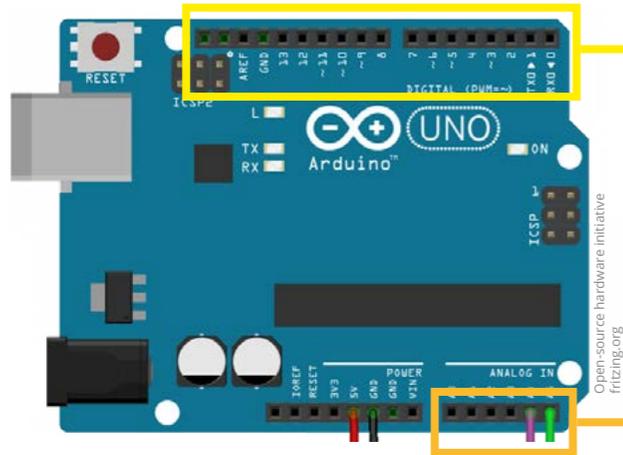
***3,3V: Pin hembra.** Ofrece 3,3V obtenidos mediante el cable USB o el conector tipo Jack. Es útil para alimentar sensores y actuadores que trabajen en este voltaje, con una corriente máxima de 50mA. No es posible energizar la placa utilizando este pin.

B

Entradas y salidas analógicas y digitales

Arduino posee un microcontrolador programable, es decir, podemos darle instrucciones para que ejecute alguna acción en particular para desarrollar algún proyecto.

Para esto, es necesario conectar los sensores o actuadores que ejecutarán la acción. Éstos se conectan a la placa a través de los pines de entrada y salida análogos y digitales.



1 Entradas y salidas digitales. Se denomina Pin de entrada cuando se programan para capturar información del medio externo.

Arduino posee 14 entradas o salidas (dependiendo de cómo sea programada), a la cual se conectan los sensores o actuadores.

Este tipo de pines funcionan a 5V, y tienen sólo dos estados: 5V o 0V. Por ejemplo, sirven para prender y apagar una luz LED.

2 Entradas y salidas Analógicas (PWM)

Arduino posee 6 pines analógicos (“A0”; “A1” ...”A5”). Una señal analógica puede tomar cualquier valor entre 0 y 5V.

Debido a que la electrónica de la placa sólo acepta señales digitales, Arduino posee un conversor analógico/digital incorporado, con una resolución de 10 bits. Al transformar la señal analógica a digital, ésta quedará representada por valores de entre 0 a 1024 (en lenguaje de electrónica), que equivalen desde 0 a 5V. Por lo tanto, Arduino tiene una resolución de 5mV ($5V/1024 = 5mV$).

En muchos proyectos, es necesario utilizar señales analógicas, como por ejemplo para variar la intensidad de la emisión de luz de un LED, mediante la baja del voltaje. Esto no es posible hacerlo con señales digitales, sin embargo, Arduino tampoco posee pines de salidas analógicas para dicho fin, pero utiliza salidas digitales para simular un comportamiento analógico. En consecuencia, los pines marcados con (PWM) correspondientes a: 5; 6; 9; 10 y 11 pueden ser utilizados como “salidas analógicas”.

Cada pin hembra tiene una resolución de 8 bits, por lo que tendremos 28 diferentes combinaciones diferentes, es decir 256 diferentes combinaciones (desde 0 a 255), por lo que si establecemos mediante la programación un valor de 0 emitirá un potencial de 0V, mientras que si asignamos un valor de 255, emitirá 5V. Es posible incrementar el voltaje cada 19.5mV ($5V/256 = 19.5mV$), es decir si asignamos un valor de por ejemplo 100 será equivalente a $100 * 19.5mV = 1950mV = 1.95V$.



Ley de Ohm

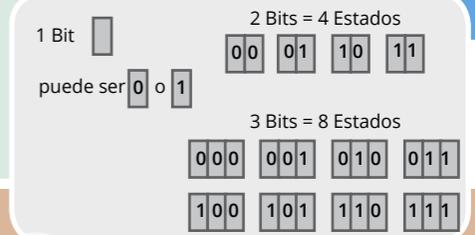
Es una de las leyes fundamentales de la electricidad. Establece la relación que existe entre intensidad de corriente, voltaje y resistencia, mediante la ecuación: $I = V / R$.

Esta relación establece que si en un circuito la resistencia (R) disminuye, la intensidad de la corriente aumenta (I), y viceversa, siempre que el voltaje (V) se mantenga constante.

De acuerdo a la misma Ley, si el voltaje (V) aumenta la intensidad de la corriente (I) que circula por el circuito también lo hará, y si disminuye V, I lo hará también.

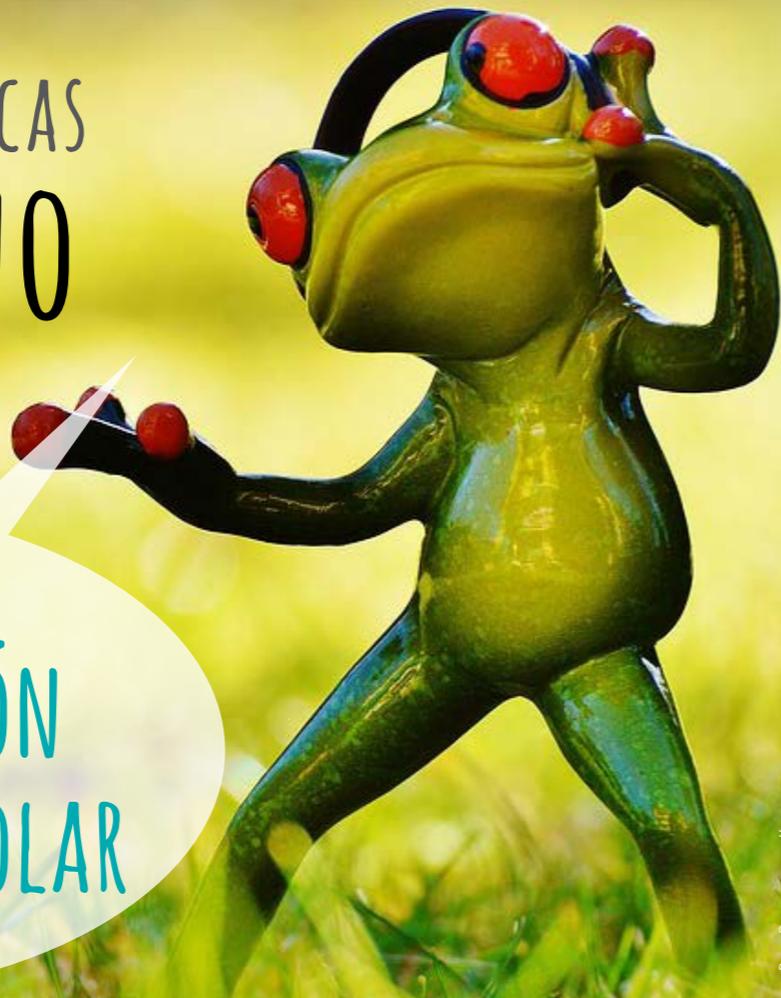
Esta relación es muy útil para despejar cualquier valor que deseemos calcular en un circuito eléctrico.

Un bit es una señal electrónica que puede estar encendida (1) o apagada (0). Por ejemplo tener 2 bits de resolución quiere decir que hay $2^2 = 4$ combinaciones diferentes para representar algún valor en particular: 00, 01, 10 y 11. Arduino tiene 10 bits de resolución $2^{10} = 1024$. vv



APLICACIONES PRÁCTICAS PARA ARDUINO

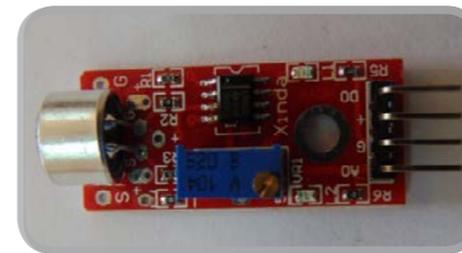
PROYECTO:
MICROESTACIÓN
AMBIENTAL ESCOLAR



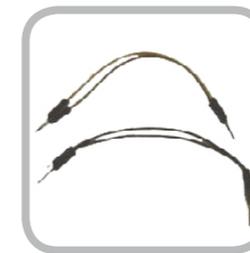
MICROESTACIÓN AMBIENTAL ESCOLAR

Taller 4:
“Construyendo monitores de ruido”

Materiales adicionales
(pasos previos en los capítulos anteriores)



12. Sensor de detección de Sonido



13. Cables

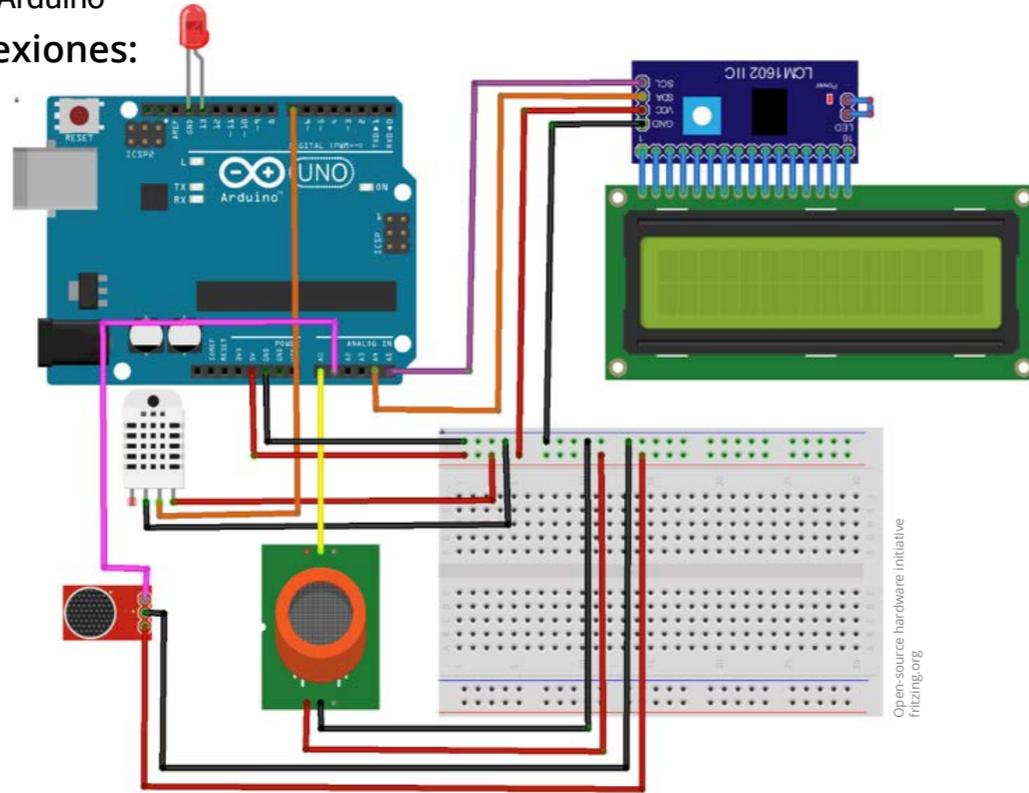
Conexiones sensor de sonido

G: pin GND de la placa Arduino

A0: pin análogo A1 de la placa Arduino

+: pin 5V de la placa Arduino

Esquema de Conexiones:



Open-source hardware initiative
fritzing.org

Sketch

Ve al sitio www.arduino.cc y elige la opción de descarga gratuita ("just download") del software para tu sistema operativo .

Abre el programa en tu ordenador para cargar el código de programación.

Puedes copiar y pegar el siguiente código:

```
/*  
Proyecto Microestación Climática Escolar  
*/  
/////LIBRERÍAS/////
```

```
#include <Wire.h> //LIBRERÍA LCD  
#include <LCD.h> //LIBRERÍA LCD  
#include <LiquidCrystal_I2C.h> //LIBRERÍA LCD  
#define I2C_ADDR 0x27 //Definiciones necesarias para la librería  
LiquidCrystal_I2C lcd(I2C_ADDR,2, 1, 0, 4, 5, 6, 7); //Definiciones necesarias para la librería
```

```
#include "DHT.h" //LIBRERÍA sensor DHT11  
#define DHTPIN 7 //Definiciones necesarias para la librería  
#define DHTTYPE DHT11 //Definiciones necesarias para la librería  
DHT dht(DHTPIN, DHTTYPE); //Definiciones necesarias para la librería
```

```
///// DEFINICIÓN DE VARIABLES /////
```

```
int led = 13; // Asigna pin 13 al salida led  
int gas; // Definición de variables sensor de gas  
int hum; // Definición de variables sensor de humedad  
int temp; // Definición de variables sensor de temperatura  
int son; // Definición de variables sensor de sonido
```

¿Sabías qué?

Es posible agregar comentarios a nuestro sketch después de agregar una doble barra: (//)



```

void setup() {
  pinMode(13, OUTPUT);      // Inicializar el pin digital como una salida
  lcd.begin (16,2);        // Inicializar el display con 16 caracteres 2 lineas
  lcd.setBacklightPin(3,POSITIVE); // Inicializar pantalla lcd
  lcd.setBacklight(HIGH);  // Inicializar pantalla lcd
  dht.begin();             // Inicializar sensor DHT11 HUMEDAD Y TEMPERATURA
  Serial.begin(9600);      // Inicializar el monitor seria para visualizar los datos
}
void loop() {
  digitalWrite(led, HIGH); // Enciende el LED
  delay(200);              // Espera por 0.2 segundos
  digitalWrite(led, LOW);  // Apaga el LED
  delay(200);              // Espera por 0.2 segundos

```

```

//sensor de CO2
gas = analogRead(A0);      // Lectura de gas
gas = map(gas, 10,1000, 0, 14000); // Ajuste rango salida
hum = dht.readHumidity();  // Lectura de humedad
temp= dht.readTemperature(); // Lectura de temperatura
son = analogRead(A1);      // lectura sonido
son = constrain(son, 550, 1023); // ajuste rango salida
son = map(son, 550, 600, 0, 100); // ajuste rango salida

```

```

//// VISUALIZACIÓN EN EL MONITOR SERIAL ////
Serial.print("CO2: "); // Escribe CO2 en el monitor
Serial.print(gas, DEC); // Escribe lectura sensor en el monitor
Serial.println("PPM"); // Escribe unidades en el monitor
////////////////////////////////////
Serial.print("Humedad Relativa: "); // Escribe Humedad Realtiva en el monitor
Serial.print(hum, DEC); // Escribe lectura sensor en monitor
Serial.println("%"); // Escribe unidades en el monitor
////////////////////////////////////
Serial.print("Temp: "); // Escribe temperatura en el monitor
Serial.print(temp, DEC); // Escribe lectura sensor en monitor

```

[... continuación]

```

Serial.println("C"); // Escribe unidades en el monitor
////////////////////////////////////
Serial.print("Snd: "); // Escribe Snd en el monitor
Serial.print(son); // Escribe lectura sensor en monitor
Serial.println("%"); // Escribe unidades en el monitor
Serial.println(" "); // Deja un espacio

```

```

//// VISUALIZACIÓN EN PANTALLA LCD ////
// LCD print
delay(1000); // Espera por un segundo
lcd.clear(); // Limpia LCD
delay(1000); // Espera por un segundo
lcd.home (); // Iniciar pantalla LCD

```

```

// Primera Linea
lcd.print("CO2:"); // Escribe CO2
lcd.print(gas); // Escribe la medición del sensor
lcd.print("PPM "); // Escribe unidades

```

```

lcd.print("T:"); // Escribe T de temperatura
lcd.print(temp); // Escribe la medición del sensor
lcd.print("C"); // Escribe unidades

```

```

// Segunda Linea
lcd.setCursor ( 0, 1 ); // Pasamos a la 2da línea

```

```

lcd.print("HR"); // Escribe HR
lcd.print(hum); // Escribe la medición del sensor
lcd.print("% "); // Escribe unidades

```

```

lcd.print("Sn"); // Escribe Sn
lcd.print(son); // Escribe la medición del sensor
lcd.print("% "); // Escribe unidades

```

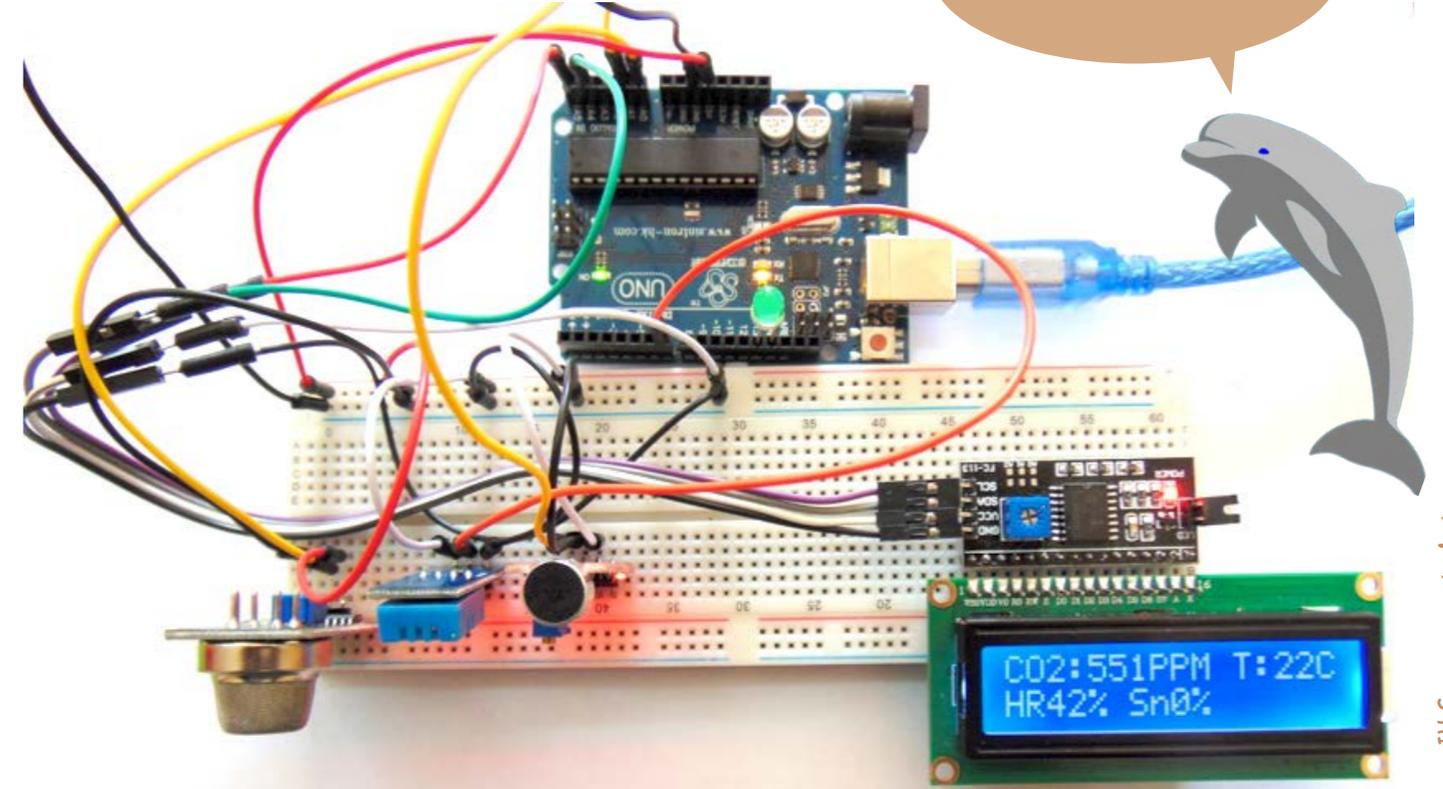
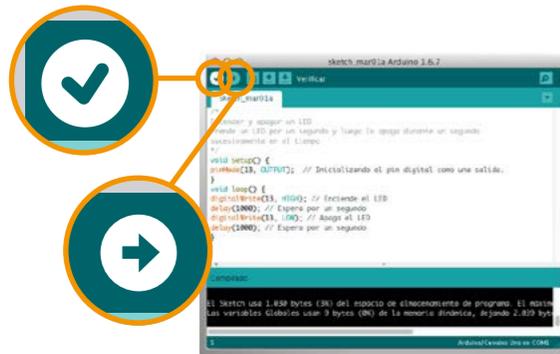
```

}

```

[... continuación]

Finalmente, repetimos los pasos de verificación (*verify*) y carga (*upload*) en el software de Arduino y veremos como se enciende la pantalla LCD.



REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS Y RECURSOS WEB // TALLER 4

Física 1° medio. Unidad 1: El sonido. MINEDUC,
Gobierno de Chile

Noise Pollution Changes Avian Communities and
Species Interactions – Clinton D. Francis, Catherine P.
Ortega, Alexander Cruz, 2009

Recursos web:

<http://www.fundacionmelior.org/content/tema/10-cosas-que-deberias-saber-sobre-la-contaminacion-acustica>

<http://www.who.int/mediacentre/news/releases/2015/ear-care/es/>

Artículos de BBC

http://www.bbc.com/mundo/noticias/2012/03/120322_ruido_arboles_am.shtml

http://www.bbc.com/mundo/noticias/2015/03/150303_ruido_musica_exposicion_oido_decibelio_jm