



# INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR DE TEZIUTLÁN

## Tesis



“Diseño electrónico de dispensador automático de medicamentos para el área de geriatría”

PRESENTA:

**YAZMIN COLIO MATEO**

CON NÚMERO DE CONTROL

**17TE0698**

PARA OBTENER EL GRADO ACADÉMICO DE:  
**INGENIERÍA EN SISTEMAS COMPUTACIONALES**

CLAVE DEL PROGRAMA ACADÉMICO

**ISIC-2010-224**

DIRECTOR (A) DE TESIS:

**M.S.C MIGUEL AGUILAR CORTÉS**

TEZIUTLÁN, PUEBLA, DICIEMBRE 2021

“ La Juventud de hoy, Tecnología del Mañana”



# **Preliminares**

## **Agradecimientos**

Yendo todos de camino, entró en un pueblo, donde una mujer, llamada Marta, lo recibió en su casa. Tenía ésta una hermana llamada María, que, sentada a los pies del Señor, escuchaba su palabra, mientras Marta estaba atareada en muchos quehaceres. Al fin, se paró y dijo <<Señor, ¿no te importa que mi hermana me deje sola en el trabajo? Dile, pues, que me ayude.>> Le respondió el Señor: <<Marta, Marta, te preocupas y te agitas por muchas cosas; y hay necesidad de pocas, o mejor, de una sola. María ha elegido la mejor parte, que no le será quitada. Lucas 10 <sup>38-42</sup>

### **A DIOS**

Gracias a Dios porque cada día de mi vida me ha dejado amanecer y anochecer, me ha puesto en mi vida a las mejores personas, porque a pesar de todo lo que nos agite o por tantas cosas que tengamos que hacer siempre será una cosa la más importante en nuestras vidas y es el saber que somos amados por Dios y el saber que él es lo Primero en nuestras vidas.

### **MIS PADRES Y ESPOSO**

Primeramente, a mis padres por haberme dado la vida, porque me educaron en un hogar de valores y sobre todo de humildad, puesto que siempre me apoyan en todo y por supuesto a mi esposo que a pesar de todo esta a mi lado, me ha apoyado en absolutamente todo, por su amor infinito, porque cada día que pasa me demuestra todo el amor que me tiene, por sus palabras de aliento, por todo eso y más. Gracias.

### **A MI ASESOR**

M.S.C. Miguel Aguilar Cortés por brindarme todo el apoyo posible en esta última etapa de mi carrera, por sus enseñanzas, consejos, y sobre todo esa disponibilidad para aclarar mis dudas a cada momento, muchas gracias.

## AL INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR DE TEZIUTLÁN

Gracias por la oportunidad que me dio de formar parte de esta casa de estudios, por cada experiencia vivida en el plantel, por cada uno del personal que labora ahí, muchas gracias por hacerme sentir parte de un hogar, por todas las atenciones brindadas en esta etapa de confinamiento y por muchas otras cosas más gracias.

## A LA ACADEMIA DE SISTEMAS COMPUTACIONALES Y DOCENTES

A la Maestra Lilia Adriana jefa de carrera de la academia de Sistemas Computacionales por estar al pendiente de cada uno de sus alumnos inscritos, por sus palabras de aliento en cada semestre iniciado y por tantas cosas más gracias maestra, a mis docentes por las enseñanzas, conocimientos y técnicas que nos compartieron en cada semestre, en especial al doctor Marco Antonio Aguilar Cortés, al maestro Héctor Vicenteño Rivera porque a pesar de sus labores en el instituto siempre atendieron a nuestras dudas a cualquier hora, por ser un ejemplo de perseverancia y amistad sincera.

## A MIS AMIGOS

José Antonio y Lorena por su amistad sincera e incondicional porque siempre me apoyaron en cada duda que tenía, porque me divertía a su lado gracias por todo.

## Resumen

El presente documento de proyecto final tiene como objetivo el diseño de un dispensador de medicamentos y como puede ayudar a mejorar el control del tratamiento médico de una persona de la tercera edad, ya que por diversos motivos no puede tomarse los medicamentos conforme lo indica su médico, a partir de que edad se considera a una persona anciana, cuáles son las principales enfermedades que un mayor de la tercera edad padece.

Este diseño de dispensador de medicamentos se basa en el área de geriatría, así mismo también se indagó sobre que es la geriatría, la gerontología, para así poder dar un buen enfoque al diseño, también se buscó información sobre los distintos elementos electrónicos que se pudieran utilizar en la construcción del dispensador.

Para hacer su diseño se han estudiado los sistemas que actualmente existen en el mercado y todos los requisitos que se deben cumplir, así que después de haber realizado el estudio se llega al diseño que se propone a continuación.

Para lograr este diseño se pensó en un sistema de uso simple y la capacidad del dispensador será de un mes para los valores estándar, así mismo se pensó que podría ser menos o más dependiendo de la cantidad de medicamentos que tenga que tomar el adulto mayor, también incluye una alarma auditiva y visual para aquellas personas que requieran.

**Palabras clave:** Geriatría, adultos mayores, gerontología, Arduino, buzzer, LCD, dispensador.

## Introducción

Los adultos mayores son considerados a partir de los 60 años en adelante, ya que regularmente padecen de alguna enfermedad crónica y estos incluso pueden vivir solo o acompañados de algún familiar, así relativamente pueden tener una calidad de vida suficientemente alta gracias a los diferentes fármacos que se prescriben.

En diferentes investigaciones se muestra que a los 60 años se consumen principalmente tres tipos de medicamentos por día esta misma cantidad puede aumentar con el paso del tiempo de una manera exponencial, así mismo en el mejor de los casos la cantidad y la variedad de los fármacos provoca que los pacientes pierdan tiempo esto puede causar que en ocasiones no los consuman, ya que deben de verificar constantemente que pastilla es la que deben de consumir, en algunos casos de los adultos mayores de la tercera edad que sean cuidados por algún familiar o una persona especializada pueden confundirse por la cantidad de medicamento que se ingiere, esto no únicamente pone en peligro la salud de las personas de la tercera edad, sino que también pueden fomentar el abuso o dependencia de ciertas sustancias.

El presente proyecto titulado "Diseño electrónico de dispensador automático de medicamentos para el área de geriatría" entra en la categoría de sistemas programables de la carrera de Sistemas Computacionales. A partir de aquí se busca hacer un diseño que se implemente más adelante el desarrollo de este mismo con el fin de solucionar un problema social que persiste en los adultos mayores, cuyas capacidades sensoriales y motrices son afectadas con el paso de los años. En vista de que en un tiempo aproximado se espera un crecimiento sustancial de esta población, se busca resolver esta problemática presente y con proyección a futuro.

Así que la temática de este diseño específicamente se busca generar un producto tangible como innovador, que integre distintos aspectos aprendidos a lo largo de la carrera de Sistemas Computacionales, como por ejemplo, la programación en

Arduino, el uso de diferentes elementos electrónicos que se puedan programar juntamente con Arduino.

El objetivo principal es diseñar un dispensador de medicamentos para el área de geriatría que permita administrar los fármacos de manera sencilla y práctica para aquellas personas de la tercera edad, con el fin primordial de mejorar su calidad de vida. Este diseño incorpora las funciones de dosificación y expedición de medicación y es complementado con un sistema de alarma auditiva y visual para indicar los diferentes horarios de toma de medicamentos.

Como objetivos específicos, esta documentación repasa y contempla los conceptos de un diseño de dispensador de medicamentos a través de un recorrido con hincapié al diseño geriátrico, gerontológico e inclusivo. Determina y analiza las principales enfermedades de las personas de la tercera edad, así como cuáles medicamentos son los que más recetan los médicos en el área de geriatría, al mismo tiempo se descubre y observa el estado actual de los productos existentes en el mercado para tales fines.

En el capítulo uno se hablará sobre las generalidades del proyecto, como es la descripción de la empresa u organización donde se realizó la residencia, así como los problemas de dicha investigación que se pueden resolver ordenándolos desde el más importante al menos importante, también se encontrarán las preguntas de investigación, ya que estas serán de ayuda para limitar el alcance del proyecto, de igual manera se muestra el objetivo general como los específicos y para finalizar con este capítulo se describe la justificación.

El capítulo dos tratará sobre el marco teórico, en este capítulo se ejecutara una descripción sobre el estado del arte, cuáles son los principales dispositivos que existen en el mercado, sus beneficios y sus características, también se encontraran los fundamentos teóricos sobre los medicamentos, así como la geriatría, etc. Se identifican las distintas herramientas a utilizarse, al igual que las tecnologías de desarrollo.

El capítulo tres abordará el desarrollo y metodología, en este capítulo mencionará el procedimiento y descripción de las actividades que se realizarán, las distintas factibilidades del proyecto, también se mostrara el método, tipo de investigación, alcance, enfoque e hipótesis del proyecto, esto se complementará con el diseño, metodología, selección de muestra, recolección de datos y análisis datos.

Capítulo cuatro tratará sobre los resultados que se obtuvieron a lo largo de la investigación, sobre el impacto que tendrá en la sociedad, así como el costo del proyecto.

El capítulo cinco tratará sobre las conclusiones del proyecto y las recomendaciones que puede hacer el alumno acerca del tema que se investigó, la experiencia adquirida a lo largo de la carrera y en la residencia.

Capítulo seis abarcará las competencias desarrolladas y que se aplicarán a lo largo de la residencia.

En el capítulo siete se registrarán todas las fuentes de información que se utilizaron en la investigación.

Capítulo ocho abarcará los diferentes anexos que se encuentren en la investigación, como lo son las figuras, las tablas, etc.



# Índice General

|  |           |
|--|-----------|
| <b>Preliminares .....</b>  | <b>2</b>  |
| <b>Agradecimientos .....</b>   | <b>3</b>  |
| <b>Resumen .....</b>   | <b>5</b>  |
| <b>Introducción.....</b>   | <b>6</b>  |
| <b>Índice General.....</b>   | <b>9</b>  |
| <b>Capítulo I Generalidades del proyecto.....</b>  | <b>13</b> |
| <b>1.1 Descripción de la empresa u organización y del puesto o área de trabajo del estudiante.....</b> | <b>14</b> |
| <b>1.2 Problemas de investigación a resolver, priorizándolos..</b>                                     | <b>16</b> |
| <b>1.3 Preguntas de investigación .....</b>  | <b>17</b> |
| <b>1.4 Objetivos (general y específicos) .....</b>   | <b>18</b> |
| <b>1.5 Justificación de la investigación .....</b>   | <b>18</b> |
| <b>Capítulo II Marco teórico .....</b>   | <b>20</b> |
| <b>2.1 Estado del arte .....</b>   | <b>21</b> |
| <b>2.1.1 Pastillero electrónico de 2 compartimientos Gima.....</b>                                     | <b>21</b> |
| <b>2.1.2 Pastillero inalámbrico MedMinder .....</b>  | <b>22</b> |
| <b>2.1.3 Pastillero electrónico transparente TabTime Medelert .....</b>                                | <b>23</b> |
| <b>2.1.4 Pastillero electrónico de 6 compartimientos BrillantDay .....</b>                             | <b>24</b> |
| <b>2.1.5 Pastillero electrónico con juego de recordatorios Cisixin .....</b>                           | <b>25</b> |
| <b>2.2 Fundamentos teóricos .....</b>  | <b>26</b> |
| <b>2.2.1 Análisis de los medicamentos .....</b>  | <b>26</b> |
| <b>2.2.2 Análisis ergonómico para las personas geriátricas .....</b>                                   | <b>29</b> |
| <b>2.2.2.3 Ergonomía como herramienta del diseño .....</b>   | <b>31</b> |
| <b>2.3 Herramientas .....</b>  | <b>32</b> |

|   |    |
|---|----|
| 2.3.1 Arduino.....  | 32 |
| 2.3.2 Pantalla LCD.....   | 34 |
| 2.3.3 Servomotor .....  | 35 |
| 2.3.3.2 Partes de un servomotor.....                            | 36 |
| 2.3.4 Sensor infrarrojo CNY70 .....                             | 37 |
| 2.3.5 Teclado matricial.....                                    | 38 |
| 2.3.6 Diodo LED.....  | 38 |
| 2.3.7 Bocina altavoz.....                                       | 39 |
| 2.4 Tecnologías de desarrollo .....                             | 40 |
| 2.4.1 Sistema operativo .....                                   | 41 |
| 2.4.2 Windows 10.....   | 41 |
| 2.4.3 Tinkercad circuits.....                                   | 42 |
| 2.4.4 Entorno de Desarrollo Integrado (IDE) .....               | 43 |
| 2.4.5 IDE de Arduino .....                                      | 44 |
| 2.4.6 Lenguaje de programación .....                            | 45 |
| Capítulo III Desarrollo y metodología .....                     | 47 |
| 3.1 Procedimiento y descripción de actividades realizadas ..... | 48 |
| 3.1.1 Descripción del proyecto.....                             | 48 |
| 3.2 Cronograma de actividades .....                             | 48 |
| 3.3 Factibilidad de un proyecto .....                           | 49 |
| 3.3.1 Factibilidad operativa .....                              | 49 |
| 3.3.2 Factibilidad técnica .....                                | 50 |
| 3.3.3 Factibilidad económica .....                              | 51 |
| 3.4 Método y tipo de investigación .....                        | 54 |
| 3.5 Alcance y enfoque de la investigación.....                  | 54 |
| 3.6 Hipótesis .....   | 54 |

|  |    |
|--|----|
| 3.6.1 Variables .....                                  | 55 |
| 3.7 Diseño y metodología de la investigación .....     | 55 |
| 3.7.1 Diseño metodológico .....                        | 55 |
| 3.8 Selección de muestra .....                         | 56 |
| 3.8.1 Población o universo .....                       | 56 |
| 3.9 Recolección de datos .....                         | 57 |
| 3.9.1 Documentos personales .....                      | 58 |
| 3.9.2 Documentos institucionales.....                  | 58 |
| 3.9.3 Selección del instrumento.....                   | 59 |
| 3.9.4 Aplicación del instrumento .....                 | 59 |
| 3.10 Análisis de datos .....                           | 60 |
| Capítulo IV Resultados.....                            | 64 |
| 4.1 Resultados .....                                   | 65 |
| 4.2 Impacto en la sociedad.....                        | 69 |
| 4.2.1 Fortalezas.....                                  | 70 |
| 4.2.2 Oportunidades.....                               | 70 |
| 4.2.3 Debilidades.....                                 | 70 |
| 4.2.4 Amenazas .....                                   | 71 |
| 4.3 Costo del proyecto .....                           | 72 |
| Capítulo V Conclusiones .....                          | 73 |
| 5.1 Conclusiones del proyecto y recomendaciones .....  | 74 |
| 5.2 Experiencia profesional y personal adquirida ..... | 75 |
| Capítulo VI Competencias desarrolladas .....           | 76 |
| 6.1 Competencias desarrolladas y/o aplicadas .....     | 77 |
| Capítulo VII Fuentes de información .....              | 78 |
| 7.1 Fuentes de información .....                       | 79 |

|                                   |           |
|-----------------------------------|-----------|
| <b>Capítulo VIII Anexos</b> ..... | <b>85</b> |
| <b>Índice de figuras</b> .....    | <b>87</b> |
| <b>Índice de tablas</b> .....     | <b>88</b> |

# **Capítulo I Generalidades del proyecto**

## **1.1 Descripción de la empresa u organización y del puesto o área de trabajo del estudiante**

El Instituto Tecnológico Superior es una institución que se encuentra en la Fracción I y II de Aire Libre perteneciente al municipio de Teziutlán del estado de Puebla, en 1993 el gobernador del estado Manuel Bartlett Díaz intervino ante los funcionarios públicos y algunos empresarios interesados, gestionó ante la Secretaría de Educación Pública la creación de una Institución de Educación Superior Tecnológica la cual fue concretada el 8 de noviembre de 1994.

Las primeras carreras que ofertaron fue Ingeniería Industrial y Licenciatura en Administración, siendo así el primer Tecnológico Descentralizado del Estado de Puebla, es por ello que el Instituto asume el compromiso de incrementar su calidad enseñanza-aprendizaje, poco a poco aumento notablemente su infraestructura acorde a las necesidades académicas de una educación de buena calidad dando como resultado la acreditación de las distintas carreras ofertadas en la institución

Las carreras que se ofertan actualmente son: Ingeniería en Gestión Empresarial, Ingeniería en Industrias Alimentarias, Ingeniería en Sistemas Computacionales, Ingeniería Industrial, Ingeniería Informática, Ingeniería Mecatrónica.

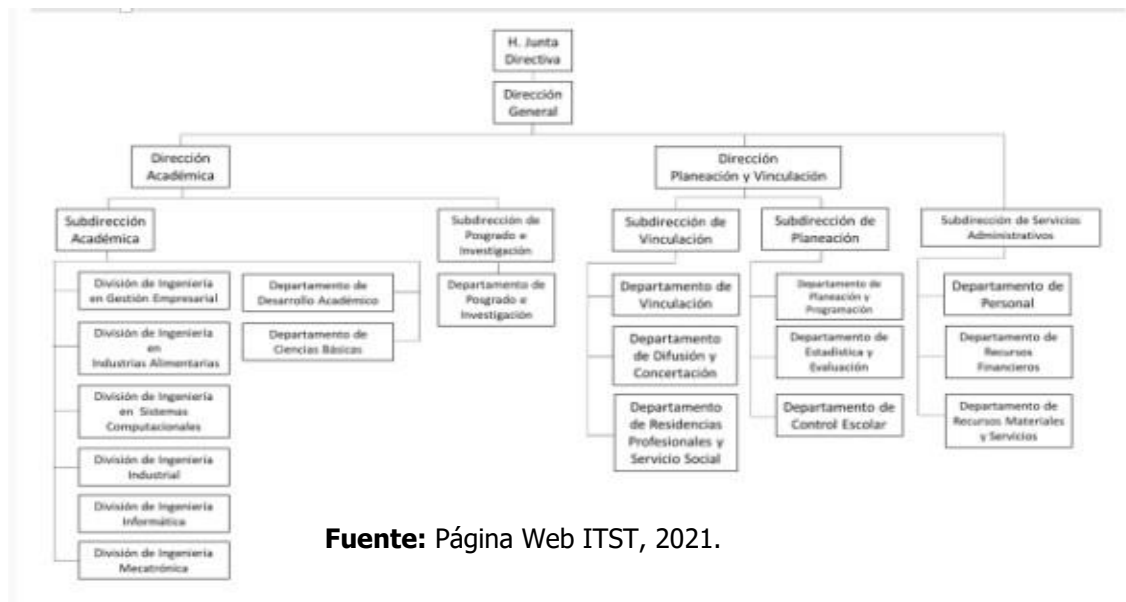
El Instituto Tecnológico Superior de Teziutlán tiene como principal objetivo formar a los alumnos con educación de calidad ya que establece, implementa, mantiene y mejora continuamente su sistema de Gestión de calidad, al mismo tiempo la misión es educar a profesionales que constituyan en agentes de cambio y así poder promover el desarrollo integral de la sociedad aunado la visión de la institución es llegar a ser uno de los Tecnológicos del estado más reconocidos que ofrezca un proceso de Enseñanza-Aprendizaje comprometido con una excelencia académica y la formación integral de los alumnos, para todo esto se les inculca la responsabilidad, el respeto hacia las demás personas, la solidaridad por las personas que más lo necesitan, tolerancia por las diferentes formas de pensar de cada persona.

La carrera de Sistemas Computacionales tiene como objetivo que los alumnos tengan la habilidad para implementar soluciones integrales de software a problemáticas relacionadas con el área de los sistemas computacionales, a través de aplicaciones web y móvil considerando alternativas tecnológicas que se apeguen a la idea de negocio de las empresas, la importancia en el campo profesional y empresarial es resolver problemas en cualquier ámbito empresarial mediante la formación en habilidades lógico-matemáticas así como en los sistemas computacionales y tecnologías de cómputo, aplica soluciones innovadoras en diferentes contextos.

Para comunicarse al Instituto Tecnológico Superior de Teziutlán las personas interesadas pueden mandar un correo electrónico a la dirección [webmaster@live.itsteziutlan.edu.mx](mailto:webmaster@live.itsteziutlan.edu.mx) o hablar por teléfono al siguiente número (231) 31 1 40 00.

**Figura 1**

Organigrama ITST



**Fuente:** Página Web ITST, 2021.

## **1.2 Problemas de investigación a resolver, priorizándolos**

(Milton, 2016) dice que "El envejecimiento es un fenómeno universal propio de los seres vivos. Los animales, las plantas y el hombre envejecen y lo hacen a lo largo de toda la vida. El envejecimiento comienza con el nacimiento, siendo un proceso que ocurre a lo largo de la vida." El principal problema en el área de geriatría son las principales enfermedades que aquejan a las personas de la tercera edad, las cuales son: la demencia, las caídas, incontinencia urinaria, osteoporosis y depresión. (Martinez, Mitchell, & Aguirre) Describe "el envejecimiento como un proceso dinámico, progresivo e irreversible en el que intervienen múltiples factores biológicos, psicológicos y sociales".

Así como lo menciona (Penny & Melgar, GERIATRÍA Y GERONTOLOGÍA para el médico internista) la geriatría es una rama de la medicina que se ocupa del cuidado de los ancianos y los senescentes (personas que están en proceso de envejecer), ya que esta especialidad ha crecido increíblemente.

También se dice que la medicina geriátrica es conocida como una disciplina científica que reconoció el envejecimiento como los cambios específicos en las estructuras, actividad funcional, homeostasia, nutrición, respuesta inmunológica, etc. (Gutiérrez & Kershenobich, 2015) menciona que "para el 2030, en tan solo 9 años, el número de adultos mayores de 60 años en nuestro país habrá aumentado drásticamente y alcanzará los 20 millones de personas".

El país mexicano ciertamente no está preparado para responder a las necesidades sociales y asistenciales para las personas adultas de la tercera edad.

El reporte hecho en febrero de 2019 describe la situación de los derechos humanos de las personas mayores en México, de acuerdo con la Organización de las Naciones Unidas (ONU) el envejecimiento de la población mundial en 2015 fue catalogada a partir de los 60 años o de una edad mayor a esta, dicha población principalmente, experimenta diversas formas de discriminación, negación o incluso vulneración de sus derechos, aunados a esto el Consejo

Pág. 16



Nacional de Población (CONAPO) señala que la transformación de la vejez es un problema social que no solo se origina en el número de individuos que alcanzan esa etapa de la vida sino que son las propias instituciones que buscan dar respuesta a sus necesidades y demandas.

Así mismo, una publicación hecha en 2010 por la Organización Mundial de la Salud (OMS) calcula que más de la mitad de los medicamentos se prescriben, dispensan o venden de manera inapropiada, y que la mitad de los pacientes no los toman correctamente y el uso incorrecto de fármacos abarca la polifarmacia; que es el consumo excesivo de antibióticos e inyecciones; la prescripción no ajustada a directrices clínicas; automedicación inapropiada; siendo las principales complicaciones que se encuentran mayormente en el uso incorrecto de los medicamentos. (Bolaños, 2017)

Una encuesta hecha por el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) en México residen acerca de 15.4 millones de personas de 60 años en adelante de las cuales 1.7 millones viven solas. El 41.4% aún siguen activos y el 69.4% presentan alguna discapacidad. Existe actualmente el problema de que las personas que viven solas no se toman el medicamento que les toca a la hora o incluso vuelven a recibir doble dosis por falta de memoria, así mismo se pretende resolver esta cuestión con un dispensador de medicamentos que ayudará que los adultos mayores puedan obtener el medicamento automáticamente el cuál les avisará la hora correcta sin que olviden su dosis o reciban dosis extras todo esto en el área de geriatría.

### **1.3 Preguntas de investigación**

1. ¿Cuál es el motivo de que las personas del área de geriatría no tomen su medicamento o tomen doble dosis?
2. ¿De qué manera un dispensador de medicamentos ayudará en la entrega de medicamentos a las personas de la tercera edad del área de geriatría?

## **1.4 Objetivos (general y específicos)**

Diseñar un dispensador electrónico y automático con base a un sistema de Arduino con el fin de proporcionar la entrega de medicamentos en el área de geriatría.

1. Determinar las principales enfermedades de las personas de la tercera edad.
2. Analizar cuáles medicamentos son los que más recetan los médicos en el área de geriatría.
3. Hacer un diseño de un dispensador por medio de un sistema de Arduino.

## **1.5 Justificación de la investigación**

Las personas de la tercera edad o del área de geriatría tienen el sistema inmune un poco más débil que las personas jóvenes, es por ello que constantemente reciben medicamentos para diferentes enfermedades o síntomas que vienen con la ancianidad, esto lo puede desequilibrar incluso hasta descompensar, con frecuencia deben acudir con un médico especialista para la recepción de receta de medicamentos, cuando ellos no cuentan con algún familiar que los apoye se exponen a vulnerabilidad, ya que no hay quien pueda estar con él apoyándolo en un momento de su vida o las condiciones económicas que necesite.

Usar medicamentos racionalmente significa, según la definición de la Organización Mundial de la Salud (OMS, 1985) que los pacientes reciban sus fármacos apropiados para sus necesidades clínicas y dosis ajustadas a su situación particular, durante un período adecuado de tiempo y al mínimo costo posible para ellos y para la comunidad, pero el uso incorrecto de los medicamentos en las personas de la tercera edad les puede generar un escenario nocivo para su salud, también puede crear una resistencia a los antimicrobianos, reacciones adversas a los medicamentos prescritos, errores de medicación, desperdicio de recursos y pérdida de confianza del paciente (Bolaños, 2017), es

por ello que se han creado diversos tipos de dispensadores de medicamentos con la finalidad de que su uso sea constante y efectivo para las personas geriátricas que no cuentan con apoyo de alguna persona o que los medicamentos ya han sido prescritos anteriormente y han creado alguna resistencia u otras afecciones ya dichas.

La Comisión Nacional de los Derechos Humanos (CNDH) pone en desarrollo estrategias cuyo eje fundamental es la perspectiva de los derechos humanos, de igual manera se hace patente la necesidad de invertir en la formación de capital humano especializado en la atención de la población mayor de 60 años; en investigación geriátrica y gerontológica. (Humanos, Informe Especial sobre la Situación de los Derechos Humanos de las Personas Mayores en México, 2019).

Por este motivo se realiza el proyecto basado en un dispensador de medicamentos, ya que se han realizado diversos estudios en los cuales se menciona sobre los beneficios de la dispensación de fármacos y se calificaron como capaces para la necesidad de los adultos mayores en el área de geriatría, aunado a esto permite controlar el acceso de cualquier tipo de medicamento, puesto que tiene en sus componentes un sensor que ayuda a la dosificación de cada uno de ellos, así como mantener el stock de cada uno, ya que el sistema puede verificar claramente el inventario actualizado, además contiene una alarma que ayuda a que el despectivo se tome a la hora que se recetan, también incluye una pantalla LCD que auxiliará a las personas a ver el tiempo que falta para tomar el fármaco o incluso mostrará la hora que se despachará y la cantidad de pastillas.

## **Capítulo II Marco teórico**

## **2.1 Estado del arte**

Ya que se definió la problemática, se busca ir un paso más adelante en el proceso y recordatorios de las tomas de cada medicamento diario. Actualmente, existen numerosos dispositivos que se encargan de la separación de las pastillas y que permiten hacer los diferentes recordatorios de la hora que se debe tomar cada fármaco, estos sistemas consisten en pastilleros los cuales contienen compartimientos en donde se pueden insertar las pastillas así mismo el dispositivo suena a la hora programada.

Algunos de los diferentes dispositivos se programan a través de su propio dispositivo y otra parte de ellos se programan por medio de una aplicación, para lo anterior es necesario estar presente en donde se encuentre el pastillero para poder programar las alarmas correspondientes a los horarios establecidos en cada receta médica, también cabe mencionar que estos dispositivos no disponen de ningún mecanismo que pueda garantizar la toma de cada fármaco en los horarios establecidos.

### **2.1.1 Pastillero electrónico de 2 compartimientos Gima**

El pastillero tiene unas medidas de 9 x 5 x 2 cm, es fuerte y compacto por su tamaño, tiene dos compartimientos que se encargan de operar con un cronómetro regresivo de 20 horas que a su vez se programará cada vez que venza el tiempo establecido, cuenta con una alarma sonora con volumen intenso.

Es utilizada por personas que solo requieren memorizar un medicamento al día y la toma es en un tiempo corto, este dispositivo no es recomendable para personas que tienen algún tipo de discapacidad, ya que su diseño es como un pastillero clásico y por su grado de autonomía será difícil para las personas discapacitadas poder utilizarlo. En la siguiente se muestra el dispositivo.

**Figura 2**

Pastillero electrónico de 2 compartimientos Gima



**Fuente:** Intellingent Pharma, 2019

### **2.1.2 Pastillero inalámbrico MedMinder**

Este sistema está hecho como un dispositivo de pastillas clásicas, pero incluye una alarma que se unifica con el mismo, este sistema incluye una gestión web.

Se dice que este pastillero es un sistema notablemente sofisticado que otros más, ya que permite programar los horarios desde la web sin la necesidad de encontrarse en donde esté dicho dispositivo.

Su precio en Estado Unidos no es precisamente accesible para las personas, parte desde los \$49.99 USD por mes de suscripción, esta es su versión más económica que tiene, además solo está disponible en EUA para su contratación. La Figura 3 muestra el dispositivo. (MedMinder, 2019)

**Figura 3**

Pastillero inalámbrico MedMinder



**Fuente:** Intelligent Pharma, 2019.

### **2.1.3 Pastillero electrónico transparente TabTime Medelert**

Es un pastillero electrónico que cuenta con un número exacto de compartimientos, se puede programar para que pueda liberar hasta 6 pastillas al día, contiene una luz led de color roja que funciona para avisar de forma visual la alarma, también cuenta con 3 tipos de señales acústicas que con ellas se puede identificar la alarma, puede durar 30 minutos después de haberse activado y se apagan cuando se manipula el sistema para poder tomar el medicamento.

Este dispositivo es demasiado robusto, asequible e inteligente, cuenta con un reloj de cristal líquido con un formato de 12 o 24 horas, su cubierta transparente ayuda a que se puedan observar las pastillas cada vez que se vaya a tomar el medicamento, permitiendo que se observe la cantidad que queda en el sistema. En la se muestra el dispositivo.

**Figura 4**

Pastillero electrónico transparente TabTime Medelert



**Fuente:** Intelligent pharma, 2019.

#### **2.1.4 Pastillero electrónico de 6 compartimientos BrillantDay**

Este dispositivo es pequeño y práctico ya que cuenta con 7 compartimientos completamente echo de plástico hipoalergénico con un sistema de abertura manual, tiene la capacidad de avisar la hora de cuando se debe de tomar el medicamento mediante una alarma incluida.

Incluye 5 alarmas diferentes que se pueden programar en función de recordatorios sonoros, son efectivos y fáciles de escuchar.

Este no es un dispensador de medicamento de los más sofisticados, ya que no cuenta con apertura automática y sistemas de seguridad, sin embargo, está diseñado para las personas que solo requieran de un recordatorio al día, ya que es portátil, siendo posible llevarlo a varios lugares, ya que no ocupa mucho.



**Figura 5**

Pastillero electrónico de 6 compartimientos BrillanDay



**Fuente:** IntelligentPharma, 2019

### **2.1.5 Pastillero electrónico con juego de recordatorios Cisixin**

Es un sistema electrónico discreto y fácil de programar, su diseño es práctico ya que sus botones son de un tamaño grande e individuales hacen que la selección de los horarios sea más eficaz, incluso para aquellas personas que no están acostumbradas a la tecnología.

Está diseñado con 4 compartimientos separados y una cubierta que se abre a la hora que se debe de tomar el fármaco a la hora predeterminada, no se recomienda dejar en lugares accesibles para los niños o personas discapacitadas, ya que no cuenta con elementos de seguridad.

El volumen que incluye es ideal para quienes tienen problemas de audición o si se lleva en la bolsa, también es recomendable para aquellas personas que solo necesitan tomar varias dosis al día, pero se debe recargar diario para así poder tener el dispositivo con las pastillas necesarias. En la se muestra el dispositivo.

**Figura 6**

Pastillero electrónico con juego de recordatorios Cisixin



**Fuente:** Intelligen Pharma, 2019

## **2.2 Fundamentos teóricos**

### **2.2.1 Análisis de los medicamentos**

(COFEPRIS, 2020) pone al alcance una forma de como las personas pueden notificar una sospecha de que los medicamentos les provocan reacciones adversas (SRAM), esto es causado al uso de un medicamento que son conocidos por causar malestares en los pacientes que los consumen, así mismo ponen a disposición por medio de la Comisión Federal para la Protección contra Riesgos Sanitarios (COFEPRIS) junto con la Dirección Ejecutiva de Farmacopea Y farmacovigilancia (DEFFV) herramientas que ayudan al público a notificar (SRAM) y otros problemas ocasionados por el uso de los medicamentos.

Algunos pacientes geriátricos cuentan con distintas patologías, las cuales se pueden mencionar en las diferentes enfermedades del aparato circulatorio

(insuficiencia cardíaca, enfermedades cerebro-vasculares, arteriosclerosis, hipertensión); los disturbios metabólicos, nutricionales y endocrinos (alteraciones del paladar, enfermedades periodontales, osteoporosis, incontinencia urinaria, artritis reumatoide, diabetes mellitus), trastornos mentales y de comportamiento (enfermedad de Alzheimer, enfermedad de Parkinson, depresión etc., así como los endocrinos.) que, de un modo general, necesitan ser tratadas con medicamentos.

Fármacos de uso continuo: La actualización de la información y la prescripción medicamentosa en los pacientes geriátricos es valorada mediante tres factores principales: el crecimiento demográfico; se debe a la expansión demográfica de las personas mayores de 75 años con necesidades de cuidado de salud, las cuales incluyen las terapéuticas medicamentosas.

El segundo factor es el aumento del consumo de drogas por los pacientes ancianos: investigaciones muestran que los fármacos vendidos, la mayoría, eran para personas sin prescripción médica y aproximadamente la mitad eran ancianos.

En tercer lugar, a partir del aumento de la edad: existe un crecimiento aparentemente descontrolado de la susceptibilidad que puede presentar reacciones adversas. Eso puede ocurrir especialmente con determinados grupos de drogas que provocan diversas acciones sobre el sistema nervioso central y sobre el sistema cardiovascular. (Filié, Satie, Maria, & Barros, 2009)

Así mismo los medicamentos que se utilizan hoy en día con más frecuencia son aquellos que se emplean para el tratamiento e hipertensión arterial, diabetes mellitus y/o problemas mentales y factores que puedan estar asociados entre sí, ya que las personas de la tercera edad son los principales consumidores de medicamentos, pero al mismo tiempo son más susceptibles a reacciones adversas medicamentosas. En la Tabla 1: Ejemplo de reacciones adversas en las personas de la tercera edad se muestran algunos medicamentos que dan reacciones adversas a las personas mayores

**Tabla 1:** Ejemplo de reacciones adversas en las personas de la tercera edad

| <b>Medicamento</b>         | <b>Reacciones</b>  |
|----------------------------|--|
| Antiinflamatorios          | <ul style="list-style-type: none"><li>• Irritación gástrica</li><li>• Hemorragia crónica</li></ul>   |
| Anticolinérgicos           | <ul style="list-style-type: none"><li>• Estreñimiento</li><li>• Retención urinaria</li><li>• Delirio</li></ul>   |
| Antihipertensivos          | <ul style="list-style-type: none"><li>• Hipotensión</li></ul>  |
| Diuréticos                 | <ul style="list-style-type: none"><li>• Deshidratación</li><li>• Hiponatremia</li><li>• Hipopotasemia</li><li>• Incontinencia</li></ul>                                  |
| Antidepresivos tricíclicos | <ul style="list-style-type: none"><li>• Efectos anticolinérgicos</li><li>• Hipotensión postural</li><li>• Taquicardia</li><li>• Conducción cardiaca prolongada</li></ul> |
|                            | <ul style="list-style-type: none"><li>• Sedación</li><li>• Alteraciones cognitivas</li></ul>   |
| Sedantes e hipnóticos      | <ul style="list-style-type: none"><li>• Sedación excesiva</li><li>• Trastornos de la marcha</li><li>• Delirio</li></ul>  |
| (Escuela de Medicina)      |  |

**Fuente:** Fuente propia, 2021

## **2.2.2 Análisis ergonómico para las personas geriátricas**

### **2.2.2.1 Gerontología**

El término gerontología proviene de los prefijos geronto, que significa viejo, y logo, que equivale a un estudio o tratado. Se define como la ciencia interdisciplinaria que estudia la vejez y el envejecimiento con un enfoque psicológico, biológico y social que influye de una manera muy importante en la forma como el ser humano asume y vive su proceso de envejecimiento. (Martinez, Mitchell, & Aguirre)

(Mayores, 2019) Menciona que una persona que se dedica a la gerontología debe estar formada de manera multi, inter y transdisciplinar, que cuente con aptitudes, capacidades y habilidades tal como la ética profesional, crítica y autocrítica, resiliencia, para que pueda generar nuevos conocimientos, así como el liderazgo, trabajo en equipo, las relaciones interpersonales, una comunicación oral y escrita, investigación, desarrollo, habilidades pedagógicas y gerontológicas, ser cálido y gentil, respetuoso, empático, habilidad de escucha, entre otras.

Así que para aquellos profesionales que se asocian en la atención a la vejez, la persona anciana y el envejecimiento, deben especializarse en el área gerontológica, para que así realicen sus intervenciones sustentadas en beneficio de la mejora de la calidad de vida de las personas mayores y al mismo tiempo se pueda brindar una atención de calidad y con una calidez para este grupo poblacional.

### **2.2.2.2 Gerontodiseño**

El Dr. M. Powell Lawton define la gerontotecnología como la adaptación y el desarrollo de producto y servicios que son necesarios para una población envejecida y que envejece cada día. Víctor Papanek, el padre del diseño social, había hablado anteriormente del diseño para la vejez, esto provoca una serie de

críticas y recomendaciones enfocadas a la generación de proyectos de diseño socialmente responsables.

El doctor en antropología social y cultural, Joaquín Parra Marujo, define al gerontodiseño como:

“La aglutinación de la gerontología con el diseño en el sentido de existir un designio de proyectar, concebir y adaptar modelos a los adultos mayores y no de maliciosamente conspirar para vender modelos diseñados para personas con deficiencias” (Parra–Marujo, 2006:2). (Maya & Rubio, 2015)

Con el fin de encontrar una solución a la problemática planteada se debe de tener en cuenta distintos conocimientos con criterio multidisciplinario que se aplique en el trabajo, sistemas, productos y ambientes que se adapten a las capacidades, limitaciones físicas y mentales de las personas de la tercera edad para poder mejorar la eficacia, seguridad y bienestar de ellos. Los diversos diseños que se tienen que tomar en cuenta para la realización de algún producto son:

- Diseño sustentable por la tríada de la economía, la sociedad y el ambiente (Thorpe, 2007): este diseño engloba la relación que el humano mantiene con los objetos desde distintos niveles, tal como son el reflectivo, visceral y de comportamiento.
- Diseño centrado en el comportamiento: este diseño se enfoca en la satisfacción de las necesidades que tiene la persona para la cuál se diseñará y para ello se utiliza un método de diseño centrado en el usuario.

Para el uso de un diseño centrado en el comportamiento está regido principalmente por principios que fueron desarrollados por el ergonomista Royal Free Hospital de Londres, Stephen Pleasant en 1996 los cuales son:

- ➡ Empírico: se basa en las decisiones de un diseño de los datos relativos de las características físicas y mentales de las personas.
- ➡ Iterativo: es un proceso sociológico en el cual la fase de investigación va seguido de la etapa de diseño y las soluciones que se generan suelen ser evaluadas empíricamente.

- ➔ Participativo: incorpora al usuario final del producto como participante del diseño.
- ➔ Trata de adaptar el producto al usuario y no al revés.
- ➔ Pragmático: pueden existir límites para lo que sea realmente práctico en cada caso y busca que el resultado sea el mejor dentro de los límites. (Maya & Rubio, 2015)

### **2.2.2.3 Ergonomía como herramienta del diseño**

La ergonomía se puede definir como la disciplina científica que se encarga de la comprensión de las interacciones entre los seres humanos y los elementos que se encuentran en su entorno, esto por La Asociación de Ergonomía Argentina. Los profesionales que se encargan de investigar aplican teoría, principios, datos y métodos con el fin de optimizar el diseño de los productos y sistemas con el fin de facilitar y mejorar la interacción de las personas con su entorno.

En el sistema ergonómico se consideran la mayor parte de factores alrededor de la interacción que se originan entre el usuario, la actividad, el objeto y el entorno, sirve para incrementar la experiencia de usabilidad de un producto o sistema. Según la Asociación Internacional de la Ergonomía, se puede clasificar a la ergonomía en tres categorías:

- La primera es la ergonomía física: esta categoría trabaja sobre las características anatómicas del ser humano.
- La segunda es la ergonomía cognitiva: se refiere a las interacciones mentales como la percepción, la memoria o el razonamiento
- La tercera es la ergonomía organizacional: esta se encarga de la fluidez de los sistemas complejos dentro de organizaciones basadas en la comunicación. (De Lavallo Herrera, 2014, p27) (Martin, 2020)

## **2.3 Herramientas**

### **2.3.1 Arduino**

Es un sistema de microcontrolador monoplaca con un hardware libre que es fácil de usar con un bajo costo que fue desarrollado principalmente para favorecer el uso de la electrónica en diseños artísticos y al mismo tiempo interactivos para las personas no expertas.

Hoy en día existen más de 20 modelos de plataformas Arduino con diferentes características, posibilidades, número de entradas/salidas, microcontrolador, etc. Los microcontroladores que son más utilizados actualmente son de la familia AVR de ATMEL, aun cuando parte de las plataformas utilizan otros microcontroladores, como por ejemplo Cortex M3 de ARM, que son de 32 bits. (Herrero & Sánchez, 2015).

#### **2.3.1.1 Arduino Mega 2560**

Esta placa de Arduino Mega 2560 está diseñada para proyectos complejos. Contiene 54 entradas/salidas digitales, con 16 entradas analógicas y un tamaño considerablemente grande para la facilitación las conexiones, todo esto hace que la placa sea la adecuada para robótica o incluso para construir impresoras 3D.

##### **Características:**

- ➔ Microcontrolador: ATmega2560
- ➔ Voltaje Operativo: 5 V
- ➔ Voltaje de Entrada (recomendado): 7-12 V
- ➔ Voltaje de Entrada (límites): 20 V
- ➔ Pines I/O digitales: 54 (15 con salida PWM)



- ➔ Pins de entrada analógica: 16
  - ➔ Corriente DC por cada Pin Entrada/Salida: 40 mA
  - ➔ Corriente DC entregada en el Pin 3.3 V: 50 mA
  - ➔ Memoria Flash: 256 KB (8 KB usados por el bootloader)
  - ➔ SRAM: 8 KB
  - ➔ EEPROM: 4 KB
  - ➔ Velocidad de reloj: 16 MH
  - ➔ Longitud: 101.52 mm
  - ➔ Anchura: 53.3 mm
- (ARDUINO, PARA, 2021)

**Figura 7**

Arduino Mega 2560



**Fuente:** Página web Arduino, 2010

### 2.3.2 Pantalla LCD

Por sus siglas en inglés LCD (Liquid Crystal Display, Pantalla de Cristal Líquido), como su nombre lo dice, es una pantalla formada por píxeles en color o monocromos que están colocados delante de una fuente de luz reflectora, por lo regular se utiliza en proyectos de electrónica que son portables, ya que consumen una cantidad pequeña de energía eléctrica.

Una de las formas en las que pueden ser usadas las pantallas LCD son para mostrar datos en pantalla de modo gráfico, en el que cada pixel está caracterizado por una palabra de tamaño determinado, esto puedes ser (1 bit, 8 bits, etc.)

#### **Características:**

- Tamaño: Su medida se expresa en pulgadas
- Resolución: Sus dimensiones se indican de horizontal y vertical. Las pantallas con la resolución en 5hz son las LCD gráfica de 128x64 que a pesar de su tamaño pueden ser suficientes para las aplicaciones estudiantiles y algunas industrias que requieren tener algo claro y legible en un tamaño práctico.
- Brillo: Es importante analizarla, ya que depende a la aplicación es como se requerirá la luz para poder apreciarse o viceversa.
- Iluminación LED: Se puede presentar de dos maneras, la primera puede ser en un solo color (generalmente blanco) o en RGB, pero los blancos son los que más se emplean .
- Contraste: Se le conoce como a la relación de la intensidad más brillante a la más oscura. (Pino, Hernández, Vento, & Hernández , 2012)

**Figura 8**

Pantalla LCD



**Fuente:** Página Displays de cristal líquido, 2012

### **2.3.3 Servomotor**

Es un dispositivo electromecánico que consta de un motor eléctrico, un juego de engranes y una tarjeta de control, que se encuentra al interior de una carcasa de plástico. Estos dispositivos tienen la capacidad de ser controlados en posición así mismo es capaz de ubicarse en posiciones dentro de un rango de operaciones que usualmente son de 180° pero puede ser modificado muy fácilmente para que pueda tener un giro libre de 360°. (Mecafenix, 2017)

#### **2.3.3.1 ¿Como funciona un servomotor?**

Estos dispositivos funcionan por medio de modulación de ancho de pulso (PWM), los servomotores cuentan con tres cables, dos de los cuales son para la alimentación Vcc y Gnd (4.8 a 6 Volts) y el tercero es para aplicar el tren de pulsos de control, este sirve para que la posición del servomotor sea el indicado.

La frecuencia que se usa para mandar la secuencia de pulsos es de 50 Hz, que significa que cada ciclo dura 20 ms.

### 2.3.3.2 Partes de un servomotor

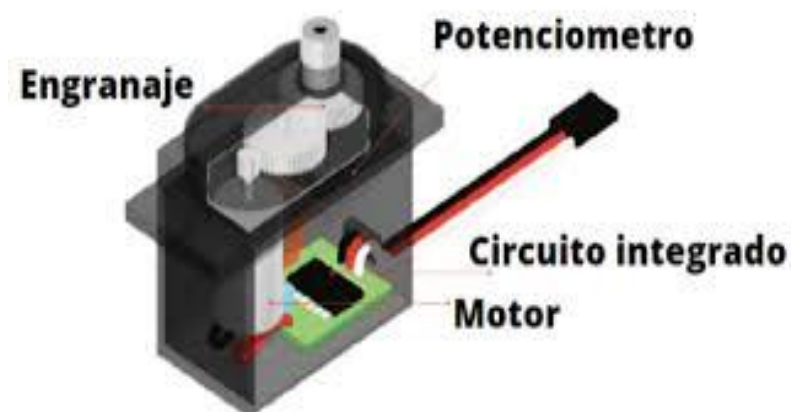
Motor de corriente continua (DC): Es el que le da movilidad al servomotor, este motor gira cuando se le aplica un potencial a las dos terminales en un sentido a una velocidad máxima. El voltaje que se le aplica en las dos terminales se invierte, el sentido del giro también se invierte.

- Engranajes reductores: Cuenta con engranajes que se encargan de reducir la velocidad alta del giro del motor para incrementar la capacidad del torque.
- Sensor de desplazamiento: Este es un potenciómetro que está colocado en el eje de salida y se utiliza para conocer la posición angular del motor.
- Circuito de control: Esta es una placa electrónica que implementa una estrategia de control de la posición por realimentación.

Existen dos tipos de servomotores, uno es el analógico y otro es digital. Estos pueden ser iguales a nivel del usuario, pero tienen una misma estructura, la principal diferencia entre ellos se encuentra en la adición de un microprocesador en el circuito de control. El microprocesador es el encargado de procesar la señal PWM de entrada y de controlar el motor mediante pulsos con una frecuencia que puede ser 10 veces superior a los servomotores analógicos.

**Figura 9**

Servomotor



**Fuente:** Página web ¿Qué es y como funciona un servomotor?, 2017

### 2.3.4 Sensor infrarrojo CNY70

Este dispositivo es un sensor óptico infrarrojo que tiene un rango de corto alcance, utiliza colores de objetos y superficies para poder detectarlos. Es usado para construir pequeños proyectos que contienen un emisor de radiación infrarroja (fotodiodo) y un receptor (fototransistor). El fotodiodo puede transmitir un haz de radiación infrarroja y el fototransistor que recibe ese haz de luz cuando se refleja sobre alguna superficie u objeto.

#### 2.3.4.1 Especificaciones:

- Tipo de emisor: Fotodiodo IR
  - Tipo de detector: fototransistor
  - Dimensiones (L x W x H en mm): 7 x 7 x 6
  - Distancia de funcionamiento máximo: <0.5 mm
  - Longitud de onda del emisor: 950 nm
- (SanDoRobotics, 2019)

**Figura 10**

Sensor Infrarojo CNY70



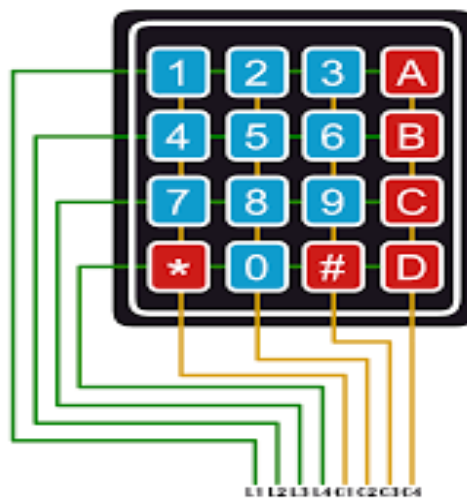
**Fuente:** Página web Sensor Infrarojo CNY70

### 2.3.5 Teclado matricial

Es una colección de botones de las cuales a cada una se le asigna un símbolo o una función determinada, estas teclas se pueden conectar a un pin del Arduino para poder ser leídos. Puede estar organizada en una matriz de teclas en filas y columnas que suelen ser de 4x4. (PROMETEC.NET, 2018)

**Figura 11**

Teclado matricial



**Fuente:** Página web Teclados Matriciales, 2018

### 2.3.6 Diodo LED

Los dispositivos de emisión de luz LEDs por sus siglas en inglés (Light Emitting Diodes) son algunas clases de instrumentos que ha dado un mayor ímpetu a la industria de los componentes semiconductores, estos diodos se diferencian de los convencionales, de silicio o germanio, que emiten una radiación muy alejada del espectro visible. (Sanchis & Ejea, 2008)

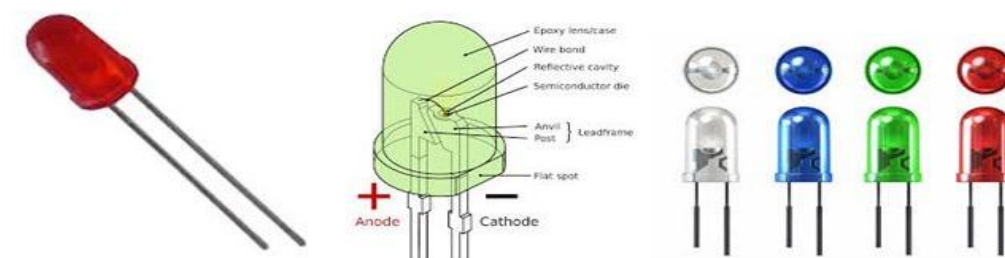
### 2.3.6.1 Funcionamiento del LED

Un LED es la unión de **p** y **n** directamente polarizada en la que se inyectan electrones y huecos en una región en donde son recombinadas, en una recombinación radiante electrón y hueco se recombinan emitiendo un fotón y en una recombinación no radiante da lugar a calor o vibraciones de la estructura.

(Sanchis & Ejea, 2008)

**Figura 12**

Diodo LED



Veamos el símbolo de diodo led:



**Fuente:** Página web de Led Tecnología, 2018

### 2.3.7 Bocina altavoz

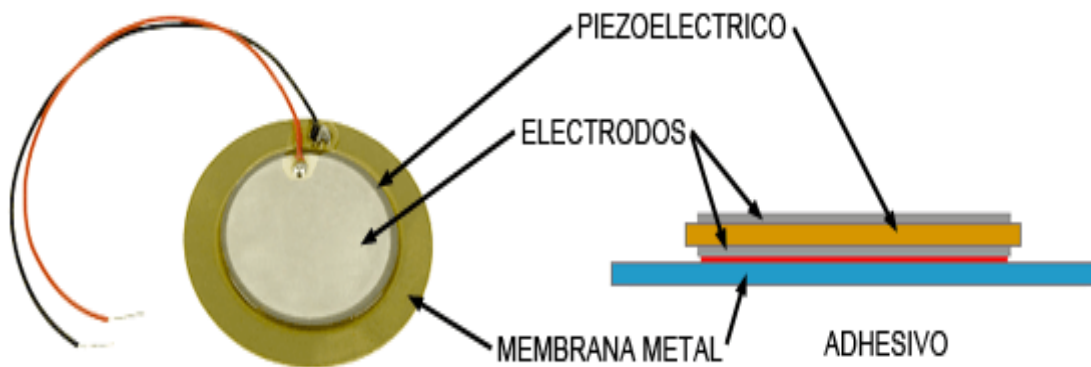
Es un dispositivo conocido también como buzzer pasivo que permiten convertir una señal eléctrica en una onda de sonido, disponen de electrónica interna por lo que se le tiene que proporcionar una señal eléctrica para que se pueda conseguir el sonido deseado. También disponen de un oscilador interno por lo que únicamente se tiene que alimentar el dispositivo para que produzca el sonido. Así mismo se tiene la ventaja de que se pueda modificar el sonido emitido modificando la señal que se aplica al altavoz lo que le permite generar las melodías.

### 2.3.7.1 Funcionamiento del Buzzer

Son transductores electroacústicos, o sea dispositivos que pueden convertir las señales eléctricas en un sonido, los buzzer son transductores piezoeléctricos que tienen la propiedad especial de variar el volumen al ser atravesados por corrientes eléctricas. Este aprovecha el fenómeno que se crea para hacer vibrar una membrana al atravesar el material piezoeléctrico con una señal eléctrica. Y su funcionamiento está basado en el magnetismo. (Luis Iltamas. Ingeniería, 2016)

**Figura 13**

Bocina altavoz o buzzer



**Fuente:** Página web UAEH, 2021

## 2.4 Tecnologías de desarrollo

Hoy en día existen un sinnúmero de tecnologías que pueden ser utilizadas para el desarrollo de proyectos complejos como proyectos sencillos, y para la presente propuesta se recomienda utilizar la siguiente tecnología basándose en la comodidad, el funcionamiento y lineamiento que se requiere.



### **2.4.1 Sistema operativo**

(De la cruz, 2018) Menciona que un sistema operativo es un conjunto de programas informáticos que ayudan a una mejor administración de los recursos de una computadora, los programas comienzan a trabajar justo cuando la computadora es encendida, ya que el hardware opera desde los niveles más básicos posibles y permiten una buena interacción con el usuario.

También es definido como el software básico en cualquier computadora y hacen que la computadora funcione de forma general, ya que responde mediante instrucciones generales, por ejemplo, leer un disco, imprimir un documento, reproducir un sonido o incluso instalar otros programas.

### **2.4.2 Windows 10**

Windows 10 como sistema operativo es una de sus últimas versiones de Microsoft Windows, es utilizado en computadoras personales, computadoras portátiles, netbooks, tabletas, servidores y centros multimedia. La interfaz del usuario ha sido modificada para que el uso de pantallas táctiles sea la más adecuada y además es familiar y fácil de usar. (Pérez, 2015)

- ➔ Los requisitos que se necesitan para tener instalado Windows 10 en una PC son los siguientes:
- ➔ Procesador: de 4,40 GHz o más rápido o incluso un sistema en un chip (SoC).
- ➔ RAM: 2 GB para 32 bits y para 64 bits 4 GB.
- ➔ Espacio en disco duro: 250 GB, se requieren 16 GB para un sistema operativo de 32 bits y para un sistema operativo de 64 bits se necesitan 32 GB. Tarjeta gráfica: se necesita una tarjeta de DirectX9 o posterior con un controlador WDDM 1.0.
- ➔ Pantalla: de 800x600.

➔ **Conexión a internet:** se requiere para poder realizar las actualizaciones, descargar y aprovechar algunas características que requieran de internet. (Microsoft, 2021)

**Figura 14**

Sistema Operativo Windows 10



**Fuente:** Página de Windows, 2021.

### **2.4.3 Tinkercad circuits**

Es un simulador online gratuito que ofrece Autodesk, que puede simular modelos 3D, circuitos electrónicos y objetos 3D mediante código (Codeblocks). Es muy fácil de utilizar, ya que puede funcionar como servicio web, ayuda a simplificar su uso considerablemente, además permite el diseño de producto integrado que combina el modelado de piezas 3D sobre componentes electrónicos, también permite la simulación de circuitos en tiempo real que permite probar los diseños electrónicos completamente dentro del navegador antes de que se puedan construir en la vida real, así que Tinkercad ofrece la programación con Arduino e incluye otros elementos programables usando directamente el editor de bloques de código visual o de texto. (Programar, 2019)

**Figura 15**

Tinkercad Circuits



**Fuente:** Página web de Tinkercad, 2019

#### **2.4.4 Entorno de Desarrollo Integrado (IDE)**

Es un entorno de desarrollo integrado IDE por sus siglas en inglés (Integrated Development Environment), es un programa informático que está compuesto por un conjunto de herramientas de programación que puede dedicarse exclusivamente a un solo lenguaje de programación o incluso más de uno.

Consiste en un editor de código ya que es un entorno de programación que se considera como programa de aplicación, también incluye un compilador, un depurador y un constructor de interfaz gráfica.

Sus componentes clásico son:

- Editor de texto: es un programa que permite crear y modificar archivos digitales que solo están compuestos por texto sin formato conocidos como archivos de texto o texto plano.
- Compilador: este es conocido como un programa informático que traduce cualquier programa escrito en un lenguaje de programación a otro tipo de lenguaje generando un programa equivalente que la máquina será capaz de interpretarlo.
- Intérprete: es un programa informático que es capaz de analizar y ejecutar otros programas, escritos en un lenguaje de alto nivel.

- Depurador: en inglés (Debugger), este es un programa que ayuda a depurar o limpiar los errores de otro programa informático.
- Sistema de control de versiones: se le llama así a la diversidad de cambios que se realizan sobre los elementos de algún producto o una configuración del mismo control de versiones.
- Construcción de interfaces gráficas: es conocida como GUI por sus siglas en inglés (Graphical User Interface) es un programa que actúa como interfaz de usuario que utiliza un conjunto de imágenes y objetos gráficos para poder representar la información y acciones que están disponibles en la interfaz.

#### **2.4.4.1 ¿Que es Code::Blocks?**

Es un entorno de desarrollo integrado libre y que es multiplataforme para poder desarrollar programas en lenguaje C++, que se basa en la plataforma de interfaces gráficas WxWidgets y se puede unir libremente en diversos sistemas operativos; este lenguaje C++ es una evolución del lenguaje imperativo de C.

(Alonzo , 2010)

#### **2.4.5 IDE de Arduino**

Es una herramienta que fue desarrollada en el lenguaje de programación de Java, por lo que se puede utilizar en distintos sistemas operativos como lo son Windows, Mac OS X y Linux. Es un software abierto que puede descargarse desde la página oficial de Arduino, así mismo ayuda a la edición y compilación de programas en el lenguaje de Arduino y subirlos en plataformas que se ejecuten. Además dispone de una ventana de tipo Terminal para la comunicación por el puerto serie de las placas de Arduino. Además Arduino incorpora las herramientas para cargar el programa ya compilado en la memoria flash del hardware. El IDE de Arduino va a ser la herramienta de trabajo con Arduino y habrá que conocer su

funcionamiento. Los programas de arduino están compuestos por un solo fichero con extensión ".ino", aunque es posible organizarlo en varios ficheros. El fichero principal siempre debe estar en una carpeta con el mismo nombre que el fichero. (Herrero & Sánchez, 2015)

**Figura 16**

Entorno de desarrollo Integrado de Arduino



**Fuente:** Página de Arduino, 2015

## 2.4.6 Lenguaje de programación

Es un conjunto de reglas o normas que ayudan a que cada programa se pueda asociar a un cálculo que será llevado a cabo por un ordenador, también es conocido como un convenio o acuerdo que permite interpretar lo que significan los programas de dicho lenguaje.

Los lenguajes de programación no son aplicaciones, sino más bien herramientas que permiten construir y adecuar aplicaciones.

Existen muchos lenguajes de programación con características y aptitudes diferentes, estos se encuentran en dos grupos:

- ➔ Lenguajes máquina: en este lenguaje se hace utilizando ceros y unos que son los únicos símbolos que puede entender cualquier computadora.
- ➔ Lenguajes simbólicos: en este las instrucciones de los distintos programas se codifican usando los caracteres de las lenguas naturales. (Ureña, 2012)

Los principales lenguajes de programación que existen son:

- Lenguaje de programación C, C++ y C#
- Java
- Python
- PHP
- SQL
- Ruby
- Visual Basic. NET
- Lenguaje de programación R
- Kotlin

Pero actualmente se encuentran alrededor de 675 lenguajes de programación, ya que el desarrollo de programas cada día se ha vuelto muy extenso. (Epitech, 2021)

# **Capítulo III Desarrollo y metodología**

## 3.1 Procedimiento y descripción de actividades realizadas

### 3.1.1 Descripción del proyecto

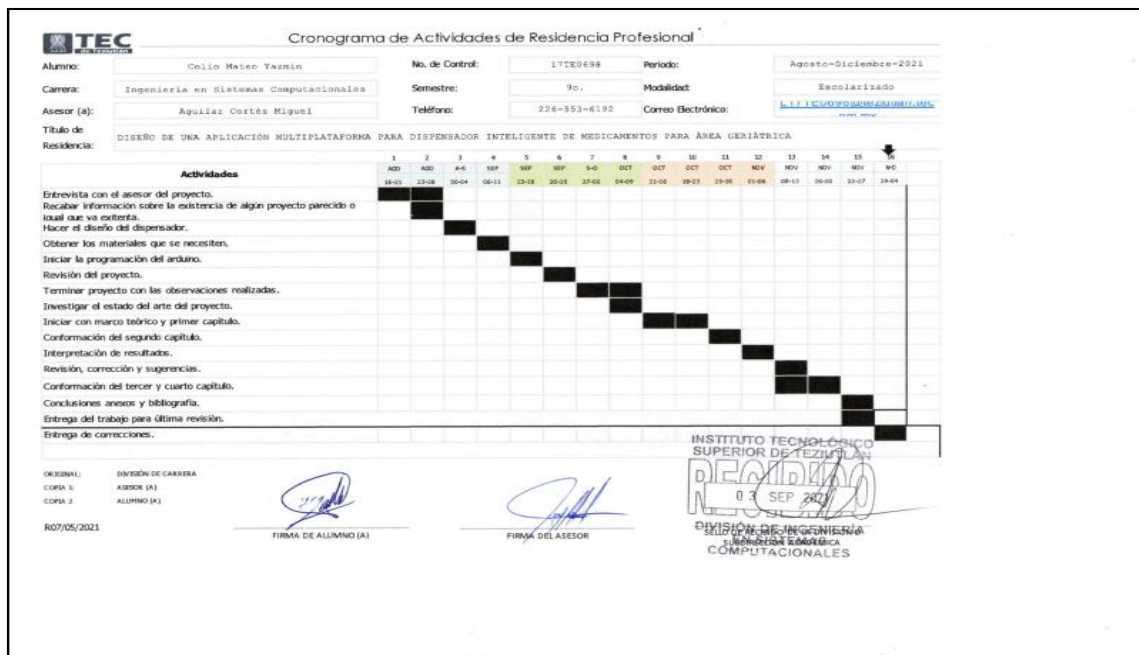
El desarrollo del proyecto consiste en el diseño de un dispensador de medicamentos para el área de geriatría, dado que se analizaron las diferentes causas, enfermedades y problemas que surgen cuando una persona mayor no toma sus medicamentos a la hora indicada. Para la elaboración del proyecto se pretende utilizar un sistema que se compone de ciertos elementos, los cuales nos ayudarán a la dosificación de cada medicamento que se tome en el transcurso del día para que así la persona de la tercera edad tenga una mejor calidad de vida.

### 3.2 Cronograma de actividades

En la Figura 17 se muestra el cronograma de actividades donde se describen que actividades se realizarán para la elaboración de este proyecto.

Figura 17

Cronograma de actividades



Fuente: Subdirección Académica ITST, 2021.



## **3.3 Factibilidad de un proyecto**

Factibilidad es el conjunto de posibilidades que tiene de lograrse un determinado proyecto, en el estudio de factibilidad se le conoce como el análisis que realiza una empresa u otras personas que se encarga de determinar si el proyecto que se propone será bueno o malo, y cuáles serán las estrategias que se tendrán que desarrollar para que sea exitoso.

Para el proyecto en el cual se está trabajando, se analizaron distintas propuestas, las cuales mencionan que traerá beneficios y para esto se ejecutará una investigación de los diferentes aspectos como: factibilidad operativa, técnica y económica.

### **3.3.1 Factibilidad operativa**

La factibilidad operativa de este proyecto consiste en el análisis de los elementos que se pretende utilizar en el diseño del dispensador, así como del conocimiento que tienen los adultos mayores en las distintas tecnologías, pero también se considerarán a las personas que estén apoyando o cuidando a los ancianos enfermos o ya sea que ellos no pueden o no comprendan su funcionamiento, así mismo el personal encargado del proyecto tendrá que estar pendiente del uso del dispensador, ya que puede requerir alguna mejora o este mismo se halla descompuesto, puesto que es un servicio que se brindará a la sociedad, conviene que se organicen algunos pasos o fases tal como los costes implicados.

A futuro se pretende que el proyecto sea empleado en las personas de la tercera edad o de aquellas que tengan la necesidad de ocupar un dispensador para el suministro del medicamento, para que así sea de provecho, esta investigación mostrará las ventajas que se tendrán en comparación de los dispensadores similares que existen en el mercado, la principal ventaja será el alcance a las personas que no cuentan con un capital alto para su compra.

### 3.3.2 Factibilidad técnica

La factibilidad técnica es la encargada de obtener la información necesaria, ya sea en conocimiento, habilidades, equipos o herramientas que son necesarios para la elaboración de un proyecto, en procedimientos, funciones o métodos involucrados en este.

#### ➤ Hardware

**Tabla 2:** Componentes del Hardware

| Componente              | Especificaciones minimas        |
|-------------------------|---------------------------------|
| <b>Procesador</b>       | Intel® Core™ i3-1220P, 4.40 GHz |
| <b>Memoria RAM</b>      | 4 GB                            |
| <b>Disco Duro</b>       | 250 GB                          |
| <b>Tarjeta de video</b> | Estandar                        |
| <b>Mause</b>            | Estandar                        |
| <b>Teclado</b>          | Estandar                        |
| <b>Monitor</b>          | 800x600.                        |
| <b>Impresora</b>        | Estandar                        |
| <b>Tarjeta de red</b>   | Ethernet PCI 10/100 Mbps        |

**Fuente:** Fuente propia, 2021.

#### ➡ Software

**Tabla 3:** Componentes del Software

| Componente                | Requisitos del Sistema                |
|---------------------------|---------------------------------------|
| <b>Sistema Operativo</b>  | Windows 8 en adelante                 |
| <b>Navegador Web</b>      | Google Chrome versión<br>56.0.2924.87 |
| <b>IDE de Arduino</b>     | Estandar                              |
| <b>Tinkercad circuits</b> | Desde internet Online                 |

**Fuente:** Fuente propia, 2021

➤ Herramientas

**Tabla 4:** Herramientas

| Componente               | Especificaciones                                |
|--------------------------|---|
| <b>Arduino Mega</b>      | ATmega2560                                      |
| <b>Sensor CNY70</b>      | Fotodiodo IR, 950nm                             |
| <b>Pantalla LCD</b>      | Resolución en 5hz son las LCD gráfica de 128x64 |
| <b>Teclado Matricial</b> | de 4x4.   |
| <b>Leds</b>              | Estandar  |
| <b>Bocina</b>            | Estandar  |
| <b>Servomotor</b>        | Vcc y Gnd (4.8 a 6 Volts)                       |

### 3.3.3 Factibilidad económica

Este diseño del proyecto contempla los distintos componentes electrónicos con un precio accesible para ayudar a las personas de la tercera edad a economizar en productos que sean de su interés:

- ➡ Costo del personal: La propuesta de este diseño no estima que se va a realizar un gasto adicional en costos del personal.
- ➡ Costo de desarrollo: La propuesta de desarrollo para este diseño no se estima su costo.
- ➡ Costo de hardware: Teniendo en cuenta que el administrador del proyecto posee con equipo necesario, los costos para el hardware son nulos.

- Costos de software:

**Tabla 5:** Costos de Software

| Item                                | Costo   |
|-------------------------------------|---|
| <b>Microsoft Windows 8 64 bits</b>  | Computadora con software original (sin costo) |
| <b>Navegador web</b>                | Sin costo                                     |
| <b>Tinkercad circuits</b>           | Sin costo                                     |
| <b>IDE de desarrollo de Arduino</b> | Sin costo                                     |
| <b>Total:</b>                       | Sin costo                                     |

**Fuente:** Fuente propia, 2021.

Como se muestra en la Tabla 6: Lista de costos de los elementos electrónicos se puede observar los costos de cada componente que se pretende utilizar en el proyecto.

**Tabla 6:** Lista de costos de los elementos electrónicos

| Materiales               | Descripción   | Costo    |
|--------------------------|---|----------|
| <b>Arduino Mega</b>      | Contiene 54 entradas/salidas digitales, con 16 entradas analógicas y un tamaño adecuado, ya que está diseñado para proyectos complejos. | \$400.00 |
| <b>Sensor CNY70</b>      | Es un sensor óptico infrarrojo que tiene un rango de corto alcance  | \$ 35.00 |
| <b>Pantalla LCD</b>      | Las pantallas LCD suelen usarse para mostrar datos en pantalla de modo gráfico.   | \$115.00 |
| <b>Teclado Matricial</b> | Es una colección de botones de las cuales a cada una se le asigna un símbolo o una función determinada.                                 | \$ 50.00 |

|                   |   |                   |
|-------------------|---|-------------------|
| <b>Leds</b>       | Son dispositivos de emisión de luz, que producen una radiación muy alejada del espectro visible.<br><br>Permiten convertir una señal eléctrica en una onda de sonido. | \$ 6.00<br>10 pzs |
| <b>Bocina</b>     | Permiten convertir una señal eléctrica en una onda de sonido.   | \$ 60.00          |
| <b>Servomotor</b> | Tienen la capacidad de ser controlados en posiciones dentro de un rango de operaciones que usualmente son de 180°   | \$ 60.00          |
| <b>Total</b>      |   | \$726.00          |

**Fuente:** Fuente propia, 2021.

➔ Costo total proyecto casi hipotético:

**Tabla 7:** Costos proyecto caso hipotético

| Item                            | Costo     |
|---------------------------------|-----------|
| <b>Costo personal</b>           | Sin costo |
| <b>Costos del desarrollo</b>    | Sin costo |
| <b>Costos de hardware</b>       | Sin costo |
| <b>Costos del software</b>      | Sin costo |
| <b>Costos de la herramienta</b> | \$ 726.00 |
| <b>Total:</b>                   | 726.00    |

**Fuente:** Fuente propia, 2021

### **3.4 Método y tipo de investigación**

El método de investigación Descriptiva consiste en describir situaciones y eventos, además busca especificar las propiedades de más importancia en las personas, grupos o comunidades que sean sometidos a un análisis.

El presente proyecto que se elaboró consiste en dicho método, ya que se encarga en describir a la población del área de geriatría acerca del consumo de medicamentos para saber como un dispensador de medicamentos puede ayudar a que sea más fácil la toma de todos los medicamentos que tengan que ingerir. Así mismo, este estudio es una investigación de tipo cualitativa, dado que las técnicas que se emplean nos servirán para obtener un enfoque del comportamiento de las personas mayores del área de geriatría. (Fernández, Hernández, & Baptista, 1997)

### **3.5 Alcance y enfoque de la investigación**

Por medio de la investigación que se realizó para identificar los problemas que existen en la actualidad con los adultos mayores que se encuentran en el área de geriatría, se sabe que uno de los principales problemas que se localizaron son la falta de medicación en el horario que el médico especifica, ya que en algunos adultos mayores requieren de su medicamento para tratar enfermedades crónicas que se controlan con fármacos.

### **3.6 Hipótesis**

Cuanto mayor es el grado de la enfermedad en los adultos de la tercera edad en el área de geriatría, un dispensador de medicamentos será de ayuda en el aumento de la dosis de medicamentos que consumirá.

### **3.6.1 Variables**

➔ **Variable independiente:** Diseño de un dispensador de medicamentos.

## **3.7 Diseño y metodología de la investigación**

En el proceso del diseño y metodología de la investigación que se realizó es de carácter cualitativo, con un diseño de índole descriptivo, con un tipo de investigación documental informativa, puesto que se consideraron métodos de recolección de datos, tal como lo son métodos de análisis de contenido cualitativo que son fuentes de información secundarias, realizados a través de una serie de consultas a documentos de investigaciones ya existentes, revistas, libros y páginas de internet que aporten información sobre las personas de la tercera edad en el área de geriatría.

Las técnicas para la recolección de datos que se utilizaron para el proyecto del diseño de un dispensador de medicamentos del área de geriatría se hizo uso de la revisión de documentos.

### **3.7.1 Diseño metodológico**

Tipo de investigación: se aplica una investigación básica, los objetivos son de índole descriptiva y método de indagación cualitativa.

- Enfoque de investigación: cualitativa.
- Nivel de investigación: descriptivo.
- Sujetos que intervienen: adultos de la tercera edad del área de geriatría.
- Técnica de recolección de datos: revisión de documentos.
- Instrumento: análisis documental.
- Procesamiento de datos: análisis de contenido.

Lo anterior a esto surge a raíz del planteamiento del problema, ya que menciona que las enfermedades de las personas mayores de la tercera edad del área de geriatría suelen padecer de enfermedades crónicas por las cuales es necesario tomar medicamentos regularmente en un horario determinado; sin embargo, algunas personas ancianas requieren de personal calificado o familiares que vea por su salud, puesto que ellos no pueden valerse de sí mismos. Entonces se puede mencionar que, si bien se ofrece un diseño de dispensador de medicamentos para el área de geriatría, dependería el uso de las personas adultas el aprovecharlo al máximo.

### **3.8 Selección de muestra**

La selección de muestra es el conjunto de elementos del cual se quiere conocer ciertos aspectos, para que los resultados adquiridos sean confiables será necesario obtener los datos de los elementos poblacionales, con solo llevar a cabo una recolección de las variables de un subconjunto de elementos denominados muestra. (T., J.L.R, Martín , S., & F.J, 2007)

#### **3.8.1 Población o universo**

Se le conoce como el conjunto de casos que concuerdan con determinadas especificaciones, ya que se identificó la población, el INEGI menciona que en una encuesta echa en México residen cerca de 15.4 millones de personas de 60 años en adelante, de las cuales 1.7 millones viven solas, también dice que el 41.4% de los adultos mayores aún siguen activos y el 69.4% presentan alguna discapacidad. Lo anterior no concluye con la premisa de que el diseño de un dispensador de medicamentos no ayude a las personas de la tercera edad.

Aunque este dispensador se encontrará disponible al público en general, el área de estudio se acota aún más, ya que al hacer énfasis en las personas mayores



de la tercera edad en el área de geriatría, se sabe que existen algunos dispensadores que están prontas y ayudan de manera efectiva, pero cuentan con algunas deficiencias, entre las más destacadas está el precio de la unidad, puesto que es muy elevado y en consecuencia aquellos adultos que se encuentran solos no tendrán la facilidad de poder adquirirlo.

Con respecto a la muestra y dado a la índole de la investigación del proyecto, se utilizará un tipo de muestra no probabilística en una de sus divisiones de muestra que es la sujeta a voluntarios; este tipo de muestreo se utiliza cuando nos enfrentamos a sujetos que creen tener el conocimiento del tema o la experiencia, es una muestra seleccionada por lo cual no se sabe cuantos participantes ayudarán, así mismo para analizar la viabilidad del proyecto se requerirá el apoyo de las personas mayores de la tercera edad que se encuentren cerca.

### **3.9 Recolección de datos**

Para entender el concepto de recolección de datos citando a (Corbetta, op. cit.), al expresar que existen: "tres acciones básicas que el hombre utiliza para analizar con profundidad la realidad social que lo rodea, las cuales son: observar, preguntar y leer". Dicho lo anterior se permite considerar que la principal técnica de recopilación de datos de la investigación cualitativa se dividen en tres categorías, la primera se basa en la observación directa, la segunda es la entrevista a profundidad y por último la que se empleará es la del uso de documentos.

El uso de documentos es una técnica fundamental que se plantea para la recolección de datos en una investigación de tipo cualitativa, porque ayuda a conocer múltiples documentos de diversa índole que se han generado y se continúan generando en la humanidad a través de la institución o en el ámbito individual de los seres humanos, estos se pueden resumir en dos grandes conjuntos: Personales e institucionales.

### **3.9.1 Documentos personales**

Esta clasificación de documentos juega un papel muy importante en la investigación social, ya que permite conocer y comprender cuáles eran (si la investigación habla de procesos históricos), las motivaciones o formas de pensar de las personas que los escribieron y aún más si no es posible acceder a ellos, puesto que hayan fallecido, a través de otra técnica tal como la entrevista. Esta categoría se subdivide en: autobiografías, diarios, cartas, testimonios orales. La última se subdivide a su vez en: testimonios de vida e historia oral.

Resumiendo el estudio de documentos personales permite tener una visión cronológica del contexto en el cual se desenvuelve la temática, así como se puede conocer los detalles únicos y privados sobre algún aspecto personal del autor o de alguna persona o hecho referenciado ahí.

### **3.9.2 Documentos institucionales**

En esta categoría se observan los documentos por la institución de una nación o de cualquier individualidad trabajando en funciones institucionales, que a diferencia de los documentos personales, estos son de naturaleza pública. Una clasificación de este tipo de documentos puede ser: medios de comunicación, narrativa, textos pedagógicos, cuentos populares, material judicial, documentos políticos, empresariales, administrativos y huellas físicas. (Nuñez, 2016)

De esta manera se fue posible hacer una recolección de información acerca de todos los factores que intervienen con los adultos mayores de la tercera edad, para poder generar un proyecto basado en sus necesidades, ya que ellos están expuestos a cualquier tipo de problema que les aborde.

### **3.9.3 Selección del instrumento**

Como se mencionó anteriormente en la selección del instrumento que se eligió fue el análisis documental, ya que en ocasiones es el origen del tema que se investiga o incluso su problema, se utilizaron los tipos de documentos que se mencionaron recientemente sobre temas como la geriatría, la gerontología, los adultos mayores, encuestas del INEGI sobre la cantidad de personas ancianas, estadísticas de las principales enfermedades en una persona de la tercera edad, etc. Este análisis documental se desarrolló en 5 acciones:

- Rastrear e inventariar los documento ya existentes y disponibles.
- Clasificar los documentos ya identificados.
- Seleccionar los documentos más pertinentes para los propósitos de la investigación.
- Leer a profundidad el contenido de los documentos que ya se seleccionaron para así extraer los elementos de análisis y consignarlos en notas.
- Leer en forma cruzada y comparativa los documentos en cuestión.

### **3.9.4 Aplicación del instrumento**

Cuando se aplica el instrumento de análisis de documentos de lo cuales ya fueron seleccionados, esta técnica permite sistematizar la información sobre las diferentes enfermedades que padece una persona de la tercera edad en el área de geriatría y como un dispensador de medicamentos puede ser de ayuda para aquellos adultos mayores que toman medicamentos con frecuencia y debe de ingerirlos diariamente.

Nota: En este proyecto se utilizó un método de recolección de datos, la revisión de documentos y un instrumento que fue el análisis documental. Para los resultados se utilizó un Procesamiento de datos que fue análisis de contenido. Ya que no se pudo recabar información de otra manera por la pandemia que surgió

a partir del año 2020 y a las personas de la tercera edad se consideran de mayor vulnerabilidad.

### 3.10 Análisis de datos

En la investigación que se realizó fue para saber sobre la problemática que existen entre las personas de la tercera edad, las enfermedades que padecen regularmente y los medicamentos que requieren tomar para su control o sanarse, se hizo un proceso sistemático que busca identificar, conocer y describir cada componente de la unidad determinada de información, la cual se ordenó y simplifico para que su comprensión de su significado fuera el mejor.

El procedimiento consistió principalmente en el análisis de datos no-numéricos para entender conceptos, opiniones o experiencias, que cada autor fue describiendo en cada documento acerca del problema que se investigó, así mismo se utilizó un tipo de análisis de datos textual, ya que se examinaron documentos, su contenido, la estructura y el diseño de cada texto.

**Figura 18**

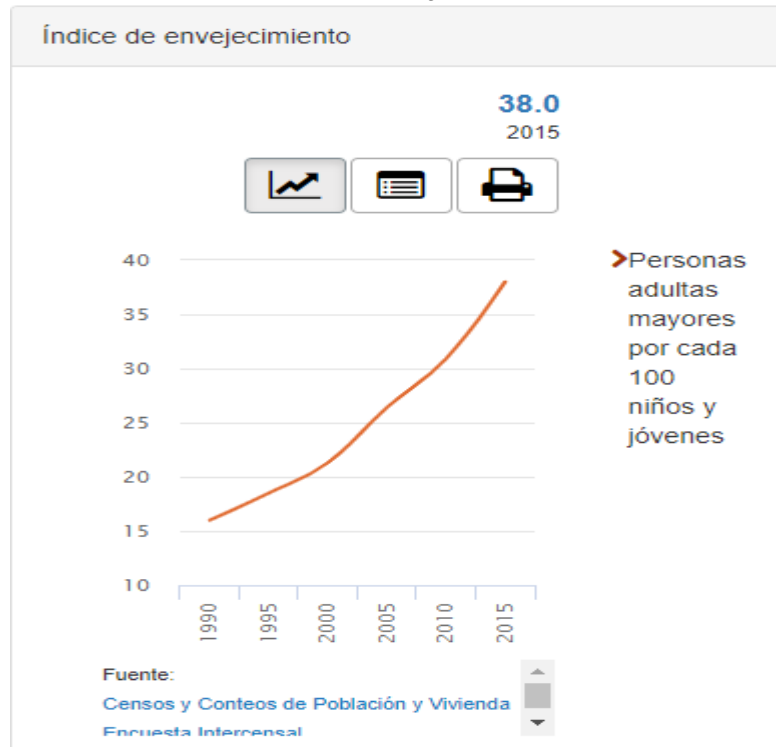
Índice de envejecimiento



**Fuente:** INEGI, 2020.

**Figura 19**

Gráfica de envejecimiento



Fuente: INEGI, 2020.

**Figura 20**

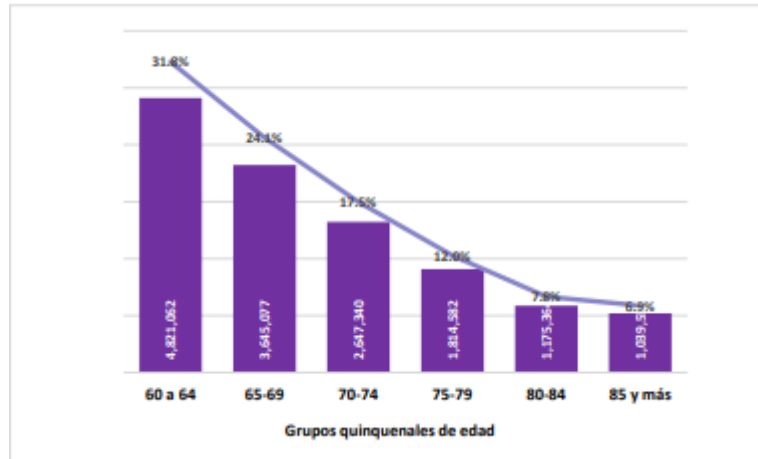
Tabla de municipios y alcaldías con más de 100 mil habitantes de 60 años o más

| Entidad federativa a la que pertenece el municipio o alcaldía | Municipio o alcaldía con 100 mil o más habitantes de 60 o más años | Población de 60 o más años | Posición que ocupa por el núm. de pob. de 60 o más años |
|---|--|----------------------------|---|
| Ciudad de México  | Iztapalapa   | 261,864                    | 1   |
| Jalisco   | Guadalajara  | 238,500                    | 2   |
| Estado de México  | Ecatepec   | 221,922                    | 3   |
| Puebla  | Puebla   | 214,718                    | 4   |
| Ciudad de México  | Gustavo A. Madero  | 203,282                    | 5   |
| Nuevo León  | Monterrey  | 193,817                    | 6   |
| Jalisco   | Zapopan  | 172,228                    | 7   |
| Baja California   | Tijuana  | 169,178                    | 8   |
| Guanajuato  | León   | 165,527                    | 9   |
| Estado de México  | Nezahualcóyotl   | 164,406                    | 10  |
| Yucatán   | Mérida   | 139,677                    | 11  |
| Ciudad de México  | Coyoacán   | 126,461                    | 12  |
| Baja California   | Mexicali   | 122,845                    | 13  |
| Ciudad de México  | Ávaro Obregón  | 122,228                    | 14  |
| Estado de México  | Naucalpan de Juárez  | 121,040                    | 15  |
| Chihuahua   | Chihuahua  | 117,327                    | 16  |
| Querétaro   | Querétaro  | 111,703                    | 17  |
| Sinaloa   | Culliacán  | 111,615                    | 18  |
| Estado de México  | Tlalnepantla de Baz  | 109,728                    | 19  |
| San Luis Potosí   | San Luis Potosí  | 109,672                    | 20  |
| Michoacán   | Morelia  | 109,145                    | 21  |
| Ciudad de México  | Tlalpan  | 108,806                    | 22  |
| Guerrero  | Acapulco   | 107,064                    | 23  |
| Nuevo León  | Guadalupe  | 103,730                    | 24  |
| <b>Total</b>  |  | <b>3,626,483</b>           |   |

Fuente: INEGI, 2020.

**Figura 21**

Gráfica de ancianidad por grupos quinquenales



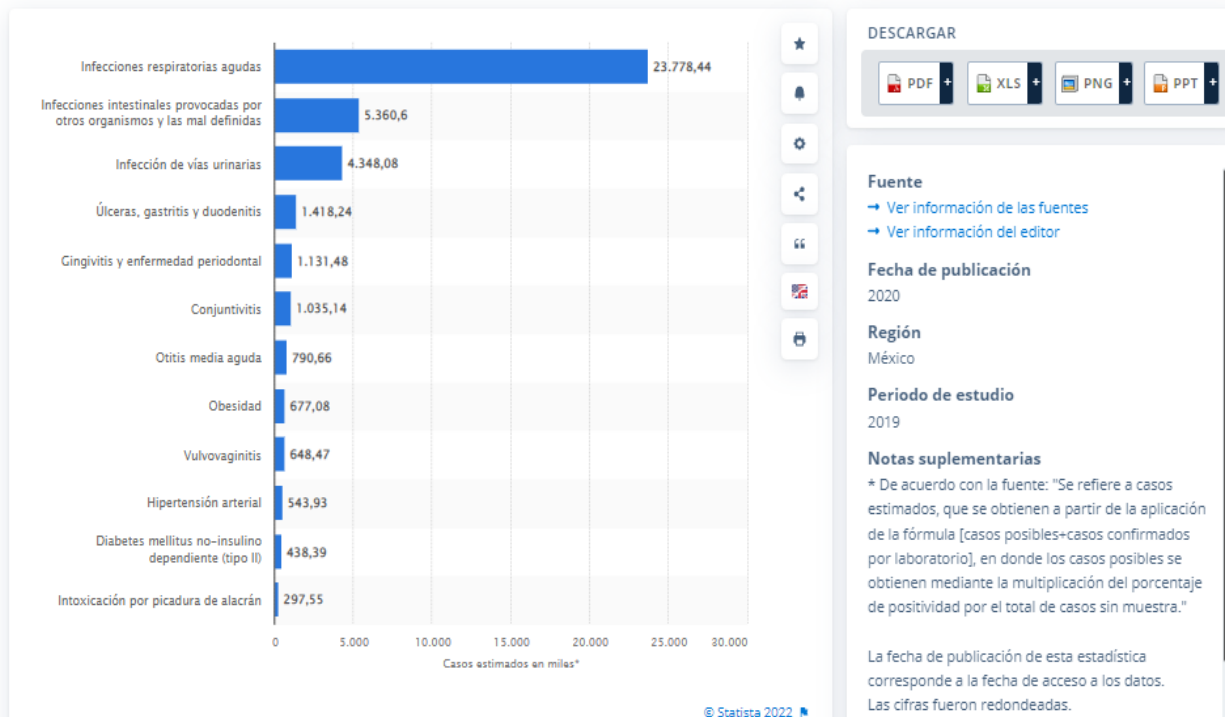
Fuente: INEGI, 2021.

**Figura 22**

Principales enfermedades en personas de la tercera edad

Principales causas de enfermedad en México en 2019, por número de casos

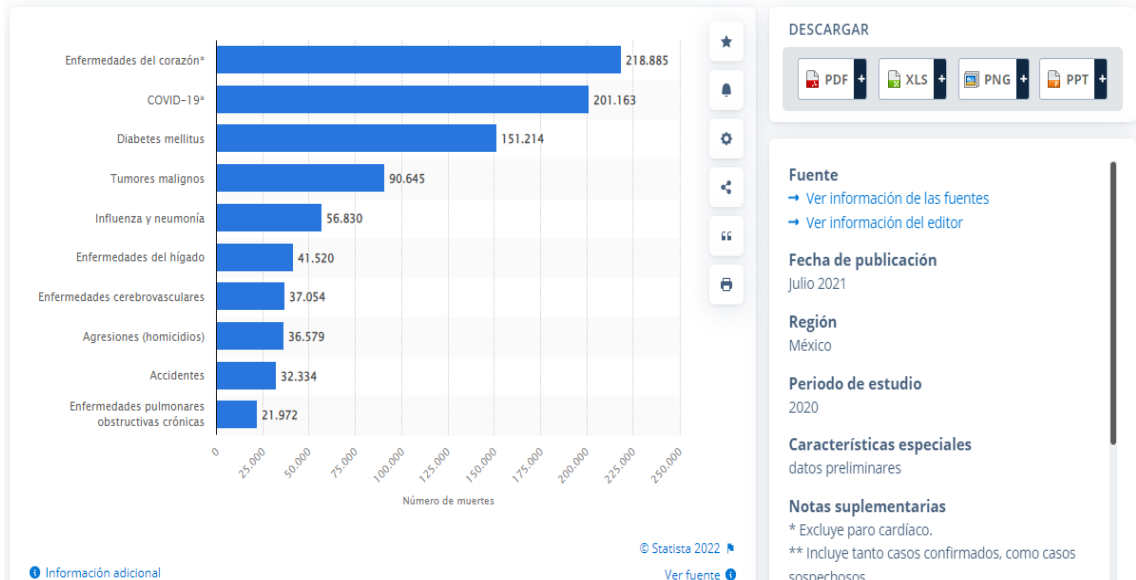
(en miles)



Fuente: INEGI, 2020

**Figura 23**

Principales causas de muertes en las personas de la tercera edad  
Principales causas de mortalidad según el número de defunciones registradas en México en 2020



**Fuente:** INEGI, 2020.

Fuente: Elaborado a partir de INEGI (2021), Censo de Población y Vivienda 2020, Tabulados del Cuestionario Básico. Disponible: <https://bit.ly/31AdNUp>.

# **Capítulo IV Resultados**



## 4.1 Resultados

Como punto de partida se realizó una investigación referente a las personas que utilizarán este producto, así como las distintas enfermedades que existen en ellas, los dispositivos que existen actualmente, el hardware y software que permita el diseño de este prototipo de acuerdo a las necesidades de los adultos mayores, ya que es probable que las personas de la tercera edad se automediquen y puedan tener alguna reacción del medicamento, también el mezclar los medicamentos puede causar problemas graves. Es por esto que un dispensador de medicamento ayudará en el control de cada medicamento para que no se cause alguna sobredosis.

Para los adultos del área de geriatría por sus diferentes enfermedades presentan los consumos de medicamentos más altos con todo y sus efectos adversos que estos presentan, también es normal que se les otorguen distintos tipos de pastillas, de las cuales se muestran las siguientes:

**Figura 24**

Pastillas de diferente tamaño y forma



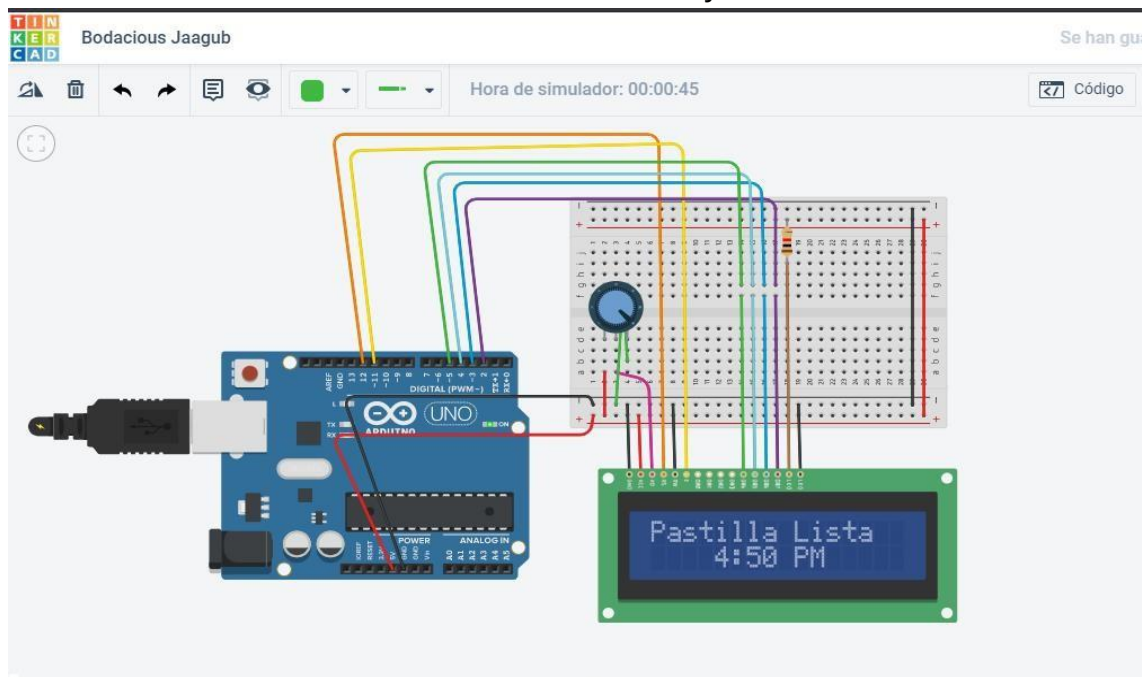
**Fuente:** Fuente propia, 2021.

Toda la información recabada en esta investigación será de gran ayuda para el diseño del dispensador de medicamentos, ya que se menciona los principales tipos de medicamento que son consumidos para las personas de la tercera edad, así como de las enfermedades que ellos padecen y basándose en estas consideraciones se pretende diseñar que el dispensador tenga unos contenedores en forma de embudo y sea semicircular, ya que esto ayudará a que la pastilla no se atore a la hora de despacharse.

Para que la persona de la tercera edad pueda visualizar la hora exacta en la que se debe tomar su medicamento, deberá ubicarse en la pantalla LCD, la cual mostrará una leyenda en donde se le avisará la hora y le dirá que sus pastillas están listas. Figura 25 pantalla LCD con mensaje.

**Figura 25**

Pantalla LCD con mensaje

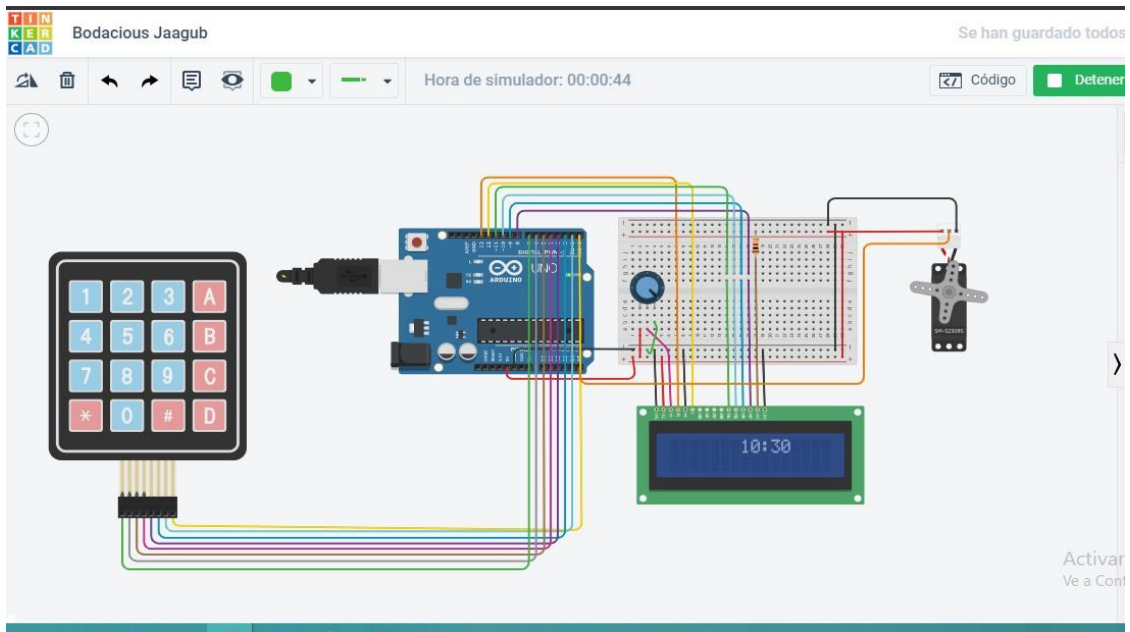


**Fuente:** Fuente propia, 2021.

El teclado matricial será de ayuda para que el adulto mayor o la persona que este a su cuidado pueda modificar los distintos horarios que el médico prescriba, así se podrá visualizar en la pantalla LCD la hora que se haya cambiado para mejorar la toma de medicamentos.

**Figura 26**

Teclado matricial en funcionamiento

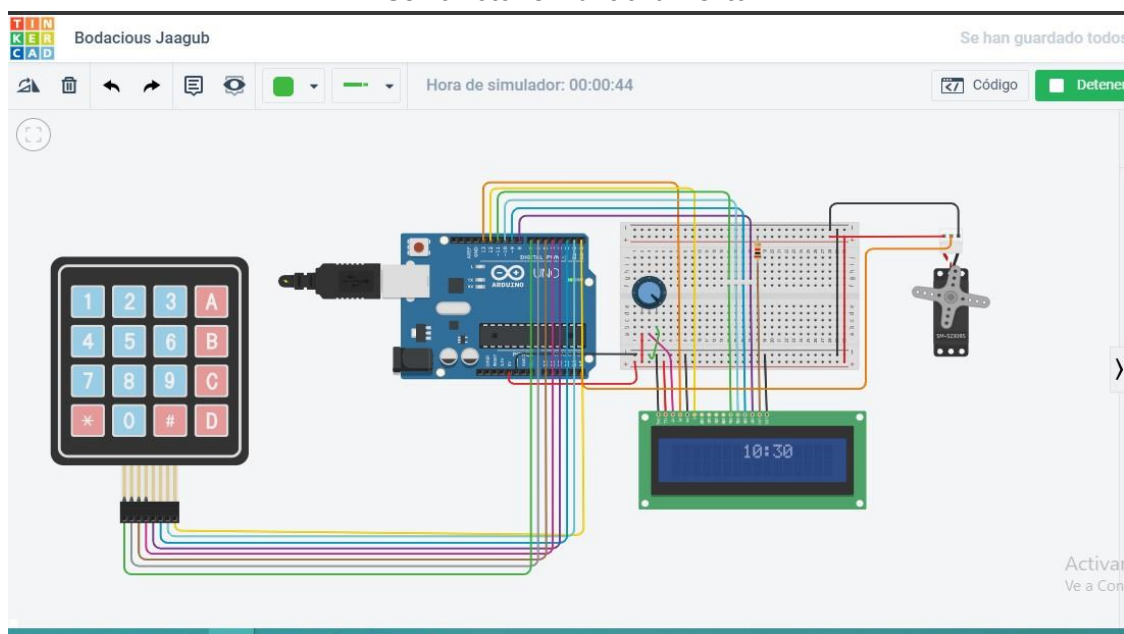


**Fuente:** Fuente propias, 2021.

A este diseño se le incluye un servomotor el cual va a activar el compartimiento para que las pastillas salgan y puedan caer en el contenedor que esté disponible en el dispensador su giro será de  $180^\circ$  cada vez que requiera activarse la alarma para poder despachar las pastillas.

**Figura 27**

Servomotor en funcionamiento

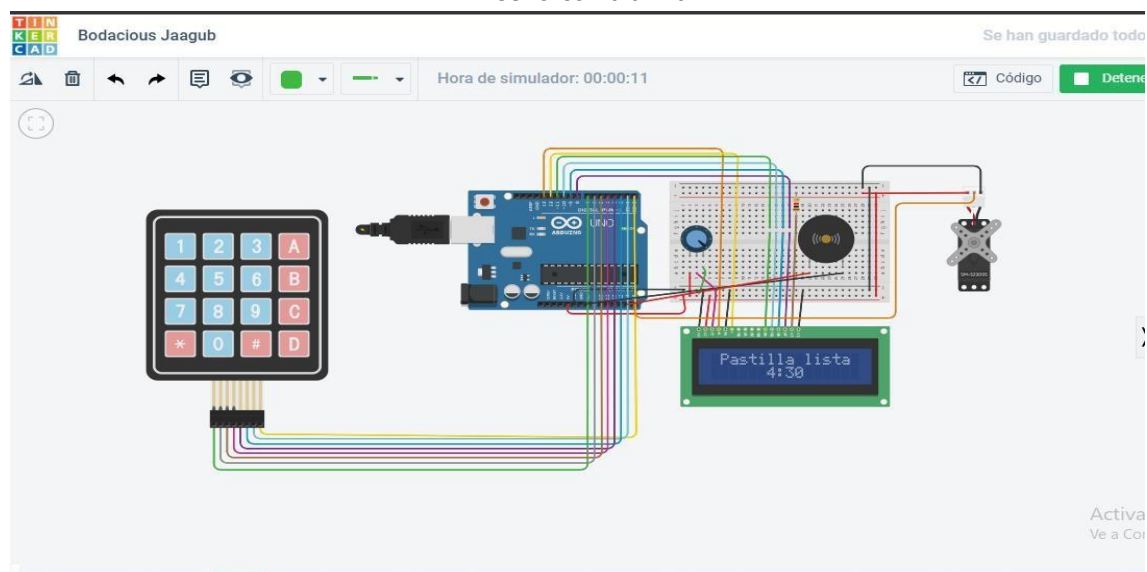


**Fuente:** Fuente propia, 2021.

A este mismo diseño se le agrega una bocina o buzzer el cual será de beneficio para las personas de la tercera edad que se les olvide de tomar su medicamento a la hora que se les recomienda, esta bocina sonará cuando la pantalla muestre la hora para poder obtener las pastillas.

**Figura 28**

Diseño con alarma

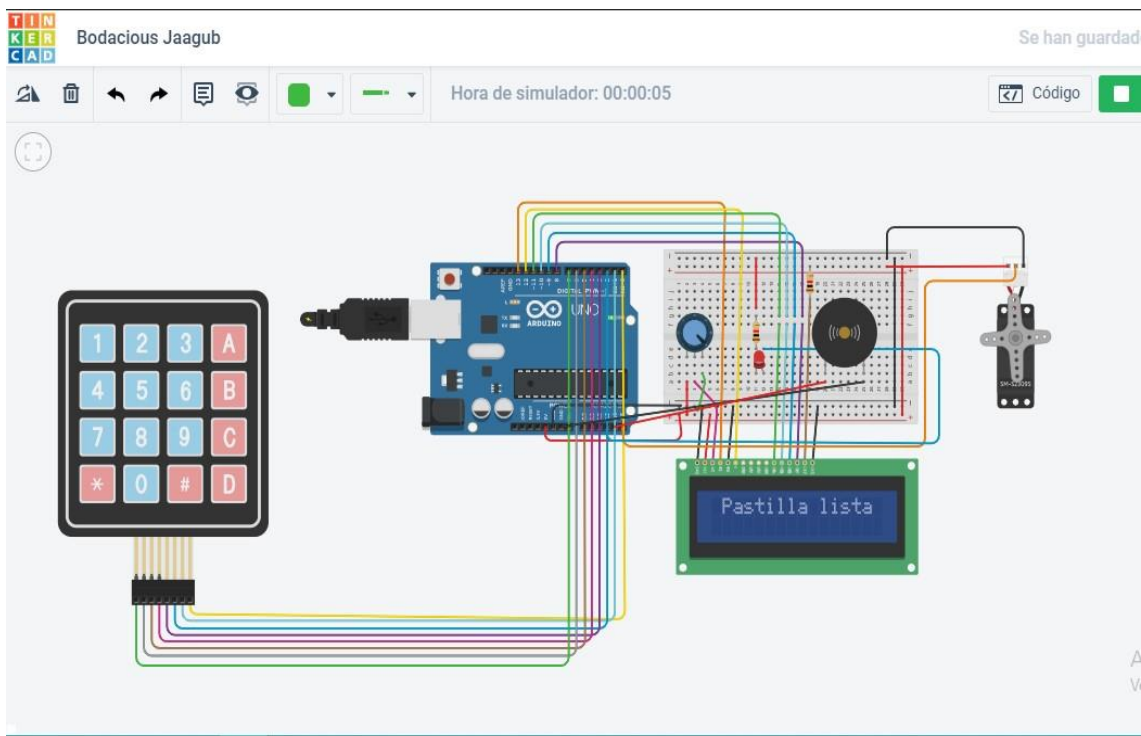


**Fuente:** Fuente propia, 2021

Por último en el diseño también incluirá un diodo led, este tendrá la función de encender cuando la alarma este sonando y sea la hora de tomar los medicamentos prescritos por el médico, así las personas que requieran de un aviso extra tendrá esta opción.

**Figura 29**

Alarma con luz LED



**Fuente:** Fuente propia, 2021.

Nota: este proyecto solo es un diseño del prototipo de un dispensador de medicamentos, es por ello que no se hizo el circuito de manera física.

## 4.2 Impacto en la sociedad

Conforme se ha visto a lo largo de esta investigación, los adultos mayores de la tercera edad en el área de geriatría podrán contar con un aparato que sea de gran ayuda para que puedan recibir su medicamento a la hora prescrita, ya que la mayoría de las enfermedades no se pueden controlar por falta de disciplina en la toma de dicha medicina o porque en ocasiones las personas ancianas se les

olvida si se tomaron el fármaco o no esto genera que se tomen hasta más de dos pastillas las cuales pueden ser prescritas una sola vez al día así pues esto puede causar complicaciones en sus enfermedades crónicas.

#### **4.2.1 Fortalezas**

- Cada adulto mayor contará con su menú personalizado.
- El diseño del dispensador será intuitivo.
- La visualización de los datos en pantalla serán fáciles de ver.
- Será una herramienta eficiente para un adulto mayor que requiera tomar varias pastillas al día.

#### **4.2.2 Oportunidades**

- ➡ En México residen cerca de 15.4 millones de personas de 60 años en adelante de las cuales 1.7 millones viven solas.
- ➡ El Instituto Tecnológico cuenta con personal calificado para desarrollar dicho proyecto.
- ➡ El Instituto Tecnológico cuenta con las herramientas de desarrollo necesarias para la modificación y adecuación del mencionado proyecto.

#### **4.2.3 Debilidades**

- Manejo incorrecto de la información sobre los fármacos utilizados.
- Será necesario mantener una buena orientación del dispensador.

#### 4.2.4 Amenazas

- ➡ El adulto mayor hace mal uso del dispensador de medicamentos, lo que interrumpe la visualización de los datos del fármaco.
- ➡ Falla el compartimiento de despacho de pastillas.

A continuación se mostrará la matriz FODA:

**Tabla 8:** Matriz FODA

|               | Fortalezas  | Debilidades   |
|---------------|---|---|
| Oportunidades | Se enfoca principalmente en las personas de la tercera edad del área de geriatría que padecen de alguna enfermedad crónica. | El Instituto Tecnológico cuenta con personal capacitado y las herramientas necesarias para la modificación del proyecto |
| Amenazas      | Revisar el diseño del dispensador para que en su construcción no haya ningún inconveniente.                                 | Sera necesario capacitar al personal que valla a utilizar el dispensador para obtener mayores resultados                |

### **4.3 Costo del proyecto**

Ya que en este presente proyecto el diseño se basa en Arduino, el cual no cuenta con una licencia de costo con base a la programación, puesto que su IDE es de libre distribución, esto ayudará a que el proyecto sea más barato en la programación y su mantenimiento también.

En cuanto a los materiales de las placas de Arduino mega junto con los demás elementos electrónicos que se utilizaron para la conexión se hizo un presupuesto que saldría en precio de \$726.00, así mismo se deberá de contar con una computadora para hacer la programación de dicho dispensador a simple vista se puede ver que el dispensador puede ser un poco alto en su precio, pero comparado con los dispensadores que están en el mercado en el estado del arte se mencionaron algunos que se utilizan con una suscripción mensual y este solo sería un pago este dispensador podría ser de bajo costo.



# **Capítulo V Conclusiones**

## **5.1 Conclusiones del proyecto y recomendaciones**

Con base en el diseño y en cumplimiento a los objetivos establecidos al inicio del proyecto, se puede concluir que un dispensador de medicamentos en el área de geriatría es de gran facilidad para el mejoramiento de aquellas personas de la tercera edad que sufren de alguna enfermedad crónica, ya que este proyecto es de gran ayuda para que la toma de medicamentos sea más fácil y efectiva.

Basándose en las investigaciones realizadas se deduce que el prototipo diseñado cumple un porcentaje alto (85%) con las necesidades de las personas que padecen alguna enfermedad crónica, este diseño de dispensador permite el control de la administración de medicamentos de acuerdo a la preinscripción médica, así como el control de los horarios para que este sea obtenido debidamente gracias a su sistema de alarma que permite que la persona de la tercera edad pueda escuchar la hora indicada para poder recibir su medicamento, además tiene dos beneficios para aquellas personas que tengan problemas audiovisuales o cognitivas, ya que cuenta con una alarma de sonido y una pantalla en donde muestra la hora exacta de la toma. También permitirá solamente tomar los medicamentos que sean necesarios en un día, así mismo podrá adaptarse al tratamiento médico que sea recomendado, además este diseño contempla que la recarga de pastillas sea cada mes, cosa que se consigue gracias a su diseño amplio en los compartimentos.

Al finalizar con dicho proyecto se puede concluir que el diseño es un poco innovador debido a las tecnologías que surgen cada día, la cual se adapta a cualquier tipo de usuario permitiendo un control completo de la medicación, así mismo se puede mencionar que el precio de este dispensador puede ser accesible para las personas que deseen tener uno, puesto que cumplirán con todas las funciones que hacen que valga la pena la compra de este producto.

También se pudo concluir que una manera de que el dispensador tuviera un costo más económico sería cambiar algunos elementos electrónicos, los cuales tendrían un efecto de confusión para aquellas personas que lo utilizarán, puesto que se

sabe que este dispensador será utilizado por personas de la tercera edad, así mismo otra opción para reducir su costo sería la reducción de compartimientos, así se disminuiría el volumen de la máquina, pero las recargas ya no podrían ser mensuales sino de menor tiempo.

Por último, es recomendable que en un futuro se le agregue una batería o un banco de baterías recargables que abastezca en un periodo largo al dispositivo, así mismo para que el diseño se pueda mover de lugar sin esperar a que haya alguna corriente de energía eléctrica.

## **5.2 Experiencia profesional y personal adquirida**

Para este diseño se adquirieron distintas experiencias tanto profesionales como personales, una de ellas fue el trabajo en equipo, este proyecto fue de utilidad para trabajar con mi asesor, para lograr un buen trabajo, se necesitó de comunicación, de excelente empeño y esfuerzo para que el diseño sea de gran calidad.

También en el ámbito profesional se practicó el diseño en Tinkercad circuits, ya que es un software que funciona para los diferentes esquemas electrónicos que se requieran analizar y realizar, así mismo se dedicó a la programación en un IDE Arduino para la creación de circuitos electrónicos para que los elementos funcionaran adecuadamente.

# **Capítulo VI Competencias desarrolladas**

## **6.1 Competencias desarrolladas y/o aplicadas**

Las principales competencias que se lograron desarrollar en la realización de este proyecto se encuentran las siguientes:

- ➡ Trabajo en equipo.
- ➡ Diseño en Tinkercad circuits.
- ➡ Mejor toma de decisiones.
- ➡ Manejo de tecnologías diferentes a las estudiadas.
- ➡ Mejor habilidad en la redacción.
- ➡ Conocimiento más amplio sobre el funcionamiento de los componentes electrónicos y su programación.
- ➡ Compresión y capacidad al analizar la información recolectada.
- ➡ Autodidacta en la búsqueda y compresión de nuevas tecnologías de las cuales no se tenía conocimiento.

# **Capítulo VII Fuentes de información**

## 7.1 Fuentes de información

Alonzo , V. J. (Agosto de 2010). Lenguaje de Programación: Introducción a C/C++(IDE). Obtenido de Lenguaje de Programación: Introducción a C/C++(IDE):

[https://www.cimat.mx/~pepe/cursos/lenguaje\\_2010/slides/slide\\_17.pdf](https://www.cimat.mx/~pepe/cursos/lenguaje_2010/slides/slide_17.pdf)

ARDUINO, PARA. (2021). Modelos de placas Arduino en 2020. Obtenido de Modelos de placas Arduino en 2020: <https://paraarduino.net/modelos-deplacas-arduino#arduinomega2560>

Bolaños, R. (2017). Uso racional de medicamentos. Obtenido de Uso racional de medicamentos: <https://salud.gob.ar/dels/entradas/uso-racional-demedicamentos>

Calderón , A. L. (Abril de 2011). El diseño metodológico. Obtenido de El diseño metodológico:

[https://eduvirtual.cuc.edu.co/moodle/pluginfile.php/258462/mod\\_resource/content/1/DISE%C3%91O\\_METODOLOGICO-CALDERON.pdf](https://eduvirtual.cuc.edu.co/moodle/pluginfile.php/258462/mod_resource/content/1/DISE%C3%91O_METODOLOGICO-CALDERON.pdf)

COFEPRIS. (12 de Marzo de 2020). Comisión Federal para la Protección contra Riesgos Sanitarios (COFEPRIS). Obtenido de Comisión Federal para la Protección contra Riesgos Sanitarios (COFEPRIS):

<https://www.gob.mx/cofepris/acciones-y-programas/como-notificar-unasospecha-de-reaccion-adversa?state=published>

De la cruz , B. L. (2018 ). SISTEMAS OPERATIVOS Concepto y definición operativos historias de los Sistemas operativos, clasificacion de los sistemas operativos, aplicacines. Obtenido de SISTEMAS OPERATIVOS Concepto y definición operativos historias de los Sistemas operativos, clasificacion de los sistemas operativos, aplicacines:

<https://repositorio.une.edu.pe/bitstream/handle/UNE/4588/Sistemas%20operativos.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Epitech. (04 de Enero de 2021). ¿Cuántos lenguajes de programación existen?

Obtenido de ¿Cuántos lenguajes de programación existen?:

<https://www.epitech-it.es/cuantos-lenguajes-existen/>

Escuela de Medicina, P. U. (s.f.). Uso de fármacos en el adulto mayor. Obtenido de Uso de fármacos en el adulto mayor:

<https://medicina.uc.cl/publicacion/usofarmacos-adulto-mayor/>

Fernández, C. C., Hernández , S. R., & Baptista , L. P. (1997). METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN . México: McGRAW - HILL INTERAMERICANA DE MÉXICO, S.A. de C.V.

Filié, H. M., Satie , T. A., Maria, M. E., & Barros , B. D. (Marzo de 2009). Farmacología en la tercera edad: medicamentos de uso continuo y peligros de la interacción medicamentosa. Obtenido de Farmacología en la tercera edad: medicamentos de uso continuo y peligros de la interacción medicamentosa:

[https://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1134-](https://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1134-928X2009000100004)

[928X2009000100004](https://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1134-928X2009000100004)

Gutiérrez , R. L., & Kershenobich , s. D.

(2015).

Envejecimiento\_y\_salud\_3a\_edicion. México, D.F.: Academia Nacional de Medicina de México. Obtenido de Envejecimiento\_y\_salud\_3a\_edicion:

[http://www.geriatria.salud.gob.mx/descargas/publicaciones/Envejecimiento\\_y\\_salud\\_3a\\_edicion.pdf](http://www.geriatria.salud.gob.mx/descargas/publicaciones/Envejecimiento_y_salud_3a_edicion.pdf)

Herrero, H. J., & Sánchez, A. J. (2015). TEGNOLOGÍ@ y DESARROLLO. Revista de ciencia, Tecnología y Medio Ambiente, 4-6.

Humanos, C. N. (19 de Febrero de 2019). Informe Especial sobre la Situación de los Derechos Humanos de las Personas Maiores en México. Obtenido de Informe Especial sobre la Situación de los Derechos Humanos de las

Personas Maiores en México:



[https://www.cndh.org.mx/sites/all/doc/Informes/Especiales/INFORME\\_PERS  
ONAS\\_MAYORES\\_19.pdf](https://www.cndh.org.mx/sites/all/doc/Informes/Especiales/INFORME_PERS<br/>ONAS_MAYORES_19.pdf)

Humanos, C. N. (19 de Febrero de 2019). INFORME ESPECIAL SOBRE LA SITUACIÓN DE LOS DERECHOS HUMANOS DE LAS PERSONAS MAYORES EN MÉXICO. Obtenido de INFORME ESPECIAL SOBRE LA SITUACIÓN DE LOS DERECHOS HUMANOS DE LAS PERSONAS MAYORES EN MÉXICO:

[https://www.cndh.org.mx/sites/all/doc/Informes/Especiales/INFORME\\_PERS  
ONAS\\_MAYORES\\_19.pdf](https://www.cndh.org.mx/sites/all/doc/Informes/Especiales/INFORME_PERS<br/>ONAS_MAYORES_19.pdf)

IMSS, I. M. (05 de Agosto de 2019). Cuadro Básico de Medicamentos IMSS.

Obtenido de Cuadro Básico de Medicamentos IMSS:

<http://www.imss.gob.mx/sites/all/statics/pdf/cuadros-basicos/CBM.pdf>

López, N. M. (Noviembre de 2016). TEXTO BASICO DE GERIATRIA Y GERONTOLOGIA. Obtenido de TEXTO BASICO DE GERIATRIA Y GERONTOLOGIA:

[https://repositorio.unan.edu.ni/3947/1/TEXTO%20BASICO%20DE%20GERI  
ATRIA%20Y%20GERONTOLOGIA.pdf](https://repositorio.unan.edu.ni/3947/1/TEXTO%20BASICO%20DE%20GERI<br/>ATRIA%20Y%20GERONTOLOGIA.pdf)

Luis llamas. Ingenieria, i. y. (10 de Julio de 2016). Reproducir sonidos con arduino y un buzzer pasivo o altavoz. Obtenido de Reproducir sonidos con arduino y

un buzzer pasivo o altavoz: <https://www.luisllamas.es/reproducir-sonidosarduino-buzzer-pasivo-altavoz/>

Martin, R. I. (17 de Diciembre de 2020). Diseño Industrial e Inclusión en la Tercera Edad. Obtenido de Diseño Industrial e Inclusión en la Tercera Edad: [https://fido.palermo.edu/servicios\\_dyc/proyectorgraduacion/archivos/5817.p df](https://fido.palermo.edu/servicios_dyc/proyectorgraduacion/archivos/5817.pdf)

Martinez, H., Mitchell, M., & Aguirre, C. (s.f.). SALUD DEL ADULTO MAYOR - GERONTOLOGÍA Y GERIATRÍA. Obtenido de SALUD DEL ADULTO MAYOR -

GERONTOLOGÍA Y GERIATRÍA:

<http://preventivaysocial.webs.fcm.unc.edu.ar/files/2014/04/Unidad-5-Salud-Adulto-Mayor-V-2013.pdf>

Maya, R. A., & Rubio, T. M. (Junio de 2015). Bases del gerontodiseño en Latinoamérica: metodología y resultados. Obtenido de Bases del gerontodiseño en Latinoamérica: metodología y resultados: [https://www.researchgate.net/publication/320440708\\_Bases\\_del\\_gerontodiseño\\_en\\_Latinoamerica\\_metodologia\\_y\\_resultados](https://www.researchgate.net/publication/320440708_Bases_del_gerontodiseño_en_Latinoamerica_metodologia_y_resultados)

Mayores, I. N. (31 de Julio de 2019). La importancia de la gerontología y el papel de las y los gerontólogos. Obtenido de La importancia de la gerontología y el papel de las y los gerontólogos:

<https://www.gob.mx/inapam/es/articulos/la-importancia-de-la-gerontologiay-el-papel-de-las-y-los-gerontologos>

Mecafenix, I. (18 de Abril de 2017). Servomotor ¿Que es y como funciona?

Obtenido de Servomotor ¿Que es y como funciona?:

<https://www.ingmecafenix.com/electricidad-industrial/servomotor/>

MedMinder. (2019). El dispensador de medicamentos MedMinder. Obtenido de El dispensador de medicamentos MedMinder: <https://www.medminder.com/>

Microsoft. (2021). Cómo buscar las especificaciones del equipo y los requisitos del sistema para Windows 10. Obtenido de Cómo buscar las especificaciones del equipo y los requisitos del sistema para Windows 10:

<https://www.microsoft.com/es-xl/windows/windows-10-specifications>

Milton, L. N. (Noviembre de 2016). UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE NICARAGUA, MANAGUA UNAN-MANAGUA. Obtenido de UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE NICARAGUA, MANAGUA UNAN-MANAGUA: <https://repositorio.unan.edu.ni/3947/1/TEXTO%20BASICO%20DE%20GERIATRIA%20Y%20GERONTOLOGIA.pdf>

Nuñez, R. (18 de Marzo de 2016). Técnicas de recolección de información en Investigación Cualitativa. Obtenido de Técnicas de recolección de información en Investigación Cualitativa.:

<https://www.gestiopolis.com/tecnicas-recoleccion-informacion-investigacioncualitativa/>

Penny, M. E., & Melgar , C. F. (GERIATRÍA Y GERONTOLOGÍA para el médico internista). GERIATRÍA Y GERONTOLOGÍA para el médico internista. Bolivia:

Grupo Editorial La Hoguera, 2012.

Pérez , M. M. (2015). Windows 10 práctico. Madrid : Grupo RC.

Pino, G. J., Hernández, M. A., Vento, R. Y., & Hernández , M. F. (Abril de 2012).

RIELAC. Obtenido de RIELAC:

<http://scielo.sld.cu/pdf/eac/v33n1/eac01112.pdf>

Programar, S. (27 de Agosto de 2019). Tinkercad Circuits - Simulador Online De Arduino. Obtenido de Tinkercad Circuits - Simulador Online De Arduino: <https://www.comoprogramarlv.com/2019/08/tinkercad-circuits-simuladoronline-de.html>

PROMETEC.NET . (2018). Teclados matriciales . Obtenido de Teclados matriciales :

<https://www.prometec.net/teclados-matriciales/>

Sanchis, E., & Ejea, B. J. (11 de Noviembre de 2008). El diodo de emisión de luz (LED). Obtenido de El diodo de emisión de luz (LED): [https://www.uv.es/~esanchis/cef/pdf/Temas/B\\_T3.pdf](https://www.uv.es/~esanchis/cef/pdf/Temas/B_T3.pdf)

SanDoRobotics. (2019). Sensor Infrarrojo CNY70. Obtenido de Sensor Infrarrojo CNY70: <https://sandorobotics.com/producto/cny70/>

T., S., J.L.R, M., Martín , S. E., S., L. S., & F.J, A. M. (11 de Junio de 2007).

ScienceDirect. Obtenido de ScienceDirect:

[#!](https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1138359307739151)

Ureña, A. C. (2012). Lenguajes de programación. Obtenido de Lenguajes de programación: <https://lsi2.ugr.es/curena/doce/lp/tr-11-12/lp-c01-impr.pdf>

# **Capítulo VIII Anexos**

**CARTA DE AUTORIZACIÓN DEL(LA) AUTOR(A) PARA LA CONSULTA Y  
PUBLICACIÓN ELECTRÓNICA DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN**

El que suscribe:

**YAZMIN**

**COLIO**

**MATEO**

Con Número de Control **17TE0698**

Pertenciente al Programa Educativo **INGENIERÍA EN SISTEMAS COMPUTACIONALES**

Por este conducto me permito informar que he dado mi autorización para la consulta y publicación electrónica del trabajo de investigación en los repositorios académicos.

Registrado con el producto: **TESIS**

Cuyo Tema es:

**DISEÑO ELECTRÓNICO DE DISPENSADOR AUTOMÁTICO DE MEDICAMENTOS PAA EL ÁREA DE GERIATRÍA**

Correspondiente al periodo:

**AGOSTO 2021- MAYO 2022**

Y cuyo(a) director(a) de tesis es:

**M.S.C. MIGUEL AGUILAR CORTÉS**

ATENTAMENTE



YAZMIN COLIO MATEO  
Nombre y firma

Fecha de emisión: **05/05/2022**  
c.c.p. Subdirección Académica

## Índice de figuras

|                        |    |
|------------------------|----|
| <b>Figura 1</b> .....  | 15 |
| <b>Figura 2</b> .....  | 22 |
| <b>Figura 3</b> .....  | 23 |
| <b>Figura 4</b> .....  | 24 |
| <b>Figura 5</b> .....  | 25 |
| <b>Figura 6</b> .....  | 26 |
| <b>Figura 7</b> .....  | 33 |
| <b>Figura 8</b> .....  | 35 |
| <b>Figura 9</b> .....  | 36 |
| <b>Figura 10</b> ..... | 37 |
| <b>Figura 11</b> ..... | 38 |
| <b>Figura 12</b> ..... | 39 |
| <b>Figura 13</b> ..... | 40 |
| <b>Figura 14</b> ..... | 42 |
| <b>Figura 15</b> ..... | 43 |
| <b>Figura 16</b> ..... | 45 |
| <b>Figura 17</b> ..... | 48 |
| <b>Figura 18</b> ..... | 60 |
| <b>Figura 19</b> ..... | 61 |
| <b>Figura 20</b> ..... | 61 |
| <b>Figura 21</b> ..... | 62 |
| <b>Figura 22</b> ..... | 62 |
| <b>Figura 23</b> ..... | 63 |
| <b>Figura 24</b> ..... | 65 |
| <b>Figura 25</b> ..... | 66 |
| <b>Figura 26</b> ..... | 67 |
| <b>Figura 27</b> ..... | 68 |
| <b>Figura 28</b> ..... | 68 |
| <b>Figura 29</b> ..... | 69 |

## Índice de tablas

|   |    |
|---|----|
| <b>Tabla 1:</b> Ejemplo de reacciones adversas en las personas de la tercera edad | 28 |
| <b>Tabla 2:</b> Componentes del Hardware .....                                    | 50 |
| <b>Tabla 3:</b> Componentes del Software .....                                    | 50 |
| <b>Tabla 4:</b> Herramientas.....   | 51 |
| <b>Tabla 5:</b> Costos de Software .....  | 52 |
| <b>Tabla 6:</b> Lista de costos de los elementos electrónicos.....                | 52 |
| <b>Tabla 7:</b> Costos proyecto caso hipotético .....                             | 53 |
| <b>Tabla 8:</b> Matriz FODA .....   | 71 |