



UNIÓN DE ASOCIACIONES
DE INGENIEROS TÉCNICOS
INDUSTRIALES Y GRADUADOS
EN LA INGENIERÍA DE LA
RAMA INDUSTRIAL DE ESPAÑA

UNIÓN DE ASOCIACIONES DE INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES Y GRADUADOS EN INGENIERÍA DE LA RAMA INDUSTRIAL DE ESPAÑA (UAITIE)

“CONVOCATORIA 2026”

XI PREMIO NACIONAL DE INICIACIÓN A LA INVESTIGACIÓN TECNOLÓGICA

Papelera Inteligente con sistema de control como
incentivo de reciclaje para centros educativos

AUTORES:

Jose Luis Fuentes Figueroa
Héctor Pérez Sarabia
Asier Marcos Márquez
Bautista Rodríguez Fernández

BLOQUE TEMÁTICO:

Tecnología y Sostenibilidad
ambiental

NIVEL EDUCATIVO:

1º de Grado Medio en Sistemas
Microinformáticos y Redes

COORDINADOR:

Carlos Lorente Rubio

FECHA

Marzo de 2026

Resumen

Nuestro proyecto consiste en el diseño y desarrollo de una papelera inteligente destinada a su uso en centros educativos. El principal objetivo de este proyecto es fomentar el reciclaje y animar a los más jóvenes a no tirar la basura en los patios, sino hacerlo en los espacios habilitados para ello. Este objetivo se pretende lograr mediante el uso de tecnología y competición. La idea principal es transformar una papelera tradicional en un sistema activo capaz de registrar el uso, analizar datos y motivar a los estudiantes a reciclar de forma correcta. El sistema está planeado para que cada curso del instituto disponga de su propia papelera, lo que permite crear un sentimiento de responsabilidad colectiva y establecer una competición sana entre clases basada en un sistema de puntos obtenidos por el correcto uso de dicha papelera. De esta manera el reciclar es mucho más atractivo e incita al alumnado a participar colectivamente. Desde el punto de vista técnico, la papelera utiliza una placa Arduino UNO como unidad de control, entregada a procesar la información recogida por los sensores y gestionar el sistema de puntuación. Para detectar la introducción de residuos, se emplean sensores de proximidad colocados en distintos niveles del interior del cubo, lo que permite verificar que los objetos han sido depositados correctamente y evitar intentos de manipulación o trampas, como, por ejemplo, introducir y retirar el mismo residuo repetidamente. Además, el sistema incorpora una pantalla LCD que muestra en tiempo real la puntuación del curso y mensajes informativos sobre el estado del sistema, reforzando y facilitando la visualización inmediata de los resultados. En conclusión, este proyecto combina electrónica con programación y sostenibilidad, demostrando cómo la tecnología puede aplicarse a problemas reales del entorno educativo, a la vez que se desarrollan competencias técnicas básicas y se promueven valores de respeto por el medio ambiente.

Palabras Clave

- Papelera Inteligente
- Reciclaje
- Arduino
- Sensores
- Sostenibilidad



Índice

1. Introducción.....	3
2. Objetivo.....	5
2.1. Objetivo principal.....	5
2.2. Objetivos específicos.....	5
3. Metodología.....	6
3.1. Evaluación inicial del problema.....	6
3.2. Diseño de un prototipo de papelera inteligente.....	7
3.2.1. Boceto inicial.....	8
3.2.2. Esquema de conexiones.....	9
3.2.3. Fabricación de la papelera.....	10
3.2.3.1. Construcción de la papelera.....	10
3.2.3.2. Programación de la papelera.....	12
4. Resultados.....	18
5. Conclusiones.....	19
6. Referencias.....	20

1. Introducción

La contaminación es uno de los principales problemas de la sociedad actual. Según diferentes estudios como los de Grijalva et al.(2020) o National Geographic.(2020), cada persona genera varios kilos de residuos a la semana y una gran parte de ellos no se suele reciclar adecuadamente. Esto provoca un aumento de la contaminación ambiental, afectando al planeta, a los ecosistemas y a la salud de las personas.

Esto no es ajeno a nuestro centro educativo, ya que en los patios y zonas comunes muchas veces se generan residuos que no siempre se depositan correctamente en las papeleras o en el contenedor adecuado. Esto provoca acumulación de basura y dificulta el reciclaje dentro del centro.

El presente trabajo se centra en la creación de una papelera inteligente, la cual tenga una pequeña pantalla en la cual a través de un sensor ultrasónico de arduino se pueda contabilizar la cantidad de basura tirada a la papelera.

Con ello se pretende motivar y concienciar al alumnado sobre el reciclaje y la importancia de mantener limpio el entorno escolar, utilizando la tecnología como herramienta para fomentar hábitos más responsables con el medio ambiente.

Con otro sensor ultrasónico de arduino lo que hemos conseguido hacer es que a una distancia no muy alejada de la papelera se pueda abrir una pequeña compuerta en la que podamos tirar la basura, para esto hemos hecho nuestra propia tapa de la papelera, en la parte del mango tiene este sensor conectado a un servo motor que es que mueve la compuerta 90° para que se pueda introducir la basura.



2. Objetivo

2.1. Objetivo principal

El objetivo principal del presente trabajo es la realización de un sistema de papeleras inteligentes para fomentar la recogida de basura en los recreos de nuestro centro educativo con el fin de dejar los patios más limpios.

2.2. Objetivos específicos

- Evaluación de la basura existente tras los recreos en nuestros centro educativo.
- Diseño de una papelera inteligente que cuente la basura.
- Fabricación de un prototipo de papelera inteligente.
- Fabricación de una papelera inteligente para cada curso de la ESO.
- Puesta en marcha del sistema monitorizado de papeleras en los recreos.
- Evaluación visual del funcionamiento del sistema.

3. Metodología

3.1. Evaluación inicial del problema

Tras la observación sistemática de varios recreos en nuestro centro educativo hemos llegado a la conclusión de que uno de los principales problemas es la basura que queda acumulada tras la realización de los recreos. En la Figura.1 que se muestra a continuación, se puede observar el estado en el que queda el patio tras la realización de los recreos de la ESO.

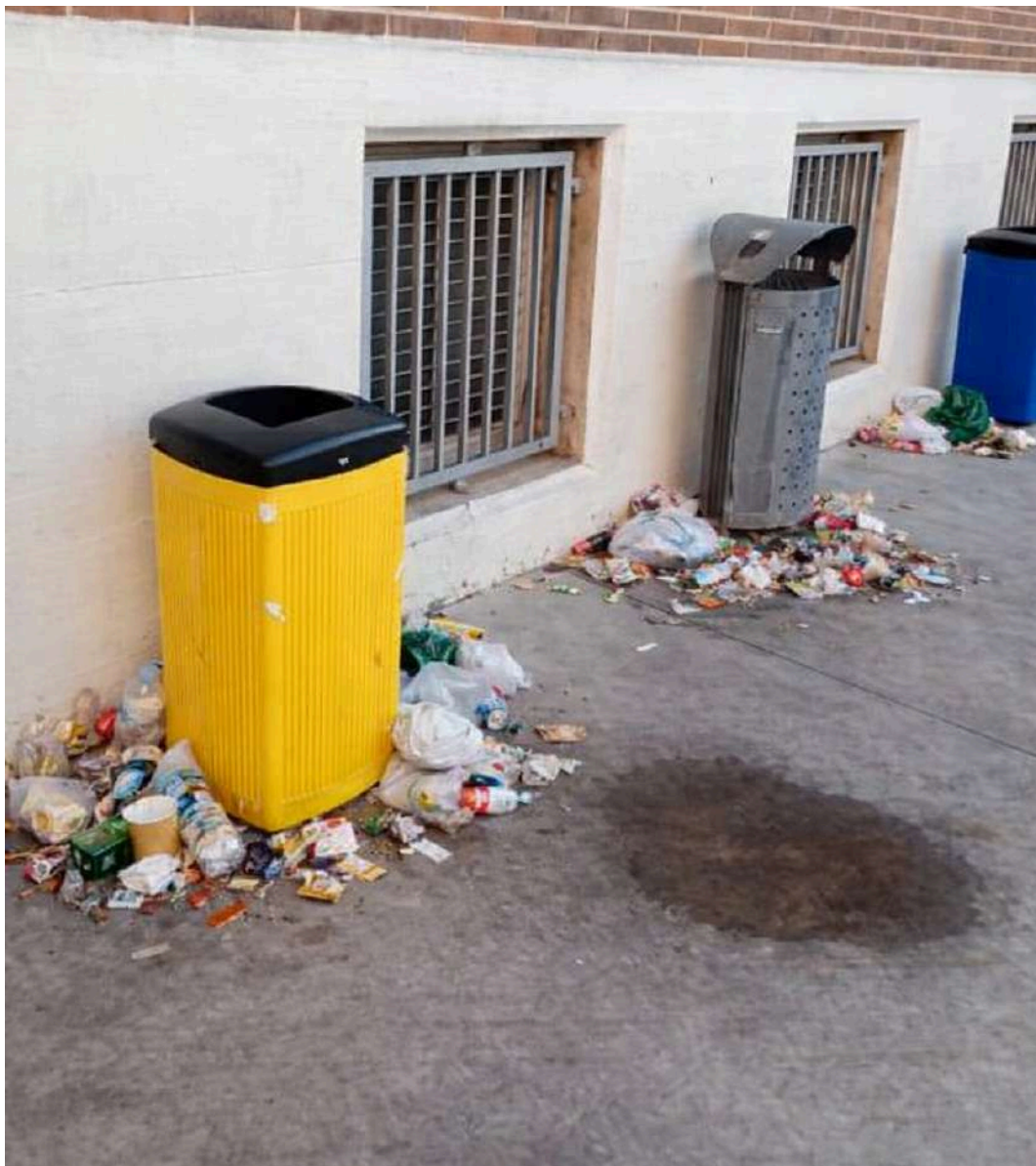


Figura 1: Imagen del patio tras un recreo



3.2. Diseño de un prototipo de papelera inteligente

El proceso de creación de nuestro prototipo se ha dividido en fases estratégicas, comenzando con una planificación rigurosa y avanzando hacia la integración de componentes mecánicos y electrónicos.

La base de todo el proyecto consistió en la elaboración de los planos técnicos. En esta etapa inicial, definimos las dimensiones exactas, la disposición de los componentes y la ergonomía del conjunto, asegurando que la estructura fuera funcional y estéticamente coherente antes de proceder a la fabricación.

Posteriormente, nos centramos en el diseño de la tapa principal de la papelera.

Para garantizar una experiencia de usuario práctica y facilitar el mantenimiento, hemos incorporado los siguientes elementos:

- **Ergonómico:** Añadido para permitir una extracción sencilla de la tapa, facilitando así el acceso al interior para el cambio de la bolsa de basura.
- **Abertura de depósito:** Se ha practicado una perforación central diseñada específicamente para el desecho de los residuos.

Para convertir la papelera en un dispositivo inteligente, hemos implementado un sistema de apertura automatizado en la zona de depósito:

- **Mecanismo de cierre:** La abertura mencionada está protegida por una compuerta secundaria.
- **Accionamiento mediante Servomotor:** Esta compuerta está conectada a un **servomotor**, encargado de realizar el movimiento de abatimiento de forma precisa.
- **Detección por Ultrasonidos:** El sistema se activa mediante un sensor ultrasónico que detecta la proximidad del usuario. Al recibir la señal, el microcontrolador ordena al servomotor abrir la tapa de forma automática, permitiendo un uso higiénico sin necesidad de contacto físico



3.2.1. Boceto inicial

Para el diseño del boceto inicial nos hemos basado en un cubo de plástico de las siguientes dimensiones: 50cm de radio y 60cm de altura.

En la Figura 2 se muestra el boceto inicial realizado.

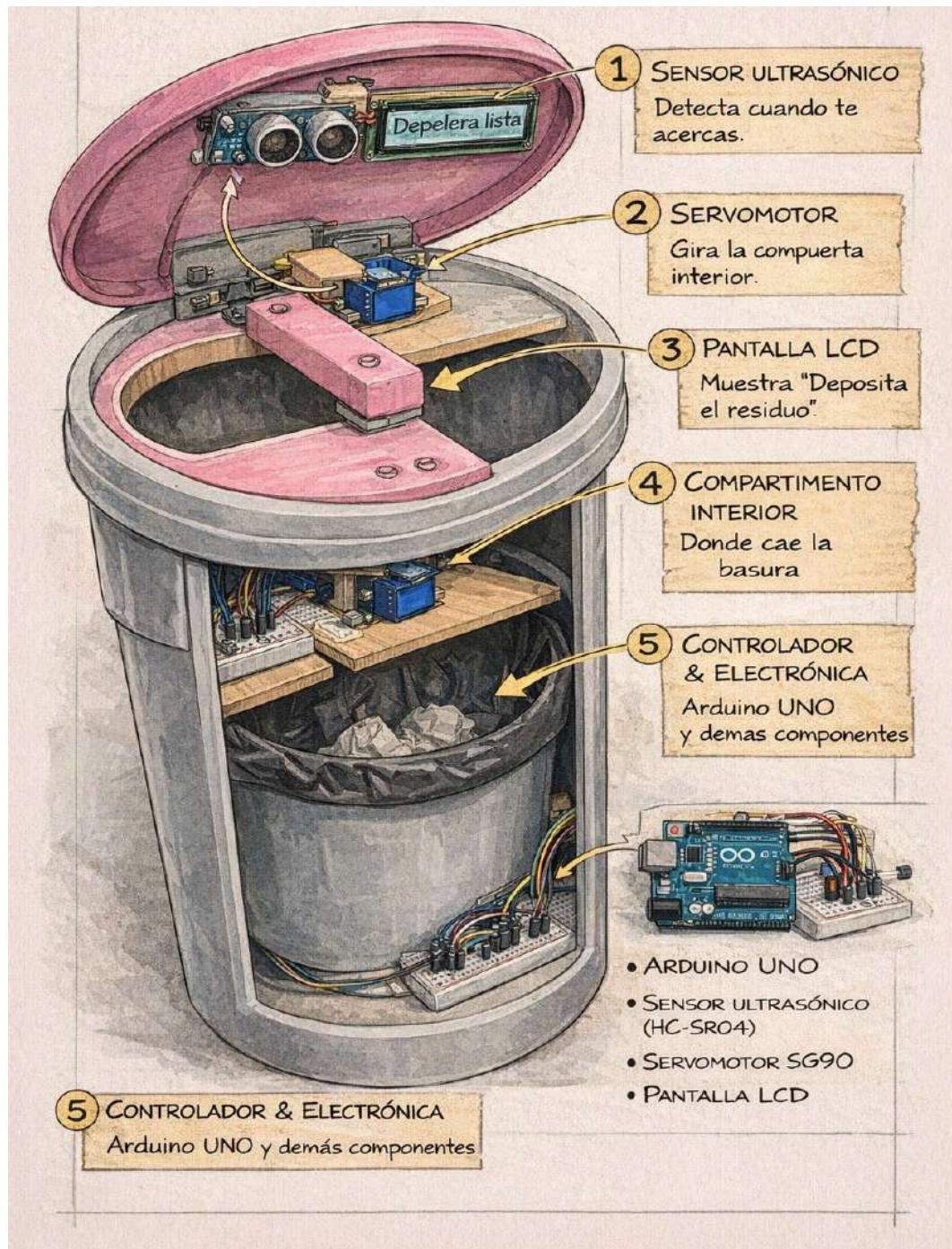


Figura 2: Boceto inicial de la papelera creado a través de IA.

Los materiales necesarios para la fabricación de nuestro proyecto han sido los siguientes:

- Cubo de plástico (papelera)
- Tapa de madera
- Arduino UNO
- 2 Sensores de ultrasonidos
- 1 Servomotor
- 1 Pantalla Led 16x02
- 1 Led rojo
- 1 Led verde
- 1 Potenciómetro
- Cables para las conexiones
- 1 Batería extraíble

3.2.2. Esquema de conexiones

Para el correcto funcionamiento hemos realizado el siguiente esquema de conexiones de todos los elementos del arduino a través del programa [Circuito.IO](#).

En él, se muestran los diferentes elementos que forman parte del sistema. Por un lado está el controlador Arduino UNO en el que se introducen los dos sensores de ultrasonidos. A modo de actuadores tendremos la parte del servomotor que abre y cierra la tapa y de la pantalla led que muestra la cantidad de basura que lleva introducida. Además también hay dos led, uno rojo y otro verde que se encienden cuando está la papelera cerrada (led rojo) y abierta (led verde).

En la Figura 3 se muestra el esquema de conexiones de arduino.

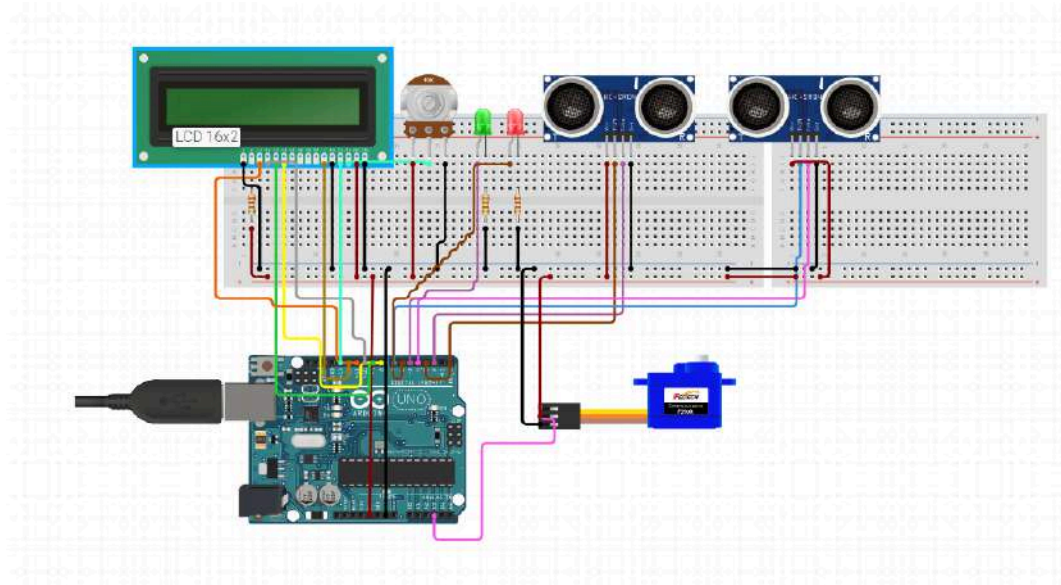


Figura 3: Esquema de conexiones de arduino

3.2.3. Fabricación de la papelera

3.2.3.1. Construcción de la papelera

Lo primero que se ha realizado para la fabricación de la papelera ha sido la fabricación a medida de la tapa donde irán incluidos todos los sensores necesarios.

Para ello se ha utilizado un tablero de madera y todos los elementos electrónicos necesarios para el correcto funcionamiento.

Las Figuras 4 a 7 muestran este proceso.

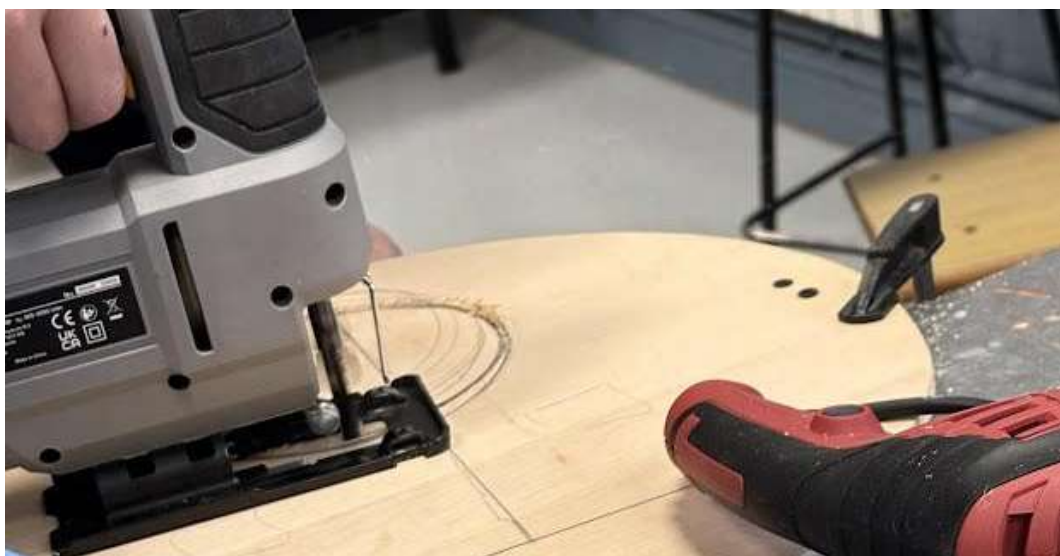


Figura 4: Cortado de la tapa en el taller

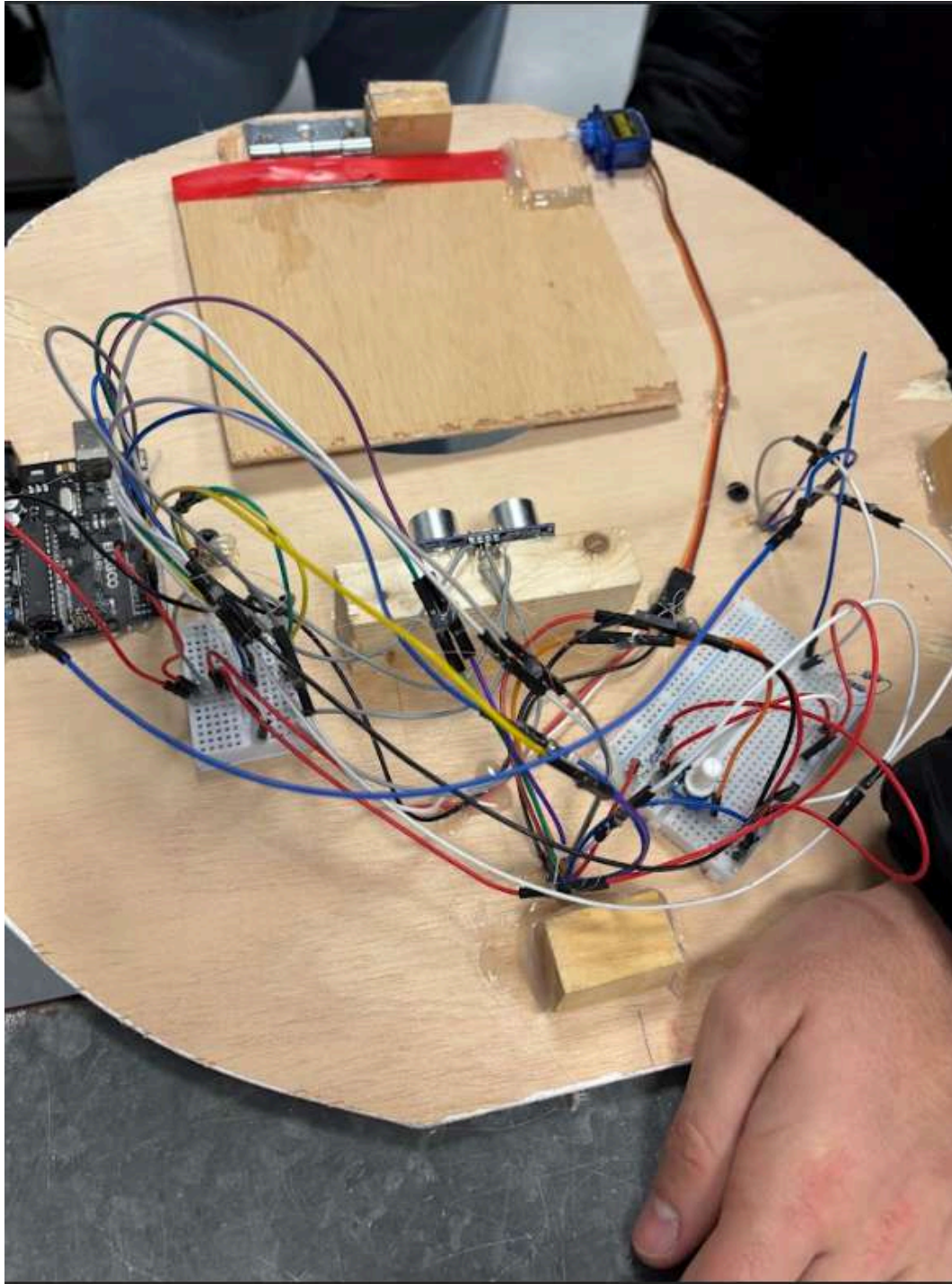


Figura 5: Parte electrónica de la tapa



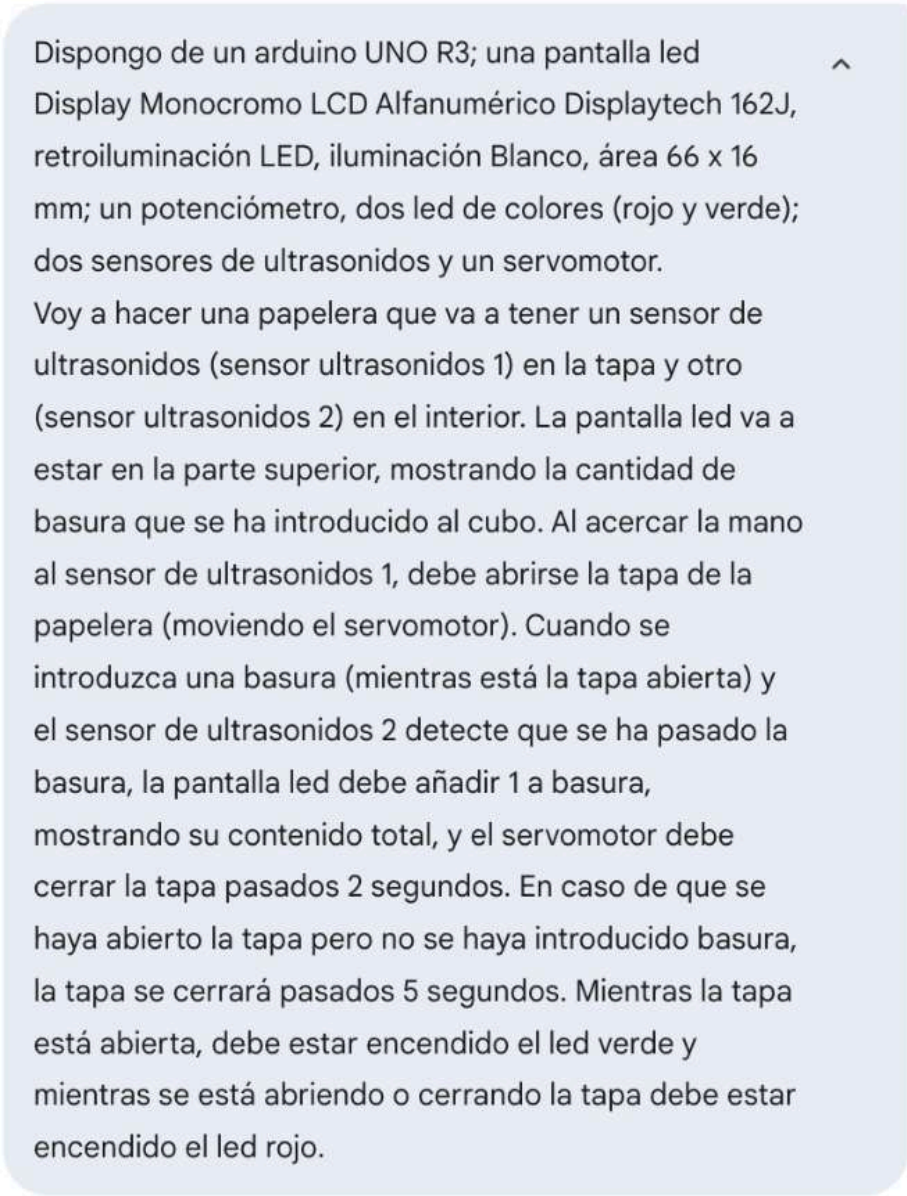
Figura 6: Papelera terminada

3.2.3.2. Programación de la papelera

Una vez terminado la construcción de la papelera y colocado todos los elementos en su correcta posición hemos procedido a la programación de la misma a través del IDE de Arduino.

Para su programación nos hemos ayudado de la IA de Gemini, a la que le hemos introducido el siguiente prompt para que nos de el programa correspondiente de arduino:

Proyecto Papelera Inteligente con Arduino



Dispongo de un arduino UNO R3; una pantalla led Display Monocromo LCD Alfanumérico Displaytech 162J, retroiluminación LED, iluminación Blanco, área 66 x 16 mm; un potenciómetro, dos led de colores (rojo y verde); dos sensores de ultrasonidos y un servomotor. Voy a hacer una papelera que va a tener un sensor de ultrasonidos (sensor ultrasonidos 1) en la tapa y otro (sensor ultrasonidos 2) en el interior. La pantalla led va a estar en la parte superior, mostrando la cantidad de basura que se ha introducido al cubo. Al acercar la mano al sensor de ultrasonidos 1, debe abrirse la tapa de la papelera (moviendo el servomotor). Cuando se introduzca una basura (mientras está la tapa abierta) y el sensor de ultrasonidos 2 detecte que se ha pasado la basura, la pantalla led debe añadir 1 a basura, mostrando su contenido total, y el servomotor debe cerrar la tapa pasados 2 segundos. En caso de que se haya abierto la tapa pero no se haya introducido basura, la tapa se cerrará pasados 5 segundos. Mientras la tapa está abierta, debe estar encendido el led verde y mientras se está abriendo o cerrando la tapa debe estar encendido el led rojo.

Figura 7: Prompt introducido a Gemini

Una vez introducido el prompt, Gemini nos ha dado la siguiente respuesta, indicando las conexiones de cada elemento y la programación para introducir en el IDE de Arduino. La figura 8 muestra esta respuesta.



Proyecto Papelera Inteligente con Arduino

1. Esquema de Conexiones

Conectar una pantalla LCD y dos sensores puede parecer un lío de cables, pero si vas paso a paso es sencillo.

La Pantalla LCD (162J) y el Potenciómetro

La LCD usa muchos pines. El potenciómetro sirve para regular el **contraste** (si no lo pones, puede que no veas nada aunque el código esté bien).

- **VSS** -> GND (Tierra)
- **VDD** -> 5V
- **VO** -> Pin central del Potenciómetro (los otros dos extremos del potenciómetro van a 5V y GND).
- **RS** -> Pin Digital 12
- **RW** -> GND
- **E (Enable)** -> Pin Digital 11
- **D4, D5, D6, D7** -> Pines Digitales 5, 4, 3, 2 respectivamente.
- **A (Anodo/Backlight)** -> 5V (con una resistencia de 220 ohm preferiblemente).
- **K (Catodo/Backlight)** -> GND.

Sensores y Actuadores

- **Servo Motor:** Cable Rojo (5V), Negro/Marrón (GND), Naranja/Amarillo (Pin Digital 9).
- **Sensor Ultrasonidos 1 (Exterior):** VCC (5V), GND, Trigger (Pin 7), Echo (Pin 6).
- **Sensor Ultrasonidos 2 (Interior):** VCC (5V), GND, Trigger (Pin 10), Echo (Pin 8).
- **LED Verde:** Pin Digital 13 (con resistencia de 220 ohm).
- **LED Rojo:** Pin Digital A0 (usaremos un pin analógico como digital para dejar espacio).

Figura 8: Respuesta de Gemini sobre conexiones de pines

Además de la respuesta de conexionado de pines, Gemini nos ha dado la programación directa para introducir en el IDE de arduino. Dicha programación va con las instrucciones correspondientes para poder interpretarla y adaptar a la realidad de nuestra papelera el código.

La figura 9 muestra la explicación paso a paso y el comienzo del código. Por su parte, después de la figura se ha copiado y pegado todo el código completo que nos ha dado Gemini.



2. Explicación del Programa (Paso a Paso)

Antes de lanzarte el código, quiero que entiendas la "receta":

1. **Librerías:** Importamos `Servo.h` y `LiquidCrystal.h` para no tener que programar los movimientos del motor o los píxeles de la pantalla desde cero.
2. **Variables de Control:** Necesitamos una variable `contadorBasura` para guardar cuántas cosas hemos tirado y un `estado` para saber si la tapa está abierta o cerrada.
3. **La Lógica de Tiempo:** No podemos usar mucho la función `delay()` porque el Arduino se "congela". Usaremos una lógica de marcas de tiempo para que el sensor interior pueda seguir detectando basura mientras la tapa espera para cerrarse.
4. **Cálculo de Distancia:** Creamos una pequeña función que envía un pulso de sonido y mide cuánto tarda en volver para saber a qué distancia está la mano o la basura.

3. Código Final para Arduino IDE

Copia y pega este código en tu editor. He comentado cada línea para que sepas qué está ocurriendo:

```
C++

#include <Servo.h>
#include <LiquidCrystal.h>

// Configuración de la pantalla: RS, E, D4, D5, D6, D7
LiquidCrystal lcd(12, 11, 5, 4, 3, 2);
Servo miServo;

// Pines Sensores (Trig, Echo)
const int trigExt = 7;
const int echoExt = 6;
```

Figura 9: Respuesta de Gemini con explicación y código

Código de Gémini:

```
#include <Servo.h>
#include <LiquidCrystal.h>

// Configuración de la pantalla: RS, E, D4, D5, D6, D7
LiquidCrystal lcd(12, 11, 5, 4, 3, 2);
Servo miServo;

// Pines Sensores (Trig, Echo)
const int trigExt = 7;
const int echoExt = 6;
const int trigInt = 10;
const int echoInt = 8;

// Pines LEDs
const int ledVerde = 13;
const int ledRojo = A0;
```



```
// Variables de estado
int contadorBasura = 0;
bool tapaAbierta = false;
unsigned long tiempoApertura = 0;
const int distanciaDeteccion = 15; // Distancia en cm para activar

void setup() {
  lcd.begin(16, 2); // Iniciamos pantalla 16 columnas, 2 filas
  miServo.attach(9); // Servo al pin 9
  miServo.write(0); // Empezamos con la tapa cerrada

  pinMode(trigExt, OUTPUT);
  pinMode(echoExt, INPUT);
  pinMode(trigInt, OUTPUT);
  pinMode(echoInt, INPUT);
  pinMode(ledVerde, OUTPUT);
  pinMode(ledRojo, OUTPUT);

  lcd.print("Basura: 0"); // Mensaje inicial
}

// Función para medir distancia (reutilizable para ambos sensores)
long medirDistancia(int trig, int echo) {
  digitalWrite(trig, LOW);
  delayMicroseconds(2);
  digitalWrite(trig, HIGH);
  delayMicroseconds(10);
  digitalWrite(trig, LOW);
  long duracion = pulseIn(echo, HIGH);
  return duracion * 0.034 / 2; // Convierte tiempo en cm
}

void loop() {
  long distExt = medirDistancia(trigExt, echoExt);

  // 1. LÓGICA DE APERTURA
  if (distExt < distanciaDeteccion && !tapaAbierta) {
    digitalWrite(ledRojo, HIGH); // Encender rojo mientras se mueve
    miServo.write(90); // Abrir tapa
    delay(500); // Tiempo para que el motor llegue
    digitalWrite(ledRojo, LOW);
    digitalWrite(ledVerde, HIGH); // Verde: Tapa abierta
    tapaAbierta = true;
    tiempoApertura = millis(); // Guardar en qué momento se abrió
  }

  // 2. LÓGICA DE DETECCIÓN DE BASURA (Solo si la tapa está abierta)
  if (tapaAbierta) {
    long distInt = medirDistancia(trigInt, echoInt);

    // Si el sensor interno detecta algo pasando (menos de 10cm)
    if (distInt < 10) {
```



```
contadorBasura++;  
lcd.setCursor(0, 0);  
lcd.print("Basura: ");  
lcd.print(contadorBasura);  
  
// Esperar 2 segundos y cerrar  
delay(2000);  
cerrarTapa();  
}  
  
// 3. CIERRE AUTOMÁTICO POR TIEMPO (5 segundos si no hay basura)  
if (millis() - tiempoApertura > 5000 && tapaAbierta) {  
    cerrarTapa();  
}  
}  
}  
  
void cerrarTapa() {  
    digitalWrite(ledVerde, LOW);  
    digitalWrite(ledRojo, HIGH); // Rojo mientras cierra  
    miServo.write(0);  
    delay(500);  
    digitalWrite(ledRojo, LOW);  
    tapaAbierta = false;  
}
```



4. Resultados

Desde la instalación de la papelera automatizada, se ha registrado una reducción significativa de residuos en el suelo durante los periodos de recreo. Este descenso demuestra que la incorporación de tecnología y un diseño funcional incentiva a los alumnos a gestionar correctamente sus desechos, mejorando la limpieza general de las zonas comunes.



Figura 10: Estado actual de los patios tras los recreos.

Debido a las restricciones de tiempo y la complejidad del ensamblaje, actualmente solo contamos con una unidad operativa. Sin embargo, esta fase de prueba ha servido para validar el correcto funcionamiento del sensor y el mecanismo de apertura bajo un uso intensivo.

Nuestro objetivo antes de que finalice el curso escolar es fabricar tres unidades adicionales para implementar una estrategia de gamificación (aprendizaje basado en el juego) asignando una papelera a cada nivel educativo y transformando el reciclaje en una competición amistosa

5. Conclusiones

Eficacia de la solución tecnológica

Se ha demostrado que la integración de hardware abierto (Arduino UNO) con sensores de ultrasonidos y servomotores constituye una solución robusta y eficiente para la gestión de residuos en entornos escolares.

Impacto en el comportamiento del alumnado

Los resultados preliminares tras la instalación del primer prototipo confirman una reducción tangible de los residuos en el suelo durante los recreos. Esto valida nuestra hipótesis inicial: la tecnología, cuando se aplica de forma creativa, actúa como un potente catalizador del cambio de hábitos. La transición de una papelera pasiva a un sistema interactivo ha logrado captar la atención del alumnado de 1º de la ESO, mejorando la limpieza de las zonas comunes.

El valor de la gamificación

La estrategia de introducir una "competición sana" entre cursos, apoyada en un sistema de puntuación visible mediante pantallas LCD, se perfila como la herramienta definitiva para la sostenibilidad a largo plazo. Al convertir la responsabilidad ambiental en un reto colectivo y lúdico, se fomenta una motivación intrínseca en los estudiantes, transformando el cuidado del patio en un elemento de identidad.

Desarrollo de Competencias Técnicas

Desde una perspectiva formativa, este proyecto ha permitido al equipo aplicar conocimientos de los módulos de Sistemas Microinformáticos y Redes en un contexto real.

Visión de Futuro

A pesar de contar actualmente con una unidad operativa, la viabilidad del sistema está garantizada. El plan de expansión para fabricar unidades adicionales de cara al curso académico 2026/2027 permitirá cubrir la totalidad de los niveles educativos, estableciendo un estándar de centro limpio y tecnológico que podrá servir de modelo para otras instituciones.



6. Referencias

Grijalva, A., Jiménez, M., & Ponce, H. (2020). Contaminación del agua y aire por agentes químicos. *Revista Científica Mundo de la Investigación y el Conocimiento (Recimundo)*, 4(4), 79-93. doi:10.26820/recimundo/4.(4).octubre.2020.79-93

National Geographic. (02 de noviembre de 2020). National Geographic España. Recuperado el 15 de febrero de 2022, de https://www.nationalgeographic.com.es/mundo-ng/peligros-basura-electronica_13239

OMS. (15 de junio de 2021). Organización Mundial de la Salud - OMS. Recuperado el 27 de febrero de 2022

WEB:

<https://www.arduino.cc/>

CURSOS: ARDUINO FOR EDUCATION

<https://www.arduino.cc/education/>

INTELIGENCIA ARTIFICIAL:

Gemini: <https://gemini.google.com/>