



**UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL  
FACULTAD DE INGENIERIA INDUSTRIAL  
CARRERA DE INGENIERÍA EN TELEINFORMÁTICA**

**TRABAJO DE TITULACIÓN  
PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE  
INGENIERO EN TELEINFORMÁTICA**

**ÁREA  
TELECOMUNICACIONES**

**TEMA  
“IMPLEMENTACIÓN DE GUANTE TRADUCTOR DE  
LENGUAJE DE SEÑAS USANDO APLICACIÓN MÓVIL  
PARA LA COMUNICACIÓN ORAL Y ESCRITO.”**

**AUTOR  
MUÑIZ ALARCÓN JUAN JOSÉ**

**DIRECTOR DEL TRABAJO**

**ING. TELECOM. ORTIZ MOSQUERA NEISER STALIN, MG.**

**GUAYAQUIL, ABRIL 2021**



## ANEXO XI.- FICHA DE REGISTRO DE TRABAJO DE TITULACIÓN

### FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL CARRERA INGENIERÍA EN TELEINFORMÁTICA



<b>REPOSITORIO NACIONAL EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA</b>			
<b>FICHA DE REGISTRO DE TRABAJO DE TITULACIÓN</b>			
<b>TÍTULO Y SUBTÍTULO:</b>			
Implementación De Guante Traductor De Lenguaje De Señas Usando Aplicación Móvil Para La Comunicación Oral Y Escrito			
<b>AUTOR(ES)</b> (apellidos/nombres):		Muñiz Alarcón Juan José	
<b>REVISOR(ES)/TUTOR(ES)</b> (apellidos/nombres):		Ing. Arauz Arroyo Oswaldo Orlando/Ing. Telecom. Ortiz Mosquera Neiser Stalin, Mg.	
<b>INSTITUCIÓN:</b>		Universidad de Guayaquil	
<b>UNIDAD/FACULTAD:</b>		Facultad Ingeniería Industrial	
<b>MAESTRÍA/ESPECIALIDAD:</b>			
<b>GRADO OBTENIDO:</b>		Ingeniería en Teleinformática	
<b>FECHA DE PUBLICACIÓN:</b>		24 de septiembre del 2021	<b>No. DE PÁGINAS:</b> 61
<b>ÁREAS TEMÁTICAS:</b>		Telecomunicaciones	
<b>PALABRAS CLAVES/KEYWORDS:</b>		Arduino, Android, Discapacidad, Lenguaje, Señas./ Arduino, Android, Disability, Language, Signs.	
<p><b>RESUMEN/ABSTRACT (100-150 palabras):</b></p> <p><b>Resumen</b></p> <p>Históricamente las personas discapacitadas han sido marginadas por la sociedad pero actualmente esto está cambiando, es así como las legislaciones de la mayor parte de los países del mundo, incluido el Ecuador, recogen en sus leyes deberes y obligaciones que tiene el estado y la sociedad con las personas discapacitadas. Teniendo en cuenta lo anterior, el presente trabajo de titulación investiga una manera de aplicar las tecnologías actuales enfocada en aquellas personas que tienen problemas para comunicarse con el lenguaje oral y que por lo tanto tienen que hacer uso del lenguaje de señas, para ello se realizó la construcción de un prototipo que traduce el abecedario del lenguaje de señas al abecedario normal, para posteriormente ser presentada por un smartphone Android. Esto se logró tanto consultando bibliografía para conocer características y funcionalidades de los elementos usados así como también realizando experimentos es decir pruebas con el prototipo, de esta forma se obtuvo información cuantificable que al ser analizada muestra la capacidad de detección del dispositivo traductor la cual es aproximadamente del 66.15%, esto es así debido a las características propias del lenguaje, ya que hay señas que son parecidas a otras, de esta manera este dispositivo traductor permite que estas personas discapacitadas tengan una alternativa para comunicarse con aquellas personas que no conocen el lenguaje de señas.</p>			

### Abstract

Historically, disabled people have been marginalized by society but currently this is changing, this is how the laws of most of the countries of the world, including Ecuador, include in their laws the duties and obligations of the state and society with disabled people. Taking into account the above, this degree work investigates a way of applying current technologies focused on those people who have problems communicating with oral language and who therefore have to use sign language. the construction of a prototype that translates the alphabet from sign language to the normal alphabet, to later be presented by an Android smartphone. This was achieved both in the bibliography to know the characteristics and functionalities of the elements used, as well as by carrying out experiments, that is, tests with the prototype, in this way, quantifiable information was obtained that when analyzed shows the detection capacity of the translator device which is approximately 66.15%, this is due to the characteristics of the language, since there are signs that are similar to others, in this way this translator device allows these disabled people to have an alternative to communicate with those people who do not know the language sign.

ADJUNTO PDF:	SI X	NO
CONTACTO CON AUTOR/ES:	Teléfono: 0980385625	E-mail: juan.muniza@ug.edu.ec
CONTACTO CON LA INSTITUCIÓN:	Nombre: Ing. Ramón Maquilón Nicola. MG	
	Teléfono: 593-2658128	
	E-mail: direccionti@ug.edu.ec	



**ANEXO XII.- DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y DE  
AUTORIZACIÓN DE LICENCIA GRATUITA  
INTRANSFERIBLE Y NO EXCLUSIVA PARA EL USO NO  
COMERCIAL DE LA OBRA CON FINES NO ACADÉMICOS**



**FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL  
CARRERA INGENIERÍA EN TELEINFORMÁTICA**

---

LICENCIA GRATUITA INTRANSFERIBLE Y NO COMERCIAL DE LA OBRA CON  
FINES NO ACADÉMICOS

Yo, **MUÑIZ ALARCÓN JUAN JOSÉ**, con C.C. No. **0950156158**, certifico que los contenidos desarrollados en este trabajo de titulación, cuyo título es **“IMPLEMENTACIÓN DE GUANTE TRADUCTOR DE LENGUAJE DE SEÑAS USANDO APLICACIÓN MÓVIL PARA LA COMUNICACIÓN ORAL Y ESCRITO.”** son de mi absoluta propiedad y responsabilidad, en conformidad al Artículo 114 del CÓDIGO ORGÁNICO DE LA ECONOMÍA SOCIAL DE LOS CONOCIMIENTOS, CREATIVIDAD E INNOVACIÓN, autorizo la utilización de una licencia gratuita intransferible, para el uso no comercial de la presente obra a favor de la Universidad de Guayaquil.

**MUÑIZ ALARCÓN JUAN JOSÉ**

**C.C.No. 0950156158**



## ANEXO VII.- CERTIFICADO PORCENTAJE DE SIMILITUD

### FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL CARRERA INGENIERÍA EN TELEINFORMÁTICA



Habiendo sido nombrado **NEISER STALIN ORTIZ MOSQUERA**, tutor del trabajo de titulación certifico que el presente trabajo de titulación ha sido elaborado por **MUÑIZ ALARCON JUAN JOSE**, con mi respectiva supervisión como requerimiento parcial para la obtención del título de **INGENIERO EN TELEINFORMÁTICA**.

Se informa que el trabajo de titulación **IMPLEMENTACIÓN DE GUANTE TRADUCTOR DE LENGUAJE DE SEÑAS USANDO APLICACIÓN MÓVIL PARA LA COMUNICACIÓN ORAL Y ESCRITO**, ha sido orientado durante todo el periodo de ejecución en el programa Antiplagio URKUND quedando el **1%** de coincidencia.

Correo: Neiser Stalin Ortiz mosq... X D112651345 - URKUND MUÑIZ.docx X REVISIÓN POR CAPITULO - Or... X +

← → ↺ ↻ ↵ 🔒 <https://secure.orkund.com/oid/view/107336882-608167-684238#q1bKLVyijpQMdx1jHRMY3VUSrD> ☆

**URKUND**

**Documento** URKUND MUÑIZ.docx (D112651345)

**Presentado** 2021-09-15 11:07 (-05:00)

**Presentado por** neiser.ortizm@ug.edu.ec

**Recibido** neiser.ortizm.ug@analysis.orkund.com

**Mensaje** REVISIÓN URKUND MUÑIZ. [Mostrar el mensaje completo](#)

1% de estas 20 páginas, se componen de texto presente en 3 fuentes.

**Lista de fuentes** Bloques

Categoría	Enlace/nombre de archivo
	<a href="https://aprendiendoarduino.wordpress.com">https://aprendiendoarduino.wordpress.com</a>
	G3 MOQUINCHE-MONTOYA Rvisado.docx
	<a href="https://docplayer.es/121618641-Universida">https://docplayer.es/121618641-Universida</a>
Fuentes alternativas	
Fuentes no usadas	

0 Advertencias.

**71%** #1 Activo

Diseño y construcción de un guante prototipo electrónico capaz de traducir el lenguaje de señas de una persona sordomuda al lenguaje de letras", el

cual está enfocado en un traductor de movimientos de mano el cual permite a las personas privada de habla

**Archivo de registro Urkund:** UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL / G3 MOQUIN

diseño y construcción de un prototipo que era capaz de traducir el leng una

Sordomuda al lenguaje de letras, el

<https://secure.orkund.com/view/107336882-608167-684238>



Tratado electrónicamente por:  
**NEISER STALIN  
ORTIZ MOSQUERA**

NEISER STALIN ORTIZ MOSQUERA  
DOCENTE TUTOR  
C.C. 091952224-3  
FECHA: 15/09/2021



## ANEXO VI. - CERTIFICADO DEL DOCENTE-TUTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

**FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL  
CARRERA INGENIERÍA EN TELEINFORMÁTICA**



Guayaquil, 17 de septiembre de 2021

Sra.

**Ing. Annabelle Lizarzaburu Mora, MG.**

Directora de Carrera Ingeniería en Teleinformática / Telemática

**FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL DE LA UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL**

Ciudad. -

De mis consideraciones:

Envío a Ud. el Informe correspondiente a la tutoría realizada al Trabajo de Titulación **IMPLEMENTACIÓN DE GUANTE TRADUCTOR DE LENGUAJE DE SEÑAS USANDO APLICACIÓN MÓVIL PARA LA COMUNICACIÓN ORAL Y ESCRITO** del estudiante **MUÑIZ ALARCON JUAN JOSE**, indicando que ha cumplido con todos los parámetros establecidos en la normativa vigente:

- El trabajo es el resultado de una investigación.
- El estudiante demuestra conocimiento profesional integral.
- El trabajo presenta una propuesta en el área de conocimiento.
- El nivel de argumentación es coherente con el campo de conocimiento.

Adicionalmente, se adjunta el certificado de porcentaje de similitud y la valoración del trabajo de titulación con la respectiva calificación.

Dando por concluida esta tutoría de trabajo de titulación, **CERTIFICO**, para los fines pertinentes, que el estudiante está apto para continuar con el proceso de revisión final.

Atentamente,



Plomado a: [stalinortizmosquera@gmail.com](#)  
**NEISER STALIN  
ORTIZ MOSQUERA**

---

Ing. Neiser Stalin Ortiz Mosquera, Mg  
TUTOR DE TRABAJO DE TITULACIÓN  
C.C. 091952224-3  
FECHA: 17/09/2021





**ANEXO VIII.- INFORME DEL DOCENTE REVISOR  
FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL  
CARRERA INGENIERÍA EN TELEINFORMÁTICA**



Guayaquil, 23 de septiembre de 2021.

Sr (a).

**Ing. Annabelle Lizarzaburu Mora, MG.**

Director (a) de Carrera Ingeniería en Teleinformática / Telemática

**FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL DE LA UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL**

Ciudad. -

De mis consideraciones:

Envío a Ud. el informe correspondiente a la REVISIÓN FINAL del Trabajo de Titulación **"IMPLEMENTACIÓN DE GUANTE TRADUCTOR DE LENGUAJE DE SEÑAS USANDO APLICACIÓN MÓVIL PARA LA COMUNICACIÓN ORAL Y ESCRITO"** del estudiante **MUÑOZ ALARCON JUAN JOSE**. Las gestiones realizadas me permiten indicar que el trabajo fue revisado considerando todos los parámetros establecidos en las normativas vigentes, en el cumplimiento de los siguientes aspectos:

**Cumplimiento de requisitos de forma:**

El título tiene un máximo de 17 palabras.

La memoria escrita se ajusta a la estructura establecida.

El documento se ajusta a las normas de escritura científica seleccionadas por la Facultad.

La investigación es pertinente con la línea y sublíneas de investigación de la carrera.

Los soportes teóricos son de máximo 5 años.

La propuesta presentada es pertinente.

**Cumplimiento con el Reglamento de Régimen Académico:**

El trabajo es el resultado de una investigación.

El estudiante demuestra conocimiento profesional integral.

El trabajo presenta una propuesta en el área de conocimiento.

El nivel de argumentación es coherente con el campo de conocimiento.

Adicionalmente, se indica que fue revisado, el certificado de porcentaje de similitud, la valoración del tutor, así como de las páginas preliminares solicitadas, lo cual indica el que el trabajo de investigación cumple con los requisitos exigidos.

Una vez concluida esta revisión, considero que el estudiante está apto para continuar el proceso de titulación. Particular que comunicamos a usted para los fines pertinentes.

Atentamente,



Firmado digitalmente por:  
**OSWALDO ORLANDO  
ARAÚZ ARROYO**

**ING. OSWALDO ARAÚZ ARROYO, MG**

C.C:1001964749

**FECHA: 23 de septiembre de 2021**

**Declaración de Autoría**

“La responsabilidad del contenido de este trabajo de Titulación, me corresponde exclusivamente; y el patrimonio intelectual del mismo a la Facultad de Ingeniería Industrial de la Universidad de Guayaquil”

**Juan José Muñiz Alarcón****C.C. 0950156158**



### **Dedicatorio**

Primeramente a Dios, por permitirme experimentar y alcanzar una nueva etapa en mi vida. A mis padres, ya que gracias a sus consejos me han permitido superarme personal y profesionalmente.

## Índice General

N°	Descripción	Pág.
	<b>Introducción</b>	1

## Capítulo I

### El problema

N°	Descripción	Pág.
1.1	Planteamiento del Problema	2
1.2	Formulación del problema	2
1.3	Sistematización del problema	2
1.4	Objetivos de la investigación	3
1.4.1	Objetivo general	3
1.4.2	Objetivos específicos	3
1.5	Justificación e importancia.	3
1.6	Alcance del proyecto	4

## Capítulo II

### Marco Teórico

N°	Descripción	Pág.
2,1	Antecedentes de la investigación	5
2,2	Fundamentación Teórica	6
2.2.1	Personas con discapacidad de habla y con discapacidad auditiva	6
2.2.1.1	Lengua o lenguaje de signos	6
2.2.2	Guante Electrónico	7
2.2.3	Módulo ADXL335	7
2.2.4	Módulo Bluetooth HC-05	8
2.2.4.1	Funciones	9
2.2.5	Arduino Nano	9
2.2.6	Sensores	10
2.2.7	Software	11
2.2.7.1	Arduino Ide	11

<b>N°</b>	<b>Descripción</b>	<b>Pág.</b>
2.2.8	Herramientas de software libre	12
2.3	Marco Legal	12
2.3.1	Constitución de la república del ecuador.	13
2.3.2	Ley Orgánica de discapacidades.	13
2.3.3	Ley Orgánica de Educación Intercultural	14

### **Capítulo III**

#### **Propuesta**

<b>N°</b>	<b>Descripción</b>	<b>Pág.</b>
3.1	Metodología del proyecto	15
3.1.1	Modalidad de la investigación	15
3.1.2	Tipos de investigación.	15
3.1.2.1	Investigación Cualitativa.	15
3.1.2.2	Investigación Aplicada	16
3.1.2.3	Investigación Experimental	16
3.1.3	Instrumentos de investigación	16
3.1.3.1	Bibliográfico.	16
3.1.3.2	Experimentación.	16
3.1.3.3	Conclusiones.	17
3.1.4	Análisis de factibilidad	17
3.1.4.1	Factibilidad Operacional	17
3.1.4.2	Factibilidad Técnica	17
3.1.4.3	Factibilidad Legal	17
3.1.4.4	Factibilidad Económica	18
3.2	Diseño del Dispositivo	19
3.2.1	Requerimientos del dispositivo	19
3.2.1.1	Análisis de la placa de Arduino a utilizar.	20
3.2.2	Esquema del dispositivo	22
3.3	Construcción del dispositivo	24
3.3.1	Programación de la placa de Arduino con el IDE	25
3.3.1.1	Instalación del IDE de Arduino	25
3.3.1.2	Código	28

<b>N°</b>	<b>Descripción</b>	<b>Pág.</b>
3.5	Conclusiones	31
3.6	Recomendaciones	32
	Anexos	33
	Bibliografía	37

## Índice de Tablas

<b>N°</b>	<b>Descripción</b>	<b>Pág.</b>
1	Recursos de hardware.	18
2	Recursos de Software	19
3	Características técnicas de las diferentes placas de Arduino	20
4	Valores de las Variables según la flexión de cada sensor Flex	31

## Índice de Figuras

<b>N°</b>	<b>Descripción</b>	<b>Pág.</b>
1	Lenguaje de signo	7
2	Modulo ADXL 335	8
3	Módulo Bluetooth HC-05	9
4	Arduino Nano	10
5	Sensor Flex	11
6	Arduino IDE	12
7	Alfabeto y números del lenguaje de señas	19
8	Conexiones de Placa de la Arduino Nano	21
9	Esquema General del dispositivo	22
10	Esquema de Alimentación del dispositivo	23
11	Esquema de conexiones del Arduino al Módulo Bluetooth HC-05	23
12	Dispositivo traductor del lenguaje de señas	24
13	Versión de Arduino a instalar	25
14	Aceptación de la licencia y selección de componentes a instalar	26
15	Elección de la ruta a instalar e instalación	26
16	Configuración de la placa a utilizar en el IDE	27
17	Configuración del puerto utilizado por el IDE	28
18	Inicialización de las variables en el IDE de Arduino	28
19	Asignación de las variables a los puertos respectivos de la placa en el IDE de Arduino	29
20	Código del sensor Flex interpretando de la “A” a la “E” en el IDE de Arduino	29
21	Código del sensor Flex interpretando la letra “Z” en el IDE de Arduino	30



## Índice de Anexos

<b>Nº</b>	<b>Descripción</b>	<b>Pág.</b>
1	Programación en Arduino para la presentación caracteres para el dispositivo traductor de lenguaje de señas	34



**ANEXO XIII.- RESUMEN DEL TRABAJO DE  
TITULACIÓN (ESPAÑOL)**

**FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL  
CARRERA INGENIERÍA EN TELEINFORMÁTICA**



---

**“IMPLEMENTACIÓN DE GUANTE TRADUCTOR DE LENGUAJE DE SEÑAS  
USANDO APLICACIÓN MÓVIL PARA LA COMUNICACIÓN ORAL Y  
ESCRITO”**

**Autor:** Muñiz Alarcón Juan José

**Tutor:** Telec. Ortíz Mosquera Neiser Stalin, Mg.

**Resumen**

Históricamente las personas discapacitadas han sido marginadas por la sociedad pero actualmente esto está cambiando, es así como las legislaciones de la mayor parte de los países del mundo, incluido el Ecuador, recogen en sus leyes deberes y obligaciones que tiene el estado y la sociedad con las personas discapacitadas. Teniendo en cuenta lo anterior, el presente trabajo de titulación investiga una manera de aplicar las tecnologías actuales enfocada en aquellas personas que tienen problemas para comunicarse con el lenguaje oral y que por lo tanto tienen que hacer uso del lenguaje de señas, para ello se realizó la construcción de un prototipo que traduce el abecedario del lenguaje de señas al abecedario normal, para posteriormente ser presentada por un smartphone Android. Esto se logró tanto consultando bibliografía para conocer características y funcionalidades de los elementos usados así como también realizando experimentos es decir pruebas con el prototipo, de esta forma se obtuvo información cuantificable que al ser analizada muestra la capacidad de detección del dispositivo traductor la cual es aproximadamente del 66.15%, esto es así debido a las características propias del lenguaje, ya que hay señas que son parecidas a otras, de esta manera este dispositivo traductor permite que estas personas discapacitadas tengan una alternativa para comunicarse con aquellas personas que no conocen el lenguaje de señas.

**Palabras claves:** Arduino, Android, Discapacidad, Lenguaje, Señas.



## ANEXO XIV.- RESUMEN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN (INGLÉS)



### FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL CARRERA INGENIERÍA EN TELEINFORMÁTICA

---

#### **“IMPLEMENTATION OF A SIGN LANGUAGE TRANSLATOR GLOVE USING THE MOBILE APP FOR WRITTEN AND ORAL COMMUNICATION.**

**Author:** Muñiz Alarcón Juan José

**Advisor:** TE. Ortiz Mosquera Neiser Stalin, MBA.

#### **Abstract**

Historically, disabled people have been marginalized by society but currently this is changing, this is how the laws of most of the countries of the world, including Ecuador, include in their laws the duties and obligations of the state and society with disabled people. Taking into account the above, this degree work investigates a way of applying current technologies focused on those people who have problems communicating with oral language and who therefore have to use sign language. the construction of a prototype that translates the alphabet from sign language to the normal alphabet, to later be presented by an Android smartphone. This was achieved both in the bibliography to know the characteristics and functionalities of the elements used, as well as by carrying out experiments, that is, tests with the prototype, in this way, quantifiable information was obtained that when analyzed shows the detection capacity of the translator device which is approximately 66.15%, this is due to the characteristics of the language, since there are signs that are similar to others, in this way this translator device allows these disabled people to have an alternative to communicate with those people who do not know the language sign.

**Keywords:** Arduino, Android, Disability, Language, Signs.

## **Introducción**

La discapacidad ya sea física o intelectual siempre ha sido un tema controvertido en la historia humana, en la antigua ciudad griega llamada Esparta se cree que los niños a los que se les detectaba algún mal de nacimiento eran sacrificados otros muchos pueblos antiguos consideraban una discapacidad en un niño o adulto una maldición de los dioses tanto para esa persona como para la familia por lo que la misma familia consideraba aislarla de sí mismo y la sociedad las condenaba a una vida solitaria.

Lo anteriormente mencionado ha ido evolucionando a través del tiempo, de manera favorable para las personas discapacitadas, es así como por ejemplo en 1944 en plena segunda guerra mundial, Reino Unido consciente de que muchos de los veteranos de la guerra tenían algún tipo de discapacidad, crea la ley de empleo de discapacidad, no solo fue un acto altruista, sino también porque tenían una falta de trabajadores y por ello también una falta de elaboración de provisiones, pero esto permitió visibilizarlos en la sociedad y darles una nueva oportunidad de reintegrarse a la misma.

Actualmente las legislaciones de la mayor parte de los países del mundo, incluido el Ecuador, recogen en sus leyes deberes y obligaciones que tiene la sociedad y el estado con estas personas, es por ello por lo que es necesario investigar nuevas formas que permitan facilitarles la vida.

El presente trabajo de titulación busca aportar una pequeña ayuda al sector de la población que tiene problemas para comunicarse con el lenguaje oral y que por lo tanto tienen que hacer uso del lenguaje de señas con el inconveniente de que no todas las personas comprenden lo que quieren decir debido al poco conocimiento del mismo lenguaje que se tiene de manera general, todo esto mediante la construcción de un dispositivo traductor de lenguaje de signo a caracteres del alfabeto.

## **Capítulo I**

### **El Problema**

#### **1.1 Planteamiento del problema.**

Uno de los problemas que se encuentran los usuarios de Lengua de Signos es que sólo pueden comunicarse con aquellas personas que también la utilizan. Otra opción es tener un intérprete de Lengua de Signos. Pero en la vida diaria, el trabajo o cualquier trámite burocrático, la persona sorda usuaria de Lengua de Signos se puede encontrar incomunicada. (Rello, 2016)

En el caso del niño sordo con padres oyentes, la interacción entre ambos es complicada, debido a que el niño se encuentra en un entorno en el que habitualmente se utiliza el lenguaje oral, al cual no tiene acceso. Esto ocasiona que el proceso de comunicación para el niño sea mucho más complejo, obligando a los familiares a conocer y aprender la lengua de señas, a fin de interactuar con el niño. Otro panorama es cuando una persona sorda o con pérdida auditiva viaja o visita otra ciudad, está saliendo de su entorno conocido. Y eso conlleva no conocer con seguridad qué lugares turísticos y culturales están adaptados a la discapacidad auditiva.

Normalmente, el efecto principal de las barreras comunicativas suele ser la incomunicación de pleno: la imposibilidad de lograr un entendimiento entre el emisor y el receptor. Sin embargo, no es inusual que el efecto consista en la distorsión del mensaje, lo cual lleva a malentendidos, ya que lo emitido y lo recibido no coinciden, se contradicen o no tienen que comunicar. Esto se puede dar por mal manejo e interpretación del lenguaje de Signos con las manos por parte de algún usuario de otras culturas o de otras nacionalidades.

#### **1.2 Formulación del problema**

¿Cómo podrían diseñar un dispositivo que ayude a las personas con discapacidad auditiva y de lenguaje a una comunicación más rápida con las demás personas?

#### **1.3 Sistematización del problema**

1. ¿Qué tecnología sería la adecuada para la implementación de un guante traductor de lenguaje de señas como aplicativo?
2. ¿Cuáles serían los recursos tecnológicos que necesitaría la persona que porta el guante traductor para su comunicación con otra persona?
3. ¿Cuál será la interfaz apropiada para la aplicación móvil para un mejor manejo y comunicación?

## **1.4 Objetivos de la investigación**

### **1.4.1 Objetivo General**

Implementar un prototipo de un guante traductor de Lengua de Signos usando aplicación móvil para la comunicación oral y escrito.

### **1.4.2 Objetivos Específicos**

- a. Identificar los componentes electrónicos, para captar la señal emitida por los movimientos de la manos y dedos del usuario.
- b. Analizar que el prototipo realice las respectivas pruebas para mostrar el resultado con respecto al movimiento de las manos.
- c. Identificar que letras del abecedario tienen dificultad para ser mostrada y el motivo.
- d. Establecer una conexión del prototipo del guante traductor a un aplicativo para Smartphone Android y de esa manera mostrar las letras del abecedario de señas.

## **1.5 Justificación e importancia.**

El usuario utilizará unos guantes que reconocen el movimiento de sus manos y dedos, y lo convierte en texto digital mediante una aplicación, así se indicará la letra la cual se muestra en la pantalla de un smartphone.

Con el propósito de este proyecto es para ayudar a la comunidad de personas sordomuda para comunicarse y de interactuar con sus seres cercanos. En relación sería mucho menor porque la otra persona no tendría ningún problema en tratar de comunicarse con una persona sordomuda así se rompe esos dos mundos distintos de comunicación.

La importancia de este proyecto es que las personas con discapacidad puedan cambiar su estilo de vida y también se desea lograr que las personas discapacitadas se le facilite sus tareas que realiza diario.

## **1.6 Alcance del proyecto**

Se diseñará un guante traductor de señales para las personas con discapacidad auditiva y de lenguaje, que les ayudará comunicarse con las demás personas. Las personas con discapacidad auditiva y de lenguaje realizará una señal con el guante, esa letra será mostrada en una pantalla para las personas que no sabe del lenguaje de señas.

El dispositivo para diseñar contará con cinco sensores que se colocaran a un guante, cuatro de los dedos de las manos y uno para el pulgar. Todo esto se realizará usando una tarjeta adquisición de datos que será programado para controlar cada sensor y permitir el



reconocimiento de símbolos que se haya ingresado, para luego realizar la operación que requiera y presentar el resultado en la pantalla. El ingreso de símbolo se realizará por medio de secuencia de comandos, es convertir los símbolos básicos que representan el alfabeto y el resultado adecuado a la aplicación de Android a través de Bluetooth.

Una vez identificado el hardware y software a utilizar se realizará el dispositivo con todas las medidas mencionadas. Ya finalizado el dispositivo se realizarán las pruebas correspondientes y se realizara un manual para las personas sorda muda para que puedan utilizarlo de una manera correspondiente y tengan un fácil uso del dispositivo electrónico como apoyo en el aprendizaje de lenguaje de señas.

### **1.7 Tipo de Investigación**

La metodología para utilizar en este proyecto de investigación e implementación que será aplicada al desarrollo tecnológico son metodología bibliográfica, experimental y descriptiva.

1. Bibliográfica: Listado de investigaciones, trabajos, artículos de revista, página web, etc. que compartan la misma información.
2. Experimental: Realizar varias pruebas con el guante para tener una mejor comunicación y documentar dicho resultado.
3. Descriptiva: La cual se basará desempeño de cada material y programa para el prototipo de guante traductor de lenguaje de señal, también permite conocer el funcionamiento de los equipos al estar todos conectados entre sí.
4. Cuantitativa: Se analizará que el prototipo realice sus resultados correctamente.

## **Capítulo II**

### **Marco Teórico**

#### **2.1 Antecedentes de la investigación**

Según (Espinosa Aguilar, 2018), quien realizó el trabajo de titulación “Diseño y construcción de un guante prototipo electrónico capaz de traducir el lenguaje de señas de una persona sordomuda al lenguaje de letras”, el cual está enfocado en un traductor de movimientos de mano el cual permite a las personas privada de habla comunicarse con el resto de personas, realizado con ocho sensores flexibles, ya que este trabajo utiliza el software Matlab el cual el estudiante selecciona los diferentes tipos de lecciones que le permite escoger el tipo de deletreo de color, así como también la traducción de señas.

Según (Chen Lab, 2020), han diseñado un dispositivo similar a un guante que puede traducir el lenguaje de signos al habla en tiempo real a través de una aplicación de teléfono inteligente. El sistema incluye un par de guantes con sensores delgados y elásticos que se extienden a lo largo de cada uno de los cinco dedos. Estos sensores, hechos de hilos conductores de electricidad, recogen movimientos de manos y colocaciones de dedos que representan letras, números, palabras y frases individuales. Al probar el dispositivo, los investigadores trabajaron con cuatro personas sordas y que usan lenguaje de señas estadounidense. Los usuarios repitieron cada gesto de la mano 15 veces. Un algoritmo de aprendizaje automático personalizado convirtió estos gestos en letras, números y palabras que representaban.

Según (Guzmán ArellNO, 2017), quien realizó el trabajo de titulación “Guante Electrónico para Traducir de Lenguaje de Señas a Caracteres con Voz Artificial y Conexión Inalámbrica a Dispositivos Móviles para Personas con Discapacidad Auditiva y de Lenguaje en la Universidad Técnica de Ambato.” En el caso de las personas con discapacidad auditiva la necesidad de comunicarse con otros individuos es esencial en su desenvolvimiento dentro de la sociedad. Por esta razón se ha desarrollado un guante electrónico que permite traducir el lenguaje de señas en caracteres y reproducirlos mediante un módulo de voz artificial y a su vez ofrece la posibilidad de intercambiar mensajes mediante tecnología bluetooth facilitando la comunicación de las personas que padecen con discapacidad auditiva. El Guante electrónico permite establecer una conexión a bluetooth con un dispositivo móvil y de esta forma las personas con discapacitada pueden emitir y recibir mensajes que son visualizados en una pantalla ubicada en el guante electrónico.

Según (Torrejon Tambo, 2016), Las personas tiene una gran dificultad para comunicarse con las personas sordomudas, puesto que estas personas tienen un lenguaje de señas con el cual se expresan. El guante electrónico interpreta las señas más importantes empleadas con una sola muñeca por las personas. Con el guante electrónico se desea establecer una comunicación entre personas con discapacidad y con el resto de la sociedad. Las personas receptoras podrán contestar aun si no sabe el lenguaje de señas mediante una aplicación para dispositivos con sistema operativo android. Con este guante electrónico podrá tener una conversación cómoda, rápida y en cualquier parte con cualquier persona.

Según (Tarre Alvarez, 20017), La persona sordomuda podrá hacer las señas correspondientes al lenguaje de señas y el guante identificará los movimientos, generará la letra o palabra asociada a la seña y así las personas que no conozcan el lenguaje de señas entenderán el mensaje. El 18 % de las personas con alguna discapacidad tienen dificultad para hablar o comunicarse. Estas redes son un modelo matemático en el cual a través de un algoritmo de actualización y entrenamiento es capaz de aprender a reconocer patrones como lo hace los humanos. Es así como, al doblar un dedo se genera un cambio en la resistencia que a su vez produce una variación de voltaje. El cambio en el voltaje puede ser leído por un convertidor analógico-digital y procesado por un microcontrolador.

## **2.2 Fundamentación Teórica**

### **2.2.1 Personas con discapacidad de habla y con discapacidad auditiva**

Según, (Mendoza Lara, 2021) “la discapacidad de habla es aquella que no puede hablar a causa de una discapacidad física o de una lesión en las cuerdas vocales”. En cambio, la discapacidad auditiva, es aquella que es sorda de nacimiento y que padece por ello graves dificultades para hablar mediante la voz.

Antiguamente se pensaba que una persona sorda no podía comunicarse, pero eso no es del todo cierto, ya que pueden comunicarse en Lengua de Signos. Pero, además, cabe destacar, que una persona sorda, puede comunicarse también en Lengua Oral. Y gracias a ayuda como los implantes cocleares hacen que el aprendizaje gracias a la escucha sea cada día mayor.

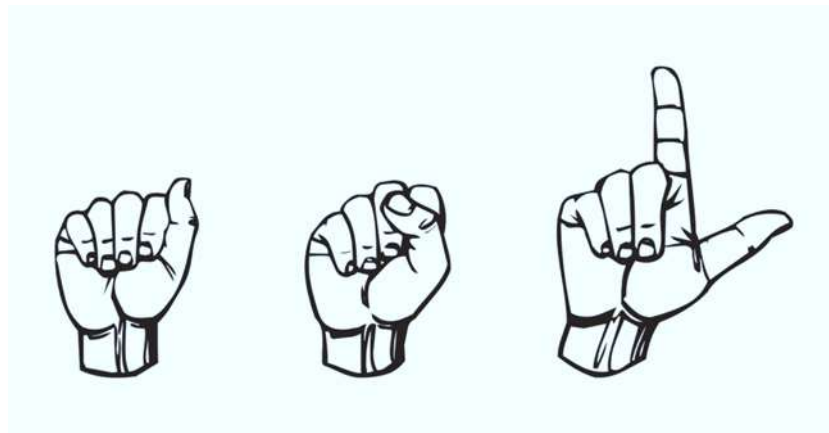
Por tanto, ya sabrá que una persona sordomuda es aquella que además de tener una pérdida auditiva también tiene un problema en las cuerdas vocales que le impiden hablar con la voz. (Palomares Martinez, 2019)

#### **2.2.1.1 Lengua o lenguaje de signos**

Según la RAE, el lenguaje es la facultad del ser humano de expresarse y comunicarse con los demás a través del sonido articulado o de otros sistemas de signos. Y en cambio la lengua es el sistema de comunicación verbal propio de una comunidad humana y que cuenta generalmente con escritura. (Gros, 2018)

Sin embargo, estas definiciones se quedan cortas para la comunidad sorda, ya que la lengua también es un código que aprenderá y que utilizará para comunicar. En definitiva, una lengua equivale a un idioma que dispone de una estructura, gramática, vocabulario, palabras y gestos propios.

Por lo tanto, el término correcto es Lengua de Signos, ya que es el idioma o lengua propia de las personas sordas que está basado en la dactilología, un sistema de comunicación que transmite información mediante el uso de los dedos de la mano. (Palomares Martinez, 2019)



**Figura 1.** Lenguaje de signo. Información adaptada de blog.kiversal.com. Elaborado por Cadena SER.

### 2.2.2 Guante Electrónico

Según, (Montes, 2020) permite a las personas con cualquier discapacidad involucrarse en actividades cotidianas mediante el uso de sistemas electrónicos. En el caso de personas con discapacidad auditiva la necesidad de comunicarse con otros individuos es esencial en su desenvolvimiento dentro de la sociedad. Por esta razón se ha desarrollado un guante electrónico que permite traducir el lenguaje de señas en caracteres y a su vez ofrece la posibilidad de intercambiar mensajes mediante tecnología bluetooth facilitando la comunicación de personas que padecen discapacidad auditiva.

### 2.2.4 Módulo Bluetooth HC-05

Según, (Mechatronics, 2016) el módulo Bluetooth HC-05 permite conectar el proyecto con Arduino a un smartphone, celular o PC de forma inalámbrica (Bluetooth), con la

facilidad de operación de un puerto serial. La transmisión se realiza totalmente en forma transparente al programador, por lo que se conecta en forma directa a los pines seriales de nuestro microcontrolador preferido (respetando los niveles de voltaje, ya que el módulo se alimenta con 3.3V). Todos los parámetros del módulo se pueden configurar mediante comandos AT. La placa también incluye un regulador de 3.3V, que permite alimentar el módulo con un voltaje entre 3.6V - 6V. Este módulo es el complemento ideal para nuestros proyectos de robótica, domótica y control remoto con Arduino, PIC, Raspberry PI, ESP8266, ESP32, STM32, etc.

La comunicación Bluetooth se da entre dos tipos de dispositivos: un maestro y un esclavo. Si el objetivo es conectar el proyecto a un smartphone Android puede utilizar tanto un módulo HC-06 o un HC-05 configurado como esclavo. El módulo Bluetooth HC-05 viene configurado de fábrica para trabajar como esclavo, es decir, preparado para escuchar peticiones de conexión, pero puede configurarlo para trabajar con Maestro utilizando comandos AT. Por otra parte, si el objetivo es conectar dos proyectos, necesitará utilizar un módulo HC-05 configurado como maestro y un HC-06 (esclavo) o un HC-05 configurado como esclavo.

Este módulo cumple con las especificaciones del estándar Bluetooth 2.0 que es perfectamente compatible con celulares o smartphones Android, más no con los Iphone. Para trabajar con Iphone recomendamos utilizar el Módulo Bluetooth 4.0 BLE HM-10, que también es compatible con los celulares Android modernos.

#### **2.2.4.1 Funciones**

1. Reemplaza un enlace serial cableado por un enlace inalámbrico en forma transparente
2. Posee el perfil Bluetooth "Wireless Serial Port"
3. Se puede configurar como Máster o Slave
4. Ideal para controlar el proyecto Arduino, PIC, Atmel, etc. en forma inalámbrica con nuestra PC



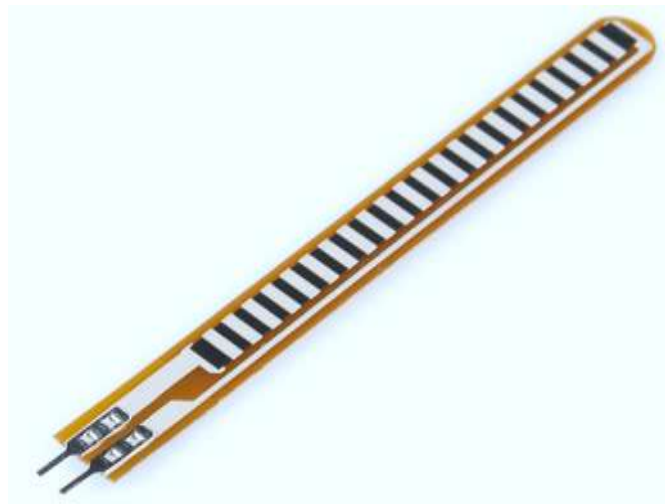
**Figura 3.** Módulo Bluetooth HC-05. Información adaptada de [www.geekfactory.mx](http://www.geekfactory.mx). Elaborado por [www.geekfactory.mx](http://www.geekfactory.mx)

### 2.2.6 Sensores

Según, (Leon, 2021), un sensor es un dispositivo de entrada, es un intermediario entre la variable física y el sistema de medida. Entregan señales eléctricas de salida, analógicas o digitales, y este tipo de dominio físico es más utilizado en los sistemas de medidas actuales.

Según, (Ude, 2016), son elementos resistivos de carbono dentro de un sustrato flexible y delgado, por lo general son una tira delgada de 5 cm de largo que varía en resistencia de aproximadamente 10 a 50 kOhms. Cuando se dobla el sensor produce una salida de resistencia en relación con el radio de curvatura.

El sensor está diseñado para ser flexionado solo en una dirección, se debe tener precaución de no flexionar el sensor en la sección de la base, hacerlo puede ocasionar ruptura del material conductor, fije de manera segura la base para que solamente la parte superior del sensor sea la que se flexione. Evitar extender los límites de doblado. Con una flexión de  $0^\circ$  dará la resistencia de 10K será una flexión de  $90^\circ$  dará entre 30 a 40 K ohmios.



**Figura 5.** Sensor Flex. Información adaptada de [www.lunegate.com](http://www.lunegate.com). Elaborado por [www.lunegate.com](http://www.lunegate.com).



### 2.2.5 Análisis de la placa de Arduino a utilizar.

Hay diferentes placas de Arduino en el mercado, con diferentes características cada una de ellas dependiendo del uso que se le vaya a dar, es así como unas traen un microcontrolador más potente que otros también varían en conexiones, la forma en la que se alimentan a la energía, el rango de voltaje que se recomienda su uso, a continuación, en la siguiente tabla se aprecian las diferentes características mencionadas y otras más.

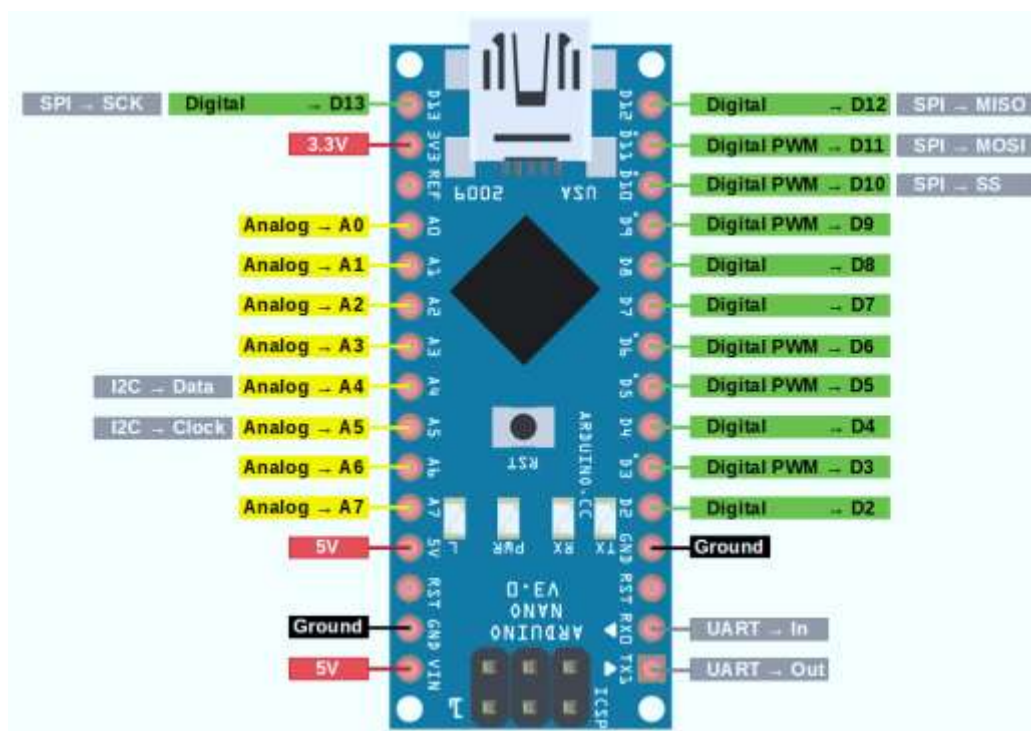
**Tabla 3.** Características técnicas de las diferentes placas de Arduino

Board	Tech Specs	Arduino UNO R3	Arduino Micro	Arduino® Nano
<b>SKU</b>	SKU	A000066	A000053	A000005
<b>Microcontroller</b>	Microcontroller	ATmega328P	ATmega32u4	ATmega328
<b>USB connector</b>	USB connector	USB-B	Micro USB	Mini-B USB
<b>Pins</b>	Built-in LED Pin	13	13	13
	Digital I/O Pins	14	20	14
	Analog input pins	6	12	8
	PWM pins	6	7	6
<b>Communication</b>	UART	Yes	Yes	Yes
	I2C	Yes	Yes	Yes
	SPI	Yes	Yes	Yes
	Circuit operating voltage	5V	5V	5V
<b>Power</b>	Input voltage (recommended)	7-12V	7-9V	7-12 V
	Input voltage (limit)	6-20V	6-9V	*****
	Supported battery	9V battery	*****	*****
	Battery connector	Power jack	*****	*****
	DC Current per I/O Pin	20 mA	20 mA	40 mA
<b>Clock speed</b>	DC Current for 3.3V Pin	50 mA	50 mA	*****
	Main Processor	ATmega328P 16 MHz	ATmega32U4 16 MHz	ATmega328 16 MHz
	USB-Serial Processor	ATmega16U2 16 MHz	*****	*****
<b>Memory</b>	Memory	ATmega328P, 2KB SRAM, 32KB FLASH, 1KB EEPROM	ATmega328P, 2.5KB SRAM, 32KB FLASH, 1KB EEPROM	ATmega328P, 2KB SRAM, 32KB flash 1KB EEPROM
<b>Dimensions</b>	Weight	25 g	13 g	5gr

Width	53.4 mm	18 mm	18 mm
Length	68.6 mm	48 mm	45 mm

Información tomada de docs.arduino.cc. Elaborado por Juan José Muñiz Alarcón.

En este caso se procedió a seleccionar la placa de Arduino Nano ya que es la que menor tamaño y peso tiene y por ende es más cómoda que el usuario del dispositivo haga los diferentes movimientos del lenguaje de señas, ya que el circuito va a ir en el guante, además también cualquiera de las placas antes mencionada son capaces de realizar la tarea de procesamiento del lenguaje de señas, por lo que todas son adecuadas, pero bajo el parámetro anterior se seleccionará la placa ya mencionada.

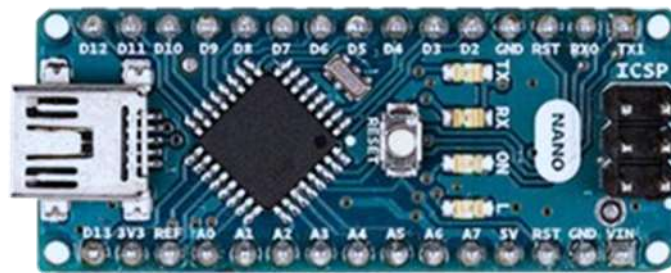


**Figura 8.** Conexiones de Placa de la Arduino Nano. Elaborado por roboteach.education

La placa de Arduino Nano es una placa de desarrollo de tamaño compacto, completa y compatible con protoboards, basada en el microcontrolador ATmega328P. posee las mismas capacidades que un Arduino UNO, tanto en potencia del microcontrolador como en conectividad, solo se ve recortado en su conector USB, conector jack de alimentación

Profundizando en la placa, esta tiene diferentes conexiones, en la imagen se aprecia el “Ground” que es la tierra, también las entradas de voltaje que pueden ser de 3.3v y 5 voltios dependiendo de lo que la placa necesita alimentar, de allí también están las entradas digitales que van desde el pin D1 al D13, estas reciben información binaria es decir 0 y 1, de las

cuales tres son de tipo PWM (Pulse Width Modulation) las cuales sirven para variar la energía recibida por el dispositivo, las entradas analógicas son los pines que van desde el A0 a A5. Sirven para leer los valores de voltaje que van desde los 0 a 5 con una resolución de 1024 (10 bits). Si se divide 5 entre 1024 se conoce que las entradas son capaces de detectar variaciones en el nivel de la señal de entrada de casi 5 mV. Estas entradas nos sirven debido a que la información que envían los sensores Flex al microcontrolador es de naturaleza analógica, este se encarga de procesarlas y enviarlas de manera binaria al módulo bluetooth.



**Figura 4.** Arduino Nano. Información adaptada de descubrearduino.com. Elaborado por Thayer Ojed.

### 2.2.7 Software

Según, (Buzon, 2020) es un término informático que hace referencia a un programa o conjunto de programas de cómputo, así como datos, procedimientos y pautas que permiten realizar distintas tareas en un sistema informático. Comúnmente se utiliza este término para referirse de una forma muy genérica a los programas de un dispositivo informático, sin embargo, el software abarca todo aquello que es intangible en un sistema computacional.

### 2.2.8 Herramientas de software libre

Según, (Valdera, 2018) el software libre suele estar disponible gratuitamente, o al precio de costo de la distribución a través de otros medios, sin embargo, no se debe asociar software libre a "software gratuito", debido a que, conservando su carácter de libre, puede ser distribuido comercialmente. De igual forma, el "software gratis" o "gratuito" incluye en ocasiones el código fuente, este tipo de software no es libre en el mismo sentido que el software libre, a menos que se garanticen los derechos de modificación y redistribución de dichas versiones modificadas del programa.

### 2.2.8.1 Arduino IDE



**Figura 6.** Arduino IDE. Información adaptada de aprendiendoarduino.com. Elaborado por Yubal Fernandez.

Según, (Fernandez, 2020) es un programa informático compuesto por un conjunto de herramientas de programación. Puede dedicarse en exclusiva a un solo lenguaje de programación o bien puede utilizarse para varios. Un IDE es un entorno de programación que ha sido empaquetado como un programa de aplicación; es decir, que consiste en un editor de código, un compilador, un depurador y un constructor de interfaz gráfica.

### 2.2.8.2 Android Studio



**Figura 6.** Android Studio. Información adaptada de developer.android.com. Elaborado por developer.android.com

Es una herramienta Open Source el cual es un entorno de desarrollo de aplicaciones destinado para el sistema operativo Android, no esta herramienta se puede editar el código de las aplicaciones Android pero además también tiene agregados que lo hacen ideal para el desarrollo de apps en Android y aumentan la productividad como por ejemplo: tiene disponible un emulados que permite probar la aplicación en tiempo real de manera rápida y

sencilla, también tiene herramientas para identificar problemas de rendimientos y compatibilidad entre versiones de Android además de contar con plantillas de trabajo. Todas estas herramientas permiten que el desarrollo de una aplicación Android sea más sencillo rápido y eficiente a la vez.

### **2.3 Marco Legal**

Para el marco legal de este trabajo se analizará algunos artículos, entre ellos de la constitución de la República del Ecuador como de leyes orgánicas, debido a que la constitución recoge los derechos básicos de los habitantes y las leyes indican cómo se van a cumplir esos derechos, en el caso de las leyes orgánicas, estos documentos tienen como objetivo garantizar la difusión y ejercicio de los derechos de las personas o sector del que tratan.

La realización de lo anterior mencionado permitirá explicar porque el prototipo de este trabajo de titulación no solo es importante para las personas con discapacidad si no también es crucial para las instituciones de educación de cualquier nivel y para el cumplimiento de la constitución y de las leyes actuales a las cuales están sometidas las Instituciones educativas.

#### **2.3.1 Constitución de la República del Ecuador.**

Todas las personas son iguales y gozarán de los mismos, derechos y oportunidades. Nadie podrá ser discriminado por razones de etnia, lugar de nacimiento, edad, sexo, identidad de género, identidad cultural, estado civil, idioma, religión, ideología, filiación política, pasado judicial, condición socio económica, condición migratoria, orientación sexual, estado de salud, portar VIH, discapacidad, diferencia física, ni por cualquier otra distinción, personal o colectiva, temporal o permanente, que tenga por objeto o resultado menoscabar o anular el reconocimiento, goce o ejercicio de los derechos. (Asamblea nacional Constituyente del Ecuador, 2008, pág. 11).

Aquí la constitución establece que el estado debe velar por que las personas no sean discriminadas sin importar las variables ya mencionadas allí, y en especial aquellas que son discapacitadas en específicas las personas con problemas para oír o hablar, se hace énfasis porque este trabajo de titulación está enfocado a estas personas.

#### **2.3.2 Ley Orgánica de discapacidades.**

Artículo 17.- Medidas de acción afirmativa.- El Estado, a través de los organismos competentes, adoptará las medidas de acción afirmativa en el diseño y la ejecución de políticas públicas que fueren necesarias para garantizar el ejercicio pleno de los derechos de las personas con discapacidad que se encontraren en situación de desigualdad” (Ley Orgánica de discapacidades, 2012, pág. 9).

En el artículo anterior se menciona que el estado debe de implementar incentivos para que las personas discapacitadas no se encuentren en desventajas ante las demás, hay que recordar que una persona con discapacidad, no tienen toda su capacidad física o intelectual al cien por ciento (dependiendo del caso), en el caso de las personas con problemas para oír y hablar, estas tienen el inconveniente de que el lenguaje de señas no está, extendido en la población en general por lo que sus posibilidades reales de competir en la sociedad se ve disminuido.

### **2.3.3 Uso de la tecnología para las personas con discapacidad**

La Republica del Ecuador a través de concejo nacional de igualdad y discapacidades (CONADIS), emitió documentación en donde se establece un eje de políticas en los ámbitos de las discapacidades, entre las cuales están la accesibilidad y aquí se incluye el uso de las tecnologías de la información y comunicación para lograr que los discapacitados tengan un acceso más igualitario a los servicios del estado, por ejemplo se adjunta el siguiente artículo.

“Dotar o repotenciar la infraestructura, el equipamiento, la conectividad y el uso de TIC, recursos educativos y mobiliarios de los establecimientos de educación pública, bajo estándares de calidad, adaptabilidad y accesibilidad, según corresponda.” (Normas Jurídicas en discapacidad Ecuador, 2014, pág. 53)

Es por ello por lo que el uso de las tecnologías de la información y comunicación es indispensable no solo en el aspecto anteriormente mencionado sino también en otros de la administración pública o privada, de esa manera se asegura la integración de estas personas en la sociedad.



## **Capítulo III**

### **Propuesta**

#### **3.1 Metodología del proyecto**

Este proyecto busca una mejor comunicación con las personas con discapacidad auditiva o de lenguaje, mostrando una manera práctica para el manejo del guante traductor de señas. La implementación del dispositivo se desarrollará por medio de Arduino nano, que será el encargado de realizar la operación de las señas, los sensores Flex, serán los encargados de identificar las señas que se realizaran, el resultado de la operación será dado por medio de bluetooth y mostrado en una pantalla.

##### **3.1.1 Modalidad de la investigación**

Este trabajo de titulación se apoya de la investigación de fuentes bibliográficas tales como artículos científicos, ensayos, tesis y demás fuentes de recopilación de información lo que lleva a que se tenga ciertas características de investigación documental no solo se queda en eso ya que también es un trabajo de implementación debido a que el Arduino Nano recepta datos a través del sensor Flex los cuales son interpretados y transformados a los diferentes letras o palabras por lo que se involucra la observación para el posterior detalle de los procesos que permiten al dispositivo funcionar.

##### **3.1.3 Instrumentos de investigación**

###### **3.1.3.1 Bibliográfico.**

Se usa la técnica bibliográfica en el proyecto debido a que se necesita verificar información de los componentes por ejemplo cómo funciona el sensor Flex o cuales son las conexiones de Arduino dependiendo según el tipo de información que envíe el sensor a la placa (puede ser analógica o digital), es por ello por lo que es necesario para de esa manera proceder de la manera correcta.

###### **3.1.3.2 Experimentación.**

Mediante la construcción del prototipo se verificará su funcionamiento, para verificar que el dispositivo final funcione correctamente, aunque se tengas los conocimientos necesarios en la materia, siempre se tiene que proceder con la realización de una etapa de prueba y experimentación para recabar información cuantificable y ver que todo esté bien calibrado antes de entregar el producto final.

### 3.1.4 Análisis de factibilidad

#### 3.1.4.3 Factibilidad Legal

Como se revisó en el capítulo dos en la sección de marco legal del presente trabajo de titulación, existen artículos explícitos en la constitución y en el código orgánico de discapacidad que establecen que las personas con discapacidad, tengan instrumentos que permitan un acceso igualitario a sus derechos, por ejemplo a la no discriminación si se encuentran imposibilitados de utilizar el lenguaje oral, por lo que este prototipo ayuda a que las personas que no tienen conocimiento del lenguaje de signos puedan entender el alfabeto de señas, de esta manera las personas discapacitadas se les hará más fácil desenvolverse en su día a día y serán mejor comprendidas.

#### 3.1.4.4 Factibilidad Económica

Los elementos que se utilizaran son de fácil acceso en el mercado, a continuación que se adjuntan en la siguiente tabla con sus respectivos costos aproximados.

**Tabla 1.** Recursos de hardware.

Elementos utilizados	Cantidad	Costo Unitario	Costo Total
Laptop HP Pavilion G4, AMD , AMD E2 1800 APU, 4GB DE RAM	1	\$ 400.00	\$ 400.00
Sensor Flex	5	\$ 24.95	\$ 124.75
Placa de Arduino	1	\$ 7.50	\$ 7.50
Módulo de Bluetooth HC-05	1	\$ 5.95	\$ 5.95
Jumpers	10	\$ 0.15	\$ 1.50
Resistencia de 5 kOhm	2	\$ 0.05	\$ 0.10
Guante	1	\$ 3.00	\$ 3.00
Protoboard	1	\$ 3.50	\$ 3.50
Costo Total			\$ 546.30

Información tomada de Investigación propia de tesis. Elaborado por Juan José Muñiz Alarcón.

En la tabla se aprecian los elemento que necesita el proyecto así como su respectivo costo, si bien es cierto sale que se necesitaría 546.30 dólares aproximadamente para realizarlo, hay que mencionar que hay elementos de los que ya se disponen como por ejemplo la laptop HP Pavilion G4, la placa de Arduino, también los jumpers que son cables que permiten conectar diferentes o elementos al circuito, estos siempre son muy usados en

todo proyecto que involucre el armado de circuitos, adicional a esto también hay recursos de software utilizados como es el IDE de Arduino que permite la programación del micro controlador pero al ser Open Source no genera ningún costo su uso, pero igual se incluye en los costos debido a que son elementos necesarios para el proyecto sin los cuales el proyecto no sería factible en su realización.

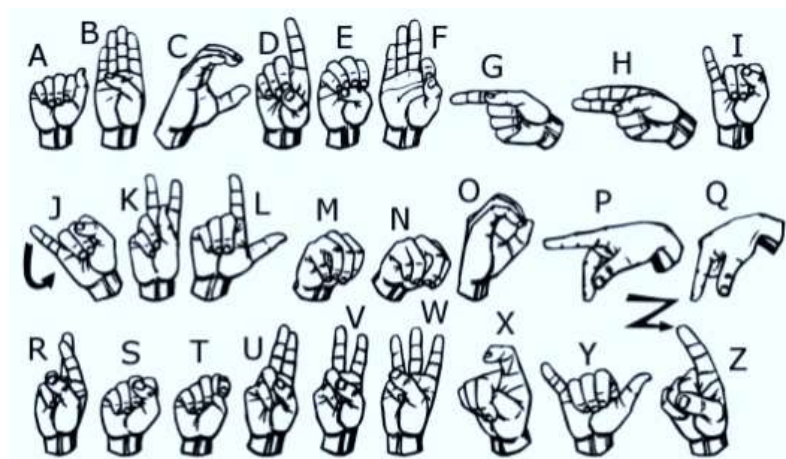
**Tabla 2.** Recursos de Software.

Software	Cantidad	Costo Unitario	Costo Total
IDE de programación de Arduino	1	\$ 0,00	\$ 0,00
IDE de programación de Android	1	\$ 0,00	\$ 0,00
Costo Total			\$ 0,00

Información tomada de Investigación propia de tesis. Elaborado por Juan José Muñiz Alarcón.

## 3.2 Diseño del Dispositivo

### 3.2.1 Requerimientos del dispositivo



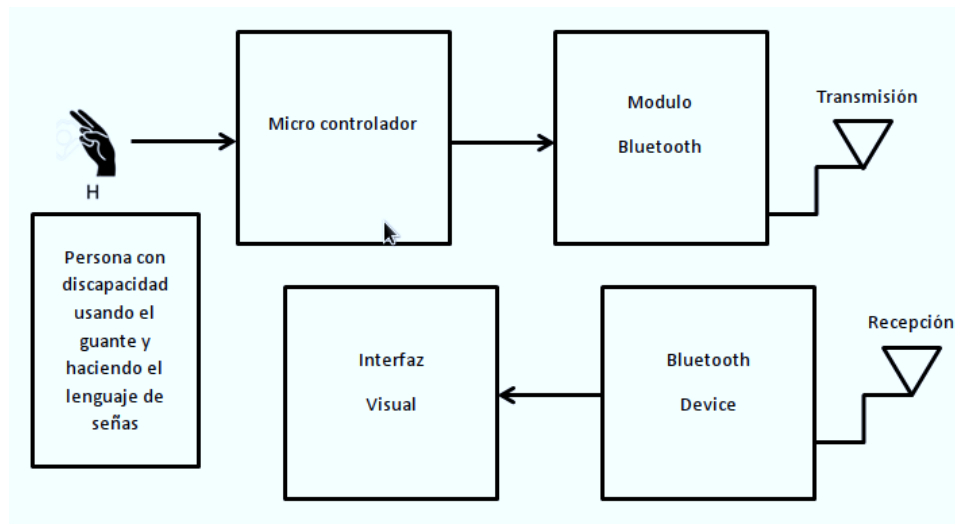
**Figura 7.** Alfabeto y números del lenguaje de señas. Información adaptada de create.arduino.cc.. Elaborado por create.arduino.cc.

Se necesita que el dispositivo interprete el lenguaje de señas, en específico las letras del abecedario, que es utilizado por las personas con discapacidad auditiva o de lenguajes es por ello por lo que el dispositivo debe de ir en las manos de la persona con discapacidad a través de un guante, porque de esa manera este a través del sensor Flex va a receptor información.

También es importante que el dispositivo final tenga un cierta grado flexibilidad para que la persona discapacitada realice los diferentes movimientos con las manos o flexionar los

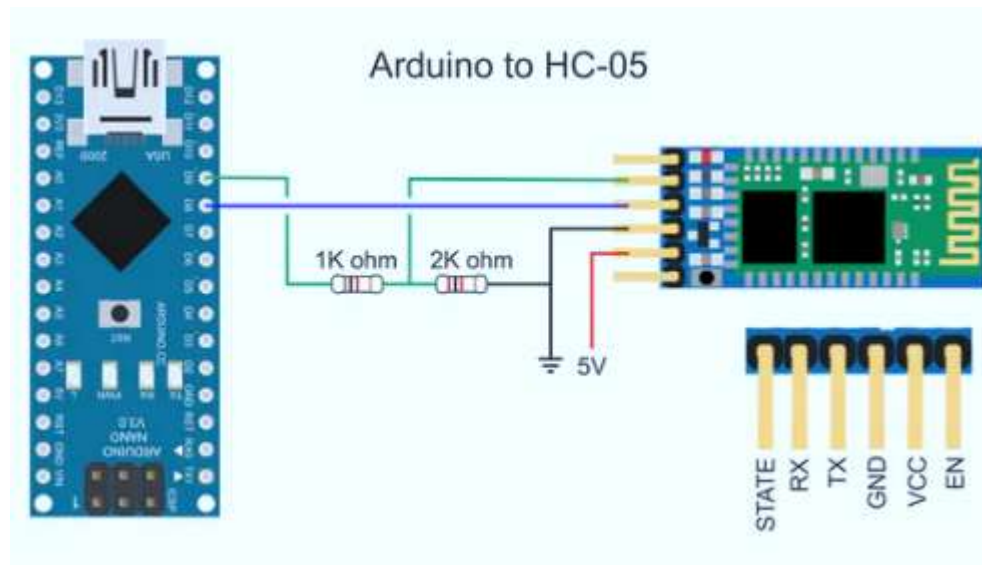
dedos por ejemplo, como se aprecia en la imagen donde se ve el lenguaje de signos y la diferente representación que tiene según la letra, vocal y número que se quiera realizar con él.

### 3.2.2 Esquema del dispositivo



**Figura 9.** Esquema de Bloque del dispositivo. Información adaptada de create.arduino.cc.. Elaborado por create.arduino.cc.

En la imagen de arriba se aprecia que el circuito va en la parte superior de la mano, en el guante, desde donde está instalado el micro controlador que es el Arduino, en el guante están los sensores Flex que al detectar movimiento envían esa información al micro controlador, el micro controlador la procesa y la envía por medio del módulo de bluetooth al computador, en el computador está instalado un display virtual a donde llega la información recibida de manera inalámbrica al bluetooth del dispositivo, de esa manera se puede ver la salida es decir la letra que la persona no videntes está realizando a través del lenguaje de señas.



**Figura 11.** Esquema de conexiones del Arduino al Módulo Bluetooth HC-05. Información adaptada de create.arduino.cc.. Elaborado por create.arduino.cc.

También se muestra los pines de conexión tanto en el microcontrolador Arduino como en el módulo bluetooth, en el pin digital “D8” va la transmisión de información es decir el Arduino una vez que recepta a través de los sensores Flex la información analógica, procesa estos datos, de allí los convierte en información binaria y la envía por ese pin para ser transferida por el módulo bluetooth.

### 3.3 Construcción del dispositivo



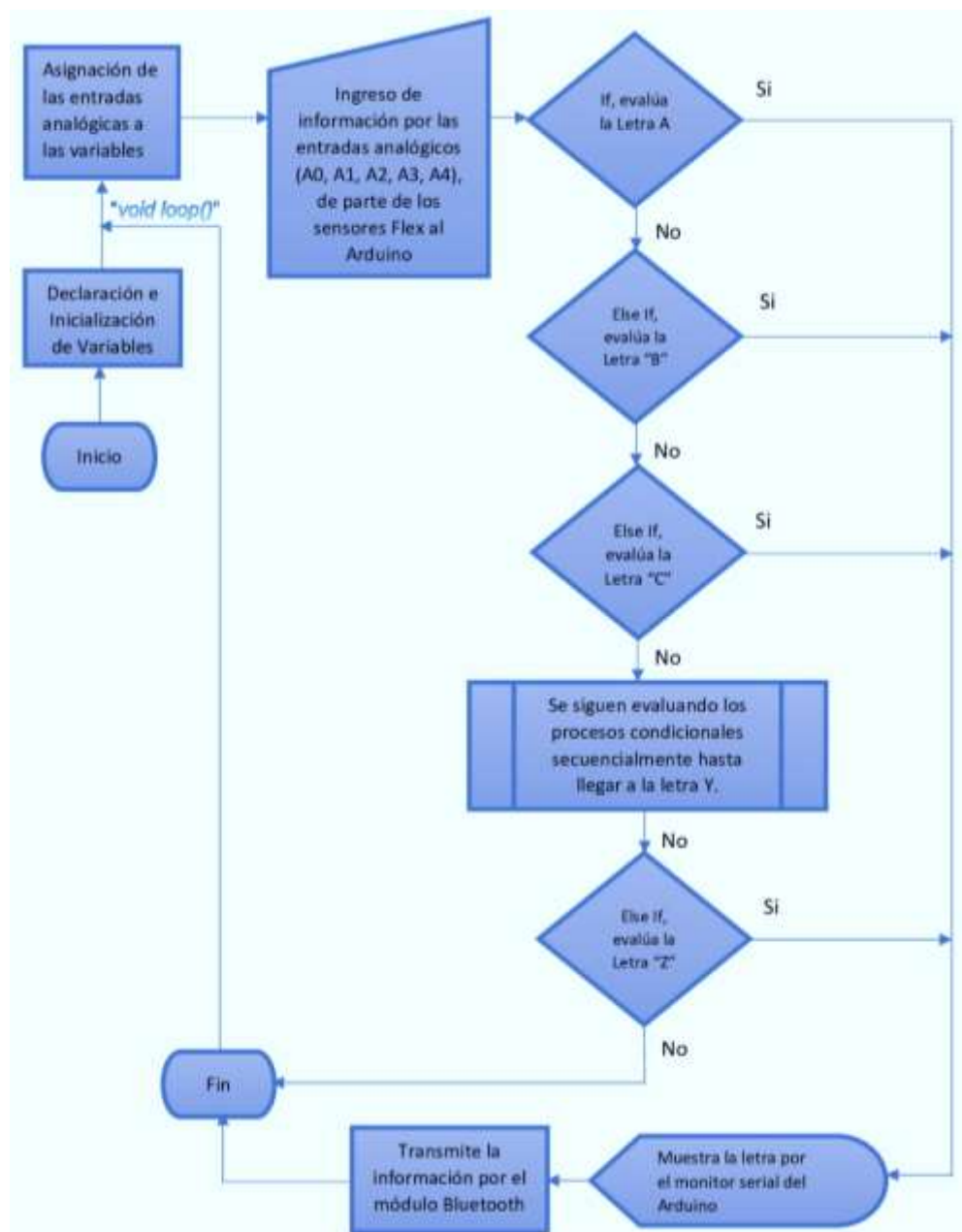
**Figura 12.** Dispositivo traductor del lenguaje de señas. Información adaptada de investigación propia de tesis. Elaborado por Juan José Muñiz Alarcón.

Como se aprecia en la figura, se ensamblan los componentes, donde el protoboard va en la parte central del guante y allí se ensamblan los diferentes componentes, se hace la conexión entre el Arduino y las diferentes entradas analógicas de los sensores flex a través de los pines analógicos ya explicados anteriormente, de allí a través de los pines digitales, el giroscopio también se conecta en esos puertos, cabe recalcar que pueden ser a cualquiera solo hay que tener en cuenta el tipo de información que ese dispositivo transmite es decir si es en señal analógica entonces se conecta a los pines analógicos del Arduino si es digital (0 y 1) se conecta a los pines digitales.

### **3.3.1 Programación de la placa de Arduino con el IDE**

Antes de proceder con la visualización y explicación de código se va a adjuntar la siguiente figura en donde se aprecia el diagrama de flujo de la programación de la placa de

Arduino, básicamente inicia el programa, se declaran las variables, posteriormente ocurre la asignación de las entradas analógicas a las variables creadas, empieza la entrada de información a la variables de parte del sensor Flex, a través de condicionales se establece cual conjunto de datos da una letra en particular, si la información no se ajusta a los parámetros de un condicional procede con el siguiente si se ajusta entonces presenta la letra por el monitor serial y la envía al Modulo Bluetooth para ser transmitida al celular, pero si no se ajusta a ningún condicional entonces se reinicializa el bucle, esto el Arduino lo hace por defecto a todo lo que este dentro de “void loop()”.



**Figura 13.** Diagrama de Flujo de la programación. Información adaptada de investigación propia de tesis. Elaborado por Juan José Muñiz Alarcón

Ya visualizada la lógica a seguir, se está listo para proceder con la realización del código, se procede a declarar las variables con “int”, en donde se tendrán las variables enteras lectura1, lectura2, lectura3, lectura4, lectura5, “void setup()” sirve para especificar los comandos que se van a ejecutar al momento del arranque del sistema, y esos comandos se almacenarán en medio de los corchetes que se abren, “Serial.begin(9600)” esto indica que se inicie comunicación con la computadora con una velocidad de comunicación serial de 9600 bits por segundos (baudios), esto significa que la placa de Arduino va a generar esa cantidad determinada de ciclos de comunicación.

```
int lectura1, lectura2, lectura3, lectura4, lectura5;
void setup() {
  Serial.begin(9600);
}
```

**Figura 18.** Inicialización de las variables en el IDE de Arduino. Información adaptada de investigación propia de tesis. Elaborado por Juan José Muñiz Alarcón.

Posteriormente está la función “void loop()”, dentro de esta función que está delimitada por las llaves, se pone el código que se va a ejecutar mientras la placa de Arduino esté activa, el microcontrolador ejecutará en secuencia infinita desde el primer comando hasta el último código que esté allí, esto el Arduino lo realiza de manera natural, es decir está configurado por defecto para ello, siempre y cuando se utiliza dicha función. Una vez que ya está declarada la función se realiza la asignación de las variables anteriormente declaradas a los pines que se van a utilizar en la placa, se están utilizando los pines analógicos A0, A1, A2, A3, A4.

```
void loop() {
  lectura1 = analogRead(A0);
  lectura2 = analogRead(A1);
  lectura3 = analogRead(A2);
  lectura4 = analogRead(A3);
  lectura5 = analogRead(A4);
}
```

**Figura 19.** Asignación de las variables a los puertos respectivos de la placa en el IDE de Arduino. Información adaptada de investigación propia de tesis. Elaborado por Juan José Muñiz Alarcón.



Una vez aquí, ya hay que proceder a realizar la programación de cómo se van a interpretar las diferentes entradas que van a generar los diferentes sensores Flex, para ello hay que entender cómo funciona uno, el sensor Flex es un sensor de 8 cm de largo que aumenta su resistencia según es flexionado, el conector tiene un espaciado de 0.1 pulgadas en su base, por lo que hay un margen para conectarlo al protoboard, la parte útil que medirá la resistencia la cual es de 6 cm, entonces cuando este es doblado cambia la resistividad, y por lo tanto genera un valor diferente según como se doble, como se tiene diferentes letras, vocales y números cada uno tiene un grado de flexión distinto por lo que la configuración de cada uno se realiza básicamente a prueba y error,

```
//LETRA "A"
if ({(lectura1<90&&lectura1>70)&&(lectura2<45&&lectura2>25)&&(lectura3<48&&lectura3>28)&&
{lectura4<40&&lectura4>20}&&(lectura5<32&&lectura5>12)})
{
    Serial.println("A");
    delay(5000);
}

//LETRA "B"
else if ({(lectura1<107&&lectura1>87)&&(lectura2<99&&lectura2>79)&&(lectura3<81&&lectura3>61)&&
{lectura4<63&&lectura4>43}&&(lectura5<73&&lectura5>53)})
{
    Serial.println("B");
    delay(5000);
}

//LETRA "C"
else if ({(lectura1<87&&lectura1>67)&&(lectura2<87&&lectura2>67)&&(lectura3<68&&lectura3>48)&&
{lectura4<44&&lectura4>24}&&(lectura5<38&&lectura5>18)})
{
    Serial.println("C");
    delay(5000);
}

//LETRA "D"
else if ({(lectura1<75&&lectura1>55)&&(lectura2<92&&lectura2>72)&&(lectura3<49&&lectura3>29)&&
{lectura4<37&&lectura4>17}&&(lectura5<46&&lectura5>26)})
{
    Serial.println("D");
    delay(5000);
}

//LETRA "E"
else if ({(lectura1<59&&lectura1>39)&&(lectura2<68&&lectura2>48)&&(lectura3<45&&lectura3>25)&&
{lectura4<33&&lectura4>13}&&(lectura5<51&&lectura5>31)})
{
    Serial.println("E");
    delay(5000);
}
```

**Figura 20.** Código del sensor Flex interpretando de la “A” a la “E” en el IDE de Arduino. Información adaptada de investigación propia de tesis. Elaborado por Juan José Muñoz Alarcón.

```
//LETRA "Z"
else if ({(lectura1<89&&lectura1>69)&&(lectura2<95&&lectura2>75)&&(lectura3<44&&lectura3>24)&&
{lectura4<41&&lectura4>21}&&(lectura5<35&&lectura5>15)})
{
    Serial.println("Z");
    delay(5000);
}
}
```

**Figura 21.** Código del sensor Flex interpretando la letra “Z” en el IDE de Arduino Información adaptada de investigación propia de tesis. Elaborado por Juan José Muñoz Alarcón.

En la imagen de arriba se muestra la configuración de la letra Z, donde las variables “lectura1”, “lectura2”, “lectura3”, “lectura4”, “lectura5” son los sensores Flex en cada uno de los dedos, se procede a asignar un rango de flexión de cada uno de los sensores con por ejemplo “lectura1<89&&lectura1>69” se está indicando que solo se va a considerar la flexión generada entre 69 y 89, lo mismo ocurre en “lectura2<95&&lectura2>75”, solo se consideran los valores entre 75 y 95 de flexión y así sucesivamente para posteriormente indicar que todas esas condiciones se deben de cumplir para presentar por pantalla la letra “Z”, finalizamos con “delay(5000)” que le indica un retardo a la ejecución del programa, es decir detiene el programa 5000 milisegundos antes de continuar con la ejecución del programa, esto es útil debido a que o si no perderíamos la respuesta que se obtuvo debido a que hay que tener en cuenta que estamos en un bucle por lo que el dispositivo al finalizar va a volver a interpretar otra entrada de información de acuerdo a la flexión que se haga del guante.

Las figuras del código con las configuraciones de las letras faltantes de abecedario se colocaran en los nexos debido a que la programación no cambia, es muy similar, lo que si cambia son los valores que reciben cada una de las entradas analógicas por parte de los sensores Flex por ello a continuación se adjunta una tabla que representa la configuración que recibió cada entrada analógica (lectura1, 2, 3, 4, 5) para poder ser interpretada como una vocal, letra o número por parte del dispositivo de traducción de lenguaje de señas.

**Tabla 4.** Valores de las Variables según la flexión de cada sensor Flex

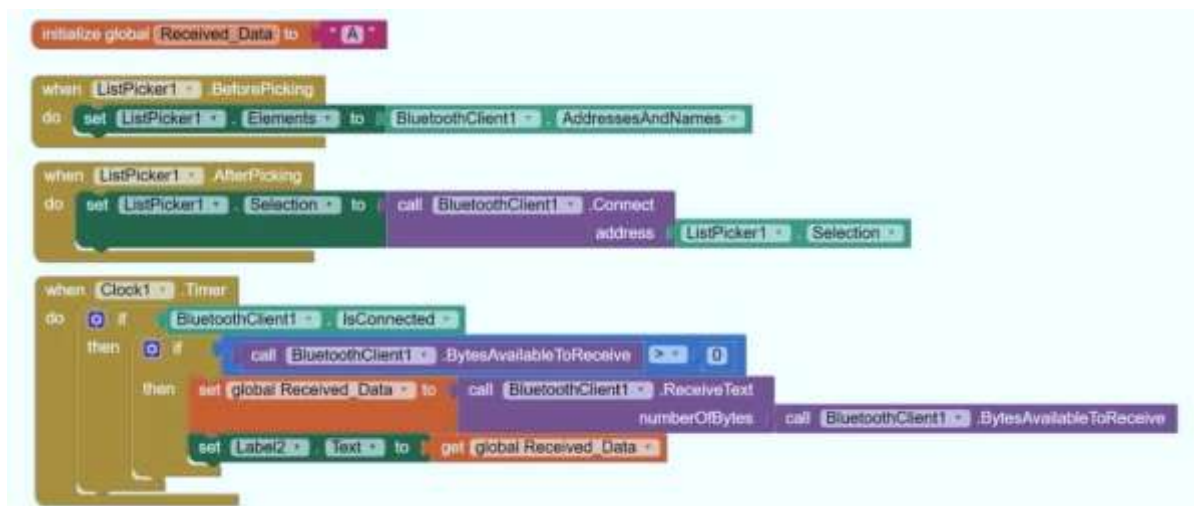
Caracteres del abecedario	Entrada A0		Entrada A1		Entrada A2		Entrada A3		Entrada A4	
	Valores de las Variables según la flexión de cada sensor Flex									
	lectura1		lectura2		lectura3		lectura4		lectura5	
	Desde	Hasta	Desde	Hasta	Desde	Hasta	Desde	Hasta	Desde	Hasta
A	70	90	25	45	28	48	20	40	12	32
B	87	107	79	99	61	81	43	63	53	73
C	67	87	67	87	48	68	24	44	18	38
D	55	75	72	92	29	49	17	37	26	46
E	39	59	48	68	25	45	13	33	31	51
F	54	74	24	44	58	78	45	65	51	71
G	102	122	85	105	29	49	19	39	29	49
H	101	121	84	104	61	81	34	54	35	52
I	73	93	21	41	23	43	19	39	43	63
J	61	81	25	45	28	48	27	47	52	72
K	111	131	87	107	63	83	19	39	28	48
L	108	128	85	105	21	41	14	34	33	53
M	56	76	45	65	38	58	17	37	32	52

N	78	98	48	68	38	58	20	40	21	41
O	45	65	49	69	34	54	22	42	20	40
P	98	118	86	106	22	42	47	67	54	74
Q	108	128	78	98	30	50	25	45	14	34
R	107	127	78	98	55	75	19	39	26	46
S	68	88	44	64	33	53	26	46	18	38
T	62	82	58	78	34	54	25	45	25	45
U	84	104	74	94	55	75	17	37	30	50
V	83	103	70	90	56	76	19	39	23	43
W	95	115	81	101	57	77	43	63	21	41
X	31	51	45	65	24	44	22	42	29	49
Y	111	131	30	50	26	46	25	35	43	63
Z	69	89	75	95	24	44	21	41	15	35

Información tomada de Investigación propia de tesis. Elaborado por Juan José Muñiz Alarcón.

### 3.3.2 Desarrollo del aplicativo de Android

Para hacer uso de Android Studio es necesario instalar el Java JDK, lo cual es básicamente el kit de desarrollo de Java, posteriormente se procede con la instalación de Android Studio que es el IDE de desarrollo para Android, para este proyecto se utilizará Android Studio para Windows versión 2020.3.1.24 en el anexo III se puede verificar el proceso de instalación del IDE de manera detallada, de allí se procederá a adjuntar el código a continuación.



**Figura 21.** Código del aplicativo para Android. Información adaptada de investigación propia de tesis.

Elaborado por Juan José Muñiz Alarcón

En figura 21 se observa que se procede a declarar la variable, para posteriormente realizar la llamada al bluetooth, es decir para que se empiece a receptor información inalámbricamente al celular con Android, posteriormente se establece que los datos binarios

siempre serán mayores a 0 para interpretar esa información y presentarla por pantalla mediante las respectivas letras del alfabeto.

### 3.5 Prueba del dispositivo



**Figura 21.** El aplicativo para Android presentando la información procesada por el Arduino. Información adaptada de investigación propia de tesis. Elaborado por Juan José Muñoz Alarcón

Como se visualiza en la imagen de arriba, en este caso la información receptada por los sensores Flex es procesada por el Arduino para de esa manera transmitirla por bluetooth y ser presentada por la pantalla del dispositivo Android, en el anexo IV se adjuntarán otras pruebas realizadas con diferentes letras, pero básicamente la función es la misma solo cambia el carácter presentado.

Algo que hay que tener en cuenta es que existen letras del abecedario que tienen cierta similitud en la manera en la que se hacen en el lenguaje de señas, es por ello que el prototipo presenta cierta dificultad para diferenciarlas, debido a que al momento de flexionar los dedos se producen valores similares, esto significa que cuando se haga una seña de una letra de unos de estos grupos existe la posibilidad de que arroje otra letra del mismo grupo por ejemplo si se hace “U” puede salir la “V” se adjunta a continuación los grupos de letras que presentan las similitudes en la siguiente tabla.

**Tabla 5.** Grupos de letras con similitudes.

Grupo con Semejanzas	Letras
Grupo A	I, J
Grupo B	U, V
Grupo C	P, W
Grupo D	F, T
Grupo E	H, R

Información tomada de Investigación propia de tesis. Elaborado por Juan José Muñiz Alarcón.

En cinco pruebas de funcionamiento se realizó el lenguaje de señas de cada letra para de esa manera determinar las veces que no reflejaba correctamente cada una de ellas, se adjunta en la siguiente tabla la información recopilada.

**Tabla 6.** Prueba del Dispositivo traductor con el Alfabeto de Lenguaje de Señas

No. de Letras	Caracteres del abecedario	Pruebas					Total de Aciertos	Total de Errores
		Uno	Dos	Tres	Cuatro	Cinco		
1	A	1	1	1	1	1	5	0
2	B	1	0	1	1	1	4	1
3	C	1	1	0	0	1	3	2
4	D	0	1	0	1	0	2	3
5	E	1	1	1	1	0	4	1
6	F	0	0	1	1	0	2	3
7	G	1	0	1	0	1	3	2
8	H	0	1	0	0	0	1	4
9	I	1	1	1	0	0	3	2
10	J	0	0	1	0	1	2	3
11	K	1	1	0	1	1	4	1
12	L	0	1	1	1	1	4	1
13	M	1	1	0	1	0	3	2
14	N	1	1	1	0	1	4	1
15	O	1	1	1	1	1	5	0
16	P	1	0	1	1	0	3	2
17	Q	0	1	1	1	0	3	2
18	R	1	0	1	1	1	4	1
19	S	1	0	1	0	1	3	2
20	T	1	1	0	0	1	3	2
21	U	0	1	1	1	1	4	1
22	V	0	0	1	0	1	2	3
23	W	0	1	0	0	1	2	3
24	X	1	1	1	1	1	5	0
25	Y	1	1	1	1	0	4	1

26      Z      0      1      1      1      1      4      1

---

Información tomada de Investigación propia de tesis. Elaborado por Juan José Muñiz Alarcón.

En este caso en cada prueba realizada se marca con “1” si fue exitosa y con “0” en caso de que no haya dado la letra del alfabeto de señas, a continuación, se tabula y se grafica el porcentaje de aciertos y error de cada letra del abecedario de señas, para que se aprecie de mejor manera como se comporta el dispositivo traductor cuando se está haciendo uso de este.

**Tabla 7.** Porcentaje de acierto y error del Dispositivo traductor por letra del abecedario de lenguaje de señas desde A hasta la M

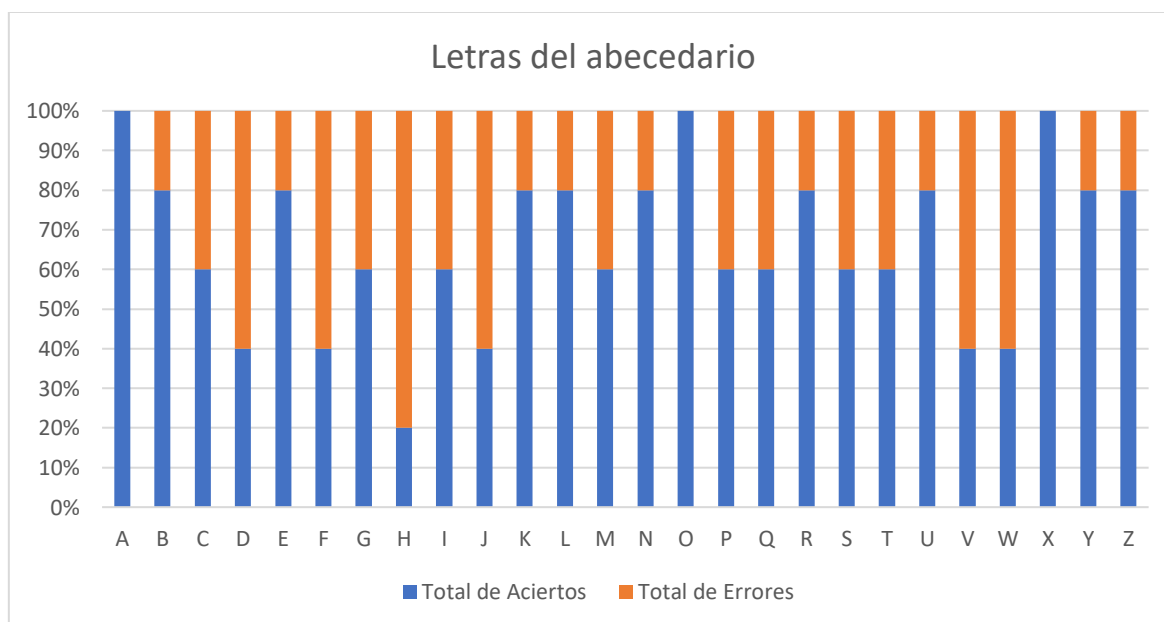
Caracteres del abecedario	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
Porcentaje de Acierto	100	80	60	40	80	40	60	20	60	40	80	80	60
Porcentaje de Error	0	20	40	60	20	60	40	80	40	60	20	20	40

Información tomada de Investigación propia de tesis. Elaborado por Juan José Muñiz Alarcón.

**Tabla 8.** Porcentaje de acierto y error del Dispositivo traductor por letra del abecedario de lenguaje de señas desde N hasta la Z

Caracteres del abecedario	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z
Porcentaje de Acierto	80	100	60	60	80	60	60	80	40	40	100	80	80
Porcentaje de Error	20	0	40	40	20	40	40	20	60	60	0	20	20

Información tomada de Investigación propia de tesis. Elaborado por Juan José Muñiz Alarcón.



**Figura 21.** El aplicativo para Android presentando la información procesada por el Arduino. Información adaptada de investigación propia de tesis. Elaborado por Juan José Muñiz Alarcón

Si se realiza una sumatoria de los porcentajes de las pruebas realizadas a cada letra del abecedario de señas y de allí se obtiene el porcentaje respectivo, se tiene que existe un promedio de porcentaje de aciertos de más del 66% y el porcentaje de error es del 33%, se adjunta la tabla con el dato respectivo.

**Tabla 9.** Promedio de Porcentaje de acierto y error del Dispositivo traductor

Promedio	
Promedio de porcentajes de aciertos	66.154
Promedio de porcentajes de Error	33.846

Información tomada de Investigación propia de tesis. Elaborado por Juan José Muñiz Alarcón.

### 3.5 Conclusiones

Del trabajo de titulación realizado, los datos levantados y la posterior implementación del prototipo, se generan las siguientes conclusiones.

1. Con la investigación del funcionamiento de cada componente que se necesitó para el presente proyecto, se verificó el más óptimo para el dispositivo traductor (por ejemplo, los modelos de las placas de Arduino), de esa manera se procedió a construir el prototipo teniendo en cuentas las especificaciones de sus elementos.
2. Algunas letras del alfabeto de señas presentan dificultad en ser diferenciadas por otras de parte del dispositivo traductor debido a la naturaleza mismo del lenguaje ya que hay señas que tienden a ser parecidas a otras, es decir en la forma en la que se ponen los dedos, es por ello por lo que se da un porcentaje de error más alto en ciertas letras comparadas con otras, estas son las que ya fueron señaladas en la tabla 5, pero en general la capacidad de detección del dispositivo es alta, aproximadamente del 66.15%
3. Mediante 5 diferentes pruebas realizadas se determinó que el dispositivo traductor realiza la función de interpretar los diferentes movimientos y flexiones del guante para mostrar la mayoría de las letras del alfabeto, de las cuales 10 (i, j, u, v, p, w, f, t, h, r) presentan inconvenientes debido a lo anteriormente señalado, pero existe entrada de información a través de las flexiones del guante y con ello se envía información a procesar a la placa de Arduino para de esa manera ser procesada y enviada al computador y por bluetooth para mostrar la letra por pantalla, de lo contrario el margen de error no sería del 33,84 aproximadamente, no se interpretaría ninguna letra del alfabeto

4. La conexión de la placa de Arduino al aplicativo para Android permite asegurar mayor accesibilidad (de parte de la persona discapacitada) para obtener los resultados del procesamiento realizado por la placa de Arduino, se menciona esto ya que hay que tener en cuenta que es más probable que una persona tenga al menos un celular que una computadora basándonos en los datos del INEC (Instituto de estadísticas y censo), en donde según este, a nivel nacional un 34.3% de personas en 2020 utiliza un computador, mientras que un 58.2% de personas utiliza un celular inteligente, esto a nivel nacional, además un celular, al ser más pequeño puede ser llevado a todas partes de manera sencilla.

### **3.6 Recomendaciones**

Finalmente se desea realizar unas sugerencias que pueden ayudar a brindar una perspectiva o dirección que puede seguir en un futuro la carrera de teleinformática.

Es importante establecer métodos de aprendizaje flexibles en especial con las personas con discapacidad, esto se puede lograr mediante la estimulación en la carrera de la realización de más prototipos de esta misma naturaleza es decir enfocados a personas que presenten dificultades físicas que hagan que su proceso de aprendizaje sea menos eficaz por los métodos convencionales que si se les diera una atención diferenciada.

En todo proyecto siempre se desea que haya una mejora de este a través del tiempo, es por ello por lo que sería importante y aun posible mejorar el prototipo por ejemplo mediante la utilización de una baquelita que compacte aún más el circuito, además que de esa manera las piezas no tendrían la posibilidad de moverse y por ende no se perdería la funcionalidad del traductor de lenguaje de signos.



**ANEXOS**

## Anexo 1

### Programación en Arduino para la presentación caracteres para el dispositivo traductor de lenguaje de señas

A continuación se adjunta las imágenes faltantes del código en donde se recibe la información de los sensores Flex y a través de condicionales y valores que se deben de cumplir se selecciona un carácter del alfabeto.

```
//LETRA "F"
else if ((lectural<74&&lectural>54)&&(lectura2<44&&lectura2>24)&&(lectura3<78&&lectura3>58)&&
(lectura4<65&&lectura4>45)&&(lectura5<71&&lectura5>51))
{
    Serial.println("F");
    delay(5000);
}

//LETRA "G"
else if ((lectural<122&&lectural>102)&&(lectura2<105&&lectura2>85)&&(lectura3<49&&lectura3>29)&&
(lectura4<39&&lectura4>19)&&(lectura5<49&&lectura5>29))
{
    Serial.println("G");
    delay(5000);
}

//LETRA "H"
else if ((lectural<121&&lectural>101)&&(lectura2<104&&lectura2>84)&&(lectura3<81&&lectura3>61)&&
(lectura4<54&&lectura4>34)&&(lectura5<52&&lectura5>35))
{
    Serial.println("H");
    delay(5000);
}

//LETRA "I"
else if ((lectural<93&&lectural>73)&&(lectura2<41&&lectura2>21)&&(lectura3<43&&lectura3>23)&&
(lectura4<39&&lectura4>19)&&(lectura5<63&&lectura5>43))
{
    Serial.println("I");
    delay(5000);
}

//LETRA "J"
else if ((lectural<81&&lectural>61)&&(lectura2<45&&lectura2>25)&&(lectura3<48&&lectura3>28)&&
(lectura4<47&&lectura4>27)&&(lectura5<72&&lectura5>52))
{
    Serial.println("J");
    delay(5000);
}
```

**Figura 1.** Código del sensor Flex interpretando de la “F” a la “J” en el IDE de Arduino. Información adaptada de investigación propia de tesis. Elaborado por Juan José Muñiz Alarcón.

```

//LETRA "K"
else if ((lectura1<131&&lectura1>111)&&(lectura2<107&&lectura2>87)&&(lectura3<83&&lectura3>63)&&
(lectura4<39&&lectura4>19)&&(lectura5<48&&lectura5>28))
{
    Serial.println("K");
    delay(5000);
}

//LETRA "L"
else if ((lectura1<128&&lectura1>108)&&(lectura2<105&&lectura2>85)&&(lectura3<41&&lectura3>21)&&
(lectura4<34&&lectura4>14)&&(lectura5<53&&lectura5>33))
{
    Serial.println("L");
    delay(5000);
}

//LETRA "M"
else if ((lectura1<76&&lectura1>56)&&(lectura2<65&&lectura2>45)&&(lectura3<58&&lectura3>38)&&
(lectura4<37&&lectura4>17)&&(lectura5<52&&lectura5>32))
{
    Serial.println("M");
    delay(5000);
}

//LETRA "N"
else if ((lectura1<98&&lectura1>78)&&(lectura2<68&&lectura2>48)&&(lectura3<58&&lectura3>38)&&
(lectura4<40&&lectura4>20)&&(lectura5<41&&lectura5>21))
{
    Serial.println("N");
    delay(5000);
}

//LETRA "O"
else if ((lectura1<85&&lectura1>45)&&(lectura2<69&&lectura2>49)&&(lectura3<54&&lectura3>34)&&
(lectura4<42&&lectura4>22)&&(lectura5<40&&lectura5>20))
{
    Serial.println("O");
    delay(5000);
}

```

**Figura 2.** Código del sensor Flex interpretando de la “K” a la “O” en el IDE de Arduino. Información adaptada de investigación propia de tesis. Elaborado por Juan José Muñoz Alarcón.

```

//LETRA "P"
else if ((lectura1<118&&lectura1>98)&&(lectura2<106&&lectura2>86)&&(lectura3<42&&lectura3>22)&&
(lectura4<67&&lectura4>47)&&(lectura5<74&&lectura5>54))
{
    Serial.println("P");
    delay(5000);
}

//LETRA "Q"
else if ((lectura1<128&&lectura1>108)&&(lectura2<98&&lectura2>78)&&(lectura3<50&&lectura3>30)&&
(lectura4<45&&lectura4>25)&&(lectura5<34&&lectura5>14))
{
    Serial.println("Q");
    delay(5000);
}

//LETRA "R"
else if ((lectura1<127&&lectura1>107)&&(lectura2<98&&lectura2>78)&&(lectura3<75&&lectura3>55)&&
(lectura4<38&&lectura4>18)&&(lectura5<46&&lectura5>26))
{
    Serial.println("R");
    delay(5000);
}

//LETRA "S"
else if ((lectura1<88&&lectura1>68)&&(lectura2<64&&lectura2>44)&&(lectura3<53&&lectura3>33)&&
(lectura4<46&&lectura4>26)&&(lectura5<38&&lectura5>18))
{
    Serial.println("S");
    delay(5000);
}

//LETRA "T"
else if ((lectura1<82&&lectura1>62)&&(lectura2<78&&lectura2>58)&&(lectura3<54&&lectura3>34)&&
(lectura4<45&&lectura4>25)&&(lectura5<45&&lectura5>25))
{
    Serial.println("T");
    delay(5000);
}

```

**Figura 3.** Código del sensor Flex interpretando de la “P” a la “T” en el IDE de Arduino. Información adaptada de investigación propia de tesis. Elaborado por Juan José Muñoz Alarcón.

```

//LETRA "U"
else if ((lectural<104&&lectural>84)&&(lectura2<94&&lectura2>74)&&(lectura3<75&&lectura3>55)&&(lectura4<37&&lectura4>17)&&(lectura5<50&&lectura5>30))
{
    Serial.println("U");
    delay(5000);
}

//LETRA "V"
else if ((lectural<103&&lectural>83)&&(lectura2<90&&lectura2>70)&&(lectura3<76&&lectura3>56)&&(lectura4<39&&lectura4>19)&&(lectura5<43&&lectura5>23))
{
    Serial.println("V");
    delay(5000);
}

//LETRA "W"
else if ((lectural<115&&lectural>95)&&(lectura2<101&&lectura2>81)&&(lectura3<77&&lectura3>57)&&(lectura4<63&&lectura4>43)&&(lectura5<41&&lectura5>21))
{
    Serial.println("W");
    delay(5000);
}

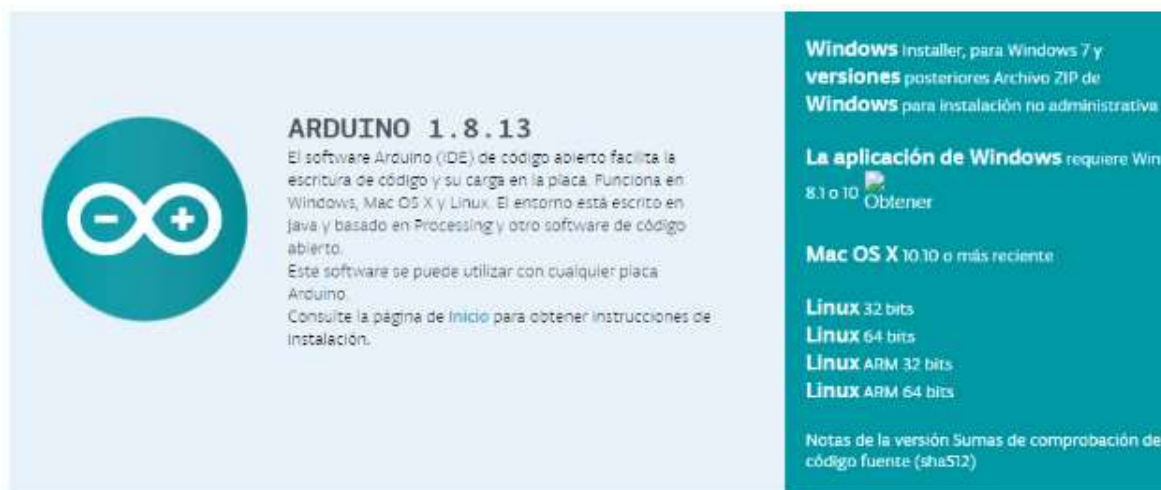
//LETRA "X"
else if ((lectural<51&&lectural>31)&&(lectura2<65&&lectura2>45)&&(lectura3<44&&lectura3>24)&&(lectura4<42&&lectura4>22)&&(lectura5<49&&lectura5>29))
{
    Serial.println("X");
    delay(5000);
}

```

**Figura 4.** Código del sensor Flex interpretando de la “U” a la “X” en el IDE de Arduino. Información adaptada de investigación propia de tesis. Elaborado por Juan José Muñoz Alarcón.

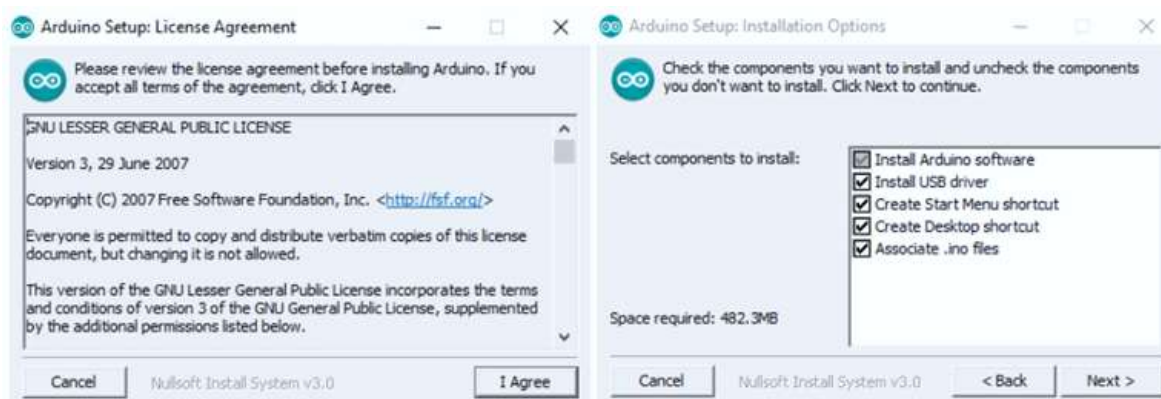
## Anexo II

### Instalación del IDE de Arduino



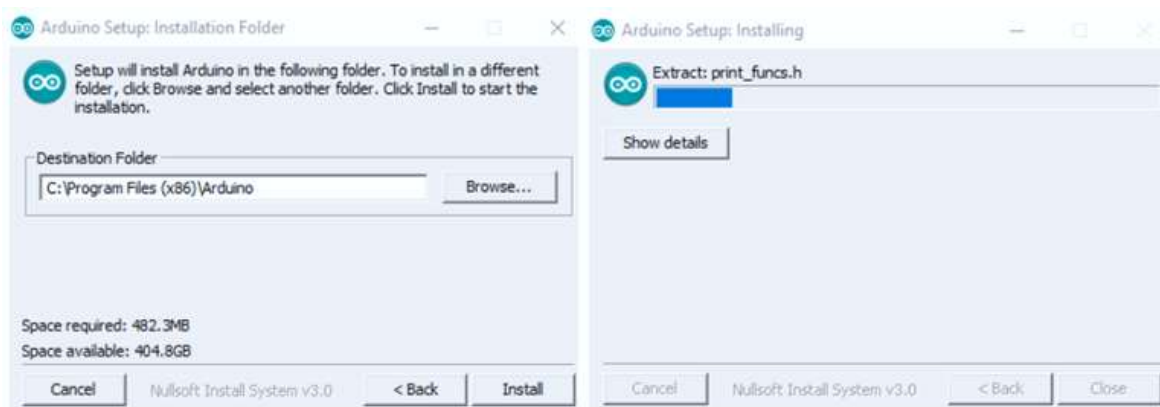
**Figura 5.** Versión de Arduino a instalar. Información adaptada de investigación propia de tesis. Elaborado por Juan José Muñiz Alarcón.

Para la elaboración del este proyecto, se procederá a usar la versión de Arduino 1.8.13 que se puede descargar desde la página web oficial de Arduino la cual es [www.arduino.cc/en/software](http://www.arduino.cc/en/software), después hacemos doble clic en el archivo que se descargó y procederá a cargarse la pantalla de instalación, hay que tener en cuenta que este proceso e está haciendo en Windows 10, pero también el IDE está disponible para GNU/Linux y sus distribuciones más conocidas.



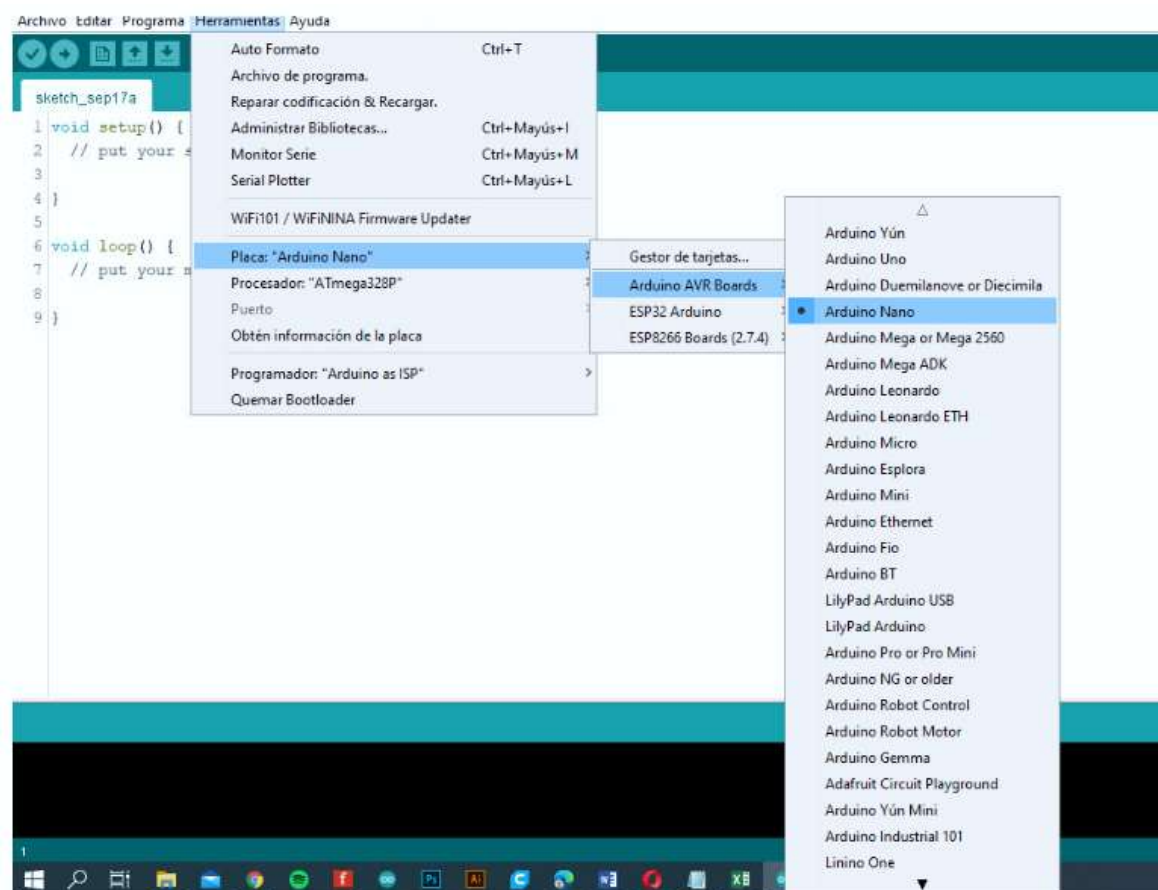
**Figura 6.** Aceptación de la licencia y selección de componentes a instalar. Información adaptada de investigación propia de tesis. Elaborado por Juan José Muñiz Alarcón.

Después, aparecerá la pantalla de los términos y condiciones del uso del software es decir la licencia, lo cual se presiona “I Agree” lo cual indica que se está de acuerdo, y en la siguiente ventana saldrán los diferentes componentes a instalar, los cuales pueden ser modificados, pero se tienen que dejar tal cual como aparece en la figura y presionamos “Next” que significa continuar.



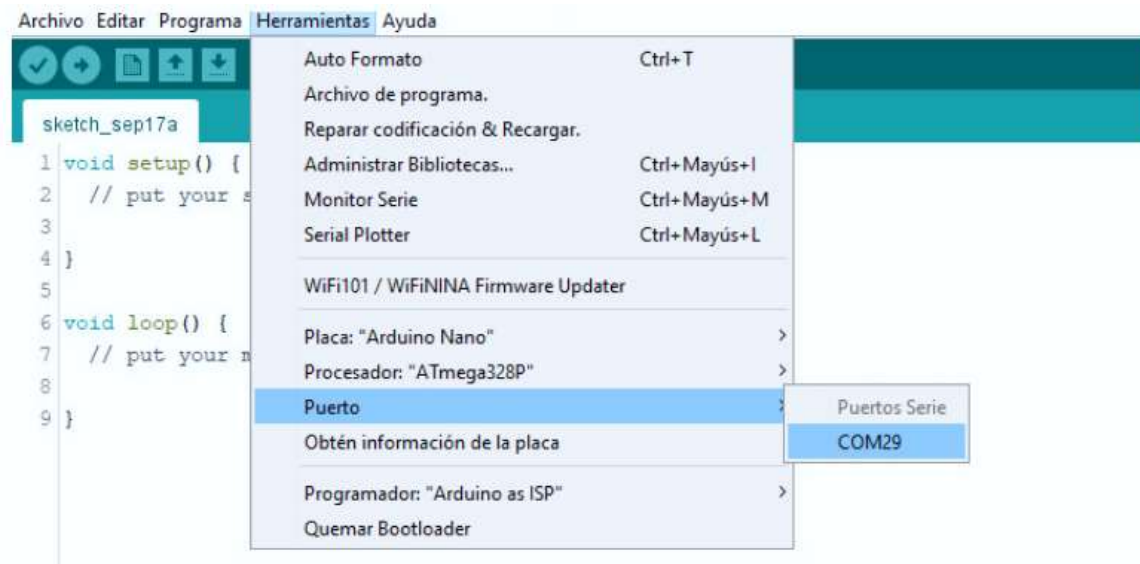
**Figura 7.** Elección de la ruta a instalar e instalación. Información adaptada de investigación propia de tesis. Elaborado por Juan José Muñiz Alarcón.

A continuación, cambiara la pantalla para elegir la ruta de la instalación, lo recomendable es dejar la que viene por defecto, pero si por algún motivo se quiere cambiar la ruta, es posible hacerlo, al presionar “Install” se perezcedera a instalar el software, saldrá una ventana de carga donde al llegar al final significara que ya abra terminado.



**Figura 8.** Configuración de la placa a utilizar en el IDE. Información adaptada de investigación propia de tesis. Elaborado por Juan José Muñiz Alarcón.

Una vez que ya está instalado el IDE de Arduino, hay que realizar unas modificaciones básicas en el software para que este funcione correctamente, para ello primero se da clic en la pestaña “herramientas” y después en “Placa”, allí nos saldrá una lista de modelos de placas disponibles por lo tanto se selecciona la que se va a utilizar en este proyecto que es “Arduino Nano”, también otro paso importante es seleccionar en la pestaña herramientas la opción “Puerto” ya que ese va a ser el puerto por donde va a ser subido el sketch es decir el código de la programación que posteriormente se hará en el IDE.

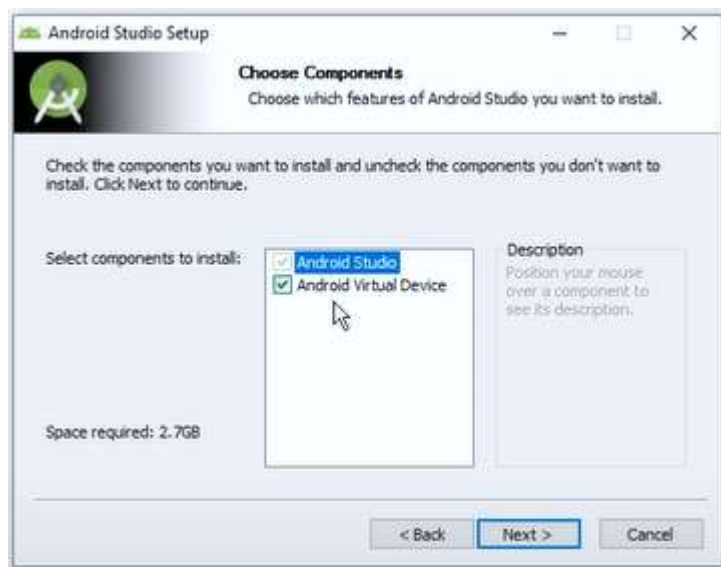


**Figura 9.** Configuración del puerto utilizado por el IDE. Información adaptada de investigación propia de tesis. Elaborado por Juan José Muñiz Alarcón.

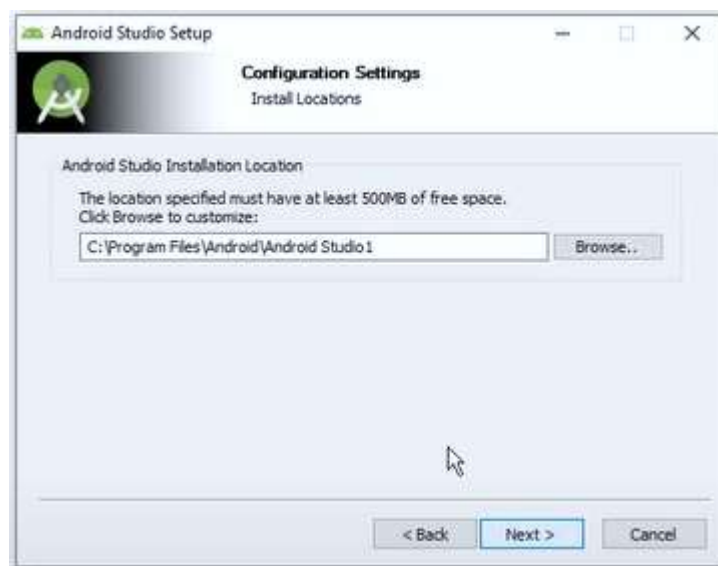


### Anexo III

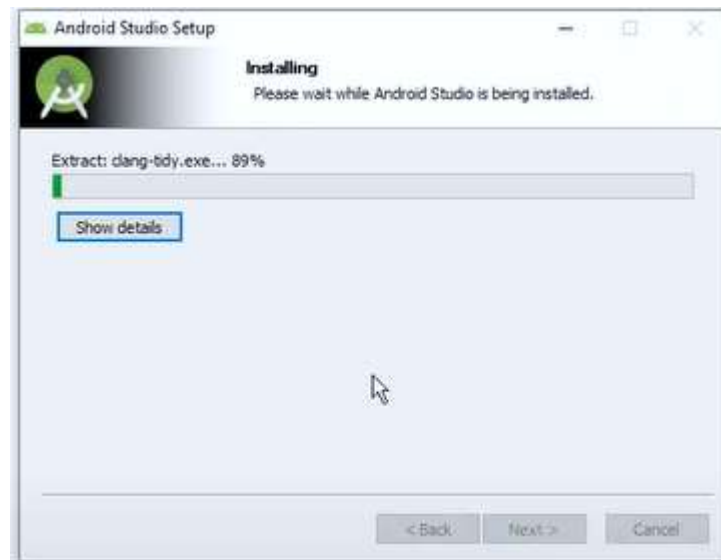
#### Instalación de Android Studio



**Figura 10.** Selección de componentes a instalar. Información adaptada de investigación propia de tesis. Elaborado por Juan José Muñiz Alarcón.



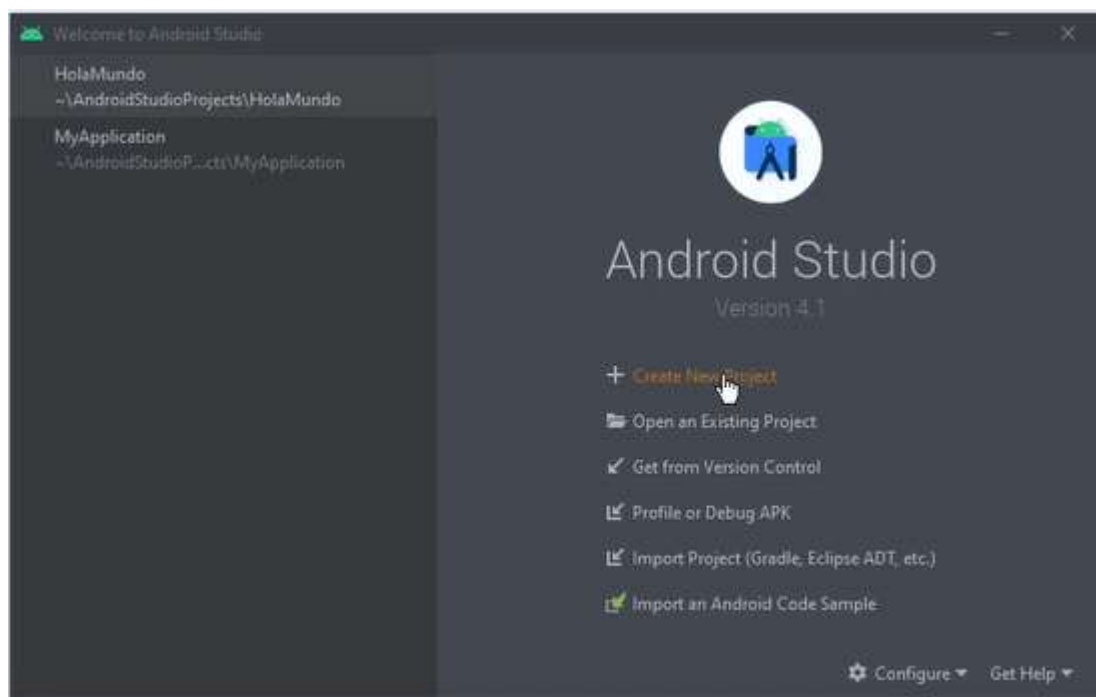
**Figura 11.** Selección de la ruta donde se instalará el IDE. Información adaptada de investigación propia de tesis. Elaborado por Juan José Muñiz Alarcón.



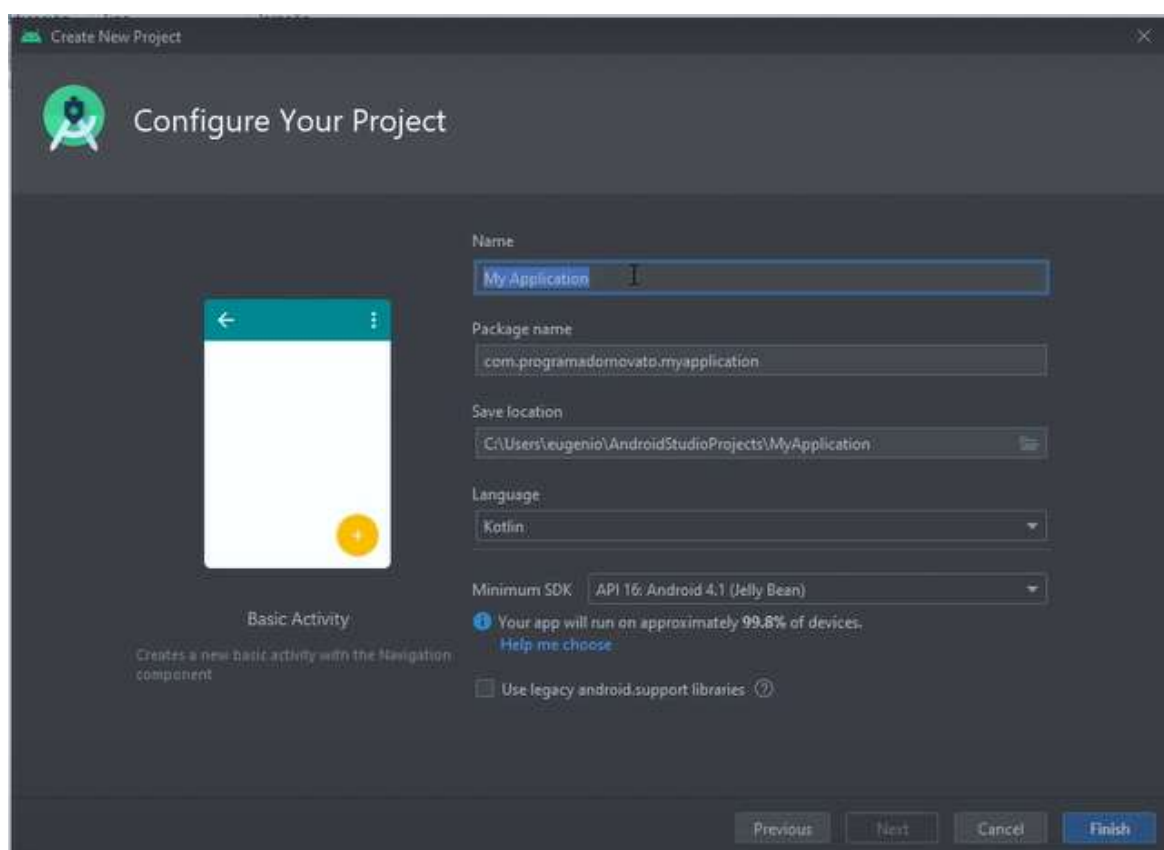
**Figura 12.** Progreso de la instalación. Información adaptada de investigación propia de tesis. Elaborado por Juan José Muñoz Alarcón.



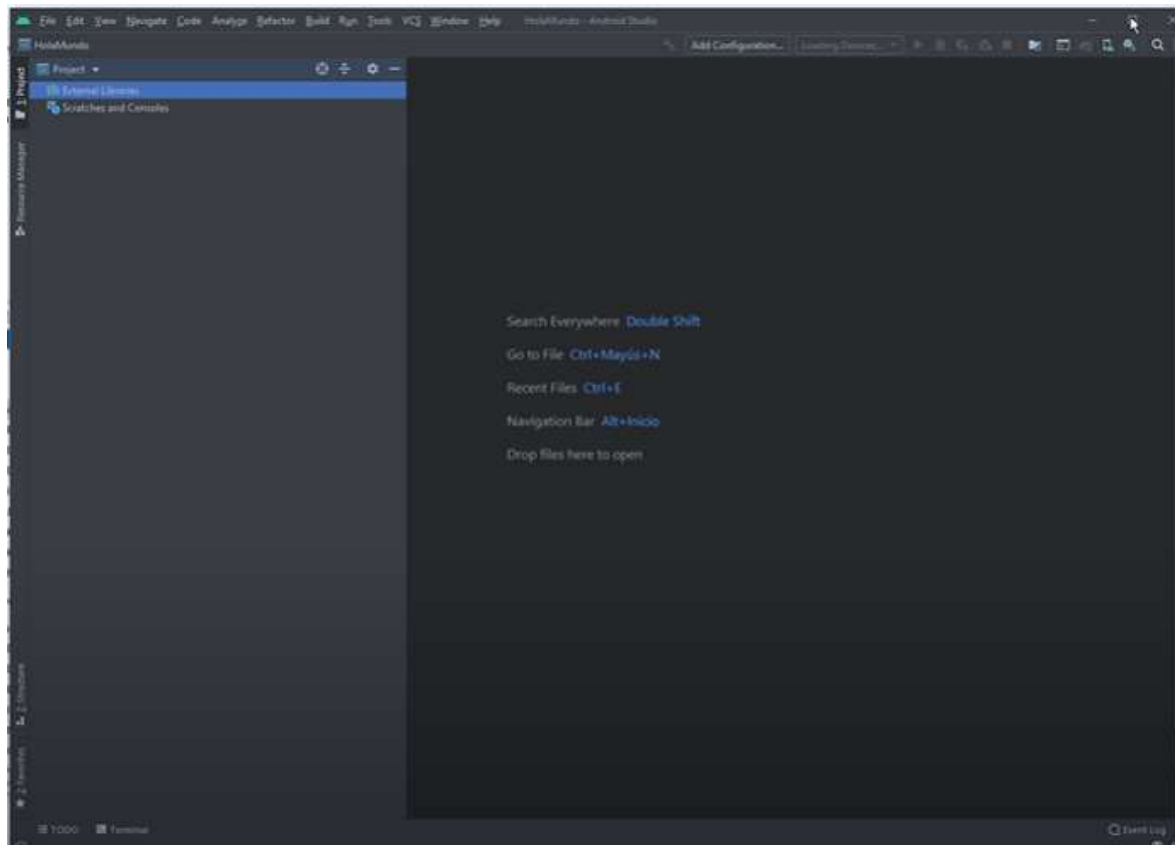
**Figura 13.** Finalización de la instalación e inicio del programa. Información adaptada de investigación propia de tesis. Elaborado por Juan José Muñoz Alarcón.



**Figura 14.** Creación de un nuevo proyecto. Información adaptada de investigación propia de tesis. Elaborado por Juan José Muñiz Alarcón.



**Figura 15.** Pantalla de Configuración de un nuevo proyecto. Información adaptada de investigación propia de tesis. Elaborado por Juan José Muñiz Alarcón.



**Figura 16.** Pantalla de trabajo del IDE. Información adaptada de investigación propia de tesis. Elaborado por Juan José Muñoz Alarcón

N

## **Bibliografía**

- Asamblea nacional constituyente del Ecuador (2008, 24 de julio) Sitio Web. Constitución de la República del Ecuador. (pág. 11). Enlace: <https://educacion.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2012/08/Constitucion.pdf>
- Asamblea Nacional de la República del Ecuador. (2012, 25 de septiembre). Ley Orgánica de discapacidades. (pág. 9) Enlace: [https://www.consejodiscapacidades.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2014/02/ley\\_organica\\_discapacidades.pdf](https://www.consejodiscapacidades.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2014/02/ley_organica_discapacidades.pdf)
- Pérez G. Carlos. (2019, 17 de octubre). Tesis. Análisis del uso de diferentes arquitecturas de tecnologías de registro distribuido para dispositivos conectados al internet de las cosas (Pág. 42). Enlace: <http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/46731>
- Arduino. (s.f.). Sitio Web. Arduino Documentation (Uno R3, Micro, Nano) Enlace: <https://docs.arduino.cc/>
- RoboTeach. (s.f.). Sitio Web. Taller 1 Robótica Y Programación Diversificado Arduino Nano Enlace: <https://roboteach.education/taller-1-robotica-y-programacion-diversificado-arduino-nano/>
- Project Hub. (s.f.). Sitio Web. A Glove That Translate Sign Language Into Text and Speech Enlace: <https://create.arduino.cc/projecthub/173799/a-glove-that-translate-sign-language-into-text-and-speech-c91b13>
- Developer Android. (s.f.). Sitio Web. Android Studio. Enlace: [https://developer.android.com/studio?hl=es-419&gclid=Cj0KCQjw4eaJBhDMARIsANhrQAD3lGpz39Co8ax0AlMNZDFMJ7hbcklQgAC4yAscxdpHveL9qbhg73AaAld9EALw\\_wcB&gclsrc=aw.ds](https://developer.android.com/studio?hl=es-419&gclid=Cj0KCQjw4eaJBhDMARIsANhrQAD3lGpz39Co8ax0AlMNZDFMJ7hbcklQgAC4yAscxdpHveL9qbhg73AaAld9EALw_wcB&gclsrc=aw.ds)
- Concejo nacional de igualdad y discapacidades (CONADIS). (2014, 24 de Marzo). Sitio Web. Normas Jurídicas en discapacidad Ecuador. (pág. 53). Enlace: <https://www.consejodiscapacidades.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2014/08/Libro-Normas-Jur%C3%ADicas-en-Discapacidad-Ecuador.pdf>
- INEC. (s.f.). Sitio Web. Encuesta Nacional Multipropósito de Hogares (Seguimiento al Plan Nacional de Desarrollo. (Pág. 16, 18) Enlace: [https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Estadisticas\\_Sociales/TIC/2020/202012\\_Boletin\\_Multiproposito\\_Tics.pdf](https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Estadisticas_Sociales/TIC/2020/202012_Boletin_Multiproposito_Tics.pdf)