Salud al Alcance de un Botón: Dispensador Automático de Medicamentos para el Cuidado de Personas Mayores.

Autor: Víctor Teruel Castro

Coordinadores: D. Pascual Pérez Navarro y D. Juan Luis Fernández López

Áreas: Gerontología y Tecnología

Institución: I.E.S Francisco Ros Giner

Cursos académicos: 2023/2025

Resumen

En los últimos años, los países más desarrollados se han visto afectados por un envejecimiento progresivo de la población. Las personas de avanzada edad requieren mucha atención y ayuda de otras personas. Tras una revisión bibliográfica, hemos podido observar que en España hay un gran número de personas mayores que tienen que tomar medicamentos diariamente, lo cual les supone todo un desafío. Estos problemas se pueden solventar casi al completo gracias a una gran herramienta de la que disponemos hoy en día: la robótica. Por este motivo, hemos planteado como principal objetivo la construcción de un pastillero automático que ayuda a las personas mayores y que es de coste asequible, ya que los existentes son demasiado costosos. Este ha sido programado con Arduino IDE y consta de un sistema de 4 servomotores que giran 120º al pulsar un botón. Se ha conseguido una mejora en la accesibilidad económica a este tipo de dispositivos, abaratando el coste gracias a los materiales empleados.

Palabras clave: vejez, robótica, pastillero automático, medicamentos, comercialización

Introducción

En los últimos años, los países más desarrollados se han visto afectados por un envejecimiento progresivo de la población, causado por la baja natalidad y la alta esperanza de vida. Las personas de avanzada edad requieren mucha atención y, en situaciones de dependencia, ayuda de otras personas (ya sean familiares o profesionales formados para este tipo de trabajo). Proporcionar esta asistencia supone un gran esfuerzo económico y también ocupa mucho tiempo a aquellos que la ofrecen. Además, muchas personas de la tercera edad tienen bastantes prejuicios acerca de las residencias y desean residir en su hogar, recibiendo únicamente la ayuda de sus familiares o un cuidador particular. Por esto, hay que realizar un sacrificio añadido para trasladar toda la ayuda a residencias individuales, lo que a su vez conlleva gastos en desplazamiento y otros factores para parientes y profesionales.

Todos estos problemas se pueden solventar casi al completo gracias a una gran herramienta de la que disponemos hoy en día: la robótica. Esta ciencia centra su estudio en los robots, que “son máquinas electromecánicas que pueden realizar diversas funciones o tareas de manera automática o semiautomática con un alto grado de precisión” (Aceros Gualdrón, 2018).

La robótica es una disciplina relativamente nueva y aún falta mucho por investigar, pero ya se han hecho algunos avances importantes. En temas relacionados con el cuidado de personas de la tercera edad, la mayoría de robots que ya han sido fabricados y puestos en práctica se limitan a hacer compañía a personas que viven solas, como, por ejemplo, Nuka, un amigable robot con forma de cría de foca que reacciona según las emociones de su dueño, creado por el Dr. Takanori Shibata. También, aunque en menor medida, se ha empezado a investigar la posible fabricación de androides que puedan ayudar a las personas mayores y de alguna manera suplir a los humanos en estos trabajos.

Nuestro trabajo tiene cierta connotación social, abarcando campos de conocimiento como lengua y filosofía, ya que debemos realizar un estudio de las necesidades de las personas mayores para crear nuestro robot; pero también se ve implicada la parte científica, con campos como física y tecnología, ya que nuestro objetivo principal será valorar la viabilidad de fabricar un pastillero automático funcional para ayudar a personas que lo necesiten, sobre todo a los ancianos.

Esta investigación puede servir para ayudar a una gran parte de la población y tiene un gran interés personal, ya que muchos de mis familiares tienen que tomar varios medicamentos todos los días y no siempre son capaces de recordarlo. Además, en un futuro querría dedicarme a la ingeniería robótica, por lo que estudiar este tema puede serme muy útil para estar mejor informado acerca del diseño, la programación y la fabricación de los robots.

En cuanto al estado del arte, hay pocos artículos que nos aporten información clave para nuestra investigación, ya que, como hemos señalado anteriormente, la robótica es un campo relativamente novedoso. Sin embargo, hemos encontrado algunos que debemos destacar.

En primer lugar, cabe destacar el Trabajo Fin de Grado de Rodríguez Gobernado (2022), el cual trata sobre la fabricación de un dispensador de pastillas automático para facilitar la toma de medicamentos a personas ancianas y/o que padecen demencia. Según el autor, “el trabajo se plantea como el desarrollo de un prototipo capaz de implementar diferentes funcionalidades que cubrirán las necesidades específicas básicas adaptadas a las circunstancias de la persona de modo que, en una revisión posterior del modelo, se pueda obtener un dispositivo final adaptado a la evolución de la relación entre el interfaz y la persona”.

También nos gustaría resaltar la tesis de Salichs San José (2020), que plantea el problema social que hemos mencionado anteriormente y propone una solución. Después, relata las distintas pruebas a las que ha sometido a su robot, de nombre Mini, y las principales

adversidades que ha hallado, como el rechazo generalizado que produce este robot en las personas mayores.

Objetivos

La hipótesis planteada es: “Es viable la creación de un pastillero automático para ayudar a las personas mayores, y es rentable económicamente”.

Los objetivos de nuestra investigación son:

1. Detectar las necesidades de las personas susceptibles de ser satisfechas por nuestro robot.
2. Diseñar, programar y construir un prototipo si finalmente es posible.
3. Comprobar el funcionamiento del pastillero y valorar la futura comercialización de este, teniendo en cuenta los factores económicos y éticos.

Metodología

Como método general, hemos empleado el analítico, ya que se va a dividir nuestro objeto de estudio en distintas partes con tal de facilitar su análisis y hemos contado tanto con la parte social, el estudio de las necesidades de los ancianos y la valoración de la rentabilidad económica del pastillero, como con la parte científica, la creación del prototipo y su funcionalidad.

En cuanto al método específico, hemos utilizado el heurístico. Hemos creado una máquina para resolver un problema, el cual no es posible solucionar únicamente mediante el conocimiento teórico que tenemos sobre este, y así hemos logrado alcanzar nuestros objetivos.

Este experimento constará de varias fases: diseño, programación y evaluación de la rentabilidad del pastillero automático.

El carácter de nuestra investigación es mixto. Esto se debe a que combinaremos el carácter cuantitativo, al valorar la rentabilidad económica de nuestro proyecto mediante variables cuantitativas; y el carácter cualitativo, dado que estudiaremos las necesidades actuales de las personas mayores y también la funcionalidad de nuestro robot.

En lo referente al nivel de esta investigación, esta será de nivel aplicado, pues buscamos mejorar un producto ya existente e intentar que sea más accesible económicamente para todo el mundo. Los robots sociales que ya han sido creados, en su mayoría, son demasiado caros y poca gente puede acceder a ellos.

Ahora debemos evaluar las variables de esta investigación. Disponemos de dos variables dependientes: la rentabilidad funcional y la económica. Son dependientes ya que son las variables de interés en nuestra investigación y varían en función de las variables independientes. Estas son las supuestas causas de las variables dependientes y actúan como estímulos que permiten su variación. Para la primera variable dependiente, la rentabilidad funcional, contamos con varias variables independientes tales como: el tamaño del robot, los materiales que lo componen, si la programación es la adecuada o no, etc. Para nuestra segunda variable dependiente, la rentabilidad económica, hallamos algunas variables independientes como: el dinero total invertido en la fabricación de nuestro robot y la demanda de este producto (siguiendo la ley de oferta y demanda), así como la cantidad aproximada de unidades que realmente se llegarían a vender en un futuro. También deberíamos tener en cuenta las distintas financiaciones que podría recibir el proyecto, como las gubernamentales.

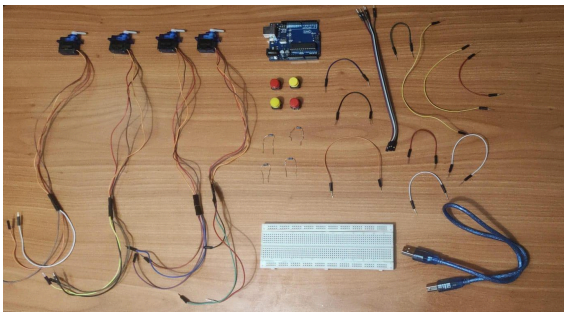
Para finalizar, enumeraremos los distintos materiales empleados. Hemos empleado las diversas herramientas de Google para la búsqueda de información y la realización del trabajo. También hemos utilizado Zotero para agrupar y ordenar algunos artículos que podrían sernos útiles.

En cuanto al software empleado en el proceso de creación, hemos utilizado Tinkercad para el diseño 3D de nuestra maqueta y Arduino IDE para la programación del circuito.

Por otro lado, el hardware empleado es el siguiente: una placa Arduino UNO, una placa protoboard, 4 micro servomotores, 4 pulsadores o botones de colores, 4 resistencias de 100k y numerosos cables tipo jumper (ver Figura 1).

Figura 1

Hardware empleado en la realización del prototipo



Fuente: Elaboración propia.

Además, hemos necesitado emplear una fuente de alimentación externa (ver Figura 2), ya que nuestra placa de Arduino no es capaz de soportar la corriente del circuito por sí misma.

Figura 2

Hardware empleado en la realización del prototipo

Fuente: Elaboración propia.

También hemos utilizado una caja de zapatos (ver Figura 3), varios recortes de cartón reciclado y 8 tubos de plástico (ver Figura 4) para construir la estructura del prototipo.

Figura 3

Caja de cartón utilizada como estructura del prototipo

Fuente: Elaboración propia.

Figura 4

Tubos de plástico utilizados en el prototipo

Fuente: Elaboración propia.

Conclusiones

Nuestro trabajo ha constado de dos partes claramente diferenciadas y pertenecientes a ámbitos distintos. Para empezar, y dentro del ámbito social, hemos valorado las necesidades de las personas mayores de nuestro país. Según Gámez Jareño (2024), en España hay un gran número de personas de avanzada edad que, debido a diversos motivos, tienen que tomar varios medicamentos diariamente y, para muchas de ellas, seguir una rutina estricta puede ser todo un desafío. Además, cumplir un régimen de medicación es fundamental para el tratamiento y control de las enfermedades crónicas, las cuales son sufridas por más de 22 millones de españoles según la Encuesta Europea de Salud en España (2022). Esto significa que casi la mitad de la población de nuestro país debe cumplir con una toma de medicamentos periódica y muy estricta. Es más, Mira Solves (2022) afirma que "en 2030 se espera que las enfermedades crónicas dupliquen su actual incidencia entre las personas mayores de 65 años".

También hay que tener en cuenta el Alzheimer, el cual afecta a alrededor de 1.200.000 personas en nuestro país (CEAFA, 2024), así como otros trastornos de la memoria. Las personas que padecen estas enfermedades deben tomar una larga lista de medicamentos para tratar de controlarlas y paliar sus efectos, lo que supone todo un reto a la hora de recordar cierta información, como cuándo han de tomar las pastillas o el nombre de estas.

Teniendo en cuenta esta revisión bibliográfica, decidimos qué necesidades deseábamos que cubriera nuestro pastillero automático. Primero, teníamos claro que debía tener un número de compartimentos con un tipo de pastilla distinto cada uno, para evitar a los usuarios el hecho de recordar el nombre del medicamento, en qué caja está, dónde se encuentra dicha caja, etc.

En segundo lugar, queríamos que dispensara la pastilla automáticamente a una hora determinada. Esto ha sido descartado porque actualmente no disponemos de los conocimientos para programar esta función, por lo que hemos optado por incluir unos pulsadores en su lugar. Estos botones son de gran tamaño y de colores vivos con tal de mejorar su visibilidad y facilitar su uso.

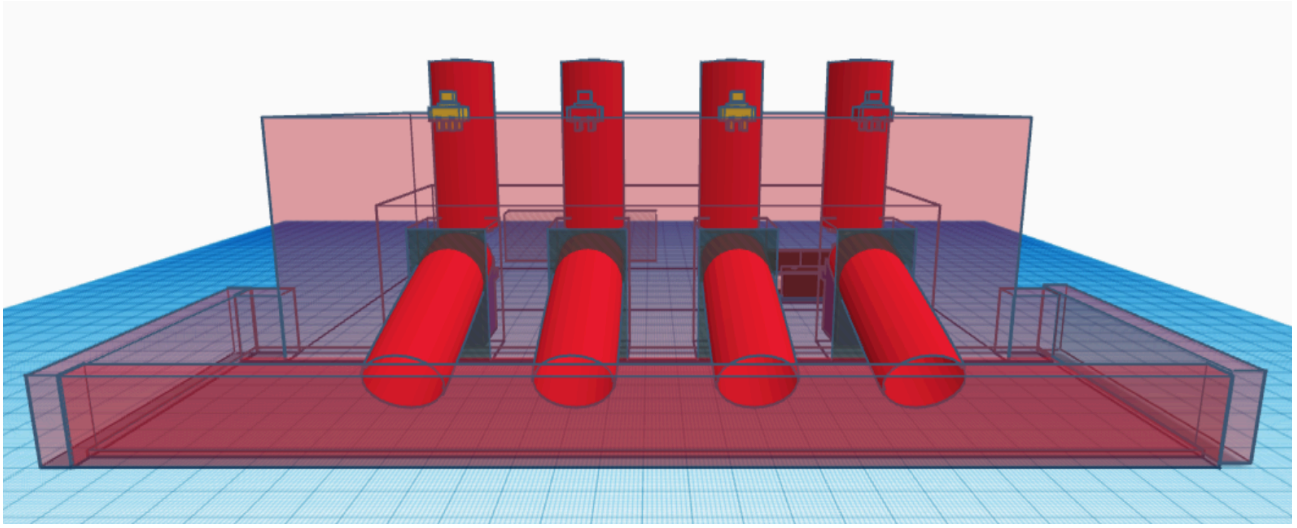
Tras decidir las necesidades que va a cubrir nuestro pastillero y cómo lo va a hacer, iniciamos el proceso de diseño, programación y construcción, el cual pertenece al ámbito científico-tecnológico.

Para comenzar, hemos realizado el diseño de un prototipo de este pastillero. Primero, hemos realizado un diseño 3D en Tinkercad (ver Figuras de 5 a 8), incluyendo cómo será el diseño interior del pastillero. Nuestro dispositivo es un prisma rectangular, de color rojo, el

cual cuenta con cuatro tubos, dispuestos en vertical, albergando un tipo de medicamento distinto cada uno. Al mantener pulsado un botón, el servomotor correspondiente gira 120º y permite que la pastilla descienda por una rampa de forma cilíndrica. Una vez ha caído en la bandeja, solo hay que recoger la pastilla e ingerirla.

Figura 5

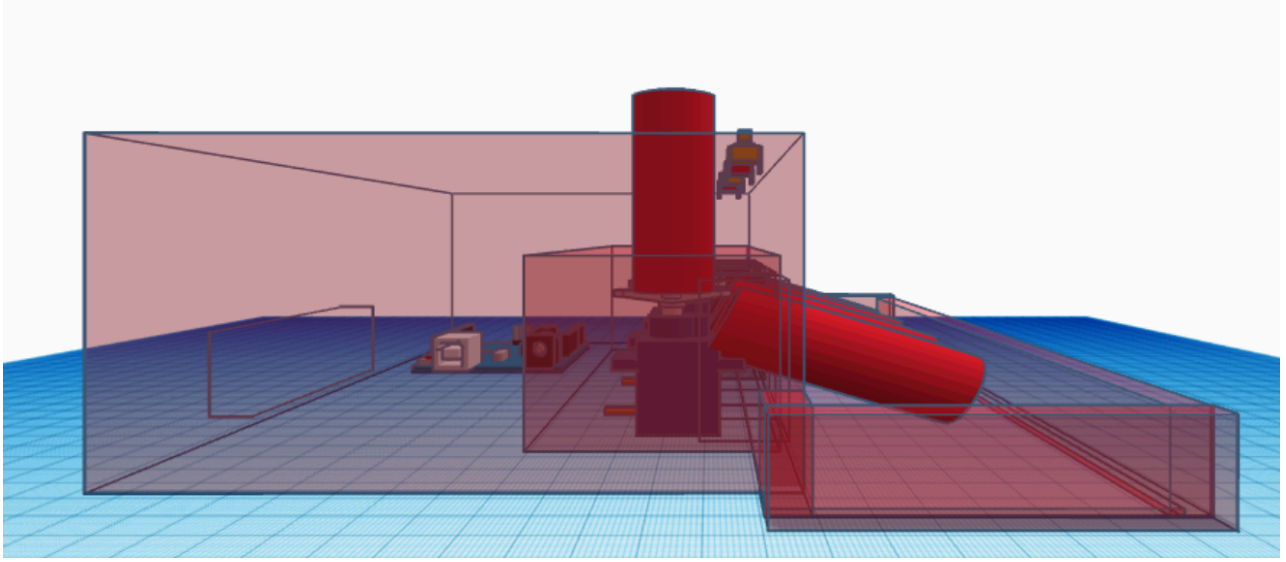
Diseño de la parte frontal en Tinkercad



Fuente: Elaboración propia.

Figura 6

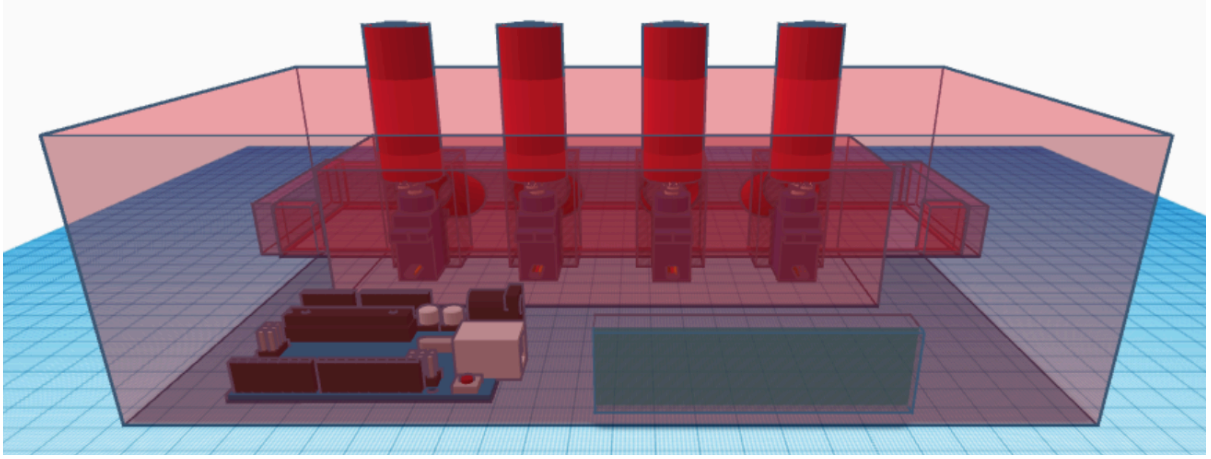
Diseño de la parte lateral en Tinkercad



Fuente: Elaboración propia.

Figura 7

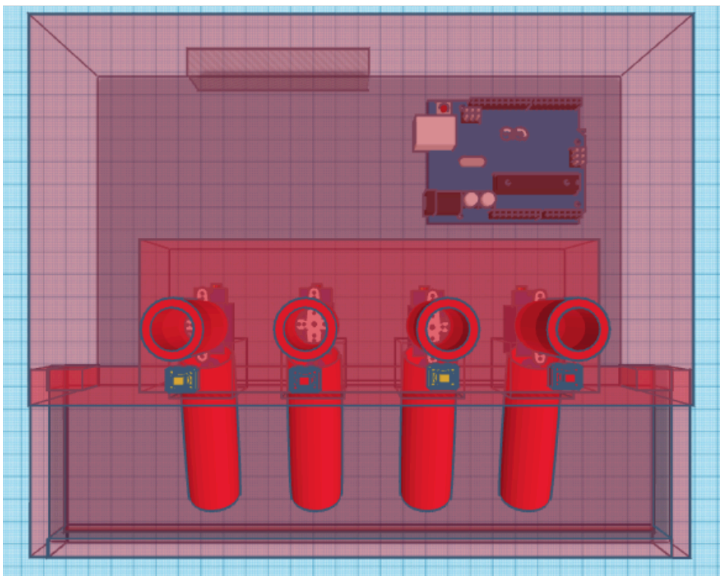
Diseño de la parte trasera en Tinkercad



Fuente: Elaboración propia.

Figura 8

Diseño de la parte superior en Tinkercad



Fuente: Elaboración propia.

Tras la fase de diseño, procedimos a la programación. Esta ha sido realizada únicamente empleando el programa Arduino IDE. Primero, definimos la galería que vamos a utilizar, la posición inicial de los servos y el pin de la placa de Arduino en el que se encuentra cada elemento, tanto el pulsador como los servomotores (ver Figuras 9 y 10).

Figura 9

Definición de los parámetros en Arduino IDE

```
#include <Servo.h> // Incluimos la galería "Servo"

Servo Servo1; // Definimos los 4 servos
Servo Servo2;
Servo Servo3;
Servo Servo4;


int button1 = 8; // Indicamos la posición de los 4 botones
int button2 = 9;
int button3 = 10;
int button4 = 11;


int pos = 0; // Indicamos que la posición inicial es 0

```

Fuente: Elaboración propia.

Figura 10

Definición del resto de parámetros en Arduino IDE

```

void setup()
{
  pinMode(button1, INPUT); // Indicamos que los botones son dispositivos de entrada
  pinMode(button2, INPUT);
  pinMode(button3, INPUT);
  pinMode(button4, INPUT);
  Servo1.attach(3); // Indicamos la posición de los 4 servos
  Servo2.attach(4);
  Servo3.attach(5);
  Servo4.attach(6);

```

Fuente: Elaboración propia.

Después, escribimos el código que ordena al servomotor los grados que debe girar cuando el botón sea accionado (ver Figuras 11 y 12).

Figura 11

Programación de los servos 1 y 2

```
void loop()
{
  if(digitalRead (button1) == LOW) {   // Ordenamos cuánto debe girar el servo cuando pasa y cuando no pasa la corriente
    Servo1.write(0);
  } else {
    Servo1.write(120);
  }
   if(digitalRead (button2) == LOW) {
    Servo2.write(0);
  } else {
    Servo2.write(120);
  }
```

Fuente: Elaboración propia.

Figura 12

Programación de los servos 3 y 4

```
    if(digitalRead (button3) == LOW) {
      Servo3.write(0);
    } else {
      Servo3.write(120);
    }

    if(digitalRead (button4) == LOW) {
      Servo4.write(0);
    } else {
      Servo4.write(120);
    }
}
```

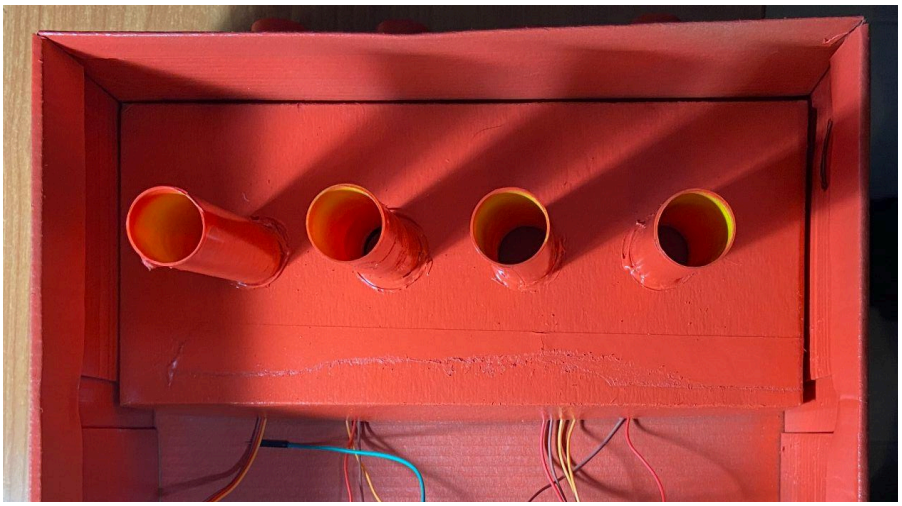
Fuente: Elaboración propia.

En este caso, al mantenerlo pulsado estamos permitiendo el paso de la electricidad, por lo que el servomotor debe girar 120º. Cuando esta corriente deja de pasar, el servo vuelve a su posición inicial, que son 0º. Seguimos el mismo procedimiento con cada uno de ellos.

Al terminar esto, procedimos a construir el prototipo. En primer lugar, fabricamos una estructura en forma de prisma rectangular a la que adherimos los 4 tubos principales y dentro de la cual colocamos los servomotores (ver Figuras 13 y 14).

Figura 13

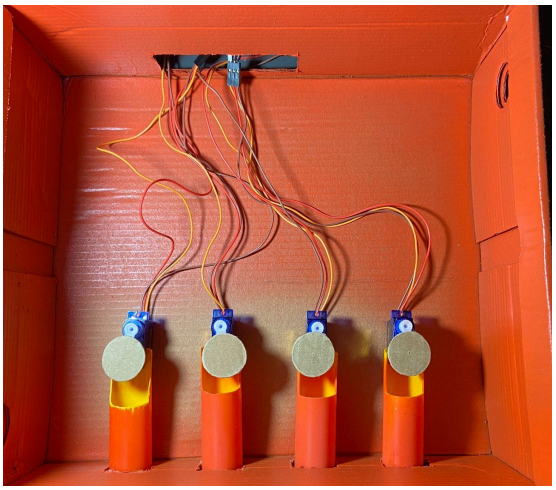
Estructura rectangular



Fuente: Elaboración propia.

Figura 14

Los 4 servomotores del circuito

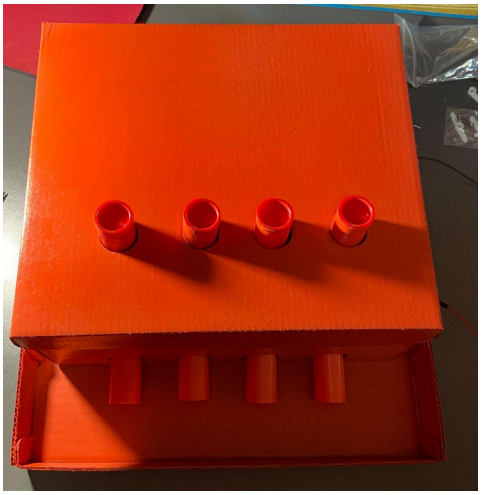


Fuente: Elaboración propia.

En segundo lugar, realizamos 4 orificios circulares en la parte frontal de la caja, por los que pasarán los 4 tubos restantes, que actúan de pendiente para el fácil desplazamiento de los medicamentos. Además, hicimos otras aberturas necesarias. También añadimos un recorte de cartón reciclado en el exterior de la base de la caja, que actuará de bandeja para almacenar las pastillas. Entonces, pintamos tanto la caja principal como las estructuras secundarias con pintura roja en spray, para darle una tonalidad llamativa y fácil de ver. Finalmente, colocamos y pegamos con silicona caliente los 4 botones y la protoboard, así como la placa de Arduino a la base de la caja, y conectamos los distintos elementos del circuito. En las Figuras 15 y 16 puede apreciarse el acabado final del exterior y del interior del prototipo.

Figura 15

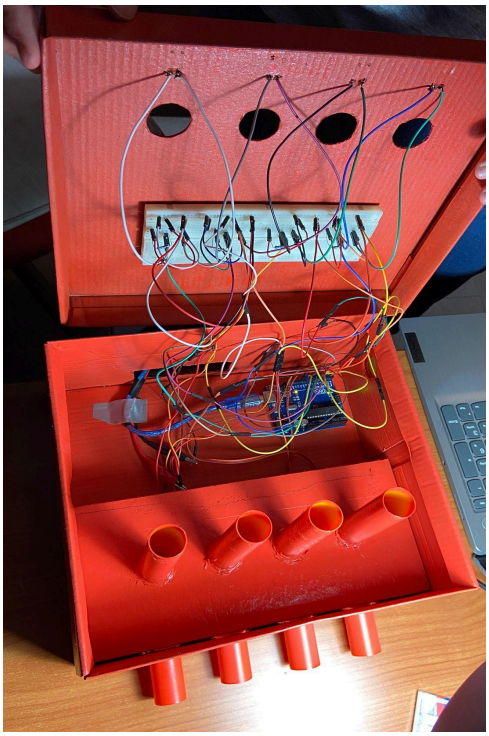
Acabado final exterior del prototipo



Fuente: Elaboración propia.

Figura 16

Acabado final interior del prototipo



Fuente: Elaboración propia.

Una vez construido, comprobamos si funcionaba correctamente. Llenamos los 4 tubos con medicamentos de un tipo distinto en cada uno, accionamos uno por uno los 4 botones y efectivamente funcionaba según lo esperado (ver Figura 17).

Figura 17

Funcionamiento del prototipo

Fuente: Elaboración propia.

Nota: Enlace al vídeo del funcionamiento

Tras realizar el diseño, la programación y la construcción del prototipo, y además comprobar su funcionalidad, vamos a valorar la futura comercialización de este pastillero, teniendo en cuenta su rentabilidad económica y los inconvenientes éticos que puede acarrear.

Comenzamos con la rentabilidad económica. Primero, hemos realizado una tabla en Hojas de cálculo de Google (ver Figura 18), con tal de tener una aproximación de lo que costaría construir el circuito. Al ser todo el material prestado, hemos buscado los materiales necesarios en Internet y seleccionado los mejores productos en relación calidad-precio. El costo resultante es 57,79 €, el cual es un precio bastante asequible.

Figura 18

Hoja de cálculo con los precios de los materiales

Objeto	Obtención	Precio unidad	Unidades	Total
Placa Arduino UNO r3	Prometec	13,00 €	1	13,00 €
Placa Protoboard	ElectroComponentes	1,79 €	1	1,79 €
Micro Servo SG90	Amazon	4,90 €	4	19,60 €
Cable Jumper macho/macho y macho/hembra	Amazon	0,09 €	65	5,92 €
Cable Arduino USB A macho a USB B	Tecnoteca	0,80 €	1	0,80 €
Alimentador electrónico AC/DC 12v	Dielton Electrónica	16,68€	1	16,68€
				57,79 €

Fuente: Elaboración propia.

A esto habría que sumarle el coste de la estructura de nuestra maqueta, el cual podemos omitir al haber empleado materiales reciclados. Esto nos lleva a pensar que su comercialización sería bastante complicada, debido a la inestabilidad de estos materiales reciclados, pero al ser más barato que los pastilleros automáticos que hay actualmente en el mercado, podría tener una significativa cantidad de ventas.

En segundo lugar, debemos tener en cuenta las cuestiones éticas que complicarían la comercialización de nuestro pastillero automático. Para esta parte, hemos consultado a don Francisco Ortiz Zaragoza, Doctor en Ingeniería Industrial y docente en la Universidad Politécnica de Cartagena, quien está desarrollando el proyecto “Sensors-19” sobre un apartamento sensorizado para ayudar a ancianos en situación de dependencia. Nos comentó que era muy complicado distribuir un pastillero como el nuestro por cuestiones éticas, ya que en caso de que un usuario pulsara el botón incorrecto y consumiera un medicamento que no corresponde, podría sufrir graves problemas de salud. También nos dijo que no hay forma de que nuestro pastillero detecte que la pastilla realmente ha sido ingerida, lo cual consideramos que se solucionaría momentáneamente con alguien que estuviera pendiente de que el usuario del pastillero realiza las tomas correspondientes.

Tras el análisis de estos resultados, hemos obtenido las siguientes conclusiones:

1. La toma correcta de medicamentos es difícil de cumplir por los ancianos de nuestro país, sobre todo para aquellos con trastornos de la memoria y enfermedades crónicas, olvidando información como los horarios de toma y el nombre de estas pastillas.
2. Ha sido posible diseñar, programar y construir un prototipo de nuestro pastillero.
3. Su funcionamiento es el correcto, salvo algún posible inconveniente causado por las diferencias de forma y tamaño de los medicamentos; y su comercialización es complicada debido a la inestabilidad de los materiales y también debido a algunas carencias de este prototipo, como detectar que las tomas se realizan correctamente.

Por lo tanto, nuestra hipótesis inicial "Es viable la creación de un pastillero automático para ayudar a las personas mayores, y es rentable económicamente" queda verificada, aunque podríamos hallar ciertas adversidades durante el proceso de comercialización, como una elevada inversión en los materiales necesarios y un posible rechazo de los usuarios por las incertidumbres éticas que hemos mencionado anteriormente.

Bibliografía

De la Cruz, A., Cabezaolías, C. M., Maroto Gómez, M., Castillo, J. C., & Salichs, M. A. (2023). Un prototipo de robot mascota para interacción con ancianos. En las XLIV Jornadas de Automática: libro de actas: Universidad de Zaragoza, Escuela de Ingeniería y Arquitectura, 6, 7 y 8 de septiembre de 2023, Zaragoza (pp. 569-574). https://doi.org/10.17979/spudc.9788497498609.569

Hoyo Sánchez, Ángeles, Pardo, M. C., Guzmán, J. L., & Moreno, J. C. (2016). Uso de un robot social de bajo coste con personas mayores dependientes en un centro residencial. En Actas de las XXXVII Jornadas de Automática 7, 8 y 9 de septiembre de 2016, Madrid (pp. 777-784). https://doi.org/10.17979/spudc.9788497498081.0777

Envejecimiento | Naciones Unidas. (2019). United Nations. https://www.un.org/es/global-issues/ageing

Barber, R., Ortiz, F. J., Garrido, S., Calatrava-Nicolás, F. M., Mora, A., Prados, A., Vera-Repullo, J. A., Roca-González, J., Méndez, I., & Martínez Mozos, Óscar. (2022). A Multirobot System in an Assisted Home Environment to Support the Elderly in

Their Daily Lives. En *Sensors* (Vol. 22, Números 20, p. 7983). https://doi.org/10.3390/s22207983

Salichs San José, E. (2019). Ayuda a personas mayores con un robot social: estimulación cognitiva.

Gámez Jareño, B. (2024, septiembre 27). Los 10 mejores pastilleros para organizar tu medicación. El País. https://elpais.com/escaparate/top-reviews/2024-09-27/pastilleros-semanales.html

Rodríguez Gobernado, I. (2022). Sistema automático de dispensación de medicamentos. En *UVaDOC*. https://uvadoc.uva.es/handle/10324/54251

Pasquale, F. (2024). *Las nuevas leyes de la robótica.* Galaxia Gutenberg.