



"Tecnología al Servicio de la Salud: El Futuro de la Automedicación con el Pastillero Electrónico"

Nombre de los autores: Chávez-Gómez Jorge Alejandro, Rivero-Gómez Gabriel, Martínez-Vargas Emiliano, Cu-Barrera Jojhan Eliezer, Monterrubio-Antonio María Fernanda

Nombre de la institución: Universidad Modelo. Carrera: Ingeniería Biomédica. Dirección de la institución con CP: Carretera a Cholul, 200 mts. después del periférico, Mérida, Yucatán México, C.P. 97305. Teléfono: 999 930-1900, Correo del autor de correspondencia: 15233676@modelo.edu.mx

Palabras clave: *pastillero electrónico, tratamiento, calidad de vida.*

Resumen. Este proyecto se centra en desarrollar un pastillero electrónico que va más allá de ser un simple recordatorio, aspirando a convertirse en un compañero integral para mejorar la adherencia a la medicación. Comenzamos entendiendo las necesidades de los usuarios, fundamental para diseñar un producto que no solo cumpla con sus expectativas, sino que también se integre de manera armoniosa en sus vidas. La fase de diseño abarca desde la concepción inicial hasta la toma de decisiones técnicas clave, priorizando no solo la funcionalidad, sino también la estética y la usabilidad del pastillero.

La sinergia entre el desarrollo del software y la ingeniería de hardware es crucial para garantizar que el pastillero sea inteligente, eficiente y, sobre todo, resistente y confiable. Las pruebas exhaustivas son fundamentales, sometiendo al dispositivo a rigurosos escrutinios para evaluar tanto su eficacia como su seguridad antes de avanzar hacia la implementación piloto en entornos del mundo real.

La retroalimentación de los usuarios se coloca en el centro de nuestra atención, reconocida como un componente clave en la mejora continua del pastillero. La evaluación final en situaciones cotidianas será esencial para comprender de manera holística cómo el dispositivo impacta la vida de los usuarios y ajustar futuras iteraciones.

Este proyecto busca construir un pastillero electrónico que sea un verdadero compañero en el cuidado de la salud. La

aspiración es ir más allá de mejorar la adherencia a la medicación y elevar la calidad de vida de los pacientes mediante un diseño centrado en el usuario, tecnología avanzada y un compromiso constante con la retroalimentación del usuario.

Introducción. Para las personas que sufren de alguna enfermedad necesitan de cierto apoyo para llevar a cabo una correcta recuperación, es aquí donde entra en juego los dispositivos médicos los cuales están destinados para prevenir, diagnosticar o tratar enfermedades o afecciones. Entre la amplia gama de dispositivos médicos que se tienen a disposición, dentro de estos también existe su clasificación de acuerdo al nivel de riesgo que este tenga respecto a la salud del paciente.

Los primeros que se hay que mencionar son los dispositivos médicos de Clase I, corresponde a aquellos dispositivos de menor riesgo para el organismo, aquellos insumos cuya seguridad y eficacia están completamente evaluados, generalmente, son dispositivos que no se introducen al cuerpo humano. Entre los cuales se pueden encontrar vendas o vendajes, instrumentos quirúrgicos manuales o sillas de ruedas no mecanizadas. (Fig 1)



Fig 1: Dispositivos médicos clase 1

Pasando a la siguiente clase de los dispositivos la Clase II, esta representa aquellos insumos que pueden tener variaciones en su elaboración o concentración, se introducen al cuerpo humano por un período menor a 30 días. En esta clasificación pueden entrar las jeringas y los equipos de administración para las bombas de infusión; los circuitos de respiración para anestesia. (Fig 2)



Fig 2: Dispositivos médicos clase 2

Aquellos insumos que se introducen al organismo, y que permanecen en el cuerpo durante períodos mayores a 30 días pertenecen a la clasificación de Clase III. Cabe mencionar, que éstos últimos dispositivos han aumentado su producción debido al avance médico tecnológico, pues las empresas que los distribuyen han innovado de tal manera, que su posicionamiento en América Latina, se ha incrementado a la par de los avances científicos y nuevas tecnologías de desarrollo. Un ejemplo de ello, son aquellos mono-implantes que buscan regular el funcionamiento de órganos humanos internos. (Fig 3)



Fig 3: Dispositivos médicos clase 3

Debido a lo anterior, la tecno vigilancia, que permite una regulación y correcta clasificación de los dispositivos médicos en desarrollo, se vuelve imperante. Dispositivos Médicos, busca que se ofrezca a la población una mejor calidad de vida, de manera segura y confiable; al mismo tiempo que se impulsen y proyecten, nuevas tecnologías propiciando el avance del sector salud en beneficio del paciente.

Como es bien sabido los pacientes necesitan los dispositivos médicos para obtener una recuperación o alivio a sus padecimientos. Sobre todo, uno de los dispositivos más demandados y requeridos por los usuarios desde siempre han sido los pastilleros.

En nuestro día a día hay personas que necesitan tomar medicamentos por lo cual el paciente debe seguir conjunto para lograr llevar de forma adecuada sus necesidades clínicas, con las dosis precisas y en un periodo tiempo adecuado.

Para que un tratamiento cumpla con su objetivo en su mayor parte depende del tratamiento prescrito y de que el paciente siga con el cumplimiento de este. El cumplimiento terapéutico puede definirse como la conducta que siga el paciente, ya sea con respecto a la toma del medicamento, buenos hábitos alimenticios o la modificación de estos, seguir las instrucciones que se le fueron proporcionadas por su médico, etc.

El incumplimiento de un tratamiento puede ocurrir por ciertos factores los cuales pueden ser alguna enfermedad o afección crónica, en adultos mayores, múltiples tratamientos prescritos o la combinación de los puntos anteriormente mencionados. (Tabla 1)

Tabla de porcentajes

Autor y año de publicación	Porcentaje de incumplimiento
Sackett, 1975	45
Logan, 1979	51
Haynes, 1980	33
Enlud, 1982	33
Black, 1988	15,7
Lim, 1992	26
Guo, H 2001	36,6
Márquez Contreras, 2002	39,5
Mounier-Vehier, 1998	7,5 (MEMS)
Baulmann, 2002	50 (MEMS)

Tabla 1: Tabla de incumplimiento con el tratamiento médico

Estos son porcentajes representan de manera cuantitativa los problemas que tienen los pacientes a la hora apegarse y llevar un seguimiento de sus tratamientos, y es con esto donde entra el uso de pastilleros para que los pacientes tengan un mejor porcentaje de adherencia a su tratamiento mejorando puntualmente tanto en la cantidad como en el tiempo de ingesta del medicamento.

Para esto es necesario saber que un pastillero es un recipiente cuya función es la de organizar las dosis de medicamentos en un determinado horario. Esto servirá para llevar una mejor organización de los medicamentos ya sea en los distintos tipos de medicamento que debe tomarse y en sus respectivos horarios. (Fig 4)



Fig 4: Pastillero

La mayoría de estos productos no deben ser manipulados por personas que requieran de mayor atención o apoyo, como por ejemplo niños, adultos mayores o personas que presentan alguna enfermedad o condición que haga que se les dificulte o impida el seguimiento de un tratamiento.

Es importante remarcar que a la hora de llenar un pastillero los medicamentos que se deben tomar deben tener una preinscripción con las dosis y horarios que se deben tomar. En casa de no tener un horario específico se debe establecer uno para que el paciente no sobrepase o le falten las dosis que requiera su tratamiento. Al mismo tiempo que siempre se bien seguir las instrucciones de su tratamiento y no las que vienen en la descripción del medicamento.

Esto también nos lleva a pensar a que no solo existen los pastilleros de plástico o de casilleros, sino que también hay que ver por el lado de innovación el cual abre una alta gama de posibilidades siendo una de estas los pastilleros electrónicos.

Al igual que los pastilleros tradicionales, los pastilleros electrónicos son herramientas en beneficio del paciente siendo su función la de darle una mejor organización a este. Ya que esto puede provocarse debido a que el paciente tenga problemas de memoria, que sea dependiente de otras personas para su cuidado o simplemente por descuido.

Lo que hace que se diferencie es que hacen más por el paciente de lo que haría uno tradicional, esto dependiendo del grado de complejidad que este ofrezca, ya sea que solo avise al paciente en el horario que le toque tomar su dosis (Fig 5), otro caso pudiendo ser que en una pantalla refleje la cantidad de dosis que se vayan a tomar en el horario establecido (Fig 6); hasta los elaborados los cuales poseen con una programación y mecanismos que ya vienen con todas las funciones anteriormente mencionadas al mismo tiempo que son capaces de dispensarle al usuario los medicamentos sin que este requiera sacar la dosis de algún casillero ya que el pastillero estará programado para que este cumpla con ese rol. (Fig 7)



Fig 5: Pastillero electrónico



Fig 6: Pastillero electrónico, horario



Fig 7: Pastillero electrónico, dispensador

Haciendo mayor enfoque en este último, en el mercado actual si bien existen múltiples propuestas de pastillero no todas pueden ser accesibles para todo el público, ya estos

pueden tener un costo elevado y por esto las personas pueden optar por un pastillero convencional. Sin embargo, un pastillero electrónico puede brindar mayores beneficios a largo plazo.

Uno como persona pensaría que es mejor ahorrarse algo de dinero en un producto que al final pues tienen la misma función, pero con cosas adicionales pero la realidad es que en relación costo-beneficio un pastillero electrónico puede ofrecerte mucho más de lo que te ofrecería el tradicional.

Entre los múltiples beneficios de un pastillero electrónico se encuentra que es un excelente organizador de medicinas ya que mientras que una persona puede llegar a cometer equivocaciones de dar alguna medicina que no correspondía, se confundió de hora o simplemente se descuidó. El pastillero ya está programado para dispensarte las pastillas que va a requerir el paciente y en el horario correspondiente. Así ahorrando tiempo a la persona en organizar en que casillero debería ir cada pastilla y de estar pendiente de cada cuanto debe darse una dosis.

Otro gran beneficio es que el pastillero puede comportarse como un buen dosificador de pastillas. Ya que puede que un paciente sea susceptible a tomar más de las dosis necesarias o no tomar las dosis que necesitaba y es por ello que por esto pueden ocurrir incidentes con la medicación. Pero gracias al pastillero puede evitar que el paciente tome pastillas de más gracias a sus entradas y salidas de pastillas que impiden a una persona tomar las pastillas salvo por su la cantidad y en el horario que se le hayan sido programados.

Frente a la necesidad de que un pastillero convencional necesita ser manipulado por una persona con un alto grado de responsabilidad, en el pastillero electrónico nos encontramos con que él puede ser brindarle a su usuario cierto grado de autonomía al no depender más que de uno mismo para que el paciente lo utilice.

Ante la aparición de la necesidad de las personas por uso de estos dispositivos médicos, el sector de innovación y tecnología han tenido que verse involucrados en los avances en el campo de la salud y de la ingeniería.

En la actualidad entra en juego la ingeniería biomédica, la cual tiene un papel muy importante. De acuerdo con la OMS la ingeniería biomédica es la profesión responsable de la innovación, el desarrollo, el diseño, la selección, el



manejo y el uso seguro de todo tipo de dispositivos médicos.

Conforme ha pasado el tiempo, la ingeniería biomédica ha sido impulsada gracias a las amplias ramas donde se pueden aplicar estos conocimientos ya que esta ingeniería no solo es aplicable en el área de dispositivos médicos, sino que tiene muchas más posibilidades.

Entre sus principales ramas nos encontramos con la Ingeniería Clínica la cual está enfocada en apoyar y promover el cuidado de los pacientes, mediante la aplicación de la ingeniería y los conocimientos de gestión a la tecnología sanitaria. En el ámbito profesional El enfoque profesional se centra en la interface paciente-equipo médico y aplican los principios de ingeniería tanto en el manejo de sistemas médicos y de equipos biomédicos en el ámbito del paciente, como en la gestión necesaria para su uso apropiado.

Mientras que existe otra rama conocida como Investigación y Desarrollo, aunque sea una rama de la misma ingeniería, que está enfocada totalmente en otra área siendo esta que busca nuevas tecnologías para implementarlas en el sector salud.

Por otra parte, también existe la Ingeniería de Rehabilitación que su principal objetivo es desarrollar soluciones y dispositivos tecnológicos para la asistencia de personas que sufren de alguna discapacidad y/o ayudar en la recuperación de un paciente. Por lo que el ingeniero que se especialice en esta rama debe enfocarse en el diseño y construcción de dispositivos que puedan dar asistencia al paciente para mejorar en su calidad de vida.

En esta rama anteriormente mencionada es donde entraría el uso e implementación de los pastilleros ya que estos son dispositivos para que el paciente siga con su tratamiento y al mismo tiempo que le puede ofrecer hábitos saludables.

La idea de este proyecto es llevar a cabo la realización de un pastillero electrónico. Este proyecto se realizará en base a los conocimientos que ya adquirimos y que vayamos adquiriendo en temas de programación con el Arduino, en la elaboración de circuitos y en el funcionamiento de equipos médicos. El pastillero podrá hacer funciones como dispensar el medicamento correspondiente al paciente, incluyendo la cantidad que se debe suministrar, los horarios en que se debe tomar, al mismo tiempo que este deberá de ser capaz de avisar al paciente que ya le toca su dosis y dispensársela.

General

- Desarrollar un dispositivo que facilite la gestión y recordatorio de la toma de medicamentos para mejorar la adherencia a los tratamientos médicos.

Específicos

- Diseñar un prototipo de hardware que incluye un almacenamiento seguro de medicamentos, una interfaz de usuario intuitiva para configurar recordatorios, la capacidad para gestionar múltiples medicamentos, componentes de bajo costo y disponibles en el mercado, y que sea adecuado para su uso por personas mayores.

- Desarrollar un software que permita la configuración de recordatorios de toma de medicamentos y el monitoreo del cumplimiento de las tomas. El software se programará utilizando el entorno de desarrollo Arduino y deberá tener una interfaz de usuario amigable y adecuada para usuarios regulares de medicamentos.

- Llevar a cabo pruebas exhaustivas para evaluar el funcionamiento del pastillero y realizar los ajustes necesarios. Se documentarán todas las pruebas y ajustes.

- Preparar el dispositivo final del pastillero, incluyendo tener el diseño final listo para producción y la documentación y prototipos de producción preparados.

Materiales y métodos.

En este proyecto escogimos los siguientes materiales porque después de varias pruebas seleccionamos los mejores materiales que se pudieron encontrar para la realización de este pastillero, pero antes de entrar más a fondo se mencionara que son y para qué sirven cada uno de esos materiales.

- Arduino: Es el cerebro del pastillero electrónico. Este microcontrolador de código abierto proporciona la capacidad de programar y controlar todos los componentes del sistema. Funciona como la unidad central de procesamiento, interpretando las señales de entrada, ejecutando el programa y coordinando la funcionalidad general del pastillero.



Botones de Protoboard:

Los botones de protoboard son las interfaces táctiles que permiten al usuario interactuar con el pastillero electrónico. Cada botón puede asignarse a una función específica, como programar la dispensación de medicamentos o establecer recordatorios. Su función esencial es proporcionar una interfaz intuitiva y directa.

Módulo Relay:

El módulo relay actúa como un interruptor controlado por Arduino para gestionar la alimentación de los compartimientos de medicamentos. Arduino envía señales al módulo relay para activar o desactivar cada compartimiento según la programación, permitiendo la dispensación precisa de medicamentos en los tiempos establecidos.

Módulo RTC (Real-Time Clock):

El módulo RTC es fundamental para garantizar la precisión temporal en el pastillero.

Permite mantener un seguimiento continuo del tiempo incluso cuando Arduino está apagado, asegurando que las alarmas y los recordatorios se activen en los momentos correctos.

Pantalla LCD con I2C:

La pantalla LCD con I2C proporciona una interfaz visual para mostrar información relevante al usuario. Muestra la hora actual, recordatorios de medicamentos y cualquier otra información importante. Su función esencial es mejorar la comunicación y la comprensión del usuario sobre el estado del pastillero.

- **Protoboard:** Sirve como plataforma para conectar y organizar los componentes electrónicos del pastillero. Facilita la creación de prototipos y la conexión segura de cables, simplificando el

proceso de desarrollo y permitiendo ajustes rápidos en el diseño del circuito.

- **Puente-H L293D:** Se encarga de controlar el servomotor que activa el mecanismo de dispensación de medicamentos. Permite que Arduino dirija la velocidad y dirección del servomotor, asegurando una dispensación precisa y controlada de los medicamentos.
- **Resistencias:** Se utilizan para limitar la corriente eléctrica y proteger los componentes del sistema. Aseguran un flujo de energía controlado y evitan posibles daños por corrientes excesivas.
- **Servomotor Modelo SG90:** Controla el mecanismo físico de dispensación dentro del pastillero. Arduino envía señales al servomotor para girar a una posición específica, liberando así la cantidad correcta de medicamentos en el momento programado.
- **Filamento PLA:** Aunque comúnmente utilizado en impresión 3D, el filamento PLA también tiene un papel en el pastillero electrónico. Puede ser empleado para crear partes estructurales personalizadas y adaptadas a las necesidades del diseño, contribuyendo a la construcción de compartimientos específicos para cada tipo de medicamento.
- **Sensores Infrarrojos:** Son esenciales para detectar la presencia del usuario frente al pastillero. Cuando detectan movimiento, Arduino puede activar la pantalla LCD para mostrar información relevante o desencadenar una alarma para recordar al usuario que es hora de tomar sus medicamentos.
- **Pila para el Arduino:** La pila dedicada a Arduino garantiza una fuente de energía independiente para el pastillero electrónico. Esto es especialmente crucial en caso de cortes de energía, asegurando que el sistema continúe



operando y dispensando medicamentos según lo programado.

- **Zumbador Activo:** El zumbador activo desempeña un papel fundamental como alerta sonora. Arduino puede activar el zumbador para notificar al usuario cuando es el momento programado para tomar sus medicamentos, mejorando así la accesibilidad para aquellos con problemas visuales o auditivos.

En conjunto, estos componentes forman un pastillero electrónico integral. La combinación de hardware y programación permite un sistema preciso y personalizable que mejora la administración de medicamentos, proporcionando recordatorios oportunos y asegurando la toma adecuada de los medicamentos programados.

Después de entender para qué sirven cada uno de ellos ahora se hablará de cómo lo aplicamos en el pastillero

Pastillero Electrónico: Integración de Componentes

Arduino:

- **Función:** El Arduino sirve como la unidad central de procesamiento y control del pastillero.
- **Uso:** Gestiona el tiempo, activa alarma, y controla los diferentes componentes según la programación, coordinando la funcionalidad general del pastillero.

Botones de Protoboard:

- **Función:** Ofrecen una interfaz táctil para que el usuario interactúe con el pastillero.
- **Uso:** Cada botón podría asignarse a funciones como establecer alarmas, revisar la programación, o confirmar la toma de medicamentos.

Módulo Relay:

- **Función:** Controla la activación y desactivación de los compartimientos de medicamentos.
- **Uso:** Permite a Arduino gestionar la dispensación precisa de medicamentos en los momentos programados.

Módulo RTC (Real-Time Clock):

- **Función:** Proporciona la hora exacta

- **Uso:** Asegura que las alarmas y recordatorios se activen en los momentos exactos programados para la toma de medicamentos.

Pantalla LCD con I2C:

- **Función:** Proporciona una interfaz visual para mostrar información relevante al usuario.

- **Uso:** Muestra la hora actual, recordatorios de medicamentos,

Protoboard:

- **Función:** Actúa como plataforma para conectar y organizar los componentes electrónicos.

- **Uso:** Facilita la creación de prototipos y la conexión segura de cables, simplificando el desarrollo del circuito del pastillero.

Puente-H L293D:

- **Función:** Controla el servomotor responsable de la dispensación física de los medicamentos.

- **Uso:** Permite a Arduino dirigir la velocidad y dirección del servomotor, asegurando una dispensación precisa y controlada.

Resistencias:

- **Función:** Limitan la corriente eléctrica y protegen los componentes del sistema.

- **Uso:** Garantizan un flujo de energía controlado, evitando daños por corrientes excesivas.

Servomotor Modelo SG90:

- **Función:** Controla el mecanismo físico de dispensación dentro del pastillero.

- **Uso:** Arduino envía señales al servomotor para liberar la cantidad correcta de medicamentos en los compartimientos correspondientes.

Filamento PLA:

- **Función:** Material estructural utilizado en impresión 3D.



- Uso: Puede ser empleado para fabricar compartimientos personalizados, adaptados a las dimensiones exactas de los medicamentos.

Sensores Infrarrojos:

- Función: Detectan cuando una pastilla ya cayó en el recipiente.
- Uso: Activan la pantalla LCD y las alarmas cuando se detecta movimiento, mejorando la interactividad y proporcionando información oportuna al usuario.

Pila para el Arduino:

- Función: Suministra energía independiente a Arduino.
- Uso: Garantiza que el pastillero continúe funcionando incluso en cortes de energía, asegurando la administración adecuada de medicamentos.

Zumbador Activo:

- Función: Proporciona una alerta sonora para recordatorios.
- Uso: Arduino activa el zumbador en los momentos programados para tomar medicamentos, mejorando la accesibilidad y sirviendo como un recordatorio audible.

Material	Propósito	Costo	Lugar de compra
Arduino	Microcontrolador	\$ 250.00	Electronica 60
Botones de protoboard	Interaccion Para el uso de alarmas	\$ 4.00	Electronica 60
Modulo Relay	Interruptor controlado	\$ 80.00	Electronica 60
Modulo RTS	Programacion del horario	\$ 150.00	Electronica 60
Pantalla LCD con I2C	Visualizacion de los apartados	\$ 100.00	Electronica 60
Protoboard	Placa para el armado de circuitos	\$ 600.00	Electronica 60
Puente-H-L293D	Regulador de la corriente de motores	\$ 80.00	Electronica 60
Resistencias	Regular el paso del voltaje	\$ 4.00	Electronica 60
Servomotor Modelo-SG90	Interaccion en el paso de pastillas	\$ 80.00	Electronica 60
Filamento PLA	Material para la impresión 3D de la estructura	\$ 280.00	Amazon
Sensores Infrarrojos	Chequeo del paso de las pastillas	\$ 60.00	Electronica 60
Pila para el arduino	Pila para tener mejor movilidad en el arduino	\$ 70.00	Electronica 60
Acrílico	Material para bases del pastillero	\$ 120.00	Amazon
Zumbador Activo	Alarma	\$ 10.00	Electronica 60

Tabla 2: Características de los componentes planeados a utilizar, así como sus posibles precios

Etiquetas de fila	Suma de Costo
Arduino	250
Electronica 60	250
Botones de protoboard	4
Electronica 60	4
Filamento PLA	280
Amazon	280
Modulo Relay	80
Electronica 60	80
Modulo RTS	150
Electronica 60	150
Pantalla LCD con I2C	100
Electronica 60	100
Protoboard	600
Electronica 60	600
Puente-H-L293D	80
Electronica 60	80
Resistencias	4
Electronica 60	4
Sensores Infrarrojos	60
Electronica 60	60
Servomotor Modelo-SG90	80
Electronica 60	80
Zumbador Activo	10
Electronica 60	10
Total general	1698

Tabla 3: Estimado total de costos

Además de analizar los materiales estimados que se iban a ocupar, se planeó de qué manera iba a llevarse a cabo el proyecto, por lo que, para mayor comprensión u organización del equipo, se estableció que se tendrían cuatro etapas, las cuales son planeación, diseño, elaboración y pruebas.

En la primera etapa se propuso que se realizaran investigaciones documentales con el propósito de establecer qué proyecto se iba a llevar a cabo, así como las características que tendría el mismo, como los materiales (mencionados con anterioridad), el posible diseño o las maneras de realizarlo.

En la segunda etapa, se estableció que se realizaría el diseño del proyecto, esta etapa abarcaría desde el diseño estructural o exterior, es decir, de la carcasa, la cual se determinó a raíz de cómo el equipo consideró, con ayuda de los profesores, que resultaría mejor ejecutada la idea central que se tenía, con el propósito que se cumplieran bien con los objetivos, tal como se muestra en la Imagen 8, también se realizó el bocetaje de los circuitos y códigos que darían funcionamiento al pastillero, tal y como se explica a continuación.

El código funciona como si fuera un sistema de coordenadas, cada menú está ubicado en una parte de un plano por así decirlo, al programar de esta forma puedo acceder y guiar mi código a cualquier menú o acción que yo haya puesto en mi pastillero y que quiera que se ejecute y se mantenga ejecutando hasta que el usuario cambie de posición en el "plano". Esta acción se continúa ejecutando porque en mi void loop se tiene que se mantenga ejecutando la acción que este en la posición de las coordenadas donde este el usuario (función menús en el void loop). Para moverme o avanzar existen las otras dos funciones que evalúan en el void loop, la de seleccionar y



avanzar/retroceder. En la función de seleccionar se evalúa con un switch la coordenada donde este el usuario, y se redirige (o cambia) la coordenada dependiendo de en qué coordenada este el siguiente menú o acción que quiero que se realice o muestre. En la función de avanzar/ retroceder (moverse) se evalúa si se presionó alguno de los 2 botones de movimiento, y luego se define cuál de los dos fue que se presionó para saber si el usuario quiere avanzar en las opciones o retroceder en ellas, y ejecutar esta acción, ya sea sumarle 1 a la variable opciones (avanzar) o restarle 1 a esta misma variable (retroceder).

En la tercera etapa se tenía planeada la compra o adquisición de todos los componentes necesarios para poder realizar el armado del pastillero, así como también, las primeras pruebas de funcionamiento del mismo o el ensamblaje en sí.

Por último, se tiene la etapa de pruebas, la cual, como su nombre lo dice, se trataba de simular los posibles escenarios a los que se presentarían los componentes para comprobar su eficacia y, a raíz de ahí, determinar errores y reconocer áreas de mejoría.

Para mayor entendimiento de los mismos, se realizaron 2 diagramas, uno donde se describen las etapas (diagrama 1), y uno donde se menciona más el paso a paso del mismo (diagrama 2).

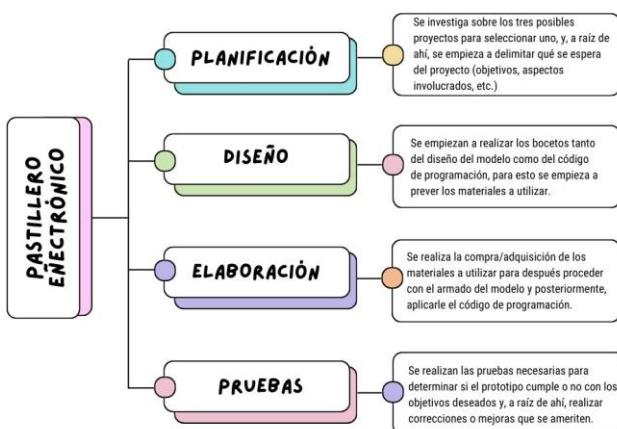


Diagrama 1: Etapas del proyecto

Diseño del proyecto

Pastillero electrónico

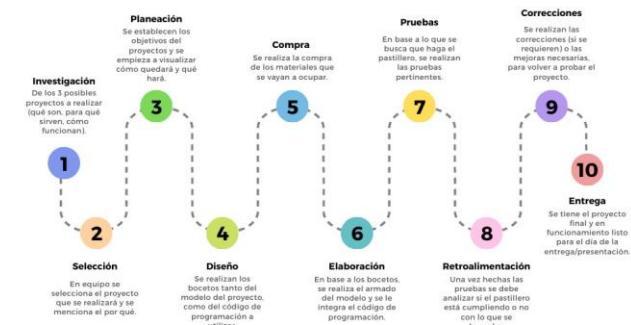


Diagrama 2: Paso a paso detallado del proyecto

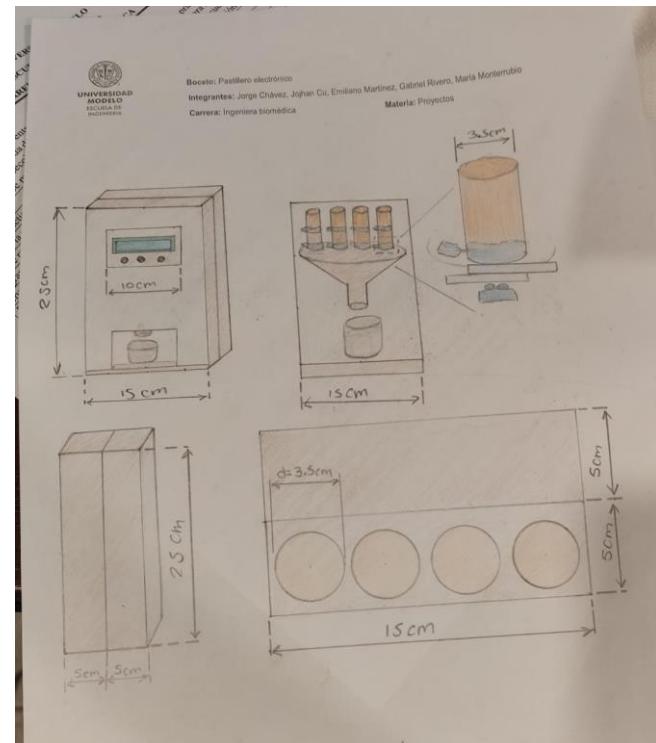


Imagen 8: Diseño conceptual



Resultados. La realización del proyecto fue extensa y hay mucho que se puede decir a partir de esta, ya que se basó en la suma de pequeños productos obtenidos a lo largo de este mes y medio, pero al final, estaban enfocados para que en conjunto cumplieran ciertos objetivos específicos que se plantearon al principio.

Entre dichos objetivos se encuentra el de diseñar un prototipo de hardware, o dicho en otras palabras, una carcasa, que servirá para el almacenamiento de varios tipos de diferentes medicamentos y, al cual se le configuraría para ser donde se emitan los recordatorios de la toma del mismo, este objetivo se cumplió medianamente dado a que sí se tiene el método de recordatorio que se va a emplear y, de igual manera, se tiene el simulado del mismo, sin embargo, hasta este preciso momento todavía no se tiene completado por el completo el armado final del mismo.

En segundo lugar, se planeó el desarrollo de un software con Arduino que permitiera la configuración de los recordatorios para la toma adecuada de los medicamentos y el monitoreo de eso mismo, dicho objetivo se cumplió exitosamente ya que fue desarrollado un menú que tienen entre sus funciones disponibles la configuración de la hora de la toma de cuatro medicamentos diferentes, y su relación con otros componentes que se encuentran en el modelo.

Así mismo, se planificó que se llevaran a cabo las pruebas que se consideraran adecuadas según los componentes individuales y en conjunto o según las funciones correspondientes del pastillero, con el propósito de poder realizar las correcciones o mejoras que se consideraran adecuadas para el mismo, dicho propósito se cumplió y permitió el progreso del proyecto, ya que a raíz de eso se pudieron apreciar áreas de oportunidad o posibles escenarios que en un principio no habíamos tomado en consideración.

Por último, se tenía como propósito la preparación del dispositivo final, tanto el prototipo a presentar como la documentación final.

Tomando en cuenta todos los objetivos específicos y recapitulando los productos individuales que se fueron desarrollando durante la elaboración de este proyecto, podemos mencionar al diseño conceptual del proyecto, para el cual se tomaron en consideración distintos aspectos que se consideraron útiles o necesarios para poder llegar al conjunto completo que se quería lograr, por lo que el diseño se dividió en el boceto del código de programación del funcionamiento del menú, de los sensores, de los servomotores, del buzzer y de los módulos, las primeras planeaciones que hicieron sobre el circuito que se tenía planeado que llevara, para pasar después al diseño de una PCB, así como el boceto de la estructura física del pastillero, es decir, de la carcasa, lo cual se resume en la siguiente tabla.

#	Descripción	Imagen
Diagrama de simulación del circuito	Planeación de la estructura del circuito empleado para el pastillero con sus componentes necesarios	Imagen 1.1: Primera simulación del circuito
Link de la simulación del circuito		https://www.tinkercad.com/things/jpfq6jDSe5-stunning-sango/edit#?tenant=circuits
Boceto estructural a mano	Diseño de la estructura para la creación del pastillero electrónico.	Imagen 1.2: Boceto estructural a mano
		Imagen 1.3: Boceto estructural a mano



Boceto estructural hecho en Tinkercad

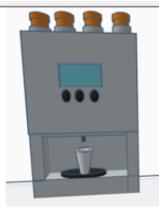


Imagen 1.4: Boceto estructural hecho en Tinkercad, vista frontal

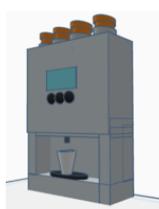


Imagen 1.5: Diseño estructural hecho en Tinkercad, vista lateral inclinada

Link del boceto estructural hecho en Tinkercad

<https://www.tinkercad.com/things/hzkyYdYpHdu-copy-of-fabrics/edit?sharecode=3id9XJHUZ83Z-L1TLr10RLKpxoXzffLhmb99Dva4RE>

Diagrama de flujo del código de programación del menú



Imagen 1.6: Diagrama de flujo del código de programación del menú

```

129
130    case 5:
131        inserir_a_5();//inserta entre el cañillerio 1 (menú 5)
132        inserir_a_5();
133    case 6:
134        inserir_a_6();//inserta entre el cañillerio 2 (menú 6)
135        inserir_a_6();
136    case 7:
137        inserir_a_7();//inserta entre el cañillerio 3 (menú 7)
138        inserir_a_7();
139    case 8:
140        inserir_a_8();//inserta entre el cañillerio 4 (menú 8)
141        inserir_a_8();
142    case 9:
143        inserir_a_9();//inserta regresa al menú anterior (o sea el 1)
144        inserir_a_9();
145    case 10:
146        inserir_a_10();//inserta
147        inserir_a_10();
148    case 11:
149        inserir_a_11();//inserta
150        inserir_a_11();
151    case 12:
152        inserir_a_12();//inserta
153        inserir_a_12();
154    case 13:
155        inserir_a_13();//inserta
156        inserir_a_13();
157    case 14:
158        inserir_a_14();//inserta
159        inserir_a_14();
160    case 15:
161        inserir_a_15();//inserta
162        inserir_a_15();
163    case 16:
164        inserir_a_16();//inserta
165        inserir_a_16();
166    case 17:
167        inserir_a_17();//inserta
168        inserir_a_17();
169    case 18:
170        inserir_a_18();//inserta
171        inserir_a_18();
172    case 19:
173        inserir_a_19();//inserta
174        inserir_a_19();
175    case 20:
176        inserir_a_20();//inserta
177        inserir_a_20();
178    case 21:
179        inserir_a_21();//inserta
180        inserir_a_21();
181    case 22:
182        inserir_a_22();//inserta
183        inserir_a_22();
184    case 23:
185        inserir_a_23();//inserta
186        inserir_a_23();
187    case 24:
188        inserir_a_24();//inserta
189        inserir_a_24();
190    case 25:
191        inserir_a_25();//inserta
192        inserir_a_25();
193    case 26:
194        inserir_a_26();//inserta
195        inserir_a_26();
196    case 27:
197        inserir_a_27();//inserta
198        inserir_a_27();
199    case 28:
200        inserir_a_28();//inserta
201        inserir_a_28();
202    case 29:
203        inserir_a_29();//inserta
204        inserir_a_29();
205    case 30:
206        inserir_a_30();//inserta
207        inserir_a_30();
208    case 31:
209        inserir_a_31();//inserta
210        inserir_a_31();
211    case 32:
212        inserir_a_32();//inserta
213        inserir_a_32();
214    case 33:
215        inserir_a_33();//inserta
216        inserir_a_33();
217    case 34:
218        inserir_a_34();//inserta
219        inserir_a_34();
220    case 35:
221        inserir_a_35();//inserta
222        inserir_a_35();
223    case 36:
224        inserir_a_36();//inserta
225        inserir_a_36();
226    case 37:
227        inserir_a_37();//inserta
228        inserir_a_37();
229    case 38:
230        inserir_a_38();//inserta
231        inserir_a_38();
232    case 39:
233        inserir_a_39();//inserta
234        inserir_a_39();
235    case 40:
236        inserir_a_40();//inserta
237        inserir_a_40();
238    case 41:
239        inserir_a_41();//inserta
240        inserir_a_41();
241    case 42:
242        inserir_a_42();//inserta
243        inserir_a_42();
244    case 43:
245        inserir_a_43();//inserta
246        inserir_a_43();
247    case 44:
248        inserir_a_44();//inserta
249        inserir_a_44();
250    case 45:
251        inserir_a_45();//inserta
252        inserir_a_45();
253    case 46:
254        inserir_a_46();//inserta
255        inserir_a_46();
256    case 47:
257        inserir_a_47();//inserta
258        inserir_a_47();
259    case 48:
260        inserir_a_48();//inserta
261        inserir_a_48();
262    case 49:
263        inserir_a_49();//inserta
264        inserir_a_49();
265    case 50:
266        inserir_a_50();//inserta
267        inserir_a_50();
268    case 51:
269        inserir_a_51();//inserta
270        inserir_a_51();
271    case 52:
272        inserir_a_52();//inserta
273        inserir_a_52();
274    case 53:
275        inserir_a_53();//inserta
276        inserir_a_53();
277    case 54:
278        inserir_a_54();//inserta
279        inserir_a_54();
280    case 55:
281        inserir_a_55();//inserta
282        inserir_a_55();
283    case 56:
284        inserir_a_56();//inserta
285        inserir_a_56();
286    case 57:
287        inserir_a_57();//inserta
288        inserir_a_57();
289    case 58:
290        inserir_a_58();//inserta
291        inserir_a_58();
292    case 59:
293        inserir_a_59();//inserta
294        inserir_a_59();
295    case 60:
296        inserir_a_60();//inserta
297        inserir_a_60();
298    case 61:
299        inserir_a_61();//inserta
200        inserir_a_61();
201    case 62:
202        inserir_a_62();//inserta
203        inserir_a_62();
204    case 63:
205        inserir_a_63();//inserta
206        inserir_a_63();
207    case 64:
208        inserir_a_64();//inserta
209        inserir_a_64();
210    case 65:
211        inserir_a_65();//inserta
212        inserir_a_65();
213    case 66:
214        inserir_a_66();//inserta
215        inserir_a_66();
216    case 67:
217        inserir_a_67();//inserta
218        inserir_a_67();
219    case 68:
220        inserir_a_68();//inserta
221        inserir_a_68();
222    case 69:
223        inserir_a_69();//inserta
224        inserir_a_69();
225    case 70:
226        inserir_a_70();//inserta
227        inserir_a_70();
228    case 71:
229        inserir_a_71();//inserta
230        inserir_a_71();
231    case 72:
232        inserir_a_72();//inserta
233        inserir_a_72();
234    case 73:
235        inserir_a_73();//inserta
236        inserir_a_73();
237    case 74:
238        inserir_a_74();//inserta
239        inserir_a_74();
240    case 75:
241        inserir_a_75();//inserta
242        inserir_a_75();
243    case 76:
244        inserir_a_76();//inserta
245        inserir_a_76();
246    case 77:
247        inserir_a_77();//inserta
248        inserir_a_77();
249    case 78:
250        inserir_a_78();//inserta
251        inserir_a_78();
252    case 79:
253        inserir_a_79();//inserta
254        inserir_a_79();
255    case 80:
256        inserir_a_80();//inserta
257        inserir_a_80();
258    case 81:
259        inserir_a_81();//inserta
260        inserir_a_81();
261    case 82:
262        inserir_a_82();//inserta
263        inserir_a_82();
264    case 83:
265        inserir_a_83();//inserta
266        inserir_a_83();
267    case 84:
268        inserir_a_84();//inserta
269        inserir_a_84();
270    case 85:
271        inserir_a_85();//inserta
272        inserir_a_85();
273    case 86:
274        inserir_a_86();//inserta
275        inserir_a_86();
276    case 87:
277        inserir_a_87();//inserta
278        inserir_a_87();
279    case 88:
280        inserir_a_88();//inserta
281        inserir_a_88();
282    case 89:
283        inserir_a_89();//inserta
284        inserir_a_89();
285    case 90:
286        inserir_a_90();//inserta
287        inserir_a_90();
288    case 91:
289        inserir_a_91();//inserta
290        inserir_a_91();
291    case 92:
292        inserir_a_92();//inserta
293        inserir_a_92();
294    case 93:
295        inserir_a_93();//inserta
296        inserir_a_93();
297    case 94:
298        inserir_a_94();//inserta
299        inserir_a_94();
299
300    case 95:
301        inserir_a_95();//inserta
302        inserir_a_95();
303    case 96:
304        inserir_a_96();//inserta
305        inserir_a_96();
306    case 97:
307        inserir_a_97();//inserta
308        inserir_a_97();
309    case 98:
310        inserir_a_98();//inserta
311        inserir_a_98();
312    case 99:
313        inserir_a_99();//inserta
314        inserir_a_99();
315    case 100:
316        inserir_a_100();//inserta
317        inserir_a_100();
318    case 101:
319        inserir_a_101();//inserta
320        inserir_a_101();
321    case 102:
322        inserir_a_102();//inserta
323        inserir_a_102();
324    case 103:
325        inserir_a_103();//inserta
326        inserir_a_103();
327    case 104:
328        inserir_a_104();//inserta
329        inserir_a_104();
330    case 105:
331        inserir_a_105();//inserta
332        inserir_a_105();
333    case 106:
334        inserir_a_106();//inserta
335        inserir_a_106();
336    case 107:
337        inserir_a_107();//inserta
338        inserir_a_107();
339    case 108:
340        inserir_a_108();//inserta
341        inserir_a_108();
342    case 109:
343        inserir_a_109();//inserta
344        inserir_a_109();
345    case 110:
346        inserir_a_110();//inserta
347        inserir_a_110();
348    case 111:
349        inserir_a_111();//inserta
350        inserir_a_111();
351    case 112:
352        inserir_a_112();//inserta
353        inserir_a_112();
354    case 113:
355        inserir_a_113();//inserta
356        inserir_a_113();
357    case 114:
358        inserir_a_114();//inserta
359        inserir_a_114();
360    case 115:
361        inserir_a_115();//inserta
362        inserir_a_115();
363    case 116:
364        inserir_a_116();//inserta
365        inserir_a_116();
366    case 117:
367        inserir_a_117();//inserta
368        inserir_a_117();
369    case 118:
370        inserir_a_118();//inserta
371        inserir_a_118();
372    case 119:
373        inserir_a_119();//inserta
374        inserir_a_119();
375    case 120:
376        inserir_a_120();//inserta
377        inserir_a_120();
378    case 121:
379        inserir_a_121();//inserta
380        inserir_a_121();
381    case 122:
382        inserir_a_122();//inserta
383        inserir_a_122();
384    case 123:
385        inserir_a_123();//inserta
386        inserir_a_123();
387    case 124:
388        inserir_a_124();//inserta
389        inserir_a_124();
390    case 125:
391        inserir_a_125();//inserta
392        inserir_a_125();
393    case 126:
394        inserir_a_126();//inserta
395        inserir_a_126();
396    case 127:
397        inserir_a_127();//inserta
398        inserir_a_127();
399    case 128:
400        inserir_a_128();//inserta
401        inserir_a_128();
402    case 129:
403        inserir_a_129();//inserta
404        inserir_a_129();
405    case 130:
406        inserir_a_130();//inserta
407        inserir_a_130();
408    case 131:
409        inserir_a_131();//inserta
410        inserir_a_131();
411    case 132:
412        inserir_a_132();//inserta
413        inserir_a_132();
414    case 133:
415        inserir_a_133();//inserta
416        inserir_a_133();
417    case 134:
418        inserir_a_134();//inserta
419        inserir_a_134();
420    case 135:
421        inserir_a_135();//inserta
422        inserir_a_135();
423    case 136:
424        inserir_a_136();//inserta
425        inserir_a_136();
426    case 137:
427        inserir_a_137();//inserta
428        inserir_a_137();
429    case 138:
430        inserir_a_138();//inserta
431        inserir_a_138();
432    case 139:
433        inserir_a_139();//inserta
434        inserir_a_139();
435    case 140:
436        inserir_a_140();//inserta
437        inserir_a_140();
438    case 141:
439        inserir_a_141();//inserta
440        inserir_a_141();
441    case 142:
442        inserir_a_142();//inserta
443        inserir_a_142();
444    case 143:
445        inserir_a_143();//inserta
446        inserir_a_143();
447    case 144:
448        inserir_a_144();//inserta
449        inserir_a_144();
450    case 145:
451        inserir_a_145();//inserta
452        inserir_a_145();
453    case 146:
454        inserir_a_146();//inserta
455        inserir_a_146();
456    case 147:
457        inserir_a_147();//inserta
458        inserir_a_147();
459    case 148:
460        inserir_a_148();//inserta
461        inserir_a_148();
462    case 149:
463        inserir_a_149();//inserta
464        inserir_a_149();
465    case 150:
466        inserir_a_150();//inserta
467        inserir_a_150();
468    case 151:
469        inserir_a_151();//inserta
470        inserir_a_151();
471    case 152:
472        inserir_a_152();//inserta
473        inserir_a_152();
474    case 153:
475        inserir_a_153();//inserta
476        inserir_a_153();
477    case 154:
478        inserir_a_154();//inserta
479        inserir_a_154();
480    case 155:
481        inserir_a_155();//inserta
482        inserir_a_155();
483    case 156:
484        inserir_a_156();//inserta
485        inserir_a_156();
486    case 157:
487        inserir_a_157();//inserta
488        inserir_a_157();
489    case 158:
490        inserir_a_158();//inserta
491        inserir_a_158();
492    case 159:
493        inserir_a_159();//inserta
494        inserir_a_159();
495    case 160:
496        inserir_a_160();//inserta
497        inserir_a_160();
498    case 161:
499        inserir_a_161();//inserta
500        inserir_a_161();
501    case 162:
502        inserir_a_162();//inserta
503        inserir_a_162();
504    case 163:
505        inserir_a_163();//inserta
506        inserir_a_163();
507    case 164:
508        inserir_a_164();//inserta
509        inserir_a_164();
510    case 165:
511        inserir_a_165();//inserta
512        inserir_a_165();
513    case 166:
514        inserir_a_166();//inserta
515        inserir_a_166();
516    case 167:
517        inserir_a_167();//inserta
518        inserir_a_167();
519    case 168:
520        inserir_a_168();//inserta
521        inserir_a_168();
522    case 169:
523        inserir_a_169();//inserta
524        inserir_a_169();
525    case 170:
526        inserir_a_170();//inserta
527        inserir_a_170();
528    case 171:
529        inserir_a_171();//inserta
530        inserir_a_171();
531    case 172:
532        inserir_a_172();//inserta
533        inserir_a_172();
534    case 173:
535        inserir_a_173();//inserta
536        inserir_a_173();
537    case 174:
538        inserir_a_174();//inserta
539        inserir_a_174();
540    case 175:
541        inserir_a_175();//inserta
542        inserir_a_175();
543    case 176:
544        inserir_a_176();//inserta
545        inserir_a_176();
546    case 177:
547        inserir_a_177();//inserta
548        inserir_a_177();
549    case 178:
550        inserir_a_178();//inserta
551        inserir_a_178();
552    case 179:
553        inserir_a_179();//inserta
554        inserir_a_179();
555    case 180:
556        inserir_a_180();//inserta
557        inserir_a_180();
558    case 181:
559        inserir_a_181();//inserta
560        inserir_a_181();
561    case 182:
562        inserir_a_182();//inserta
563        inserir_a_182();
564    case 183:
565        inserir_a_183();//inserta
566        inserir_a_183();
567    case 184:
568        inserir_a_184();//inserta
569        inserir_a_184();
570    case 185:
571        inserir_a_185();//inserta
572        inserir_a_185();
573    case 186:
574        inserir_a_186();//inserta
575        inserir_a_186();
576    case 187:
577        inserir_a_187();//inserta
578        inserir_a_187();
579    case 188:
580        inserir_a_188();//inserta
581        inserir_a_188();
582    case 189:
583        inserir_a_189();//inserta
584        inserir_a_189();
585    case 190:
586        inserir_a_190();//inserta
587        inserir_a_190();
588    case 191:
589        inserir_a_191();//inserta
590        inserir_a_191();
591    case 192:
592        inserir_a_192();//inserta
593        inserir_a_192();
594    case 193:
595        inserir_a_193();//inserta
596        inserir_a_193();
597    case 194:
598        inserir_a_194();//inserta
599        inserir_a_194();
599
600    case 195:
601        inserir_a_195();//inserta
602        inserir_a_195();
603    case 196:
604        inserir_a_196();//inserta
605        inserir_a_196();
606    case 197:
607        inserir_a_197();//inserta
608        inserir_a_197();
609    case 198:
610        inserir_a_198();//inserta
611        inserir_a_198();
612    case 199:
613        inserir_a_199();//inserta
614        inserir_a_199();
615    case 200:
616        inserir_a_200();//inserta
617        inserir_a_200();
618    case 201:
619        inserir_a_201();//inserta
620        inserir_a_201();
621    case 202:
622        inserir_a_202();//inserta
623        inserir_a_202();
624    case 203:
625        inserir_a_203();//inserta
626        inserir_a_203();
627    case 204:
628        inserir_a_204();//inserta
629        inserir_a_204();
630    case 205:
631        inserir_a_205();//inserta
632        inserir_a_205();
633    case 206:
634        inserir_a_206();//inserta
635        inserir_a_206();
636    case 207:
637        inserir_a_207();//inserta
638        inserir_a_207();
639    case 208:
640        inserir_a_208();//inserta
641        inserir_a_208();
642    case 209:
643        inserir_a_209();//inserta
644        inserir_a_209();
645    case 210:
646        inserir_a_210();//inserta
647        inserir_a_210();
648    case 211:
649        inserir_a_211();//inserta
650        inserir_a_211();
651    case 212:
652        inserir_a_212();//inserta
653        inserir_a_212();
654    case 213:
655        inserir_a_213();//inserta
656        inserir_a_213();
657    case 214:
658        inserir_a_214();//inserta
659        inserir_a_214();
660    case 215:
661        inserir_a_215();//inserta
662        inserir_a_215();
663    case 216:
664        inserir_a_216();//inserta
665        inserir_a_216();
666    case 217:
667        inserir_a_217();//inserta
668        inserir_a_217();
669    case 218:
670        inserir_a_218();//inserta
671        inserir_a_218();
672    case 219:
673        inserir_a_219();//inserta
674        inserir_a_219();
675    case 220:
676        inserir_a_220();//inserta
677        inserir_a_220();
678    case 221:
679        inserir_a_221();//inserta
680        inserir_a_221();
681    case 222:
682        inserir_a_222();//inserta
683        inserir_a_222();
684    case 223:
685        inserir_a_223();//inserta
686        inserir_a_223();
687    case 224:
688        inserir_a_224();//inserta
689        inserir_a_224();
690    case 225:
691        inserir_a_225();//inserta
692        inserir_a_225();
693    case 226:
694        inserir_a_226();//inserta
695        inserir_a_226();
696    case 227:
697        inserir_a_227();//inserta
698        inserir_a_227();
699    case 228:
700        inserir_a_228();//inserta
701        inserir_a_228();
702    case 229:
703        inserir_a_229();//inserta
704        inserir_a_229();
705    case 230:
706        inserir_a_230();//inserta
707        inserir_a_230();
708    case 231:
709        inserir_a_231();//inserta
710        inserir_a_231();
711    case 232:
712        inserir_a_232();//inserta
713        inserir_a_232();
714    case 233:
715        inserir_a_233();//inserta
716        inserir_a_233();
717    case 234:
718        inserir_a_234();//inserta
719        inserir_a_234();
720    case 235:
721        inserir_a_235();//inserta
722        inserir_a_235();
723    case 236:
724        inserir_a_236();//inserta
725        inserir_a_236();
726    case 237:
727        inserir_a_237();//inserta
728        inserir_a_237();
729    case 238:
730        inserir_a_238();//inserta
731        inserir_a_238();
732    case 239:
733        inserir_a_239();//inserta
734        inserir_a_239();
735    case 240:
736        inserir_a_240();//inserta
737        inserir_a_240();
738    case 241:
739        inserir_a_241();//inserta
740        inserir_a_241();
741    case 242:
742        inserir_a_242();//inserta
743        inserir_a_242();
744    case 243:
745        inserir_a_243();//inserta
746        inserir_a_243();
747    case 244:
748        inserir_a_244();//inserta
749        inserir_a_244();
750    case 245:
751        inserir_a_245();//inserta
752        inserir_a_245();
753    case 246:
754        inserir_a_246();//inserta
755        inserir_a_246();
756    case 247:
757        inserir_a_247();//inserta
758        inserir_a_247();
759    case 248:
760        inserir_a_248();//inserta
761        inserir_a_248();
762    case 249:
763        inserir_a_249();//inserta
764        inserir_a_249();
765    case 250:
766        inserir_a_250();//inserta
767        inserir_a_250();
768    case 251:
769        inserir_a_251();//inserta
770        inserir_a_251();
771    case 252:
772        inserir_a_252();//inserta
773        inserir_a_252();
774    case 253:
775        inserir_a_253();//inserta
776        inserir_a_253();
777    case 254:
778        inserir_a_254();//inserta
779        inserir_a_254();
780    case 255:
781        inserir_a_255();//inserta
782        inserir_a_255();
783    case 256:
784        inserir_a_256();//inserta
785        inserir_a_256();
786    case 257:
787        inserir_a_257();//inserta
788        inserir_a_257();
789    case 258:
790        inserir_a_258();//inserta
791        inserir_a_258();
792    case 259:
793        inserir_a_259();//inserta
794        inserir_a_259();
795    case 260:
796        inserir_a_260();//inserta
797        inserir_a_260();
798    case 261:
799        inserir_a_261();//inserta
800        inserir_a_261();
801    case 262:
802        inserir_a_262();//inserta
803        inserir_a_262();
804    case 263:
805        inserir_a_263();//inserta
806        inserir_a_263();
807    case 264:
808        inserir_a_264();//inserta
809        inserir_a_264();
810    case 265:
811        inserir_a_265();//inserta
812        inserir_a_265();
813    case 266:
814        inserir_a_266();//inserta
815        inserir_a_266();
816    case 267:
817        inserir_a_267();//inserta
818        inserir_a_267();
819    case 268:
820        inserir_a_268();//inserta
821        inserir_a_268();
822    case 269:
823        inserir_a_269();//inserta
824        inserir_a_269();
825    case 270:
826        inserir_a_270();//inserta
827        inserir_a_270();
828    case 271:
829        inserir_a_271();//inserta
830        inserir_a_271();
831    case 272:
832        inserir_a_272();//inserta
833        inserir_a_273();
834    case 273:
835        inserir_a_273();//inserta
836        inserir_a_273();
837    case 274:
838        inserir_a_274();//inserta
839        inserir_a_274();
840    case 275:
841        inserir_a_275();//inserta
842        inserir_a_275();
843    case 276:
844        inserir_a_276();//inserta
845        inserir_a_276();
846    case 277:
847        inserir_a_277();//inserta
848        inserir_a_277();
849    case 278:
850        inserir_a_278();//inserta
851        inserir_a_278();
852    case 279:
853        inserir_a_279();//inserta
854        inserir_a_279();
855    case 280:
856        inserir_a_280();//inserta
857        inserir_a_280();
858    case 281:
859        inserir_a_281();//inserta
860        inserir_a_281();
861    case 282:
862        inserir_a_282();//inserta
863        inserir_a_282();
864    case 283:
865        inserir_a_283();//inserta
866        inserir_a_283();
867    case 284:
868        inserir_a_284();//inserta
869        inserir_a_284();
870    case 285:
871        inserir_a_285();//inserta
872        inserir_a_285();
873    case 286:
874        inserir_a_286();//inserta
875        inserir_a_286();
876    case 287:
877        inserir_a_287();//inserta
878        inserir_a_287();
879    case 288:
880        inserir_a_288();//inserta
881        inserir_a_288();
882    case 289:
883        inserir_a_289();//inserta
884        inserir_a_289();
885    case 290:
886        inserir_a_290();//inserta
887        inserir_a_290();

```



```
278     }
279     else
280     {
281         lcd.print("Aregar pastilla");
282     }
283     break;
284     case 2://Casillero 2
285     {
286         lcd.setCursor(9,0);
287         lcd.setCursor(9,1);
288         if(casillero[1][0] == 1)
289         {
290             lcd.print(pastillas[1]);
291         }
292         else
293         {
294             lcd.print("Aregar pastilla");
295         }
296     }
297     break;
298     case 3://Casillero 3
299     {
300         lcd.setCursor(9,0);
301         lcd.print("Casillero 3:");
302         lcd.setCursor(9,1);
303         if(casillero[2][0] == 1)
304         {
305             lcd.print(pastillas[2]);
306         }
307         else
308         {
309             lcd.print("Aregar pastilla");
310         }
311     }
312     break;
313     case 4://Opcion de salir de este menu
314     {
315         lcd.setCursor(9,0);
316         lcd.print("Opcion de salir de este menu");
317         lcd.setCursor(9,1);
318         lcd.print("Presione 5:");
319         lcd.setCursor(9,2);
320         lcd.print("Apresear...");
```

```
321         press5();
322     }
323     break;
324     case 5://Opciones de las pastillas
325     {
326         break;
327     case 4:
328         lcd.setCursor(9,0);
329         lcd.setCursor(9,1);
330         lcd.setCursor(9,2);
331         lcd.print("Opcion 4:");
332         lcd.setCursor(7,1);
333         lcd.print(contador);
334         lcd.setCursor(9,0);
335         lcd.setCursor(9,2);
336         break;
337     } //En que menu esta el usuario
338     }
339     void Opt_Casillero(int casillero)
340     {
341         menu(casillero);
342         {
343             case 1:
344                 menu_pasteles(casillero);
345                 lcd.setCursor(9,1);
346                 lcd.print("Opcion 1:");
347                 lcd.setCursor(7,1);
348                 break;
349             case 2:
350                 menu_pasteles(casillero);
351                 lcd.setCursor(9,1);
352                 lcd.print("Opcion 2:");
353                 lcd.setCursor(7,1);
354                 break;
355             case 3:
356                 menu_pasteles(casillero);
357                 lcd.setCursor(9,1);
358                 lcd.print("Opcion 3:");
359                 lcd.setCursor(7,1);
360                 break;
361             case 4://Opcion de casillero
362                 menu_pasteles(casillero);
363                 lcd.setCursor(9,1);
364                 lcd.print("Opcion 4:");
365                 lcd.setCursor(7,1);
366                 break;
367             case 5://Opcion de salir de este menu
368                 lcd.setCursor(9,1);
369                 lcd.print("Presione 5:");
370                 break;
371         }
372     }
373     void menu_pasteles(int casillero)
374     {
375         lcd.setCursor(9,0);
376         lcd.print(casillero[0][0]);
377     }
378     void casillero(int casillero)
379     {
380         lcd.setCursor(9,0);
381         lcd.print("Casillero "+ casillero[0][0]);
382         lcd.setCursor(9,1);
383         lcd.setCursor(9,2);
384         if(casillero[0][0] == 1)
385         {
386             lcd.print(pastillas[0]);
387         }
388         else
389         {
390             lcd.print("Aregar pastilla");
391         }
392     }
393     void menu()
394     {
395         menu();
396         menu();
397         menu();
398         menu();
399         menu();
400         menu();
401         menu();
402         menu();
403         menu();
404         menu();
405         menu();
406         menu();
407         menu();
408         menu();
409         menu();
410         menu();
411         menu();
412         menu();
413         menu();
414         menu();
415         menu();
416         menu();
417         menu();
418         menu();
419         menu();
420         menu();
421         menu();
422         menu();
423         menu();
424         menu();
425         menu();
426         menu();
427         menu();
428     }
429 }
```

Imagenes 1.7-1.22: Código de programación del menú

Tabla 1.1: Diseño estructural

Tabla 4: Recopilación de los diseños

Otra cosa que se tomó en consideración fue la simulación de los funcionamientos individuales de cada uno de sus componentes según la función específica esperada que cumpla en el proyecto en conjunto según el componente que se hablará.

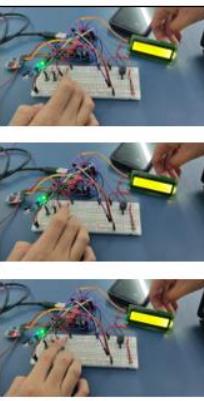
Siguiendo con esto, se tenía en primer lugar, al código del menú del circuito que se planeaba usar, para ese caso se hicieron dos simulaciones, la primera fue con ayuda del programa Tinkercad, una vez que se realizó esa simulación, se procedió a hacer en la escala real y con las actualizaciones hechas, siendo así, que en ese caso se buscaba el óptimo funcionamiento del menú, que los tres botones utilizados cumplieran con su propósito específico según las acciones que se les asignó (entrar al menú, avanzar entre las opciones, retroceder entre las opciones, seleccionar, etc.), que la pantalla lcd proyectara el resultado de la interacción del código y de los botones y que el módulo rtc, presentara la hora en una escala de 1 a 12 a.m. y de 1 a 12 p.m.

Otro de los componentes individuales que se buscó probar fueron los sensores infrarrojos, los cuales, a grandes rasgos, deben detectar la presencia de movimiento o de algún objeto cerca de ellos, y al hacerlo debe "activarse", o, en este caso hacer una señal, que vendría siendo un pitido a modo de alarma sonora. Por último, se comprobó el funcionamiento de los servomotores, el cual debía moverse una vez activo, para permitir el flujo de las pastillas dentro del pastillero.

Otra cosa que se tomó en consideración en la realización de las simulaciones y pruebas fue el mecanismo del funcionamiento, ya que se buscaba en primer lugar que se diera de la manera más óptima el flujo de las pastillas por medio de la interacción del modelo en conjunto con el código y el funcionamiento de los servomotores y, por último, que el funcionamiento que dicho mecanismo permita el flujo controlado de las pastillas, es decir, de una pastilla a la vez.

Haciendo un breve recuento de las cosas a evaluar en esta etapa de primeras pruebas y simulaciones, tenemos, al correcto funcionamiento del código del menú y su interacción con la pantalla lcd, los botones y el módulo rtc, así como los sensores infrarrojos, los servomotores, y el funcionamiento del mecanismo aplicado con el fin de permitir el flujo de las pastillas de manera general y controlada, como se podrá apreciar en los siguientes videos y fotografías.

Pruebas

Prueba	Descripción	¿Pasó la prueba?	Evidencias
Módulo RTC y la hora	En la pantalla LCD se ve reflejada la hora en tiempo real.	Sí pasó la prueba.	
Funcionamiento del menú y los botones	Se ve reflejado en la pantalla LCD el menú, y, se puede controlar a partir de 3 botones, uno para entrar al menú y seleccionar, otro para avanzar entre las opciones y uno último para retroceder en las opciones.	Sí pasó la prueba.	

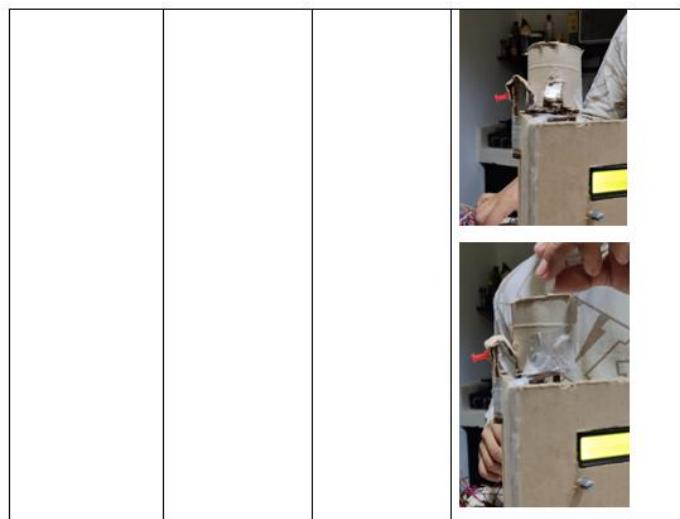


Tabla 2.1: Pruebas

Tabla 5: Recopilación de las pruebas



Imagen 9: Primeras muestras de la impresión 3D

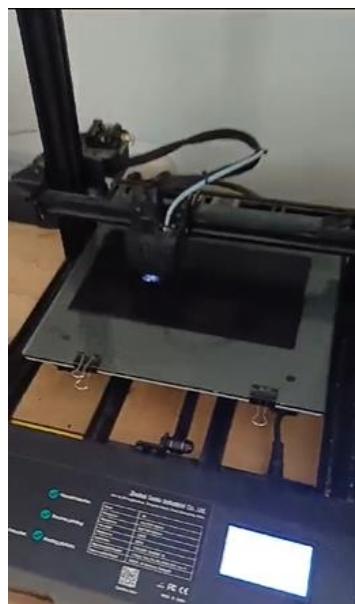
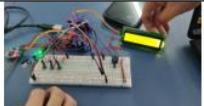
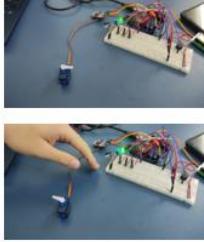


Imagen 10: Primeras muestras de la impresión 3D

			
Funcionamiento de los servomotores y de los sensores infrarrojos	Servomotores: A partir del código de programación se mueven los servomotores. Sensores: Detecta la obstrucción de luz y la presencia de algo y, a partir de ello, se activa mediante un led infrarrojo.	Sí pasó la prueba.	
Paso de las pastillas	En el mecanismo de prueba, las pastillas pasan por una estructura cilíndrica o de compartimiento, para después seguir su paso por el mecanismo.	Sí pasó la prueba.	

Paso de pastillas 1 por 1	El mecanismo permite el paso de las pastillas de manera controlada, de una por una.	Pasó la prueba, pero consideramos que puede mejorar.	
---------------------------	---	--	---

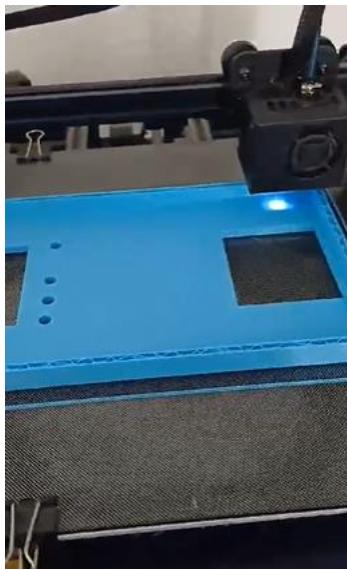


Imagen 11: Primeras muestras de la impresión 3D

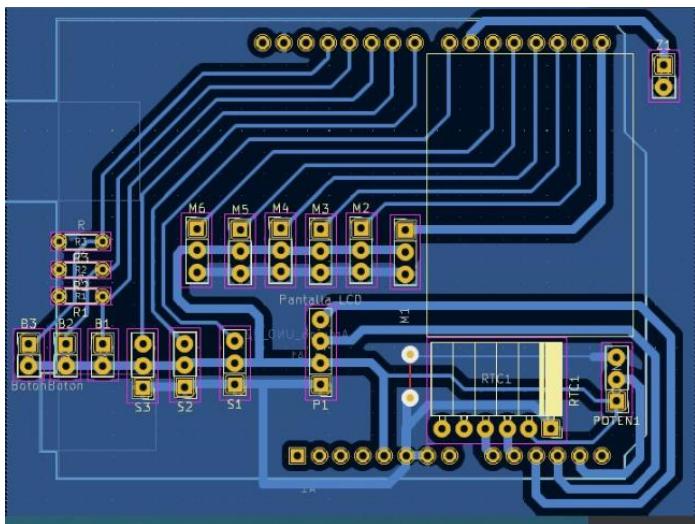


Imagen 12: Boceto de la PCB realizado en KiCad

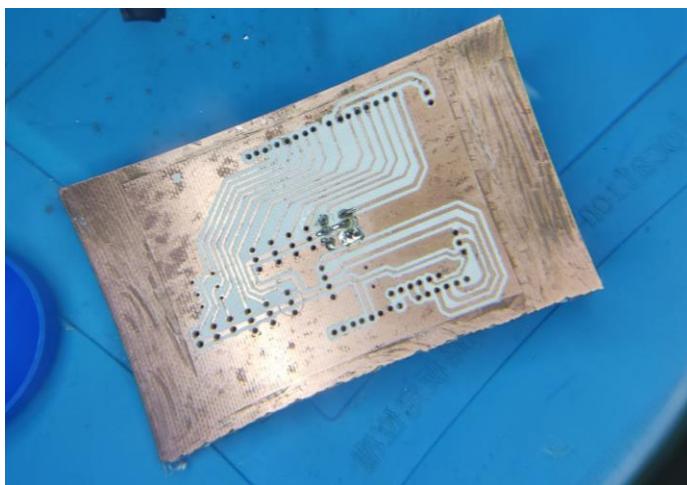


Imagen 13: Avance de la PCB

Link donde se muestran todas las pruebas

https://www.canva.com/design/DAF1kinwkY0/fhtLHpUUM4tmp9o8JGZ_XA/edit?utm_content=DAF1kinwkY0&utm_campaign=designshare&utm_medium=link2&utm_source=sharebutton

Conclusión. La idea que teníamos en mente al realizar este proyecto siempre fue la de realizar el pastillero electrónico, esto debido a que la problemática en cuestión que puede ayudar a cubrir el mismo fue la que más nos interesaba, y con esto nos referimos a contribuir a la mejora de la calidad de vida de los pacientes o usuarios que requieran del pastillero, ya que quizás el usuario en cuestión tiene alguna condición que le dificulta el recordar el modo adecuado de llevar el tratamiento, o a lo mejor se trata de alguien distraído o que se encuentre bajo la tutela de alguien más, pero independientemente de cual pudiese ser el motivo por el cual el tratamiento no se cumpla de la manera más óptima, son sus posibles consecuencias las que causan preocupación, ya que estas podrían ser la tardía o nula mejora del paciente, o, en casos más graves, una posible sobredosis.

Por eso mismo, el principal objetivo era el desarrollar un dispositivo que contribuya a facilitar la gestión, recordatorios y toma de medicamentos con el fin de mejorar el buen seguimiento de los tratamientos médicos correspondientes.

En cuanto al cumplimiento del objetivo que se planteó al inicio del proyecto, se considera que se realizó en un 70% hasta el momento, esto debido a que todos los propósitos individuales que se querían lograr, se cumplieron, por lo que se pudo apreciar el flujo adecuado de las pastillas dentro del dispositivo, así como también el correcto funcionamiento de un menú que permite el acceso y la edición a las funciones, del pastillero, sin embargo, se tuvieron dificultades técnicas en cuanto al diseño 3D y su



posterior impresión se trataba, y dichas dificultades entorpecieron el progreso del proyecto, lo cual nos imposibilita de poder dar un último veredicto en cuanto a si ya en el escenario final funciona todo lo que se espera y de la manera en que se espera, por lo que esto aún queda pendiente pero próximo a realizar, por lo que esa cuestión sería la que de poder hacerlo, se cambiaría.

Perspectivas. Con el prototipo, buscamos añadir funciones de conexión y análisis de datos con una aplicación celular, para mejorar la gestión de medicamentos. Queremos que este pastillero sea más que un dispositivo, que sea como un amigo en el cuidado de la salud, brindando apoyo constante y ofreciendo información valiosa para un bienestar total.

Conclusiones individuales.

Jorge Alejandro Chávez G: En conclusión, la elaboración de un pastillero electrónico representa un paso significativo hacia la mejora de la gestión de medicamentos y la promoción de la adherencia a tratamientos médicos, pero también es un paso importante para nosotros como ingenieros biomédicos ya que estos proyectos nos ayudan a impulsar nuestras ideas y poder proyectarlas. La integración de tecnología en la administración de medicamentos no solo facilita la vida diaria de los usuarios, sino que también contribuye a un mejor control de la salud y la prevención de posibles complicaciones. Por otro lado, también tuvo una gran relevancia la disciplina y organización en el hecho de que se tenían que dar registros de lo que estábamos haciendo como equipo y que había que cumplir con la agenda que nosotros habíamos propuesto. En última instancia, un pastillero electrónico bien diseñado no solo simplifica la toma de medicamentos, sino que también puede tener un impacto positivo en la calidad de vida y en la gestión general de la salud de los individuos.

Gabriel Rivero G: En este proyecto comprendí lo que es comprometerse con un proyecto a esta escala el cual se lleva gran parte de la atención de uno y que al mismo tiempo te enseña administrarte tanto con las personas que trabajas, ya que no siempre estarán de acuerdo con algunas ideas o también para la aportación de las mismas, así mismo administrar tu tiempo para optimizar lo mejor posible los espacios para lograr un mayor avance en proyecto. El proyecto tuvo distintos enfoques tanto en aprender sistemas de mecanismos, con el apoyo de nuestros profesores al momento de resolución de dudas o de proponernos otras ideas o soluciones, así como nuestros conocimientos en programación para conseguir los objetivos que nos propusimos. Un proyecto que es complicado de sacar debido a la implementación todos los conocimientos anteriormente mencionados, aunque con una grata satisfacción al saber que todo lo que he aprendido puedo ponerlo a práctica y usarlo en el proyecto.

Johan Eliezer Cu B: La Creación de este proyecto de pastillero electrónico fue muy interesante implementar Mediante la combinación de Arduino, impresión 3D y diversos componentes, se lograría un dispositivo funcional que supera la simple función de recordatorio de horarios. Este pastillero, en el contexto de una implementación práctica a pequeña escala, se adaptaría a las necesidades individuales con características como sensores y pantalla LCD, mejorando la interactividad y proporcionando información en tiempo real. La autonomía energética, respaldada por una pila, aseguraría un funcionamiento ininterrumpido incluso en situaciones de cortes de energía. En resumen, este modesto proyecto no solo facilitaría la gestión de medicamentos, sino que ofrecería una solución práctica y accesible para mejorar la calidad de vida.



Emiliano Martínez V: Desarrollar este proyecto fue bastante emocionante para mí. Crear el pastillero electrónico significó combinar ideas y tecnología para abordar un problema de salud real. Aprendí la importancia de entender a fondo las necesidades de las personas para diseñar un producto que realmente tenga un impacto positivo en sus vidas. Desarrollar el software en Arduino (aprendiendo un lenguaje de programación nuevo en el proceso) y colaborar con la ingeniería de hardware fue como un baile para lograr un dispositivo sólido y confiable. Las pruebas me enseñaron lo crucial que es escuchar a los demás integrantes de mi equipo, permitiéndome ajustar y mejorar continuamente el dispositivo, además de ir pensando en las diferentes formas de abordar un problema y en cómo solucionarlo. Este proyecto no solo representa un avance tecnológico para mí, sino también una lección constante sobre la importancia de la empatía y la adaptabilidad al crear soluciones que ayudan a los pacientes que lleguen a usar nuestro dispositivo.

María Fernanda Monterrubio A: la realización de este proyecto fue muy enriquecedora en experiencias, tanto satisfactorias como algunos que no lo fueron tanto, ya que no todo nos salió como esperamos, pero logramos encontrar otras alternativas y, aprender un poco más sobre una problemática en particular de nuestro interés, pero, algo que en definitiva podemos decir, es que fue muy retadora, ya que nos permitió visualizar qué queríamos hacer y, a la larga, darnos cuenta de qué tan posibles o imposibles eran nuestras ideas iniciales, y, a partir de allí, ir estructurando cómo quedaría el proyecto en cuanto a ideales más realistas, a su vez, perfeccionamos cosas que ya sabíamos, aplicamos temas que aprendimos a lo largo de ese periodo, y, nos retamos a nosotros mismos a ser aunque sea un poco autodidactas para ir más allá de lo que nos podía proporcionar la ayuda y guía de nuestros profesores.

Referencias.

Clasificación de los dispositivos médicos. (s. f.). Dispositivos Médicos. Recuperado de: <https://dispositivosmedicos.org.mx/clasificacion-de-los-dispositivos-medicos/>

Morales Suárez-Varela, M. T. (2009). Estudio sobre la utilidad del pastillero para mejorar el cumplimiento terapéutico. Atención primaria. Recuperado de: <https://doi.org/10.1016/j.aprim.2008.07.003>

Memorial Sloan Kettering Cancer Center, (s, f). Cómo llenar un pastillero. Recuperado de: <https://www.mskcc.org/es/cancer-care/patient-education/how-fill-your-pill-box#:~:text=Un%20pastillero%20tambi%C3%A9n%20se%20puede,perderse%20dosis%20de%20sus%20medicamentos.>

De Francisco, P. (2023, 13 enero). Pastilleros electrónicos: beneficios para los pacientes - Saludigital. Saludigital. Recuperado de: https://www.consalud.es/saludigital/tecnologia-sanitaria/pastilleros-electronicos-nivel-mas-en-ayuda-pautas-tratamientos_124777_102.html

Walnus,(2019, 1 octubre). 4 Beneficios del pastillero electrónico para la tranquilidad de la familia. Recuperado de: de la familia – Walnus. (2019, 1 octubre). <https://walnus.com/4-beneficios-del-pastillero-electronico-para-la-tranquilidad-de-la-familia/>