



**UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL**  
**FACULTAD DE INGENIERIA INDUSTRIAL**  
**DEPARTAMENTO ACADÉMICO DE GRADUACIÓN**

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

**ÁREA**  
**TECNOLOGÍA APLICADA**

**TEMA**  
**“PROTOTIPO DE UN LÁPIZ DIGITAL PARA MEDIR**  
**NIVELES DE ANSIEDAD EN ESTUDIANTES DEL**  
**DISTRITO 09D04 FEBRES CORDERO”**

**AUTOR**  
**CASTRO LAMOTA JEAN CARLOS**

**DIRECTORA DEL TRABAJO**  
**ING. SIST. GARCÍA TORRES INGRID ANGÉLICA, MGTR.**

**GUAYAQUIL, SEPTIEMBRE 2018**

### **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”

**Castro Lamota Jean Carlos**

**C.I. 0931014039**

### **Dedicatoria**

A Dios todopoderoso por permitirme llegar hasta donde estoy y por todas sus bendiciones.

A mi madre por el esfuerzo que hizo por darme todo e inculcarme valores y buenas costumbres, representando un pilar fundamental en mi vida ya que todo lo que hizo por mi lo hizo de forma incondicional.

A mi familia que estuvieron presente para mi en todo momento y no importo la circunstancia.

A mi esposa por ser mi mano derecha y ayudarme en momentos difíciles.

## **Agradecimiento**

Agradezco,

A Dios todopoderoso, por permitirme culminar esta etapa de mi vida y darme las fuerzas necesarias para no desmayar en el camino.

A mis madres Norma Lamota y Lucia Zambrano por haber luchado contra viento y marea para que a mí y a mis hermanos nunca nos falte nada, además de ser parte fundamental en la culminación de mis estudios universitarios. Te amo mamá.

A mi esposa Michel Matute quien está siempre presente apoyándome en cada momento de mi vida y nunca me abandona aunque los tiempos se pongan difíciles. Te amaré siempre.

A mis hermanos Andrés y Valeria quienes fueron mis mejores amigos y compartieron los mejores momentos de mi vida.

A mi padre John Castro por sus sabios consejos que me sirvieron a lo largo de mi vida.

A mis tíos Ángel y Ramon que han sido como padres para mí y son un gran ejemplo ya que ellos me inculcaron los valores necesarios para llegar a ser una persona de bien.

A mis amigos “Los Princesos” que han sido las personas que han compartido buenos y malos momentos y se han convertido en mas que amigos en hermanos.

Gracias a todos. Dios los bendiga siempre.

## Índice General

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

### Capítulo I

#### El Problema

N°	Descripción	Pág.
1.1	Planteamiento del problema	3
1.1.1	Formulación del problema	6
1.1.2	Sistematización del problema	6
1.2	Objetivos de la investigación	6
1.2.1	Objetivo general	6
1.2.2	Objetivos específicos	6
1.3	Justificación	6
1.4	Delimitación del problema	8
1.5	Variables	8
1.5.1	Variable independiente	8
1.5.2	Variable dependiente	8
1.6	Alcance	8

### Capítulo II

#### Marco Teórico

N°	Descripción	Pág.
2.1	Antecedentes de la investigación.	9
2.2	Test Utilizados para la detección de la ansiedad	11
2.2.1	Escala de evolución y la ansiedad de Hamilton	13
2.2.2	Escala de ansiedad de Beck	13
2.3	Otros sensores de pulso y demás dispositivos para mostrar los niveles de ansiedad	15
2.3.1	Sensor de pulso foto eléctrico SEN-PULSE-FE	15
2.3.2	Sensor para muñeca de mano que indica nivel de estrés	16
2.3.3	Sensor de pulso amplificado ADA 1093	18
2.3.4	Monitor de ritmo cardiaco AD8232	19
2.3.5	MYO Ware Muscle sensor	20

<b>N°</b>	<b>Descripción</b>	<b>Pág.</b>
2.3.6	Módulo detector de latidos Arduino KY-039	21
2.3.7	Arduino UNO	22
2.3.8	Medidor de estrés térmico PCE-WB 20SD	23
2.3.9	Medidor de estrés térmico HD 322	24
2.4	Marco Conceptual	25
2.4.1	Arduino Nano	25
2.4.2	Bluetooth	27
2.5	Softwares escogidos para la elaboración del lápiz digital	28
2.5.1	Software Arduino IDE 1.8.5	28
2.5.2	Software Android Studio	29
2.5.3	Software Android 8.1	29
2.6	Hardware escogidos para la elaboración del lápiz digital.	29
2.6.1	Arduino Nano	29
2.6.2	Hardware Sensor Ritmo Cardíaco	31
2.6.3	Hardware Bluetooth con Arduino	32
2.7	Marco Legal	32

### **Capítulo III**

#### **Metodología**

<b>N°</b>	<b>Descripción</b>	<b>Pág.</b>
3.1	Procedimiento metodológico	34
3.1.1	Diseño de la investigación	34
3.1.2	Investigación de campo	35
3.1.3	Investigación exploratoria	35
3.1.4	Investigación descriptiva	36
3.2	Técnicas para el análisis de datos	36
3.2.1	Análisis cuantitativo	36
3.2.2	Análisis cualitativo	36
3.3	Población y muestra	36
3.3.1	Población	36
3.3.2	Muestra	37
3.4	Herramienta de recolección de datos	37
3.4.1	Datos estadísticos	37

<b>N°</b>	<b>Descripción</b>	<b>Pág.</b>
3.4.2	Procesadores de datos	37
3.4.3	Recolección de datos	38
3.4.4	Encuestas	38
3.5	Análisis comparativo	49
3.5.1	Análisis comparativo de la placa Arduino utilizada	49
3.5.2	Análisis comparativo de los diferentes tipos de comunicación inalámbrica	51
3.6	Tabla de medición del nivel de ansiedad	52

## **Capítulo IV**

### **Propuesta de Investigación**

<b>N°</b>	<b>Descripción</b>	<b>Pág.</b>
4.1	Desarrollo de la propuesta	53
4.2	Softwares del lápiz digital	55
4.2.1	Uso de Arduino IDE 1.8.5 en el prototipo	55
4.2.2	Uso de Android Studio en el prototipo	55
4.2.3	Uso de Android version 8.1 utilizada en el dispositivo móvil	56
4.3	Hardware usado en el lápiz digital	56
4.3.1	Arduino NANO	56
4.3.2	Sensor de Ritmo Cardíaco	57
4.3.3	Modulo Bluetooth	57
4.3.4	Conexión de sensor de ritmo cardíaco	58
4.4	Códigos Utilizados	58
4.5	Proceso APP	59
4.6	Proceso	60
4.7	Pruebas de funcionamiento del prototipo	65
4.8	Presupuesto	67
4.9	Conclusiones y Recomendaciones	68
4.9.1	Conclusiones	68
4.9.2	Recomendaciones	69

## Índice de Tablas

<b>Nº</b>	<b>Descripción</b>	<b>Pág.</b>
1	Existencia de algún estudiante con problemas de ansiedad.	39
2	Existencia de problemas que se presentan en los alumnos por motivo de la ansiedad.	40
3	Información sobre las causas más frecuentes que derivan a la ansiedad.	41
4	Disminución de rendimiento académico por motivo de la ansiedad.	42
5	Existencia de algún método utilizado para medir el nivel de ansiedad.	43
6	Implementación de algún tipo de test para medir el nivel de ansiedad.	44
7	Importancia de realizar algún tipo de test para medir el nivel de ansiedad.	45
8	Información sobre la existencia de alguna herramienta para medir los niveles de ansiedad.	46
9	Interés para adquirir el lápiz digital como herramienta para que sea aplicada en la institución educativa.	47
10	Tiempo en el cual se podría hacer un seguimiento a los estudiantes para detectar de manera temprana problemas de ansiedad.	48
11	Tabla comparativa a la placa Arduino Nano.	49
12	Tabla comparativa de los diferentes tipos de conexiones inalámbricas.	51
13	Tabla en la que se basaron los resultados del lápiz digital.	66
14	Datos que mostraron las pruebas del lápiz digital.	
15	Tabla de presupuesto de la elaboración del lápiz digital.	67



## Índice de Figuras

<b>Nº</b>	<b>Descripción</b>	<b>Pág.</b>
1	Ansiedad por Edad de los Estudiantes en Guayaquil.	4
2	Representación gráfica de la relación que existe entre la ansiedad y el rendimiento académico.	5
3	Algoritmo utilizado por los médicos de Instituciones públicas para mostrar el nivel de ansiedad.	10
4	Porcentaje de encuesta realizada a un grupo de estudiantes para mostrar su nivel de ansiedad.	11
5	Sensor de pulso eléctrico sen-pulse-fe.	16
6	Pulsera para medir el nivel de estrés.	18
7	Sensor de pulso amplificado ada1093.	19
8	Monitor de ritmo cardiaco.	19
9	MyoWare Muscle Sensor.	20
10	Módulo Detector de Latidos Arduino KY-039.	21
11	Arduino UNO.	22
12	Medidor de estrés térmico modelo PCE-WB 20SD.	23
13	Medidor de estrés térmico modelo HD32.2.	24
14	Placa Arduino Nano.	25
15	Diagrama de pines de Arduino Nano.	26
16	Clasificación de los dispositivos Bluetooth según su capacidad de canal.	28
17	Ubicación del Distrito 09D04 en la Ciudad de Guayaquil.	35
18	Existencia de algún estudiante con problemas de ansiedad.	39
19	Problemas de ansiedad en los estudiantes.	40
20	Información sobre las causas más frecuentes que derivan a la ansiedad.	41
21	Disminución de rendimiento académico a causa de la ansiedad.	42
22	Existencia de algún método utilizado para medir ansiedad.	43
23	Implementación de algún tipo de test para medir el nivel de ansiedad.	44
24	Necesidad de realizar test para medir el nivel de ansiedad.	45

<b>N°</b>	<b>Descripción</b>	<b>Pág.</b>
25	Información sobre la existencia de alguna herramienta para medir los niveles de ansiedad.	46
26	Interés para adquirir el lápiz digital como herramienta para que sea aplicada en la institución educativa.	47
27	Tiempo en el cual se podría hacer un seguimiento a los estudiantes para detectar problemas de ansiedad.	48
28	Alumnos de la Unidad Educativa Fiscal Provincia del Azuay que pertenece al Distrito 09D04 Febres Cordero.	54
29	Logo y versión del Software Arduino IDE.	55
30	Logo del Software Android Studio.	55
31	Logo de Android Oreo Versión 8.1.	56
32	Arduino Nano.	56
33	Sensor de pulso.	57
34	Conexión del módulo de Bluetooth.	57
35	Conexión del Sensor de Ritmo Cardíaco.	58
36	Código Utilizado para el funcionamiento de el sensor de pulso cardíaco.	58
37	Código Utilizado para el Módulo Bluetooth.	59
38	Logo de la App Digital Pencil.	61
39	Descripción de la App Digital Pencil.	61
40	Mensaje que muestra la App Digital Pencil antes de continuar con el siguiente paso.	62
41	Instrucciones de la App Digital Pencil.	62
42	Dispositivo bluetooth de la App.	63
43	Formulario que se llena en la App Digital Pencil.	63
44	Datos que muestra la App en el dispositivo móvil.	64
45	Gráfico de pulsaciones.	64
46	Pasos para Mostrar gráfico de pulsaciones.	65
50	Pruebas de Funcionamiento.	65
51	Análisis de variaciones del sensor de pulso	66

## Anexos

<b>N°</b>	<b>Descripción</b>	<b>Pág.</b>
1	Ley Orgánica de Salud	71
2	Ley de Discapacidades Especiales	72
3	Test para mostrar niveles de ansiedad de Beck	74
4	Test de ansiedad de Hamilton	75
5	Prototipo ensamblado	77
6	Implementación del lápiz digital en el Distrito 09D04	78
7	Código usado para la programación del lápiz digital	79
8	Carta enviada al Distrito	81
9	Tabla para medir los niveles de ansiedad en los estudiantes	83



**FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**  
**CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**

---

**UNIDAD DE TITULACIÓN**

**PROTOTIPO DE UN LÁPIZ DIGITAL PARA MEDIR NIVELES DE  
ANSIEDAD EN ESTUDIANTES DEL DISTRITO 09D04 FEBRES  
CORDERO**

**Autor:** Jean Carlos Castro Lamota

**Tutor:** Ing. Sist. Ingrid Angelica García Torres, Mg

**Resumen**

Un estudiante es un individuo que aprende y posee características de: responsabilidad, motivación, autodisciplina, estrategias metacognitivas y estrategias de gestión de recursos. Sin embargo, actualmente los adolescentes sufren problemas psicológicos o de conducta que no se detectan a tiempo, que debido a la falta de atención conduce a problemas importantes. Para disminuir este tipo de problemas que se ven con más frecuencia en los alumnos de secundaria, es de gran importancia contar con herramientas tecnológicas que permitan detectar y monitorear los niveles de ansiedad en los que están inmersos. En busca de un método para fortalecer a los estudiantes de hoy, se ha desarrollado un prototipo de lápiz digital, que ayudará a los psicólogos a detectar y medir el porcentaje de ansiedad de cada uno de los estudiantes. Esta es una herramienta digital con un sensor de pulso que detecta las señales una vez que el individuo tiene el dispositivo en sus manos y transfiere los datos por bluetooth, que serán recibidos y codificados por la computadora principal. El propósito del proyecto es determinar el grado de ansiedad y, a su vez, los psicólogos planifican las estrategias y soluciones, lograr un diálogo con cada padre y mejorar así el rendimiento académico y el comportamiento de cada alumno. La fabricación de este dispositivo se realizará con herramientas ergonómicas que permiten ayudar con la productividad, reducir la fatiga y aumentar la comodidad en el momento de su uso a un costo accesible. Es importante destacar que este proyecto no solo involucra al estudiante, sino a la comunidad educativa para que el proceso de aprendizaje se fortalezca y también el aprendizaje social, económico y cultural con una educación de calidad.

**Palabras clave:** Arduino, prototipo, ansiedad, sensores, lápiz digital, bluetooth, estudiantes.



**FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL  
CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**

---

**UNIDAD DE TITULACIÓN**

**“PROTOTYPE OF A DIGITAL PENCIL TO MEASURE ANXIETY LEVELS  
IN STUDENTS OF DISTRICT 09D04 FEBRES CORDERO ”**

**Author:** Jean Carlos Castro Lamota

**Advisor:** CE Ingrid Angelica García Torres, Mg

**Abstract**

A student is an individual who learns and possesses characteristics of: responsibility, motivation, self-discipline, metacognitive strategies and resource management strategies. However, currently teenagers suffer psychological or behavioral problems that are not detected in time, the same that because of lack of attention lead to major issues. In order to diminish this type of problem that are more regularly seen in the pupils of high schools it is of great importance to count with technological tools that allow to detect and monitor the levels of anxiety in which they are immersed. In search of a method to strengthen the today's student, a prototype of digital pencil has been developed, which will help psychologists to detect and measure the percentage of anxiety of each one of the students. This is a digital tool with a pulse sensor that detects the signals once the individual has the device in their hands and transfers the data by Bluetooth, which will be received and coded by the main computer. The purpose of the project is to determine the degree of problems and in turn, the psychologists plan the strategies and solutions, reaching a dialogue with each parent and thus improve the academic performance and behavior of each pupil. The manufacture of this device will be made with the ergonomic tools which allow to help with productivity, reduce fatigue and increase comfort at the time of being used at an accessible cost. It is important to highlight that this project not just involve the student, but the educative community so the learning process will be strengthen and also social, economic and cultural learning with a quality education.

**Keywords:** Arduino, prototype, anxiety, sensors, digital pencil, bluetooth, students

## **Introducción**

En la actualidad en que vivimos, con constantes cambios a medida que pasa el tiempo, donde la ansiedad va convirtiéndose en un problema lentamente, que trae inconvenientes a corto y largo plazo. De igual manera se considera que la ansiedad no solo desfavorece al individuo que trabaja si no también al estudiante ya que genera una sobre carga que puede convertirse en una fuente de ansiedad muy importante en el escolar.

El peso que tiene la ansiedad en el entorno educativo ha sido de notable interés por parte de las autoridades, profesores y encargados del departamento de Orientación de las instituciones educativas, así como de las Autoridades del Ministerio de Educación, quienes han notado un bajo desempeño académico del alumnado que son identificados por los altos niveles de ansiedad.

Con respecto al rendimiento escolar, hay algunas causas que se nombran a continuación: miedo a repetir años de estudio, ser sorprendido copiando en exámenes, obtener una baja calificación, entre otros. Son causas que normalmente pueden influir como percursor de ansiedad en los estudiantes.

Los problemas de ansiedad es un mal que puede afectar a cualquier individuo, para algunos profesionales que tratan esta enfermedad, inclusive, es la enfermedad silenciosa del siglo XXI. Los estudiantes de nivel secundario son el conjunto de la sociedad más sensible ya que en esta etapa de sus vidas es donde se generan la mayoría de sus cambios. Robert L. Leahy (Director del Instituto Americano para Terapias Cognitivas) realizó un estudio, en el cual tomo como muestra a un conjunto de estudiantes y comprobó que el nivel de ansiedad mostrado es igual a los niveles que exhibían los pacientes de un psiquiátrico en los años 50, agregando que desde ese entonces este problema ha ido en aumento.

En el año 2000, el 7% de los alumnos de secundaria de las instituciones educativas, mostraban problemas de ansiedad.

En 2014, los principales factores de la ansiedad en adolescentes de 10 a 19 años fueron la depresión y trastornos mentales, tras varias investigaciones se concluyó que a los 14 años comienzan a aparecer los primeros síntomas. Según los psicólogos, problemas como crisis familiares, rompimientos de pareja y problemas en el hogar son otros factores que generan ansiedad.

La mayoría de las veces los estudiantes deciden refugiarse en el alcohol, las drogas y malas amistades como una forma de escapar de sus problemas, sin embargo, el conjunto de estas malas acciones lo único que ocasionan es generar mayor desequilibrio emocional.

Muchas veces el mal uso de la tecnología orilla al estudiante a involucrarse en situaciones las cuales no puede manejar, generando frustración por los resultados negativos tornándolos muchas veces en ansiedad.

Cabe destacar ciertos síntomas puntuales que nos ayudaran a identificar si un alumno está pasando por problemas de ansiedad:

- Morderse las uñas
- Arrancarse el cabello
- Trastornos alimenticios
- Disminución de las horas de sueño
- Incremento o disminución de peso
- Cambios bruscos en su estado de animo
- Bajas calificaciones
- Consumo de alcohol y drogas

## **Capítulo I**

### **El Problema**

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

La ansiedad, uno de los signos más frecuente durante el lapso estudiantil, es un área muy importante que no se le da la debida atención.

“Es más frecuente que en el colegio los estudiantes presenten problemas emocionales” (Doll y Lyon 1998).

“Estudios epidemiológicos indican que los desórdenes de ansiedad durante el desarrollo afectan a aproximadamente el 13 y el 17% de los jóvenes” (Kashani y Orvaschel 1990).

Otras referencias indican que, “El 10 y el 20% de los estudiantes se ven afectados por problemas relacionados con la ansiedad” (Barret 1998).

Según los autores la mayoría de problemas de los estudiantes que llegan a las autoridades de los centros educativos van encadenados a una serie de problemas de aprendizaje en las aulas ya sea por desconcentración, miedo entre otros, ya que la mayoría de estas causas van relacionadas a problemas de ansiedad que desencadenan en un bajo rendimiento académico y hasta en casos extremos el suicidio.

¿El nivel de ansiedad que poseen los estudiantes afecta directamente a su desenvolvimiento durante el periodo académico?

La ansiedad es un parámetro muy importante en el ámbito estudiantil ya que perjudica a los estudiantes.

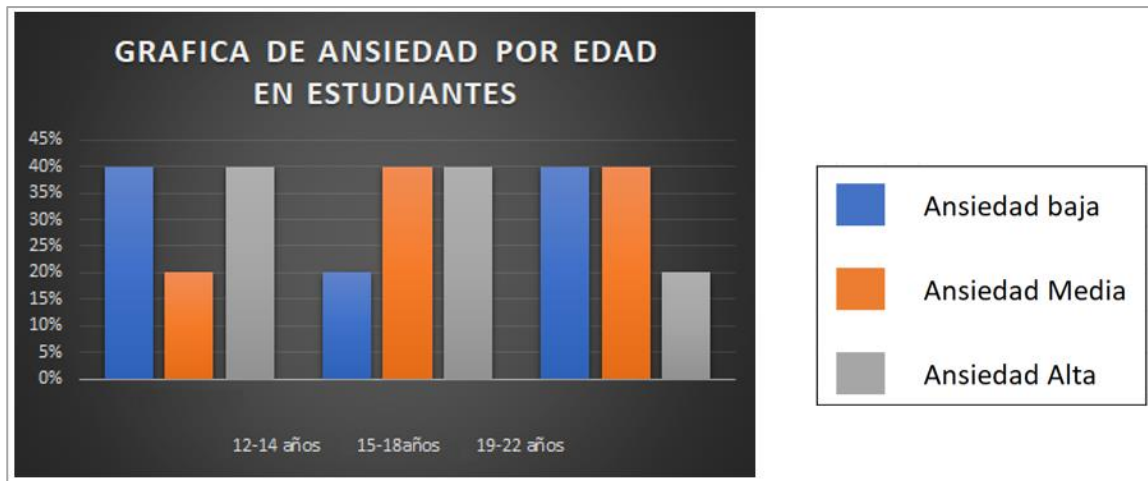
En Guayaquil, el rendimiento estudiantil de un gran porcentaje de estudiantes de Centros Educativos se ve afectado por la ansiedad que es causada por diferentes factores, los mismos que pueden ser de origen académico, familiar y social, entre otros.

Presión que puede provocar inseguridad en los estudiantes frente a los procesos evaluatorios, afectando directamente la concentración y generando malos resultados académicos.

El valor de importancia que tiene realizar las diferentes investigaciones está en otorgarnos una orientación con relación que puedan ser una ayuda para explicar los componentes de la ansiedad, que influyen en la persona afectando su capacidad de recepción, comportamiento, estado de ánimo, personalidad.

Ya que estas pueden ser analizadas por medio de estudios de imágenes correctamente interpretadas por el profesional. Estos gráficos junto con los datos que arroje la app pueden ser de gran ayuda además de ser una herramienta mas para combatir este tipo de problemas en los estudiantes.





**Figura1.-** Ansiedad por Edad de los Estudiantes en Guayaquil. Información tomada de la Investigación sobre los niveles de ansiedad, Dr. Mario Rojas Alba 2010

El modelo de comportamiento del estudiante que posee ansiedad ha sido uno de los factores por los cuales se ha impulsado la elaboración de este dispositivo.

La relación que existe entre el nivel de ansiedad, la dificultad de alguna tarea y el rendimiento de una persona fue mostrada por primera vez por Yerkes y Dodson (1908) en un estudio clásico sobre los efectos de la motivación en el aprendizaje discriminativo.

La ley de Yerkes-Dodson en su versión original cita “Cuando hay más dificultad presente en una tarea de aprendizaje, menor es el grado óptimo de la motivación requerida por el aprendizaje más rápido”, que en la actualidad se lo vería con los siguientes principios:

1. Cada tarea posee un nivel óptimo para la activación de la, mostrado en una curva en forma de U invertida que conecta el rendimiento y la ansiedad.
2. El nivel óptimo de ansiedad es una función monótona decreciente de la dificultad de la tarea.

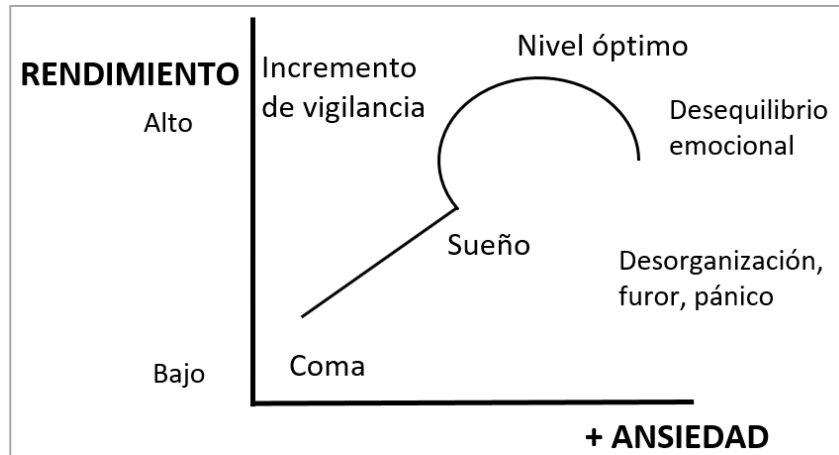
Ambos principios tienen una base empírica muy considerable. Una persona con niveles de ansiedad elevados afectara directamente a su rendimiento. Una gran cantidad de estudiantes han vivido las experiencias de poseer ansiedad al momento de realizar alguna prueba. Algunos datos informan que los estudiantes estaban más ansiosos cuando no conocían de que trataba la materia de la cual iban a rendir el examen.

Sin embargo, existe una forma intuitiva sobre la forma como se relacionan estas variables, en base a la misma experiencia que tiene la persona.

Como todos sabemos un individuo es más eficiente cuando está ubicado en una zona intermedia, que no es demasiado activo o inactivo por alguna emoción fuerte. Una persona se siente incomoda cuando está en un punto demasiado bajo por ejemplo cuando no tiene nada que hacer y esta aburrido, o cuando está en un punto elevado por motivos de temor.

Lo mejor que puede hacer la persona es mantener un equilibrio para que la ansiedad no se active y este en rango intermedio.

Mediante una representación gráfica se muestra la relación que hay entre la ansiedad y el rendimiento en una persona, en forma de U invertida, como:



**Figura 2:** Representación gráfica de la relación que existe entre la ansiedad y el rendimiento académico. Información adaptada del MSP Ecuador. Elaborado por el autor

Para esto, se da como una opción un dispositivo portátil, que no solo servirá para monitorear inalámbricamente las condiciones fisiológicas como un medio para la detección temprana de ansiedad, sino también para proporcionar automáticamente una intervención multisensorial en tiempo real para que el profesional pueda reducir el nivel de ansiedad en el estudiante. Este dispositivo tendrá aplicaciones significativas en el área de psicología y enfermería.

Es importante anotar que la implementación de esta herramienta nos ayudará a notificar los resultados de la investigación de un proyecto interdisciplinario en la aplicación de la electrónica en las ciencias antes nombradas.

En el entorno de los Registros Médicos Electrónicos (EHR), Zhang et al. Diseñaron una nueva y novedosa propuesta que nos permite llevar a cabo la detección a tiempo de este problema utilizando para ello registros electrónicos de salud para con esto tener una mejor postura ante este trastorno psicológico. Siguiendo esta misma línea se ha creado un dispositivo llamado “Portable Autonomous Multisensory Intervention Device” (PAMID), que es un sensor que usa microelectrónica y es el que se encarga de las mediciones de los parámetros ya sea: la frecuencia cardíaca y temperatura corporal.

La fabricación de este dispositivo se la realizara con herramientas ergonómicas las mismas que tienen que ayudar con la productividad, reducir la fatiga, no elevar mucho los costos y aumentar el confort al momento de ser usada. Con el uso de este dispositivo se busca eficiencia biomecánica justo en el momento de manipularlo.

### **1.1.1 Formulación del problema**

¿Sería factible el desarrollo de un prototipo que indique la ansiedad a los estudiantes de 3ero de Bachillerato del Distrito 09D04 Febres Cordero de la ciudad de Guayaquil?

### **1.1.2 Sistematización del problema**

En vista a la pregunta anteriormente planteada, los estudiantes sufren cambios emocionales y de conducta cuando hay exigencias escolares esto repercute en su desempeño y rendimiento académico, y todo esto se ve reflejado en sus calificaciones.

Debido a esto se plantean las siguientes interrogantes:

- ¿Qué herramienta se utilizará para medir el nivel de ansiedad en los estudiantes?
- ¿De qué forma serán recopilados los datos en el ordenador principal?
- ¿Cómo se evaluará el tipo de sensor más efectivo para la correcta medición de ansiedad en el estudiante?
- ¿Cuáles son los procesos que se llevarán a cabo para que el prototipo tenga un correcto funcionamiento?

## **1.2 Objetivo de la Investigación**

### **1.2.1 Objetivo general**

Diseñar un lápiz digital como instrumento para medir los Niveles de ansiedad de los estudiantes del Distrito 09D04 Febres Cordero de la ciudad de Guayaquil.

### **1.2.2 Objetivos Específicos**

- Conocer los diferentes test tradicionales que se usa en la ciencia de la psicología para detectar la ansiedad.
- Determinar los elementos que se utilizaran para la fabricación del lápiz.
- Implementar el lápiz digital en los alumnos por parte de los psicólogos encargados del DECE de los colegios que pertenezcan al distrito 09D04 Febres Cordero.

## **1.3 Justificación**

Este presente proyecto de investigación se enfoca en los estudiantes del distrito 09D04 Febres Cordero, para medir su nivel de ansiedad antes sustentar un proyecto, rendir una prueba, ya sean quimestrales o en el caso de los estudiantes de último nivel de bachillerato las pruebas de Ser Bachiller.

En Guayaquil, no se ha dado la debida importancia a esta problemática, por tal motivo hay pocos estudios que revelen el índice de desarrollo y rendimiento académico en los estudiantes a causa de la ansiedad.

Ya que la ansiedad se la denomina como un trastorno psicológico que ocasiona diversas consecuencias desfavorables en el individuo que la posea, se propone una herramienta que permita extraer y enviar información (Pulsos), por medio de sensores que a su vez son receptadas y analizadas por un experto con la finalidad de obtener resultados de lo que la genera.

Se ha tomado de referencia los siguientes análisis, “La prevalencia de los trastornos ansiosos es incierta, ya que a menudo los estudiantes a quienes se les diagnostica algún trastorno ansioso suelen responder, además, a criterios de una o más perturbaciones adicionales” (Wicks-Nelson e Israel 1997).

Según el autor si el estudiante tiene altos niveles de ansiedad esto afecta directamente a su rendimiento académico, por este motivo el alumno no puede estar al 100% de su capacidad ya que se va disminuyendo la atención a la clase, la concentración, la retención y como consecuencia de todo este problema un bajo nivel académico reflejado en sus calificaciones. Los estudiantes que poseen un alto nivel de ansiedad tienen muchas dificultades para poner atención ya que se distraen con mucha facilidad.

“Aquellos con una inteligencia promedio sufren mayormente de dificultades académicas, ya que los mejores dotados intelectualmente pueden compensar la ansiedad” (Spielberger 1985).

Aquí nos muestra que son muchas las causas que generan la ansiedad, pero hay estudiantes que pueden sobrellevarla y para esto hay 3 ámbitos muy importantes que el estudiante debe seguir para no ser presa de la ansiedad: el primero es el ámbito físico ya que es muy importante que el estudiante tenga una buena alimentación con comida sana y además un horario de sueño que no sea ni mucho ni poco si no lo justo; el segundo ámbito es el ámbito de conducta que consiste en relajar el cuerpo y no estar tenso frente a las distintas situaciones que se presenten; el tercer y último ámbito es el cognitivo que nos dice que siempre hay que tener un pensamiento positivo que ayuden a recordar lo bueno que eres para hacer las cosas ya que las calificaciones no lo es todo, y que aparte primordial de sus estudios es su esfuerzo y dedicación.

Con la integración de todas las piezas electrónicas de bajo coste, el diseño físico ergonómico, su práctico uso, y su fácil acceso a la información, la convierten en una

herramienta muy útil que favorecerá a tener un panorama más claro para la toma de decisiones.

Las pruebas que se realizaran con el prototipo y su posterior comparación con otros resultados que existen sobre la detección de la ansiedad de diferentes test se van a ir definiendo a lo largo de las mismas, ya que nos ayudaran a ir validando esta herramienta como apoyo para detectar los niveles de ansiedad.

El implementar este sistema en las Instituciones Educativas ayudara a que los estudiantes obtengan un mejor desempeño académico, familiar y social.

#### **1.4 Delimitación del problema**

El diseño de este prototipo a base de un microcontrolador electrónico consiste en medir el nivel de ansiedad que sufren los estudiantes, frente a actividades escolares donde requieran más exigencias, por ejemplo, exámenes y pruebas realizadas por el Ministerio de Educación (INEVAL, Ser Bachiller).

#### **1.5 Variables.**

##### **1.5.1 Variable independiente.**

Lápiz digital con Sensor de presión que detectará señales una vez que el individuo tenga el dispositivo en sus manos y se transfieran los datos vía inalámbrica mediante conexión bluetooth, las mismas que serán receptadas y codificadas por el ordenador principal.

##### **1.5.2 Variable dependiente.**

Estudiantes de 3ero de Bachillerato General Unificado de los Centros Educativos del Distrito 09D04 Febres Cordero.

#### **1.6 Alcance**

Esta herramienta va dirigida al departamento de Orientación Estudiantil de las instituciones educativas del distrito, para que sea usada en los estudiantes de 3ero Bachillerato General Unificado.

Esta herramienta ayudará:

- a) Incluir la tecnología dentro del campo psicológico estudiantil.
- b) Capacitar a los docentes de las instituciones para el correcto y manejo y funcionamiento del lápiz digital.
- c) Mostrar los niveles de ansiedad que existen en los estudiantes.

## **Capítulo II**

### **Marco Teórico**

#### **2.1 Antecedente**

El especialista en psiquiatría, Dr. Felipe Ortuño indica que “los trastornos del humor se manifiestan como un conjunto de síntomas persistentes, que claramente marcan una diferencia con respecto al funcionamiento habitual del estudiante, y que tienden a la cronicidad y a la recurrencia, con un impacto negativo en la calidad de vida y el rendimiento global del paciente” (Ortuño, 2010).

De acuerdo a la anterior referencia, nos señala que hay diferentes tipos de trastornos además de la ansiedad, y esto lleva a que el estudiante que posea este trastorno o algún otro va a llevarlo a tener una mala calidad de vida y debido a esto un mal rendimiento en algún tipo de prueba que vaya a realizar en la Institución Educativa.

Los problemas de ansiedad son de gran importancia debido al gran impacto que tiene sobre el individuo, situación que se ha demostrado a lo largo de varios análisis, ya que son soportados por los estudiantes como si fuera alguna molestia física o también por que los DECE (Departamento Educativo de Control Estudiantil) de las instituciones educativas no están muy capacitados para la detección temprana de este trastorno.

Tanto los estudiantes, autoridades de las instituciones y encargados de los DECE saben utilizar de manera errónea el termino de ansiedad y lo confunden con otros síntomas como miedo, temor o fobia.

Se ha tomado de referencia el siguiente análisis, “La ansiedad es una expresión afectiva normal, constituye una manifestación deseable de la persona como parte de un proceso adaptativo frente a una demanda de adaptación.

Cuando rebasa ciertos límites y adquiere ciertas características pasa a ser una manifestación anómala, perturbadora, desadaptativa y generadora de disturbios funcionales y psíquicos. Conviene especialmente revisar cuales son las teorías predominantes acerca de la aparición de la ansiedad”. (MSPEcuador, 2008).

Según la referencia tomada nos indica que todo individuo posee un grado de ansiedad que no debe sobrepasar los límites ya que se convierte una característica perturbadora para el individuo por este motivo es necesario la detección temprana de la misma para evitar este tipo de inconvenientes.

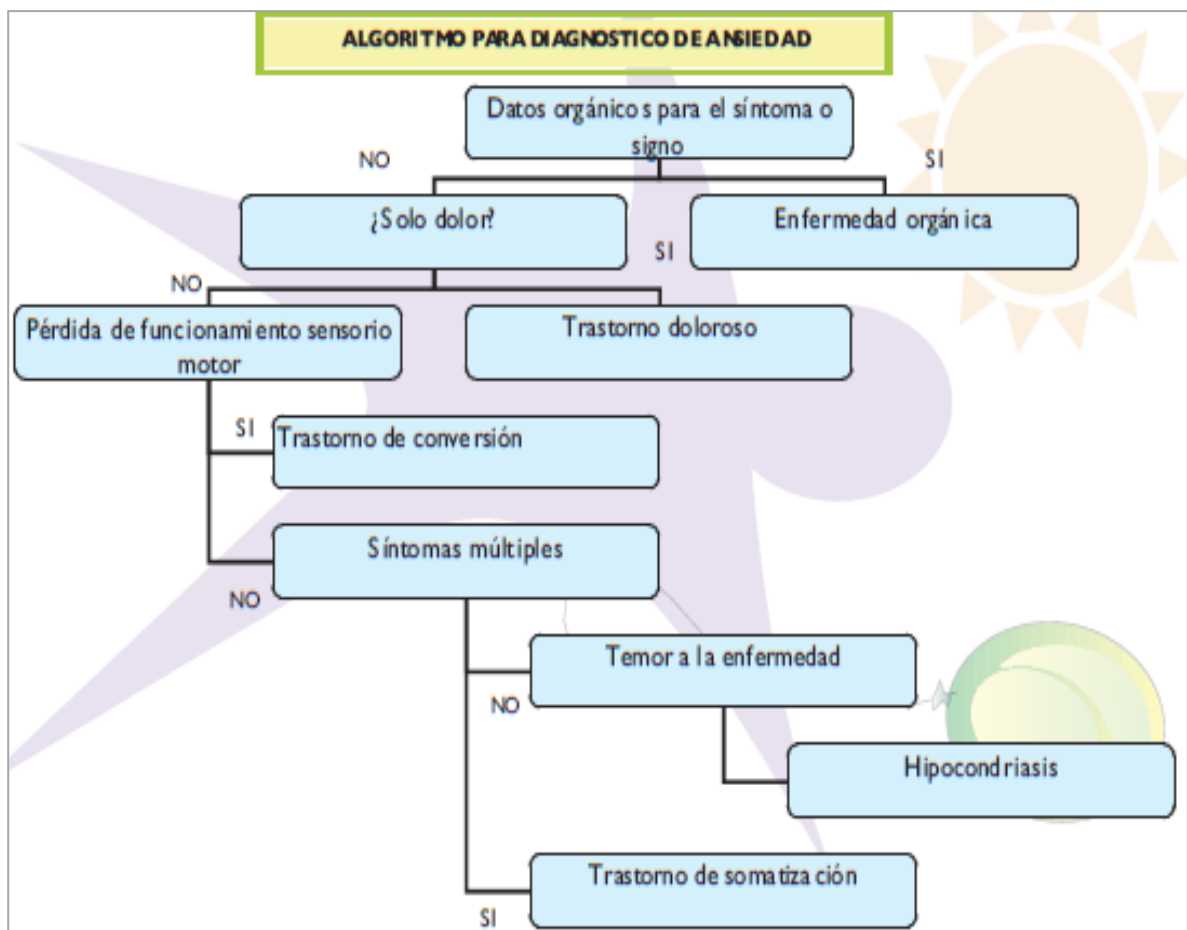
Un estudio realizado en EEUU en el año 1982 a la población en general llamado ESTUDIO ECA, demostró una prevalencia de vida de problemas de ansiedad del 14.6%. En

el caso de Ecuador el Ministerio de Salud Pública ejecutó un estudio en el año 2002 y se halló una prevalencia de vida del 21.6% de la población adulta.

En lo que concierne a estudiantes de secundaria, realizaron una investigación los estudiantes de la Universidad Thomas Jefferson ubicada en Filadelfia EEUU mostro niveles altos de ansiedad.

En Ecuador, un estudio realizado en el año 2005 por el Ministerio de Salud Pública (MSP), mostro que el 25.8% de los estudiantes de 1ero a 3ero de bachillerato presentaban un nivel de ansiedad severo, y a la vez se encontró que la ansiedad es mayor en mujeres que en hombres.

La siguiente figura nos muestra un algoritmo que utiliza el Ministerio de Salud Pública del Ecuador para la detección de la ansiedad en los estudiantes de los centros educativos.



**Figura 3.** Algoritmo utilizado por los médicos de Instituciones públicas para mostrar el nivel de ansiedad. Información tomada del Ministerio de Salud Pública del Ecuador, 2010. Elaborado por el autor.

Entre los síntomas que se le puede presentar a una persona que posea ansiedad podemos nombrar la sensación de ahogo, que se muestra en el individuo al momento de algún sobresalto, o de intento de búsqueda de una solución inmediata en algún problema que tenga en ese momento.

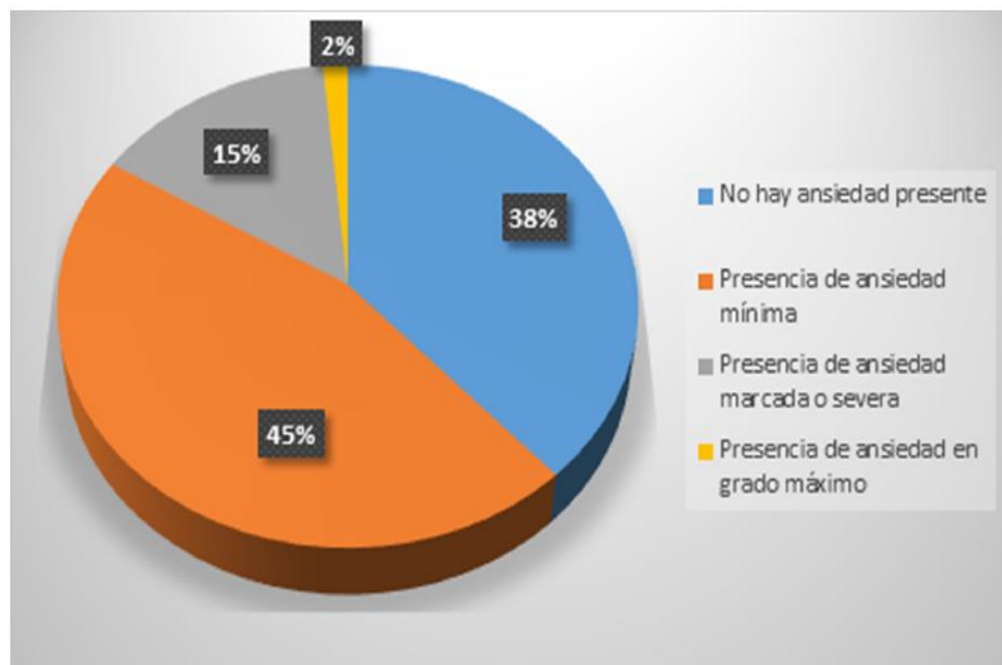
El poseer ansiedad tiene como característica principal causar conflictos al momento de respirar y el autocontrol que se tiene en ese momento. Las palpitaciones más aceleradas son frecuentes en estos casos ya que se necesita que se proporcione más oxígeno a los tejidos.

Según la Organización Panamericana de la Salud (OPS) asociada con las oficinas para las Américas de la Organización Mundial de la Salud, Ecuador en el año 2015 tuvo una población de alrededor de 1´614.000 de individuos con una esperanza de vida al nacer de la edad de 74 h 79 min, aparte la posibilidad de morir entre los 15 y 60 años.

Entre los años 2008 y 2010 las causas principales que se las asocia con los problemas de salud mental fueron las siguientes:

- Problemas de depresión
- Epilepsia
- Retardo Mental
- La Ansiedad

En el año 2015 el Ministerio de Salud Pública realizó una encuesta a 1097 estudiantes, de los cuales 535 no mostraban problemas de ansiedad, 350 mostraban ansiedad mínima, 139 marcaban un problema de ansiedad serio y 73 individuos tenían problemas de ansiedad al máximo.



**Figura 4.** Porcentaje de encuesta realizada a un grupo de estudiantes para mostrar su nivel de ansiedad. Información tomada del Ministerio de Salud Pública del Ecuador, 2015. Elaborado por el autor.

## 2.2 Test utilizados para la detección de la ansiedad

Los problemas de ansiedad se inician en la etapa de la infancia debido a algún tipo de trastorno psiquiátrico. No obstante, los problemas de ansiedad con relacionados a él



incorrecto desarrollo del individuo, por este motivo los diferentes test que existen con sus respectivas escaladas de evaluación de problemas de ansiedad deben tener de una gran habilidad para discernir o filtrar los problemas de ansiedad comunes que son de la vida diaria propios de su evolución y desarrollo con los problemas más severos que tengan los individuos.

Los niveles de valoración de los trastornos de ansiedad son de gran ayuda para el análisis de la psicopatología de los adolescentes y los programas de tratamiento.

A pesar de ello, no deben ser usados de manera ocasional e injustificada.

El prospecto debe tener en cuenta una escala particular en relación al problema que se está evaluando, peculiaridades del individuo, patrimonios del grado, además de los objetivos de la valoración.

Ya que todas las escalas que se utilizan para medir el nivel de ansiedad tienen defectos y fortalezas, y hay que saber utilizarlas, ya que con esto se puede detectar de forma temprana dichos problemas de ansiedad para que puedan ser tratados a tiempo.

Las escalas de los niveles de ansiedad más antiguas carecen de claridad en la construcción, sin embargo, se compensan con la experiencia en el uso. Por el contrario, las escalas más recientes poseen una favorecedora validez de construcción y adaptación para los adolescentes, estas escalas no han sido muy utilizadas para de cierta forma lograr sacar conclusiones que se relacionen con la educación y validez total.

Su meta y objetivo puntual es diferenciar los trastornos de ansiedad de los trastornos de depresión.

De toda forma, ninguna escala es la más acertada para facilitarnos la información deseada.

En resumen, para determinar cuál es el motivo de los trastornos por problemas de ansiedad es necesario aplicar a el paciente más de un test para ir validando y comparando cada uno de los resultados y tener un panorama mucho más claro al momento de identificar el motivo por el cual el individuo posee ansiedad.

Estos resultados son de mucha importancia ya que en estos es que se cimienta el resultado final que del profesional que hace los test a las personas ya que nos muestra el porqué de su problema.

A continuación, se detallan los test con sus respectivas escalas los cuales son más usados por los psicólogos para la detección de problemas de ansiedad en una persona los datos que arrojan estas encuestas son de gran ayuda para dicho profesional.

### **2.2.1 Escala de Evaluación de la Ansiedad de Hamilton (HARS).**

Esta escala llamada HARS puesta por su autor Hamilton es una escala la dirige directamente el profesional, normalmente es usada en padres y adolescentes para con el resultado de ambos test tener un mejor resultado a el motivo por el cual el joven posee algún tipo de trastorno mental que se pueda convertir en ansiedad.

Este test tiene como contenido 14 reactivos los cuales deben ser respondidos por la persona a la que se está midiendo el nivel de ansiedad las preguntas van en una escala del 1 al 4 y serán tomadas y sumadas al finalizar el mismo, luego de esto el profesional a cargo del test hace su respectiva valoración para demostrar así si el individuo posee o no un nivel alto o bajo de ansiedad.

Pese a que su uso es más orientado a los jóvenes, su programa se delimita a una instrucción simple con una muestra mixta de adolescentes que ya estén siendo tratados y otros que no.

Las características principales psicosométricas son altamente validadas. La estabilidad con la que se trabaja internamente es muy fiable con respecto a los problemas de ansiedad psíquica, pero no es lo suficientemente confiable al momento de analizar la ansiedad somática.

La Factibilidad test – retest es de carácter moderado y la confiabilidad Inter jueces es de alto grado de aceptación.

La validación de este test varía de acuerdo a ciertos factores, puede ser pobre o moderada. Es pobre cuando es convergente y la validez discriminante tiene una validez de moderada.

Debido a la falta de estudios para este test, hay un sinnúmero de factores que validan esta escala al momento de estudiar a un paciente que posea problemas de ansiedad y tratarlo a su debido tiempo. (Ver Anexo)

### **2.2.2 La escala de Ansiedad de Beck**

Este es un cuestionario que va directamente dirigido a las personas que crean que tienen problemas de ansiedad, funciona cuando el individuo conteste las preguntas marcando las respuestas por ellos mismos, este test que normalmente es utilizado para la evaluación clínica e investigaciones de instituciones para mostrar resultados en general de los niveles de ansiedad en sus pacientes también se lo usa para medir los niveles de ansiedad en adultos y jóvenes que piensan en evaluarse directamente.

Este test consta de 20 a 21 preguntas las cuales según las instrucciones deben responderse dentro de un tiempo límite de 5 a 10 minutos.

Estas preguntas fueron creadas con la única finalidad de examinar al paciente de entre 17 a 85 años de edad frente a algún tipo de trastorno mental, depresión y ansiedad, para que de esta manera su detección sea temprana y pueda ser analizada y corregida antes de que se convierta en algún problema mayor, ya que en ciertas ocasiones estos factores han llevado a las personas a la agresión, autoagresión e incluso hasta el suicidio.

Esta escala fue creada para analizar el nivel de ansiedad del adulto y el adolescente y de esta manera poder separar por niveles de ansiedad a los individuos y que puedan recibir su respectivo tratamiento según se vea reflejado en los resultados del test. (Ver Anexo)

### **Sensor de Pulso Cardíaco**

Sensores es un concepto genérico que hace referencia a diferentes tipos de sensores. Bajo esta palabra de sensores se entiende tanto las unidades que emite una señal analógica, como las unidades que emiten sensores para múltiples aplicaciones en la industria e investigación una señal binaria (encendido o apagado).

En todos aquellos lugares donde no sea posible detectar magnitudes eléctricas se requiere los sensores. Convierte una magnitud física en una magnitud eléctrica.

Los sensores de temperatura son tal vez los más conocidos y usados.

Como consecuencia, existe también una amplia variedad. Además, para aplicaciones especiales se puede fabricar sensores específicos.

Otro campo importante de los sensores son los medidores de presión.

El sensor cardíaco permite medir el pulso de una persona. Si se quiere grabar esa información o usarla para activar diferentes eventos, se necesita convertir los pulsos mecánicos generados en señales eléctricas. (OMS, 2016)

Este sensor combina un sensor óptico de latidos amplificado con un circuito de cancelación de ruido que permite una lectura rápida y fiable de los datos aplicando Web Service y el uso de Arduino para llevarlo a cabo.

Como objetivo primordial tiene, medir la frecuencia cardíaca del cliente para registrar los resultados en una base de datos y se muestren en pantalla.

Y alguno de sus objetivos específicos son los siguientes:

- Diseño físico ligero para facilitar a los clientes saber su frecuencia cardíaca en cualquier lugar en el que se encuentre

- Fácil uso, accesible para cualquier persona sin necesidad de tener conocimientos necesarios de electrónica o informática.

En conclusión, se representa la tecnología Open Hardware por medio del Arduino, implementando soluciones a los usuarios combinando Software con Hardware, dándoles la posibilidad de poder conocer su ritmo cardíaco y tomar medidas si es necesario, a fin de prevenir problemas cardíacos y recibir tratamiento de forma oportuna.

Además de que gracias al uso de tecnología abierta les permite a los usuarios mejorar la solución, debido a que se le permite añadir nuevas funcionalidades.

Este tipo de sensores demuestran la importancia de brindar tecnológicamente soluciones al usuario que no tenga grandes conocimientos tecnológicos o no se encuentre especializado, donde puede realizar propiamente sus mediciones cardíacas como un canal para evaluar su condición física.

## **2.3 Otros sensores de pulso y demás dispositivos utilizados para mostrar los niveles de ansiedad**

### **2.3.1 Sensor de pulso fotoeléctrico SEN-PULSE-FE**

Dar seguimiento a los problemas de trastornos mentales por medio de pulsaciones es mucho más fácil en estos tiempos, ya que existen innumerables herramientas que son de muy fácil uso para que pueda ser aplicado en personas con problemas de trastornos mentales con una probabilidad de poseer ansiedad, uno de estos es un sensor de pulso fotoeléctrico, que se lo usa especialmente con la plataforma Arduino.

Este sensor se lo trabaja con voltaje de entre 3V a 5V DC y se conecta la salida a la puerta de entrada analógica de una placa Arduino o Raspberry pi, según sean los requerimientos y su manejo.

Esta herramienta, de bajo coste, elementos electrónicos muy usuales y de fisionomía ergonómica, es de fácil manejo que se lo detalla a continuación: un led de color rojo muestra cierta cantidad de luz al momento empalmar nuestro dedo con el sensor, la corriente sanguínea que está en esos momentos en nuestro dedo hace que el led cambie su estado de prendido a apagado de acuerdo a las pulsaciones cardíacas.

Una vez hecho esto la luz que se refleja en el led es localizada por el sensor de luz APDS-9008, que a su vez transforma el torrente de luz en voltaje analógico.

Para finalizar esta señal es receptada, decodificada y filtrada por un opamp para luego dar como resultado la señal analógica de salida del dispositivo.

Este dispositivo trabaja con unos requerimientos para que pueda funcionar de la mejor manera que debemos seguir al pie, para que el resultado de el mismo sea el más eficiente.

A continuación, se detallan más características

- Voltaje de Operación: 3.0V – 5.5V DC
- Consumo corriente: 20mA máx.
- Sensor: APDS-9008
- Opamp: MCP6001
- Led verde
- Longitud de cable: 20cm
- Cables: GND, VCC, Señal



**Figura 5.** Sensor de pulso eléctrico sen-pulse-fe. Información tomada de [naylampmechatronics.com](http://naylampmechatronics.com).  
Elaborado por el autor

### 2.3.2 Sensor para la muñeca que indica el nivel de estrés

Esta herramienta está siendo impulsada por los crecientes casos de síntomas de estrés y otras enfermedades mentales que tiene el individuo, esto da origen en el Instituto Tecnológico de Massachusetts (con siglas en inglés, MIT), se propusieron desarrollar todo tipo de sensores para llevarlos en la muñeca que sean capaces de detectar cualquier cambio fisiológico, además de detectar también el sudor y el incremento de la temperatura corporal que pueden ser indicios de problemas de ansiedad.

Los datos que se adquieren con esta herramienta son analizados por un algoritmo cuyo fin es saber cuál es el motivo de la ansiedad en la persona que posea la pulsera o cuando el individuo está a punto de hacer algo que pueda arriesgar su seguridad.

Como objetivo primordial esta la detección temprana de conducta destructiva desde los problemas de drogadicción hasta los problemas de violencia y a su vez tratar de darle alguna solución.

Una de las nuevas herramientas para la detección de este problema lo lanzó Neumitra, empresa con sede en Boston (Estados Unidos), sacó a la luz este dispositivo capaz de medir las emociones o el estrés de la persona que se adapta muy rápidamente a la piel y es de fácil acceso ya que este aparato coge como muestra la sudoración y la cambiante temperatura corporal.

El dispositivo lleva como nombre BANDU, este aparato funciona enviando los datos mediante vía bluetooth a un smartphone para luego de esto las analiza y muestra los datos.

El fin de esta herramienta para medir los niveles de ansiedad es determinar con mayor exactitud qué cambios fisiológicos son más concernientes con problemas de estrés y ansiedad.

Los creadores de este dispositivo han tenido una ardua labor ya que han tenido que eliminar ciertos elementos que han tenido que filtrar para que los datos de las muestras sean más exactos como el sudor por hacer ejercicio o la emoción que se siente al ver algún tipo de evento deportivo o musical.

Este aparato ya está siendo usado en algunos hospitales de Estados Unidos de Norte América como en el hospital de Especialidades ubicado en Massachusetts, entre los proyectos más importantes tratan a personas con problemas de conducta y trastornos de ansiedad.

“El objetivo de la investigación es crear registros detallados de lo que dispara la ansiedad” (Dougherty, 2012).

Según explica el autor el fin del uso de esta herramienta es mostrar todos los datos que arroje este dispositivo y detallarlos al momento de que se envíe al teléfono inteligente para que sea analizado por el usuario.

El autor afirma que este dispositivo tiene mucho potencial como para cubrir el vacío que dejen otros diagnósticos para que puedan ser detallados con mayor exactitud.

“Antes el médico dependía de la memoria subjetiva de los pacientes sobre los días o semanas entre sus citas médicas como única medida de sus síntomas de ansiedad”, explica

Dougherty. El aparato “proporciona datos objetivos minuto a minuto respecto a los síntomas de ansiedad del paciente”, y tanto el médico como el paciente pueden disponer de ellos.

Según la referencia tomada por el autor antes los médicos solo podían tener contacto con el paciente en cada cita y por ende los resultados que tenía de los exámenes que se realizaban eran no muy precisos debido al tiempo que pasaba y veces existían personas que no regresaban y el problema no podía resolverse en su totalidad, y con este nuevo aparato los resultados se van mostrando minuto a minuto y el panorama es aún mejor ya que el médico puede trabajarlos con más precisión y darles un mejor seguimiento a sus casos.



**Figura 6.** Pulsera que va ubicada en la muñeca para medir el nivel de estrés. Información tomada de [www.agspecinfo.com](http://www.agspecinfo.com). Elaborado por el autor

### 2.3.3 Sensor de pulso amplificado ADA-1093

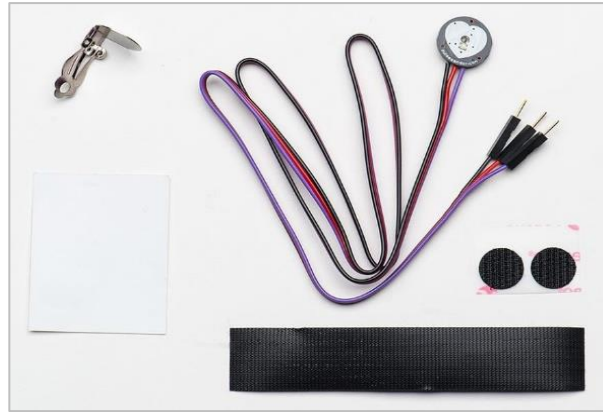
El sensor de pulso amplificado es una versión mejorada del original sensor de pulso. Es un sensor plug- and-play de frecuencia cardíaca para Arduino y sus compatibles.

Puede ser utilizado por estudiantes, artistas, atletas, fabricantes, y desarrolladores de aplicaciones móviles y juegos que quieran incorporar fácilmente los datos al instante de la frecuencia cardíaca en sus proyectos.

Este sensor de pulso añade circuitos de amplificación y cancelación de ruido a su hardware. Es mucho más sencillo y rápido obtener lecturas de pulso confiables.

El sensor de pulso Amped trabaja con Arduino a 3 ó 5V.

Por último, los creadores del sensor de pulso también han simplificado y mejorado el software de visualización de procesamiento y el código de Arduino que viene con el hardware.



**Figura 7.** Sensor de pulso amplificado ada1093. Información tomada de [www.agspecinfo.com](http://www.agspecinfo.com). Elaborado por el autor

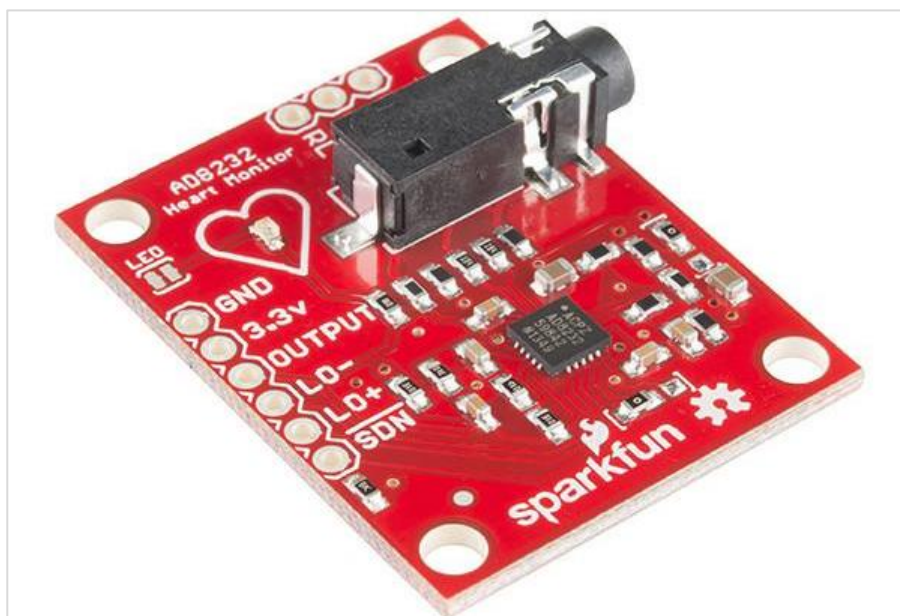
### 2.3.4 Monitor de Ritmo Cardíaco - AD8232

El monitor de ritmo cardíaco AD8232 de Sparkfun es una tarjeta de bajo costo usada para medir la actividad eléctrica del corazón. Esta actividad eléctrica puede ser registrada como un electrocardiograma -ECG- o una salida como una lectura analógica.

Los electrocardiogramas pueden ser extremadamente ruidosos, por lo que el AD8232 actúa como un amplificador operacional que ayuda a obtener una señal clara de los intervalos PR y QT fácilmente.

El AD8232 es un bloque de señales integradas condicionadas para ECG y otras aplicaciones de medición biopotenciales.

Está diseñado para extraer, amplificar y filtrar pequeñas señales biopotenciales en presencia de condiciones ruidosas, así como aquellas creadas por el movimiento o la colocación de electrodos.



**Figura 8.** Monitor de ritmo cardíaco. Información tomada de <https://330ohms.com>. Elaborado por el autor



### 2.3.5 MyoWare Muscle Sensor

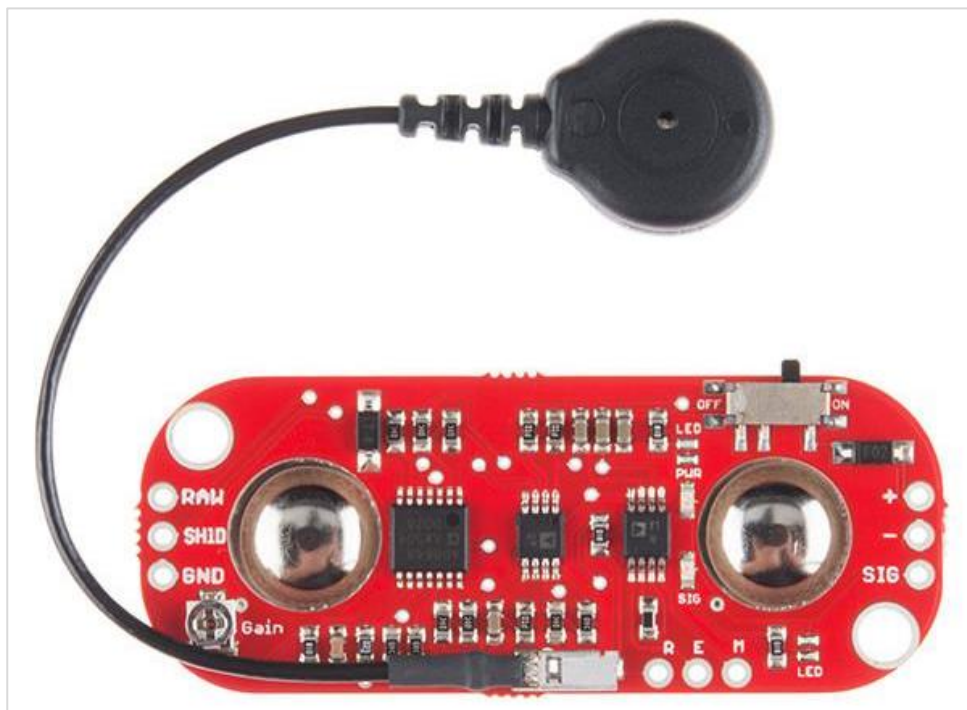
Esto es el MyoWare Muscle Sensor, un sensor electromiográfico (EMG) todo en uno de Advancer Technologies que funciona con Arduino. La tarjeta MyoWare actúa al medir la señal eléctrica, ya filtrada y rectificada, de un músculo.

La salida de 0 a Vs volts depende de la cantidad de actividad en el músculo seleccionado, donde Vs significa el voltaje de la fuente. Es fácil: conecta los electrodos, lee el voltaje de salida y flexiona algunos músculos.

El MyoWare Sensor es la última versión del Muscle Sensor, ahora con un nuevo diseño tipo wearable que te permite conectar los electrodos directamente a la tarjeta deshaciéndote de los molestos cables. Esta nueva tarjeta también incluye nuevas características tales como: un voltaje de alimentación de 3.1 V a 5 V, salida de EMG sin procesar -raw EMG-, pines de protección de polaridad, LEDs indicadores y un interruptor on/off. Adicionalmente, se tienen otras tarjetas (Cable, Power y Proto) que pueden conectarse al MyoWare Muscle Sensor para ayudarte a incrementar su versatilidad y funcionalidad.

La medición de la actividad muscular por medio de la detección de una diferencia de potencial, conocida como electromiografía (EMG), es un proceso muy usado principalmente en la investigación médica.

Sin embargo, con la reducción en los tamaños de los circuitos integrados, los circuitos para EMG se han introducido dentro de los sistemas de control.



**Figura 9.** MyoWare Muscle Sensor. Información tomada de <https://330ohms.com> Elaborado por el autor

### 2.3.6 Módulo Detector de Latidos Arduino KY-039.

Este Increíble módulo utiliza un LED infrarrojo Ultra brillante y un fototransistor para detectar el pulso sanguíneo en un dedo de la mano.

Su funcionamiento es simple: el LED genera la luz que atraviesa el dedo, y el fototransistor en el otro lado es utilizado para obtener el flujo emitido, cuando el pulso de la presión arterial en el dedo varia la corriente cambia ligeramente.

El módulo de medición de los latidos del corazón en el dedo, utiliza un LED infrarrojo brillante (IR) y un fototransistor para detectar el pulso del dedo, Generando un parpadeo de un pequeño led que prende con cada pulso de la presión arterial.

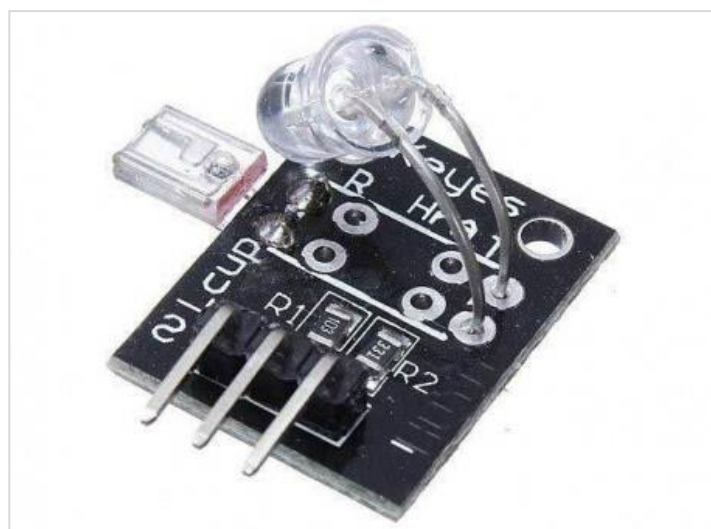
Este monitor de pulso funciona como sigue: El LED se ubica a un lado del dedo, y el fototransistor en el otro lado del dedo, como puedes apreciar en la imagen y el fototransistor utilizado el flujo de Luz emitido que atraviesa el dedo puede obtener el pulso cardiaco.

Cuando el pulso de la presión arterial pasa por el dedo la corriente de la base del fototransistor se modifica ligeramente, debido a que la cantidad de luz que puede atravesar el dedo disminuye, lo que significa una salida por el puerto análogo diferente.

Este es un muy buen detector de pulso, pero es muy importante tener en cuenta que es prioritario que se mantenga lo más alejado de la luz parásita, es decir de la luz externa por ejemplo la iluminación del hogar, por eso se recomienda usar algún sistema que sirva de escudo al fototransistor y que evite que otra luz diferente a la del led llegue ya que la señal del latido del corazón es muy débil y la luz ambiente añadirá un ruido considerable.

Se recomienda que cuando se ejecuta el programa se tomen los valores medidos. Para conseguir un verdadero palpitar.

Este Sensor es muy utilizado para experimento de enseñanza.



**Figura 10.** Módulo Detector de Latidos Arduino KY-039. Información tomada de <http://milyunpartes.com>.  
Elaborado por el autor

### 2.3.7 Arduino UNO

El Arduino Uno es una placa electrónica basada en el microcontrolador ATmega328P y el chip adaptador USB – SERIAL CH340. Cuenta con 14 pines digitales de entrada / salida (de los cuales 6 se podrán utilizar como salidas PWM), 6 entradas analógicas, un cristal de cuarzo de 16 MHz, una conexión USB, un conector de alimentación, y un botón de reinicio.

Esta tarjeta de desarrollo no es una versión diferente del Arduino UNO R3. Se podría decir que es una versión mejorada de este, ya que ofrece las mismas características que la UNO R3 a un bajo costo ya que contiene el chip adaptador USB – SERIAL CH340 que es más económico que los FT232 y el PL2303 normalmente utilizados por el Arduino UNO R3, otra característica que lo hace más barato es que utiliza el ATmega328 en su versión SMD o de montaje superficial.

Para su puesta en funcionamiento basta con instalar el software de Arduino y un controlador adicional para el manejo del puerto, ya que por ser una versión genérica el programa de Arduino no instalará ni reconocerá el dispositivo sin instalar los drivers para este.

Por ello nosotros aquí te dejamos los drivers para que puedas descargarlos y usarlos sin ningún inconveniente además te dejamos un pequeño manual para la instalación del mismo.

Cabe resaltar que este Arduino contiene todo lo necesario para apoyar el microcontrolador, basta con instalar el driver, programarlo con el software normal de Arduino y conectarlo a un ordenador con un cable USB o a la corriente con un adaptador o simplemente con una batería para empezar a utilizarlo.

Y te permite realizar de forma fácil y práctica casi cualquier proyecto que puedas imaginar.



**Figura 11.** Monitor de Ritmo Cardíaco. Información tomada de milyunpartes.com. Elaborado por el autor

### 2.3.8 Medidor de estrés térmico PCE-WB 20SD

El medidor de estrés térmico PCE-WB 20SD mide el valor WBGT en interior y exterior, la temperatura de globo negro, humedad, temperatura del aire, temperatura de bulbo húmedo y la temperatura de punto de rocío.

El medidor de estrés térmico PCE-WB 20SD está concebido para una valoración objetiva de las condiciones de trabajo en caso de condiciones meteorológicas extremas.

- Medición de WBGT (interior y exterior), temperatura de globo negro, humedad, temperatura del aire, temperatura de punto de rocío, temperatura de bulbo húmedo
- Con registro de datos
- Tarjeta de memoria SD

Si las condiciones varían, suena una señal acústica. Con el medidor de estrés térmico PCE-WB 20SD puede protocolizar hasta 99 valores de medición en tiempo real, de forma automática en intervalos de 1 a 3600 segundos, o de forma manual pulsando un botón.

Esto significa que los valores se pueden almacenar como prueba de las condiciones ambientales en un determinado momento.

Podrá leer los valores almacenados en la tarjeta de memoria SD en PC usando para ello un programa de hoja de cálculo.



**Figura 12.** Medidor de estrés térmico modelo PCE-WB 20SD. Información tomada de [www.pce-instruments.com](http://www.pce-instruments.com). Elaborado por el autor

### 2.3.9 Medidor de estrés térmico HD32.2

El medidor de estrés térmico se utiliza para analizar el índice WBGT en presencia o ausencia de irradiación solar. Según las magnitudes detectadas el medidor puede calcular el índice WBGT(in) en presencia o ausencia de irradiación solar o el índice WBGT(out) en presencia de irradiación solar.

Las sondas tienen un circuito electrónico que comunica con el medidor de estrés térmico, en su memoria permanente se conservan los datos de calibración del sensor.

Todas las sondas SICRAM pueden ser insertadas en una de las entradas y estas se reconocen automáticamente cuando se enciende el medidor.

Este dispositivo integrado es una mejor opción en el momento de medir el estrés térmico, por lo tanto, es una opción acertada en cuanto a mediciones térmicas de estrés.

Contiene tres sensores de mediciones óptimos para su actividad en la medición térmica, ambos sensores calibrados para un mayor rendimiento y uso diario.

- Tipo de protección IP67
- Cumple con las normativas: ISO 7726 / ISO 7243 / ISO 8996
- Para calcular el índice WBGT, se necesitan las siguientes sondas integradas:
  - Sonda de temperatura de bulbo húmedo con ventilación natural HP3201.2
  - Sonda globo termómetro TP3276.2
  - Sonda de temperatura de bulbo seco si la detección se realiza en presencia de irradiación solar TP3207.2

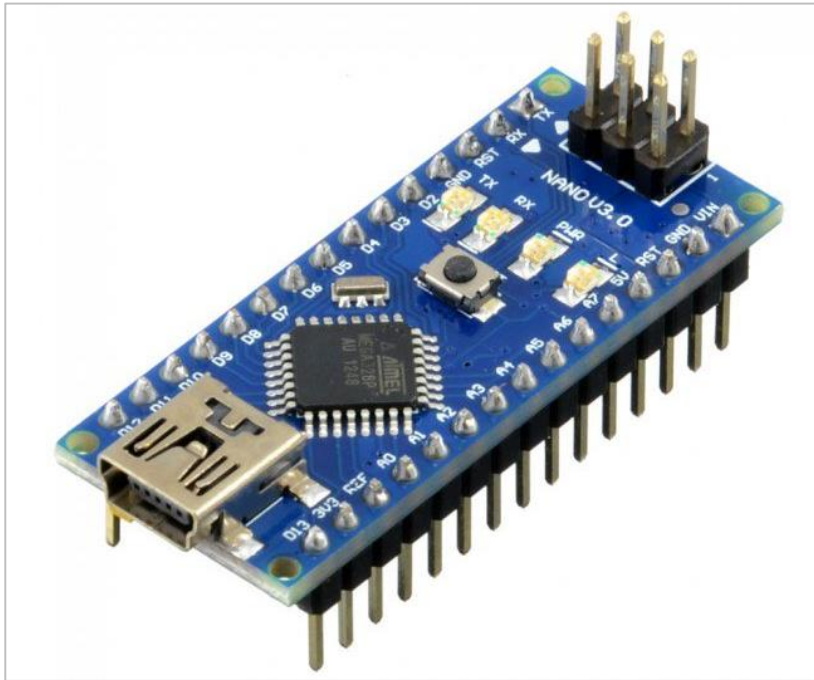


**Figura 13.** Medidor de estrés térmico modelo HD32.2. Información tomada de [www.pce-instruments.com](http://www.pce-instruments.com). Elaborado por el autor

## 2.4 Marco Conceptual

### 2.4.1 Arduino Nano

El Arduino Nano es una pequeña y completa placa basada en el ATmega328 (Arduino Nano 3.0) o el ATmega168 en sus versiones anteriores (Arduino Nano 2.x) que se usa conectándola a una protoboard. Tiene más o menos la misma funcionalidad que el Arduino Duemilanove, pero con una presentación diferente. No posee conector para alimentación externa, y funciona con un cable USB Mini-B.

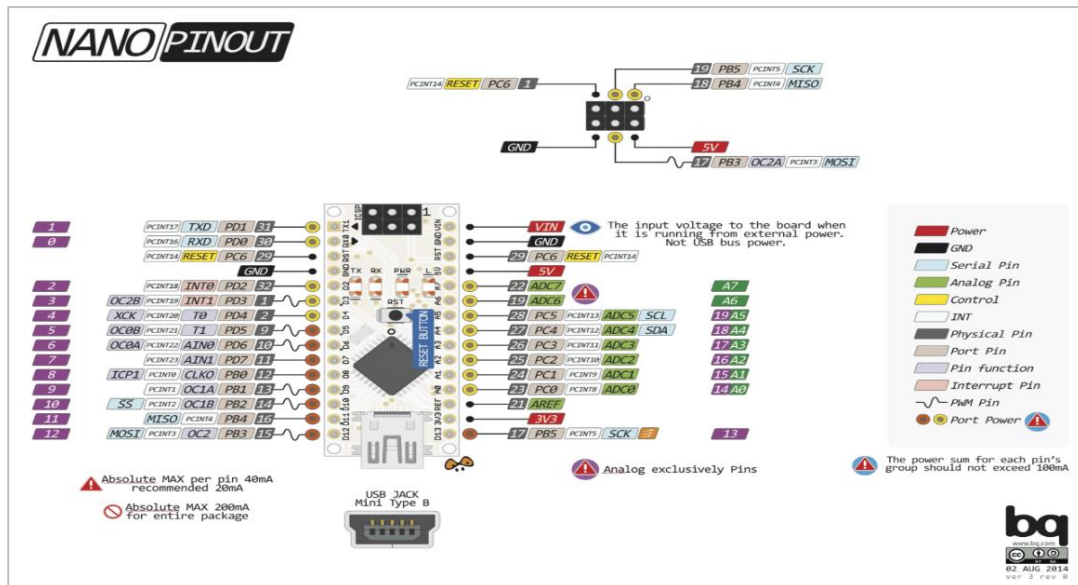


**Figura 14.** Placa Arduino Nano. Información tomada de [www.saber.patagoniatec.com](http://www.saber.patagoniatec.com). Elaborado por el autor

Funcionalidades principales:

- RESET automático al descargar el programa
- LED azul en la base para indicar el encendido
- LED Verde (TX), Rojo (RX) y Naranja (L)
- Jumper para +5V conectado a AREF
- Regulador de tensión integrado
- Conector mini-B USB para programación y comunicación serie integrado en placa
- Conector ICSP para programación
- Pines con espaciado de 0.1" DIP para insertarlo directamente sobre una protoboard
- Boton de reset integrado
- Bootloader integrado que permite programarlo con el entorno de desarrollo Arduino sin necesidad de un programador externo





**Figura 15.** Diagrama de pines de Arduino Nano. Información tomada de [www.saber.patagoniatec.com](http://www.saber.patagoniatec.com).  
Elaborado por el autor

El Arduino Nano posee selección automática de la fuente de alimentación y puede ser alimentado a través de:

- Una conexión Mini-B USB.
- Una fuente de alimentación no regulada de 6-20V (pin 30).
- Una fuente de alimentación regulada de 5V (pin 27)
- Al alimentar el Arduino a través del Mini USB, el CH340 proporciona una salida de 3.3V en el pin 16 de la placa. Por ende, cuando se conecta a una fuente externa (no USB), los 3.3V no se encuentran disponibles.

Este modelo de Arduino es uno de los mas utilizados para proyectos micro o a escala reducidas, gracias a su tamaño se pueden realizar numerosos proyectos con la facilidad y discreción gracias a su tamaño.

Sin embargo también tienes sus desventajas por no tener pines y usar herramientas extras para su conexión, por otro lado, no deja de ser un elemento indispensable al momento de crear proyectos muy útiles para las personas que están empezando en el mundo de la electrónica y robótica.

Los consumidores de esta placa Arduino están muy orientados a estudiantes tanto novatos como a nivel profesional, se lo utiliza a nivel de ensayos o proyectos finales a escala comercial, de esta manera el enfoque que se le da a esta herramienta es muy amplia tanto dentro y fuera del uso personal. La popularidad que se le dio al uso de esta increíble herramienta lo hace uno de los más usados en el mundo de la electrónica básica.

**RAW** Este pin es la entrada de voltaje no regulada. Si alimentamos la placa por usb, este pin va a tener un voltaje de 4.8V (5V – Caída de tensión del diodo). Por esta entrada podemos alimentar el pro micro con voltajes de hasta 12V.

**VCC** Esta es la entrada que alimenta al chip ATmega32U4 directamente. La tensión va a depender de la versión de la placa que estemos utilizando, estas pueden ser 3.3V/8MHz o 5V/16MHz y los voltajes sera 3.3V o 5V respectivamente. Este es el resultado de la regulación que realiza el pin RAW. Si estamos alimentando nuestro arduino a traes del usb o del RAW podemos usar este pin como salida de alimentación.

**RST** El mismo sirve para resetear el chip. Esto sucede cuando lo conectamos con GND. GND Tierra o 0V.

Los pines A0 – A3 pueden ser usados como I/O digitales.

Los pines digitales 4,6,8,9,10 pueden ser usados como analógicos.

Esta placa posee 5 interrupciones programables externas en los pines 1,2,3,4,7

Protocolos de comunicación UART, SPI, I2C.

### **2.4.2 Bluetooth**

Bluetooth es una especificación industrial para Redes Inalámbricas de Área Personal (WPAN) que posibilita la transmisión de voz y datos entre diferentes dispositivos mediante un enlace por radiofrecuencia en la banda ISM de los 2.4 GHz. Los principales objetivos que se pretenden conseguir con esta norma son:

- Facilitar las comunicaciones entre equipos móviles.
- Eliminar los cables y conectores entre estos.

Los dispositivos que tienen incorporado este protocolo pueden comunicarse entre sí siempre y cuando estén a un área dentro de su alcance, ya que si no están en una misma área o alejados estos perderán conexión y no podrán comunicarse.

Las comunicaciones se realizan por radiofrecuencia de forma que los dispositivos no tienen que estar alineados y pueden incluso estar en habitaciones separadas si la potencia de transmisión es suficiente. Estos dispositivos se clasifican como “Clase 1”, “Clase 2” o “Clase 3” en referencia a su potencia de transmisión.

La transmisión de los datos es mucho más confiable y no tiene mucho fallo, se debe ver la lista de dispositivos vinculados para así después poder hacer la conexión deseada sin problemas.



Versión	Ancho de banda
Versión 1.2	1 <a href="#">Mbit/s</a>
Versión 2.0 + EDR	3 <a href="#">Mbit/s</a>
Versión 3.0 + HS	24 <a href="#">Mbit/s</a>
Versión 4.0	32 <a href="#">Mbit/s</a>

**Figura 16.** Clasificación de los dispositivos Bluetooth según su capacidad de canal. Información tomada de [www. aprendiendoarduino.wordpress.com](http://www.aprendiendoarduino.wordpress.com). Elaborado por el autor

## 2.5 Software Utilizados

### 2.5.1 Software Arduino IDE 1.8.5

La facilidad siempre ha sido uno de los rasgos principales de toda la tecnología Arduino, algo que se vuelve a representar para gozo de los desarrolladores en Arduino IDE. Este software forma parte de la plataforma Arduino Create, que se ha convertido en una de las principales herramientas para los profesionales. En este caso se habilitan funciones de uso dinámico, como la posibilidad de almacenar el código escrito en la nube con la intención de que pueda accederse a él desde cualquier lugar.

Lo único que necesitamos para comenzar a sacar partido de Arduino IDE es una cuenta de Arduino, que se trata del punto de partida perfecto para ello. A partir de este punto la plataforma abre una enorme cantidad de posibilidades. Tras escribir código y dar forma a la primera versión del mismo los usuarios tienen capacidad para subir sus creaciones a cualquier placa Arduino, siendo también compatibles las Genuino. Para ello habrá que beneficiarse además de la compatibilidad del entorno con los plugins disponibles para navegadores. En este sentido los creadores del sistema recomiendan Chrome.

Además de escribir código Arduino IDE proporciona otras ventajas. Los usuarios pueden acceder a tutoriales muy completos, compartir los distintos proyectos que van creando y poder realizar con mayor facilidad la configuración de las diferentes placas.

El objetivo de las personas desarrolladoras de este editor de sitios web radica en que los profesionales que utilizan este software tengan una buena práctica tanto al inicio como al fin de sus respectivos proyectos. Esta versión de Arduino fue la que reunía la mayor de características que se necesitaba para poder escribir los códigos de programación para que tengamos todas las funciones del lápiz digital y la conexión con los otros componentes, también se podía trabajar con diferentes tipos de librerías necesarias para que el proyecto se lleve a cabo sin ningún problema.

### **2.5.2 Software Android Studio**

La aplicación móvil fue desarrollada en el IDE Android Studio, Android Studio es el entorno de desarrollo integrado oficial para la plataforma Android. Fue anunciado el 16 de mayo de 2013 en la conferencia Google I/O, y reemplazó a Eclipse como el IDE oficial para el desarrollo de aplicaciones para Android. La primera versión estable fue publicada en diciembre de 2014.

Está basado en el software IntelliJ IDEA de JetBrains y ha sido publicado de forma gratuita a través de la Licencia Apache 2.0. Está disponible para las plataformas Microsoft Windows, macOS y GNU/Linux. Ha sido diseñado específicamente para el desarrollo de Android.

Estuvo en etapa de vista previa de acceso temprano a partir de la versión 0.1, en mayo de 2013, y luego entró en etapa beta a partir de la versión 0.8, lanzada en junio de 2014. La primera compilación estable, la versión 1.0, fue lanzada en diciembre de 2014.<sup>1</sup> La última versión estable es la 3.0, y fue lanzada en octubre de 2017. (xatakandroid, 2017)

### **2.5.3 Software Android 8.1**

Android llamado también por la empresa Google como Android Oreo, es el nombre que lleva la penúltima versión del sistema Android de Google que anunció el día 21 de marzo de 2017. Su peculiar nombre fue revelado el 21 de agosto de 2017. El sistema fue lanzado por primera vez como versión previa para los desarrolladores en fase alfa el 19 de marzo de 2017, para los móviles de Google (Nexus y Pixel). La segunda versión para desarrolladores se lanzó el 17 de mayo de 2017 y fue considerada como una fase beta. La tercera y última versión para desarrolladores se lanzó el 9 de junio de 2017 y contiene las API definitivas.

En este sistema se instaló la App Digital Pencil y que tuvo los resultados esperados.

## **2.6 Hardware escogido para la elaboración del lápiz digital.**

### **2.6.1 Arduino Nano**

Alimentación:

El Arduino Nano puede ser alimentado usando el cable USB Mini-B, con una fuente externa no regulada de 6-20V (pin 30), o con una fuente externa regulada de 5V (pin 27).

La fuente de alimentación es seleccionada automáticamente a aquella con mayor tensión.

El chip FTDI FT232RL que posee el Nano solo es alimentado si la placa está siendo alimentada usando el cable USB. Como resultado, cuando se utiliza una fuente externa (no

USB), la salida de 3.3V (la cual es proporcionada por el chip FTDI) no está disponible y los pines 1 y 0 parpadearán si los pines digitales 0 o 1 están a nivel alto.

Esta placa de Arduino sirvió para poder armar el lápiz digital ya que reunía todos los requerimientos necesarios para su perfecto funcionamiento de todas las piezas y componentes.

#### Memoria

El ATmega 328 posee 32KB, (también con 2 KB usados por el bootloader). Posee también 2 KB de SRAM y 1KB de EEPROM.

Cada uno de los 14 pines digitales del Nano puede ser usado como entrada o salida, usando las funciones `pinMode()`, `digitalWrite()`, y `digitalRead()`. Operan a 5 voltios. Cada pin puede proveer o recibir un máximo de 40mA y poseen una resistencia de pull-up (desconectada por defecto) de 20 a 50 kOhms. Además algunos pines poseen funciones especializadas:

Serial: 0 (RX) y 1 (TX). (RX) usado para recibir y (TX) usado para transmitir datos TTL vía serie. Estos pines están conectados a los pines correspondientes del chip USB-a-TTL de FTDI.

Interrupciones Externas: pines 2 y 3. Estos pines pueden ser configurados para activar una interrupción por paso a nivel bajo, por flanco de bajada o flanco de subida, o por un cambio de valor. Mira la función `attachInterrupt()` para más detalles.

PWM: pines 3, 5, 6, 9, 10, y 11. Proveen de una salida PWM de 8-bits cuando se usa la función `analogWrite()`.

SPI: pines 10 (SS), 11 (MOSI), 12 (MISO), 13 (SCK). Estos pines soportan la comunicación SPI, la cual, a pesar de poseer el hardware, no está actualmente soportada en el lenguaje Arduino.

LED: Pin 13. Existe un LED conectado al pin digital 13. Cuando el pin se encuentra en nivel alto, el LED está encendido, cuando el pin está a nivel bajo, el LED estará apagado.

El Nano posee 8 entradas analógicas, cada una de ellas provee de 10 bits de resolución (1024 valores diferentes). Por defecto miden entre 5 voltios y masa, sin embargo es posible cambiar el rango superior usando la función `analogReference()`. También, algunos de estos pines poseen funciones especiales:

I2C: Pines 4 (SDA) y 5 (SCL). Soporta comunicación I2C (TWI) usando la librería `Wire` (Wiring, 2015)

Hay algunos otros pines en la placa:

AREF. Tensión de referencia por las entradas analógicas. Se configura con la función `analogReference()`.

Reset. Pon esta línea a nivel bajo para resetear el microcontrolador. Normalmente se usa para añadir un botón de reset que mantiene a nivel alto el pin reset mientras no es pulsado.

#### Comunicación

El Arduino Nano tiene algunos métodos para la comunicación con un PC, otro Arduino, u otros microcontroladores. El ATmega328 posee un módulo UART que funciona con TTL(5V) el cual permite una comunicación vía serie, la cual está disponible usando los pines 0 (RX) y 1 (TX). El chip FTDI FT232RL en la placa hace de puente a través de USB para la comunicación serial y los controladores FTDI (incluidos con el software de Arduino) provee al PC de un puerto com virtual para el software en el PC. El software Arduino incluye un monitor serial que permite visualizar en forma de texto los datos enviados desde y hacia la placa Arduino. Los LEDs RX y TX en la placa parpadearán cuando los datos se estén enviando a través del chip FTDI y la conexión USB con el PC (Pero no para la comunicación directa a través de los pines 0 y 1)

La librería `SoftwareSerial` permite llevar a cabo una comunicación serie usando cualquiera de los pines digitales del Nano.

El ATmega328 también soporta comunicación I2C (TWI) y SPI. El software Arduino incluye la librería `Wire` para simplificar el uso del bus I2C; mira la documentación para más detalles. Para usar la comunicación SPI, por favor mira la hoja de datos del ATmega328.

Hay una versión más antigua, la 2.3, en que el nano está basado en el chip ATmega168. (ArduinoNano, 2014)

### 2.6.2 Hardware Sensor Ritmo Cardíaco

Su funcionamiento es con un sensor de ritmo cardíaco óptico, una etapa de amplificación y un filtro para el ruido, esto hace que la señal de salida sea mucho más fiable y por si más estable. Como consumo de energía este es muy bajo siendo de 4mA y una alimentación de 5V. Está basado en un LED que emite y un sensor que recepta la intensidad, esto se refleja por la cantidad de corriente sanguínea que pase por el dedo. Esto hace posible que se pueda visualizar de manera gráfica el resultado que da el sensor y muestre una información mucho más clara para la persona que está realizando la medición y pueda sacar sus conclusiones de la misma, además de que este sensor es de gran importancia ya que sirve como una herramienta muy esencial en la actualidad.

### 2.6.3 Hardware Bluetooth con Arduino

Para dotar de comunicación bluetooth con Arduino podemos hacerlo de varias formas:

- Modulo bluetooth externo
- Módulo HC-05 o HC-06
- Módulo Bluetooth 4.0 HC-08 y HC-09
- Módulo sparkfun
- Módulo integrado en placa como el Arduino bt
- ArduinoBoardBluetooth o BQ Zum Core
- Microcontrolador con Bluetooth integrado como el Arduino 101
- Shield Bluetooth
- Arduino wireless programmer

Los módulos más frecuentes en el mercado son los módulos HC-06 y HC-05 que son muy económicos y están disponibles independientes o en modo SHIELD y para zócalo XBEE.

## 2.7 Marco Legal

La Organización Mundial de la Salud (2011), reconoce que “la salud mental es tan importante como la salud física para el bienestar general de los individuos, las sociedades y los países. Pese a ello, solo una pequeña minoría de los 450 millones de personas que padecen un trastorno mental o del comportamiento está en tratamiento”.

Según la referencia anterior la OMS (Organización Mundial de la Salud), afirmó que es tan importante estar preparado física como mentalmente en cualquier momento, ya que las capacidades disminuyen si posee algún tipo de trastorno mental que afecta directamente a su desenvolvimiento, y por otra parte las personas que son tratadas a tiempo para que sea detectado a tiempo este tipo de problemas son muy pocas ya que no hay mucha información al respecto de este tema.

En Ecuador, en el 2008 la Constitución aprobó en diferentes aspectos el valor de importancia de la incursión psicológica en el ámbito estudiantil para que esto garantice el rendimiento físico y mental de los estudiantes.

“Art. 3.- La salud es el completo estado de bienestar físico, mental y social y no solamente la ausencia de afecciones o enfermedades. Es un derecho humano inalienable, indivisible, irrenunciable e intransmisible, cuya protección y garantía es responsabilidad primordial del Estado; y, el resultado de un proceso colectivo de interacción donde Estado, sociedad,

familia e individuos convergen para la construcción de ambientes, entornos y estilos de vida saludables”. (Ley Organica de Salud, 2006).

Hemos tomado como análisis la anterior referencia que resalta que el estado de salud optimo tiene que ver con todos los aspectos relacionados a ella, es decir, que el individuo tiene que estar al 100% mental y físicamente para poder rendir lo que se espera de él, ya que si no es así esta y el trastorno mental no es detectado a tiempo pueden haber consecuencias mayores debido a que las personas que poseen ansiedad o algún otro tipo de trastorno mental pueden mutilarse, atacar a otros o incluso llegar hasta el suicidio, ya que esto también es llamada una enfermedad no solamente que el individuo posea algún tipo de afección o enfermedad.

La Ley Orgánica de Discapacidades en su Art. 20 menciona lo siguiente, “Subsistemas de promoción, prevención, habilitación y rehabilitación.- La autoridad sanitaria nacional dentro del Sistema Nacional de Salud, las autoridades nacionales educativa, ambiental, relaciones laborales y otras dentro del ámbito de sus competencias, establecerán e informarán de los planes, programas y estrategias de promoción, prevención, detección temprana e intervención oportuna de discapacidades, deficiencias o condiciones discapacitantes respecto de factores de riesgo en los distintos niveles de gobierno y planificación”.

Dentro de los artículos que tiene la carta magna de la república del Ecuador está el no discriminar a personas que tengan o posean algún tipo de problema de trastorno mental, es por ellos que las personas que posean este tipo de problemas deben ser tratadas igual que el resto, ya que si no es así el problema puede agravarse y ser mucho más serio.

Por este motivo es muy importante que toda la sociedad este bien informada sobre el tipo de trastorno mental que puede sufrir una persona y cuáles son las formas de tratarlo y si es a su debido tiempo mucho mejor.

## **Capítulo III**

### **Metodología**

#### **3.1 Procedimiento Metodológico**

Para el comienzo de este proyecto serán utilizadas diferentes tipos de metodologías que serán necesarias para poder llevar a cabo una investigación de campo sobre el estudio en el Distrito 09D04 de la ciudad de Guayaquil Provincia del Guayas en donde se podrá conocer el nivel de ansiedad que poseen los estudiantes.

Por tal circunstancia se utilizaron diferentes métodos para la recolección de información necesaria que nos ayudara a obtener todo lo necesario para obtener nuestro resultado final, cuyo fin es demostrar el nivel de ansiedad que poseen los estudiantes de las instituciones educativas al momento de rendir una prueba académica o estar a puertas de algún trabajo de exposición, etc.

Adicionalmente, se utilizarán herramientas de análisis de investigación de campo, investigación exploratoria, investigación descriptiva, observación directa, técnicas de encuestas para el problema de los niveles de ansiedad en los estudiantes, con esto se ayudará a las autoridades de cada plantel, los encargados de los DECE (Departamento Estudiantil de Control Escolar), a tener una herramienta muy eficaz la cual se pueda aplicar a los estudiantes para la detección temprana de este trastorno.

##### **3.1.1 Diseño de la Investigación**

Este trabajo de investigación se lo realizara en los departamentos DECE (Departamento Educativo de Control Estudiantil) de las instituciones Educativas que pertenezcan al Distrito 09D04 Febres Cordero de la ciudad de Guayaquil, además de las autoridades de los respectivos planteles.

La metodología a implementar trata directamente con los problemas de la ansiedad la cual deberá ser revisada con variada bibliografía referente al mismo tema.

Una de las diferentes metodologías, es la experimental la cual se desempeña en la prueba del dispositivo de manera física, esto quiere decir con las diferentes pruebas que se puedan hacer con el lápiz digital para medir los niveles de ansiedad en los estudiantes y ayudara a los psicólogos a reconocer si una persona posee o no este problema y que se pueda solucionar de manera temprana.

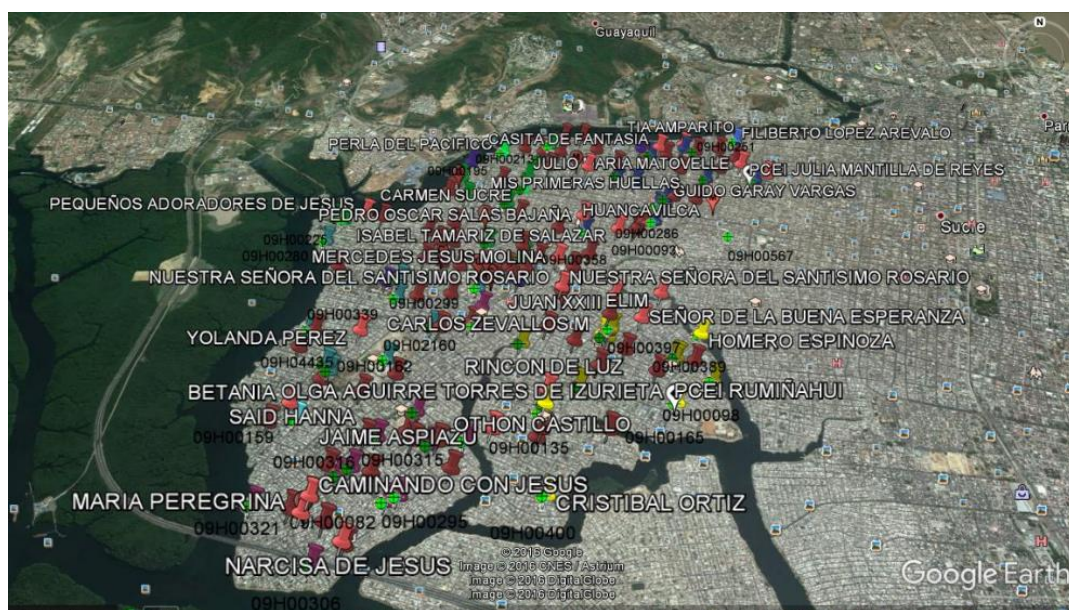
También podemos acotar que existen niveles de estrés dependiendo del momento que este atravesando e la persona, por ejemplo, estrés por preocupación o en lo laboral.

Otra metodología es la descriptiva la cual mide el grado de comprensión que tienen las personas que van a utilizar el dispositivo para que sea usado en los estudiantes y para su próxima aplicación en las instituciones educativas.

Por este motivo se implementará un folleto o guía de uso de esta herramienta para que sea utilizado por los encargados de los DECE y las autoridades de las instituciones educativas, el cual va a incluir ilustraciones e información confiable sobre cómo funciona el mismo.

### 3.1.2 Investigación de Campo

Para dar inicio con este respectivo estudio es necesario compilar toda la información de campo, tener una muestra de las autoridades y encargados de los DECE de las instituciones Educativas que van a ser evaluados y encuestados, ya que en esta investigación se plasmará los resultados reales para saber si el estudiante tiene un alto nivel de ansiedad, y mediante el análisis del profesional tomar las medidas respectivas.



**Figura 17.** Ubicación del Distrito 09D04 en la Ciudad de Guayaquil. Información Adaptada de [www.googlemaps.com](http://www.googlemaps.com). Elaborado por el autor.

### 3.1.3 Investigación exploratoria

En esta investigación se hará una recopilación de datos sobre los problemas que conllevan que los estudiantes posean ansiedad, y que los profesionales puedan analizarlos y tener una conclusión. Todo esto para que esta herramienta llamada lápiz digital sea implementada en las instituciones Educativas que pertenecen al Distrito 09D04 Febres Cordero de la ciudad de Guayaquil.



### **3.1.4 Investigación Descriptiva**

Para enfocarse más en el proceso de medir el nivel o grado de ansiedad en un estudiante utilizamos la investigación descriptiva es los colegios que conforman el Distrito 09D04 Febres cordero de Guayaquil, para saber el nivel de ansiedad que posee el escolar y detectarlo de manera temprana para que sea tratado a tiempo.

Esta investigación consistió de diferentes etapas las cuales se detallan a continuación:

1. Se examinó todas las características de lo que conlleva poseer ansiedad.
2. Definimos, formulamos una hipótesis y de acuerdo a que se escogieron las mismas y las posibles soluciones que se manejarían.
3. Para la recolección de datos se realizaron diferentes técnicas y se utilizaron herramientas que nos ayudaran a obtener y organizar mejor los resultados.
4. Posteriormente se verificaron los datos y la veracidad de los mismos con un control de toda la información obtenida.

## **3.2 Técnicas para el análisis de los datos**

### **3.2.1 Análisis Cuantitativo**

Para el análisis cuantitativo la información obtenida mediante la investigación se la procesara en valores, formulas, que ayudaran a comprender con mayor precisión los niveles de ansiedad que poseen los estudiantes del Distrito 09D04 Febres Cordero de la ciudad de Guayaquil.

### **3.2.2 Análisis Cualitativo**

Este proceso es el análisis de la información obtenida, los datos serán interpretados para luego ser procesados y con esto descubrir con detalle los problemas que existen, y con ello serán entendidos de una mejor manera.

## **3.3 Población y muestra**

### **3.3.1 Población**

La población escogida que se va a estudiar es de 205 personas que corresponden a los Rectores, Vicerrectores, representantes del DECE (Departamento Educativo de control Estudiantil) y dirigentes de curso en el Distrito 09D04 Febres Cordero de la Ciudad de Guayaquil.

Esta muestra de la población fue considerada de acuerdo a los problemas que tienen los estudiantes con respecto a la ansiedad, ya que esto va relacionado a su bajo rendimiento académico en el periodo escolar.

### **3.3.1 Muestra**

Debido a que la población es limitada se la incluirá a toda en las encuestas, por tal motivo, el tamaño de la muestra que se analizará es de 205 individuos. Estos 205 individuos son la cantidad idónea para llevar a cabo una encuesta dentro del centro educativo en la ciudad de Guayaquil.

## **3.4 Herramientas de recolección de datos**

En este proceso se utilizaron diferentes técnicas de investigación, entre las cuales tenemos las encuestas que son directamente dirigidas a las autoridades de colegios y encargados de los DECE de cada institución y que indirectamente el estudiante se vea beneficiado, ya que con el resultado de dichas encuestas se podrá conocer el nivel de ansiedad que muestra el escolar y con esto poder corregirlo y tratarlo a tiempo, para tener un panorama más claro mejor se describirán todas las técnicas que se usaran en este proyecto de investigación que nos ayudaran a tener una mejor visión del problema.

### **3.4.1 Datos Estadísticos**

Se tomará la información estadística del Ministerio de Educación y del Distrito 09D04 Febres Cordero, ya que con esto se puede obtener la información para que se proceda a realizar un análisis mucho más detallado.

### **3.4.2 Procesadores de datos**

En el momento que ya tenemos la información en nuestro poder después de hacer las respectivas encuestas a las autoridades, encargados de DECE y dirigentes de curso se procede a ingresar la información en el ordenador.

**Microsoft Word.** - Nos ayudará a ingresar la información para la elaboración del documento.

**Microsoft Excel.** - Servirá para la elaboración de los cuadros estadísticos.

### **3.4.3 de recolección de datos**

Para las técnicas de procesamiento de análisis de datos es muy importante la planificación y selección de la información derivada del procesamiento de datos.

En el procesamiento de datos se realiza la revisión crítica de la información, para identificar y eliminar datos contradictorios e incompletos.

### **3.4.4 Encuestas**

Este tipo de técnica se la aplicara en la investigación de campo, la cual nos brindara la obtención de información precisa de los problemas de ansiedad que poseen los estudiantes del Distrito 09D04 Febres Cordero de la Ciudad de Guayaquil, dicha encuesta está dirigida a las autoridades de las Instituciones Educativas tanto los rectores como los Vicerrectores.

Las encuestas fueron realizadas a los rectores, vicerrectores, encargados del departamento DECE y a los profesores que son dirigentes de cursos de los colegios que integran el Distrito 09D04 Febres Cordero.

Estas encuestas serán de ayuda para la posible implantación en un futuro en los demás distritos de Guayaquil, para que tengan una herramienta de ayuda para medir los niveles de ansiedad en los estudiantes.

Para realizar las encuestas se siguió los siguientes pasos.

1. Definimos el objetivo de la encuesta, en este caso fue conocer si el personal administrativo de las instituciones educativas del Distrito 09D04 Febres Cordero estaban al tanto de los problemas de ansiedad en los estudiantes y en que podría afectarlos.
2. Se definió variables que son sujeto muy importante en la investigación de campo, las mismas que fueron de acuerdo al objetivo de la encuesta.
3. Seleccionamos la población a la cual se le realizará las encuestas.
4. Se realizo las encuestas con una herramienta llamada Formularios de Google.

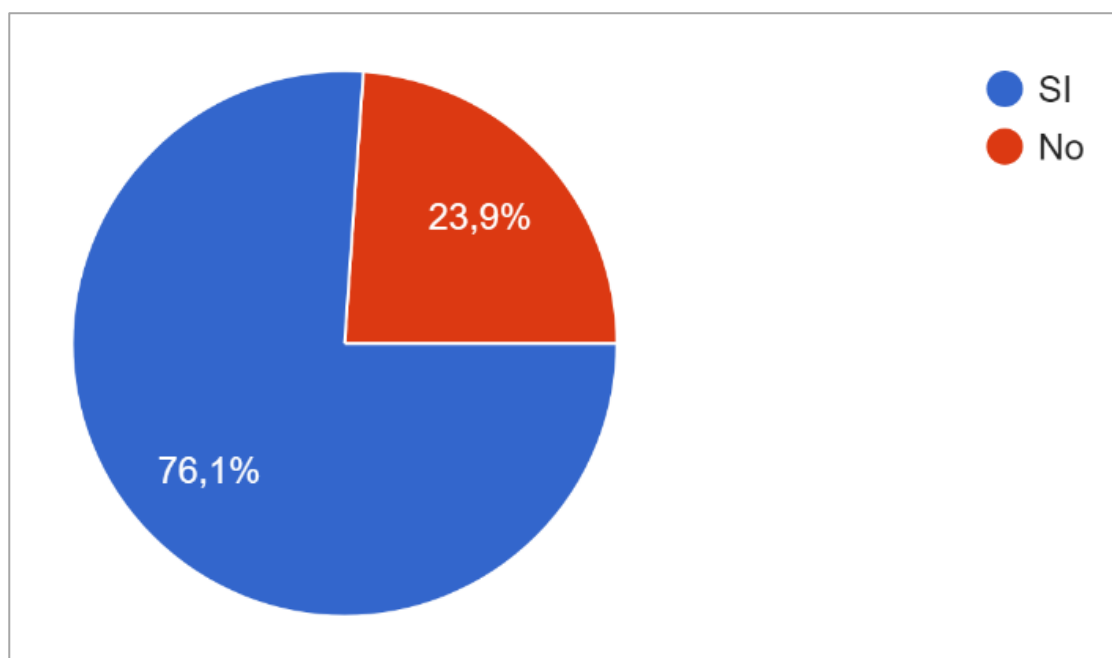
Posterior a esto se recopiló toda la información y se realizaron los diferentes tipos de gráficos estadísticos con su respectiva conclusión que se muestran a continuación.

## 1. ¿Conoce Usted si algún estudiante presenta problemas de ansiedad?

**Tabla 1.** Existencia de algún estudiante con problemas de ansiedad

N°	Validación	Encuestados	Porcentaje
1	SI	156	76.1
2	NO	49	23.9
TOTAL		205	100

*Información tomada de encuestas. Elaborado por el autor*



**Figura 18.** Existencia de algún estudiante con problemas de ansiedad. Información tomada de encuestas. Elaborado por el autor.

### Análisis

Esta pregunta fue realizada para saber si los profesores conocen algún caso de problemas de ansiedad en el estudiante por algún motivo en la institución y como resultado se muestra que un 76% de los encuestados si conoce de problemas de ansiedad dejando entrever que esta es una problemática que está causando estragos en los estudiantes.

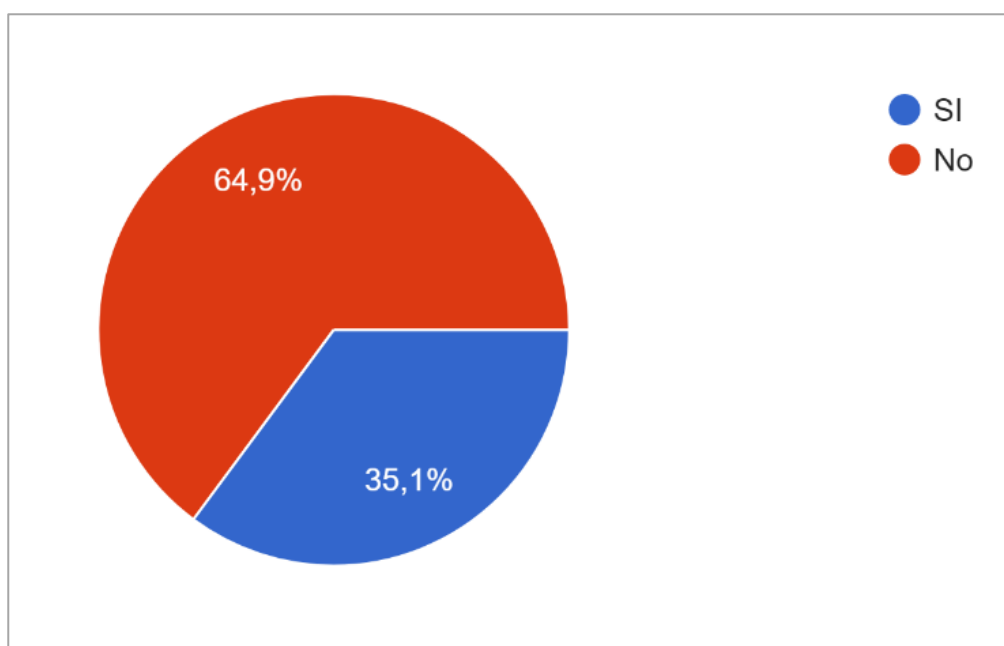
Un 23.9% de la población encuestada desconoce si los estudiantes presentan algún tipo de problema por motivos de ansiedad, esto se debe a que los profesores, encargados del departamento DECE y las autoridades no llevan un control con los alumnos para poder tener más clara la situación de los escolares.

## 2. ¿Conoce usted los problemas que ocasiona la ansiedad en los alumnos?

**Tabla 2.** *Existencia de problemas que se presentan en los alumnos por motivo de la ansiedad.*

N°	Validación	Encuestados	Porcentaje
1	SI	71	35,1
2	NO	131	64,9
TOTAL		205	100

*Información tomada de encuestas. Elaborado por el autor*



**Figura 19.** *Problemas de ansiedad en los estudiantes. Información tomada de encuestas. Elaborado por el autor*

### Análisis

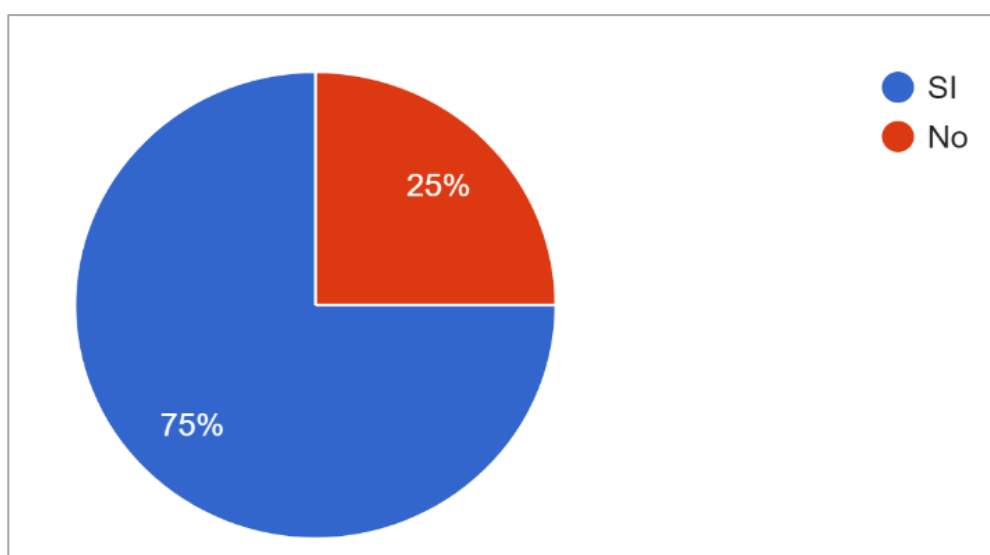
Los problemas que ocasionan la ansiedad son verdaderamente de tener en cuenta ya que cuando una persona se siente ansiosa puede cometer cosas que después se puede arrepentir ya sea pelear, ponerse nervioso en situaciones que no lo ameritan y hasta llegar a un suicidio, es por eso que el departamento DECE debe estar más al tanto de la situación de los estudiantes para que si se obtiene a alguien que tenga este tipo de problemas pueda ser tratado a tiempo.

### 3. ¿Sabe cuáles son las causas más frecuentes que ocasionan ansiedad en los estudiantes?

**Tabla 3** Información sobre las causas más frecuentes que derivan a la ansiedad.

N°	Validación	Encuestados	Porcentaje
1	SI	153	75
2	NO	52	25
TOTAL		205	100

Información tomada de encuestas. Elaborado por el autor



**Figura 20.** Información sobre las causas más frecuentes que derivan a la ansiedad. Información tomada de encuestas. Elaborado por el autor

#### Análisis

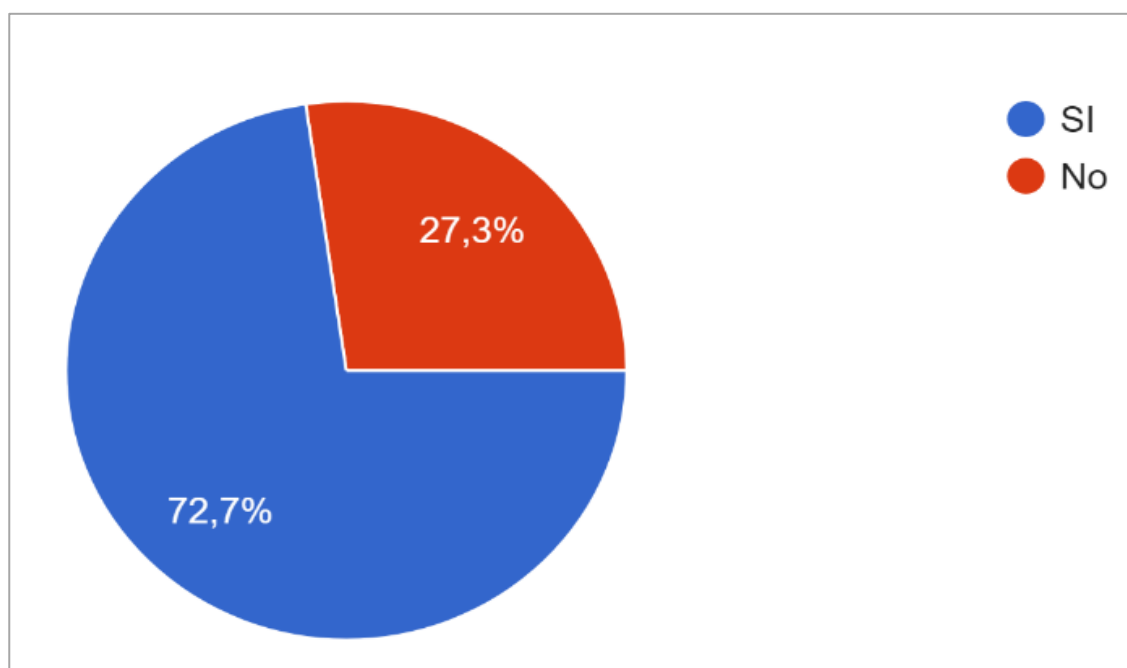
Saber y estar informado sobre los problemas de ansiedad es muy importante, ya sea estando en la unidad educativa o no, en esta encuesta el 75% de los docentes y psicólogos encuestados sabían cuáles eran las causas más frecuentes de los problemas de ansiedad es decir que la mayoría de ellos si estaban informados de este tipo de trastornos y que puede llegar a causar problemas en la salud del estudiante, un 25% de los docentes no sabían o no estaba informado de las causas que ocasionan la ansiedad, y nos hicieron saber que en las instituciones educativas no dan charlas para que ellos estén al tanto de este problema y que se pueda corregir a tiempo.

#### 4. ¿Sabe usted si la ansiedad disminuye el rendimiento académico del estudiante?

**Tabla 4** Disminución de rendimiento académico por motivo de la ansiedad.

N°	Validación	Encuestados	Porcentaje
1	SI	149	72,7
2	NO	56	27,3
TOTAL		205	100

Información tomada de encuestas. Elaborado por el autor



**Figura 21.** Disminución de rendimiento académico a causa de la ansiedad. Información tomada de encuestas. Elaborado por el autor

#### Análisis

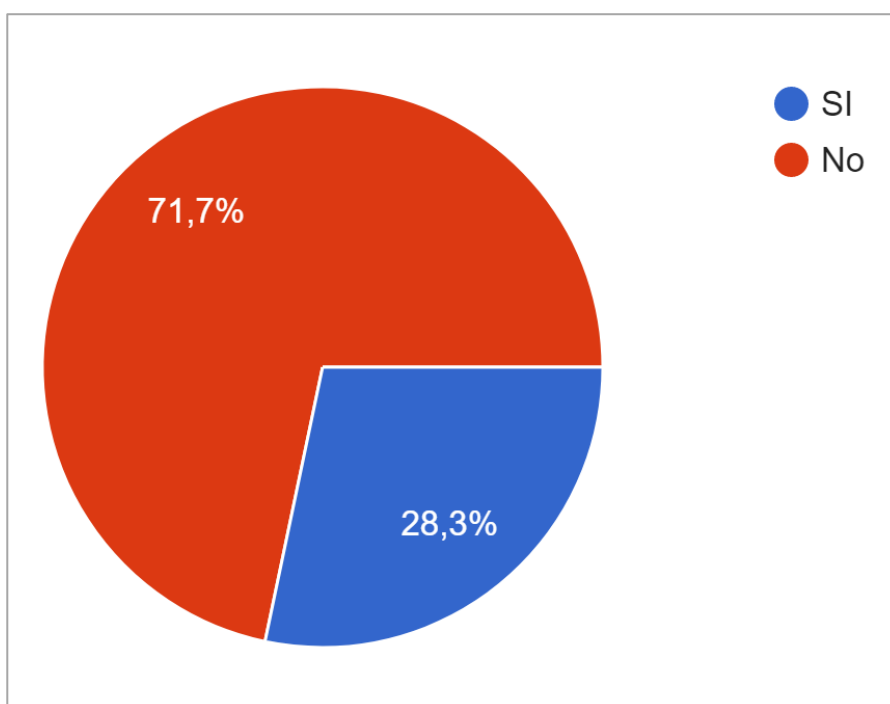
(MSPEcuador, 2008) De acuerdo al Manual de Atención de Salud Mental se sabe que no estar al 100% física y mentalmente en algún proyecto, trabajo o colegio disminuye el rendimiento de la persona, es por eso que la mayoría de los encuestados nos dieron la respuesta de que, si sabían que la ansiedad disminuye el rendimiento académico del estudiante, ya que no se puede concentrar bien y esto conlleva a las bajas calificaciones y problemas en las instituciones educativas.

**5. ¿Conoce usted algún método practico y efectivo que le ayude a determinar el grado de ansiedad en los estudiantes?**

**Tabla 5** Existencia de algún método utilizado para medir el nivel de ansiedad.

N°	Validación	Encuestados	Porcentaje
1	SI	58	28,3
2	NO	147	71,7
TOTAL		205	100

Información tomada de encuestas. Elaborado por el autor



**Figura 22.** Existencia de algún método utilizado para medir el nivel de ansiedad. Información tomada de encuestas. Elaborado por el autor

### Análisis

La mayoría de encuestados que respondieron esta pregunta nos dijeron que no conocían algún tipo de método practico para medir los niveles de ansiedad en los estudiantes, esto se debe a la no información de los mismos sobre este tipo de enfermedades ya que estas también pueden ser generadoras de problemas en cualquier ámbito.

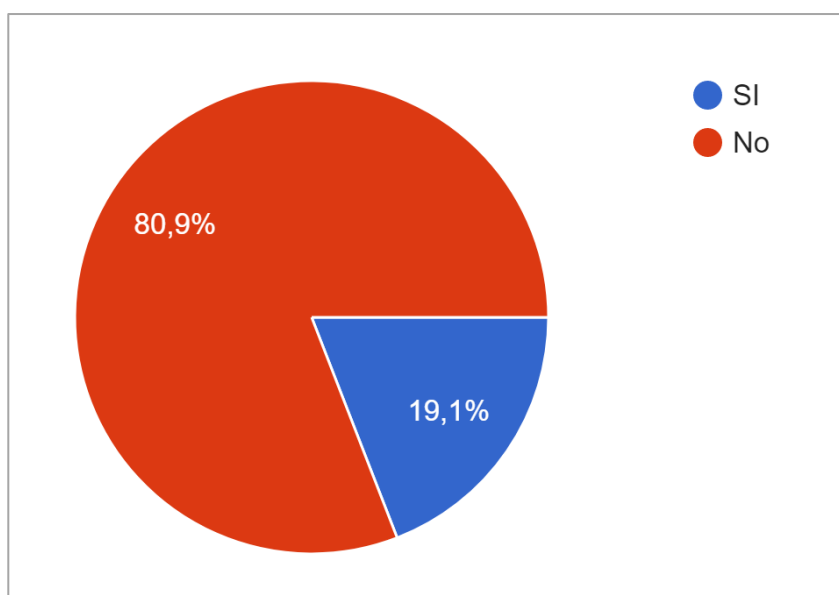


## 6. Ha realizado usted algún tipo de test a los estudiantes para saber el grado de ansiedad

**Tabla 6** Implementación de algún tipo de test para medir el nivel de ansiedad.

N°	Validación	Encuestados	Porcentaje
1	SI	39	19,1
2	NO	165	80,9
TOTAL		205	100

Información tomada de encuestas. Elaborado por el autor



**Figura 23.** Implementación de algún tipo de test para medir el nivel de ansiedad. Información tomada de encuestas. Elaborado por el autor

### Análisis

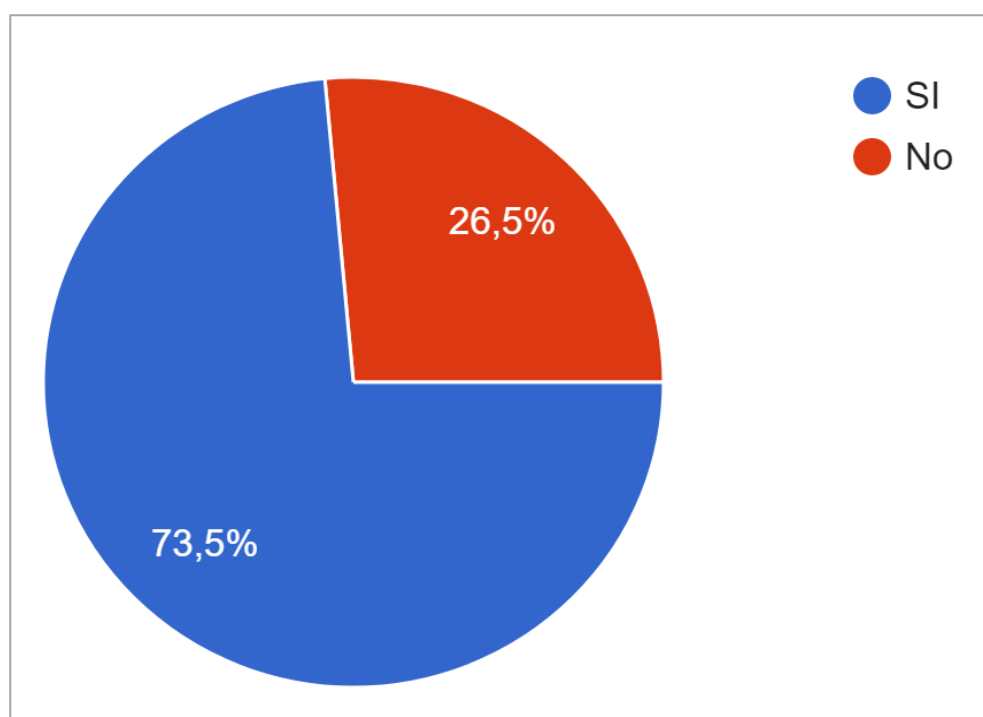
Tanto los psicólogos encargados del departamento DECE en las Instituciones Educativas, como los profesores, dirigentes y autoridades de los mismos, mostraron su desinformación a algún tipo de test con el que se pueda medir los niveles de ansiedad en los estudiantes debido a que este tipo de trastorno mental no es considerado por ellos como un factor importante que influya en la educación, pero después de ver y analizarlo bien ellos cambiaron su opinión.

**7. ¿Considera usted necesario realizar algún test a los estudiantes para saber el nivel de ansiedad que posee?**

**Tabla 7** *Importancia de realizar algún tipo de test para medir el nivel de ansiedad.*

N°	Validación	Encuestados	Porcentaje
1	SI	150	73,5
2	NO	54	26,5
TOTAL		205	100

*Información tomada de encuestas. Elaborado por el autor*



**Figura 24** *Necesidad de realizar test para medir el nivel de ansiedad. Información tomada de encuestas. Elaborado por el autor*

### **Análisis**

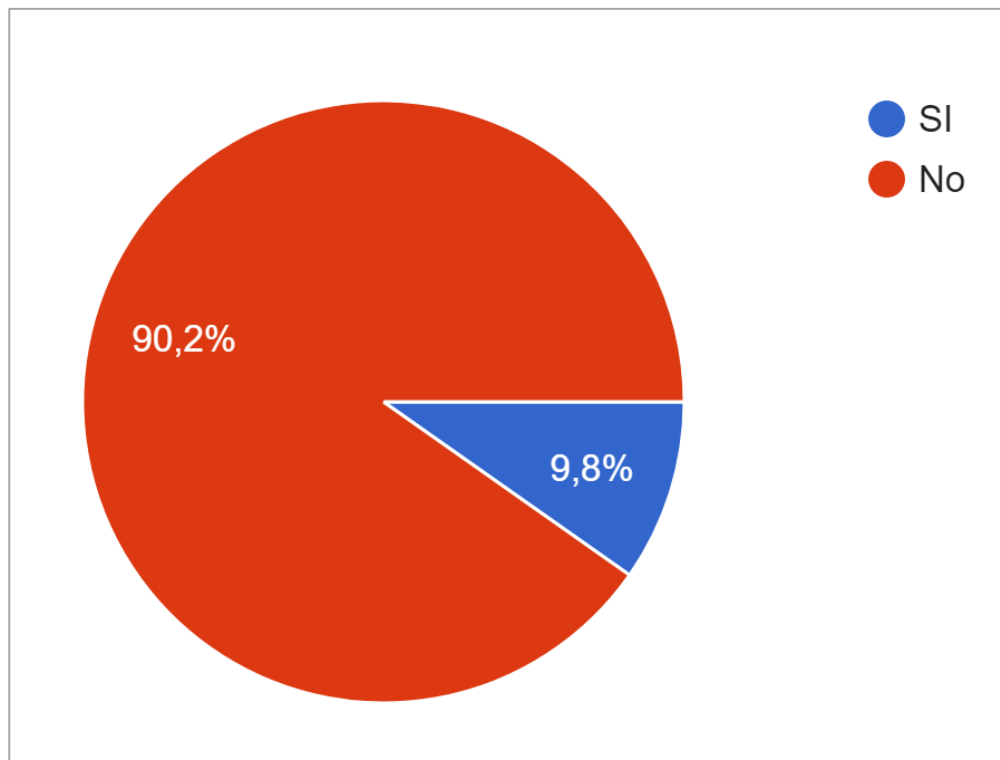
El 73.50% de encuestados coincidió de que si es necesario realizar un test periódicamente a los estudiantes para llevar un control de los mismos y que no se sientan solos y puedan solucionar sus problemas con los profesionales ya que ellos son capaces de ayudarles con una opinión más acertada de lo que poseen.

### 8. ¿Ha escuchado sobre un lápiz digital para medir los niveles de ansiedad?

**Tabla 8** Información sobre la existencia de alguna herramienta para medir los niveles de ansiedad.

Nº	Validación	Encuestados	Porcentaje
1	SI	20	9,8
2	NO	185	90,2
TOTAL		205	100

Información tomada de encuestas. Elaborado por el autor



**Figura 25.** Información sobre la existencia de alguna herramienta para medir los niveles de ansiedad. Información tomada de encuestas. Elaborado por el autor

### Análisis

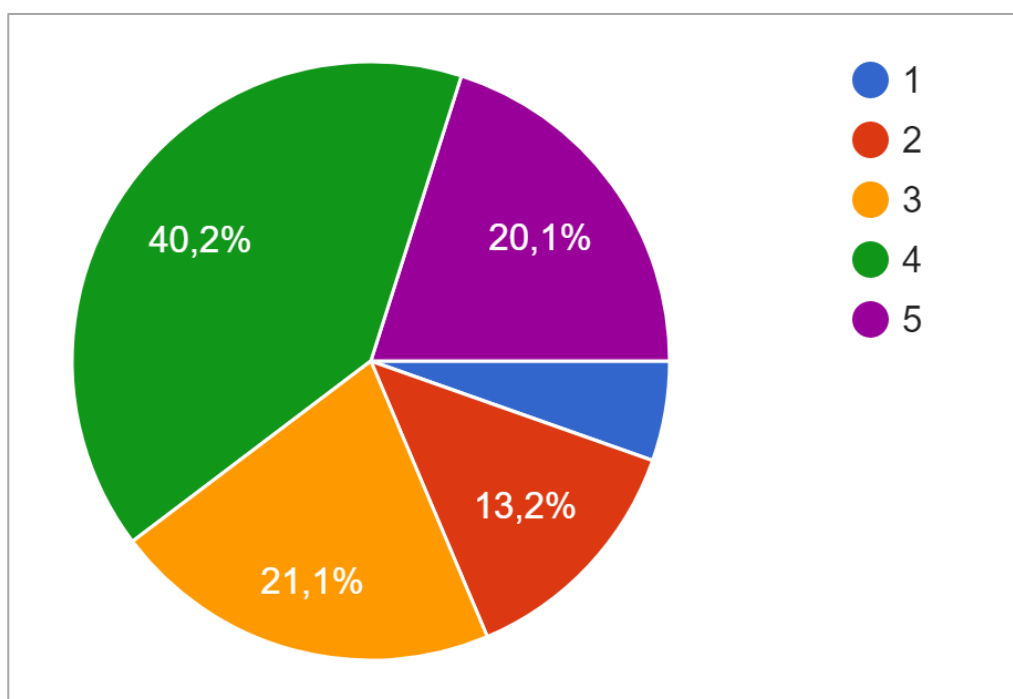
La mayoría de los encuestados en las instituciones Educativas desconocen de alguna herramienta que sirva como ayuda para medir los niveles de ansiedad en los estudiantes y fueron encuestados para saber si habían escuchado antes de algún lápiz que media los niveles de ansiedad y su respuesta fue en mayoría que no.

**9. En una escala del 1 al 5, siendo 5 el más alto y 1 el más bajo, ¿Qué tan interesado está en adquirir el lápiz digital para que sea implementado en la institución?**

**Tabla 9** *Interés para adquirir el lápiz digital como herramienta para que sea aplicada en la institución educativa.*

N°	Validación	Encuestados	Porcentaje
1	1	11	5,4
2	2	27	13,20
3	3	43	21,10
4	4	82	40,20
5	5	41	20,1
TOTAL		205	100

*Información tomada de encuestas. Elaborado por el autor*



**Figura 26.** *Interés para adquirir el lápiz digital como herramienta para que sea aplicada en la institución educativa. Información tomada de encuestas. Elaborado por el autor*

### Análisis

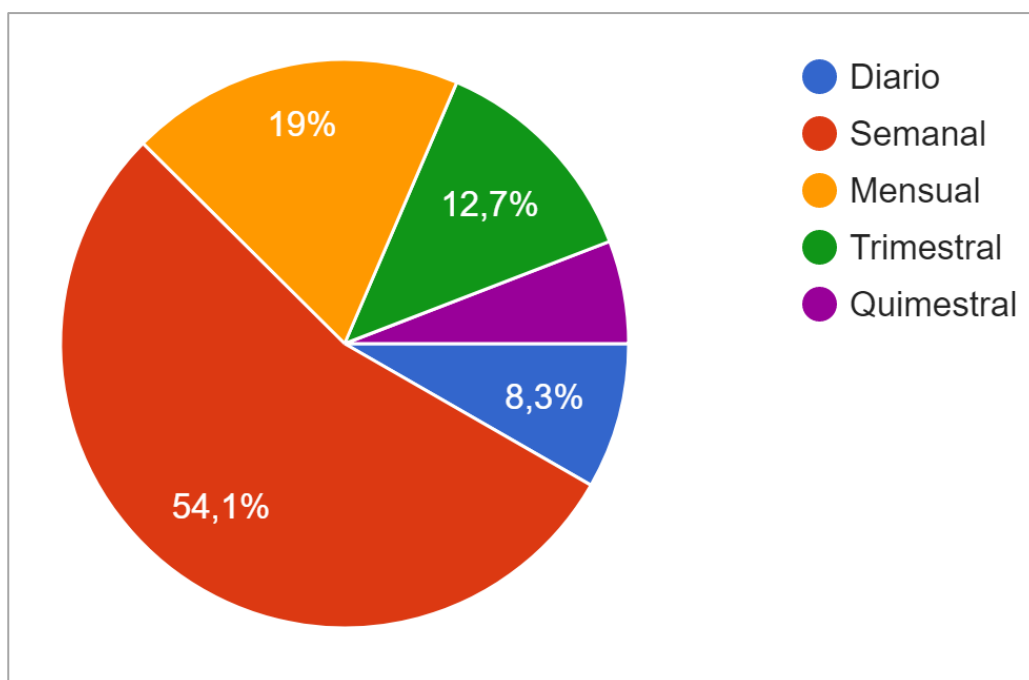
De las 205 personas encuestadas sobre si estaban interesadas en adquirir el lápiz digital que mide el nivel de ansiedad para que sea implementado en las instituciones educativas en las que ellos ejercían nos mostraron su esperanza de contar en un futuro con alguna herramienta que los ayude a poder mostrar los niveles de ansiedad.

**10. De acuerdo a su experiencia, ¿En qué tiempo considera usted realizar un seguimiento más cercano a los estudiantes para detectar de manera más temprana algún tipo de trastorno?**

**Tabla 10** Tiempo en el cual se podría hacer un seguimiento a los estudiantes para detectar de manera temprana problemas de ansiedad.

N°	Validación	Encuestados	Porcentaje
1	Diario	17	12,7
2	Semanal	111	54,1
3	Mensual	19	19
4	Trimestral	26	12,7
5	Quimestral	12	5,9
TOTAL		205	100

Información tomada de encuestas. Elaborado por el autor



**Figura 27.** Tiempo en el cual se podría hacer un seguimiento a los estudiantes para detectar de manera temprana problemas de ansiedad. Información tomada de encuestas. Elaborado por el autor

### Análisis

Esto es muy importante sobre todo para los estudiantes que se verán beneficiados con este tipo de seguimientos ya que con esto las autoridades que presiden los planteles llevarán un mejor control de cada uno de los alumnos y si en caso de tener problemas poder solucionarlos a su debido tiempo.

### 3.5 Análisis comparativo

#### 3.5.1 Análisis comparativo de la placa Arduino utilizada

Se realizó una tabla comparativa con diferentes tipos de placas de Arduino, en la cual se muestran todas sus características y cuál fue la mejor opción para trabajar con los componentes que se usaron para la elaboración del prototipo de lápiz digital.

**Tabla N° 11** *Tabla comparativa a la placa Arduino Nano*

Placa Arduino	Descripción
<b>Arduino UNO</b> 	Microcontrolador: ATmega328
	Voltaje de funcionamiento: 5 V
	Pines I/O digitales: 14 (de los cuales 6 proveen salida PWM)
	Pines de entradas análogas: 6
	Corriente DC por cada pin I/O: 40 mA
	Corriente DC en el pin de 3.3 V: 50 mA
	Memoria Flash: 32 KB (ATmega328) de los cuales 0.5 KB son utilizados por el bootloader
	SRAM: 2 KB (ATmega328)
	EEPROM: 1 KB (ATmega328)
	Velocidad de reloj: 16 MHz
<b>Arduino Robot</b> 	Microcontrolador: ATmega32u4
	Voltaje de funcionamiento: 5 V
	Pines I/O digitales: 5
	Canales PWM: 6
	Canales de entradas análogas: 4 (de los pines digitales I/O)
	Canales (multiplexados) de entradas análogas: 8
	Corriente DC por cada pin I/O: 40 mA
	Memoria Flash: 32 KB (ATmega32u4) de los cuales 4 KB son utilizados por el bootloader
	SRAM: 2 KB (ATmega32u4)
	Velocidad de reloj: 16 MHz
	Teclado: 5 teclas
	Perilla: Potenciómetro conectado a un pin análogo

*Información tomada de distintas fuentes de internet. Elaborado por el autor.*

### Arduino Ethernet



Microcontrolador: ATmega328

Voltaje de funcionamiento: 5 V

Pines I/O digitales: 14 (de los cuales 4 proveen salida PWM)

Pines de entradas análogas: 6

Corriente DC por cada pin I/O: 40 mA

Corriente DC en el pin de 3.3 V: 50 mA

Memoria Flash: 32 KB (ATmega328) de los cuales 0.5 KB son utilizados por el bootloader

SRAM: 2 KB (ATmega328)

EEPROM: 1 KB (ATmega328)

Velocidad de reloj: 16 MHz

Controlador embebido Ethernet W5100 TCP/IP

Tarjeta MicroSD, con adaptadores activos de voltaje

### Arduino Nano



Microcontrolador: ATmega168

Voltaje de funcionamiento: 5 V

Pines I/O digitales: 14 (de los cuales 6 proveen salida PWM)

Pines de entradas análogas: 8

Corriente DC por cada pin I/O: 40 mA

Memoria Flash: 16 KB de los cuales 2 KB son utilizados por el bootloader

SRAM: 1 KB

EEPROM: 512 bytes

Velocidad de reloj: 16 MHz

---

*Información tomada de distintas fuentes de internet. Elaborado por el autor.*

Esta tabla muestra los diferentes tipos de placas Arduino en las que se podría haber elaborado el lápiz digital, la que se escogió fue la placa Arduino NANO ya que cumplía con todas las características necesarias para el correcto funcionamiento del prototipo, debido a su bajo coste, la programación, y además que venía incluido el adaptador USB para conectar directamente al pc, la cual nos proveería de energía al circuito.

### 3.5.2 Análisis comparativo de los diferentes tipos de comunicación inalámbrica

**Tabla N° 12** *Tabla comparativa de los diferentes tipos de conexiones inalámbricas*

<b>Conexiones inalámbricas</b>	<b>Descripción</b>
ZigBee	<p>ZigBee es una tecnología inalámbrica más centrada en aplicaciones domóticas e industriales. Los perfiles ZigBee PRO y ZigBee Remote Control (RF4CE) se basan en el protocolo IEEE 802.15.4, una tecnología de red inalámbrica que opera a 2,4GHz en aplicaciones que requieren comunicaciones con baja tasa de envío de datos dentro de áreas delimitadas con un alcance de 100 metros, como viviendas o edificios.</p> <p>Estándar: ZigBee 3.0 basado en IEEE 802.15.4</p> <p>Frecuencia: 2.4GHz</p> <p>Alcance: 10-100m</p> <p>Velocidad de transferencia: 250kbps</p>
XBee	<p>Es el nombre comercial del Digi de una familia de módulos de comunicación por radio y están basados en el estándar zigbee, pero digi tiene muchos Xbee y algunos son zigbee estándar y otros son propietarios o modificaciones del estándar. Existen muchos módulos Xbee basados en el estándar IEEE 802.15.4</p>
WiFi	<p>Normalmente la conectividad WiFi es la opción obvia elegida por los desarrolladores dada la omnipresencia de WiFi en entornos domésticos y comerciales: existe en la actualidad una extensa infraestructura ya instalada que transfiere datos con rapidez y permite manejar grandes cantidades de datos. Actualmente, el standard WiFi más habitual utilizado en los hogares y en muchas empresas es el 802.11n, ofreciendo un rendimiento significativo en un rango de cientos de megabits por segundo, muy adecuado para la transferencia de archivos, pero que consume demasiada potencia para desarrollar aplicaciones IoT.</p> <p>Estándar: Basado en 802.11n</p> <p>Frecuencia: 2,4GHz y 5GHz</p> <p>Alcance: Aproximadamente 50m</p>

*Información tomada de distintas fuentes de internet. Elaborado por el autor.*



Bluetooth	<p>Bluetooth es una de las tecnologías de transmisión de datos de corto alcance más establecidas, muy importante en el ámbito de la electrónica de consumo. Las expectativas apuntan a que será clave para desarrollar dispositivos wearables, ya que permitirá el establecimiento de conexiones IoT, probablemente a través de un smartphone.</p> <p>El nuevo Bluetooth de baja energía, también conocido como Bluetooth LE o Bluetooth Smart, es otro protocolo importante para desarrollar aplicaciones IoT. Se caracteriza por ofrecer un alcance similar al de la tecnología Bluetooth normal, pero con un consumo de energía significativamente reducido.</p> <p>Es importante destacar que la versión 4.2, gracias a la incorporación del Internet Protocol Support Profile, permite conectarse directamente a internet mediante IPv6/6LoWPAN. Esto facilita el utilizar la infraestructura IP existente para gestionar dispositivos Bluetooth Smart basado en “edge computing”.</p> <p>Estándar: Bluetooth 4.2</p> <p>Frecuencia: 2,4GHz (ISM)</p> <p>Alcance: 50-150m (Smart/LE)</p> <p>Velocidad de transferencia: 1Mbps (Smart/LE)</p>
-----------	---

---

*Información tomada de distintas fuentes de internet. Elaborado por el autor.*

Para la elaboración del dispositivo la mejor opción fue la comunicación inalámbrica via bluetooth, debido a que su bajo coste y su manejabilidad no es tan compleja a diferencia del resto.

Debido a que la comunicación entre el dispositivo y el circuito es de corto alcance esta tecnología es perfecta para aplicarla, ya que la circuitería es alimentada con corriente por la computadora y no está alejado del dispositivo.

### **3.6 Tabla de medición del nivel de ansiedad**

Gracias a esta tabla se pudo programar, en los diferentes softwares que se utilizaron, los indicadores los cuales se basaron en los niveles máximo, medio y mínimo que mostraba el sensor al momento de recibir la información de las pulsaciones. Esto funciona de tal manera que si al momento de presionar el sensor con los dedos inmediatamente marcará un valor el cual será codificado por las aplicaciones para su posterior muestra en pantalla.

**Tabla N° 13** *Tabla en la que se basaron los resultados del lápiz digital.*

<b>Indicadores</b>	<b>Pulsación Cardíaca</b>
Posible grado de ansiedad alto	Si las pulsaciones son mayores a los 600 Hertz se considera que el individuo posee un nivel de ansiedad alto.
Posible grado de ansiedad medio	Si las pulsaciones están entre 500 Hertz y 600 Hertz se considera que el individuo posee un nivel de ansiedad medio.
Posible grado de ansiedad bajo	Si las pulsaciones están entre 400 Hertz y 499 Hertz se considera que el individuo posee un nivel de ansiedad bajo.
Acción sobre posibles fallos	En caso de dar una lectura menor a 200 Hertz se sobre entiende que no hay pulsaciones.
Observaciones	El pulso será válido siempre y cuando supere los 400 Hertz en una pulsación del corazón.

*Información adaptada de la Universidad Científica del Sur. Elaborado por el autor.*

## Capítulo IV

### Desarrollo de la propuesta

#### 4.1 Desarrollo

Para la elaboración del prototipo de un lápiz digital que muestre los niveles de ansiedad en un estudiante del Distrito 09D04 Febres Cordero de la Ciudad de Guayaquil se utilizaron varios dispositivos y elementos, con los cuales se llegó a un fin de elaboración el cual consistía en juntar todas las piezas que sean de bajo costo y que conlleven a un buen manejo es decir que sea fácil de utilizar y sea de agrado del consumidor.

Este proyecto se implementará en el Distrito 09D04 con la ayuda de las autoridades del mismo, para que los psicólogos encargados de los DECE tengan una herramienta la cual sea de ayuda en encontrar posibles problemas de trastornos de ansiedad en los estudiantes.

Sin embargo, luego de muchas deliberaciones sobre los componentes, teniendo en cuenta el valor en dólares, tamaño y el funcionamiento de cada uno, se llegó a obtener como resultado un prototipo de lápiz digital



**Figura 28.** Alumnos de la Unidad Educativa Fiscal Provincia del Azuay que pertenece al Distrito 09D04 Febres Cordero. Información tomada de Ministerio de Educación. Elaborado por el autor

El objetivo primordial de este trabajo de investigación radica en la interacción del psicólogo de la institución encargado del departamento DECE con los estudiantes mediante el uso de nuevas tecnologías que ayudaran a tener un mejor panorama del estado de los estudiantes en las aulas de clase. Este prototipo será implementado como una aplicación desde el dispositivo móvil y un lápiz digital que medirá la ansiedad.

Se explicará los tipos de procesos, estos son prácticos y teóricos, que se implementaron durante todo el tiempo de pruebas que se realizó a los estudiantes por medio de los

psicólogos encargados de los departamentos DECE de las instituciones educativas del Distrito 09D04 Febres Cordero y el ensamblaje del prototipo el cual consistía en armar un dispositivo capaz de medir los niveles de ansiedad por medio de pulsaciones, cuyos datos son enviados mediante bluetooth a la aplicación que se encuentra en el dispositivo móvil y esta mostrará si el nivel de ansiedad que posee el estudiante es alto, medio o bajo.

## 4.2 Software del lápiz digital

### 4.2.1 Uso de Arduino IDE 1.8.5 en el prototipo



**Figura 29.** Logo y versión del Software Arduino IDE. Información tomada de [www.arduino.cc](http://www.arduino.cc). Elaborado por el autor.

En este programa se ingresaron los códigos para que el dispositivo se pueda comunicar con el ordenador principal, y en la misma se mostrarán los gráficos de las pulsaciones que marque el sensor de pulso.

### 4.2.2 Uso de Android Studio en el prototipo



**Figura 30.** Logo del Software Android Studio. Información tomada de [www.xatakandroid.com](http://www.xatakandroid.com). Elaborado por el autor.

Este software nos sirvió para desarrollar la aplicación que será utilizada en el dispositivo móvil, la cual nos mostrará la interfaz de los resultados. Aquí se utilizaron diferentes códigos

y se insertaron imágenes del logo de la app, slide de cada paso o instrucción que se daba para utilizar el dispositivo.

#### 4.2.3 Uso de Android version 8.1 utilizada en el dispositivo móvil.



**Figura 31.** Logo de Android Oreo Versión 8.1. Información tomada de [www.xatakandroid.com](http://www.xatakandroid.com). Elaborado por el autor

Esta version de software fue la que estaba instalada en el dispositivo movil y se utilizo para colocar la aplicación del lápiz digital.

### 4.3 Hardware usado en el lapiz digital

#### 4.3.1 Arduino Nano



**Figura 32.** Arduino Nano. Información toma de [www.arduino.cl](http://www.arduino.cl). Elaborado por el autor

La placa que se utilizo es la placa arduino NANO debido a que por su tamaño y facil manejo se puede aplicar en este prototipo, esta placa se la coloco en un protoboard para poder conectar los demas componentes, luego se la conecto via usb a la computadora.

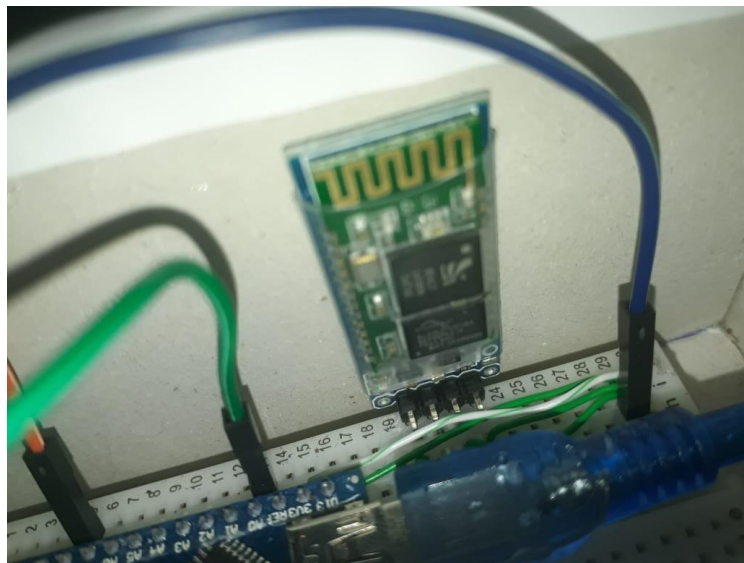
### 4.3.2 Sensor Ritmo Cardíaco



**Figura 33.** Sensor de pulso ubicado en la estructura del lapiz. Información tomada de [dualtronica.com](http://dualtronica.com). Elaborado por el autor

Su funcionamiento es con un sensor de ritmo cardíaco óptico, una etapa de amplificación y un filtro para el ruido, esto hace que la señal de salida sea muchos más fiable y por si más estable. Como consumo de energía este es muy bajo siendo de 4mA y una alimentación de 5V. Está basado en un LED que emite y un sensor que recepta la intensidad, esto se refleja por la cantidad de corriente sanguínea que pase por el dedo. Esto hace posible que se pueda visualizar de manera gráfica el resultado que da el sensor y muestre una información mucho más clara para la persona que está realizando la medición y pueda sacar sus conclusiones de la misma, además de que este sensor es de gran importancia ya que sirve como una herramienta muy esencial en la actualidad.

### 4.3.3 Conexión del Módulo Bluetooth

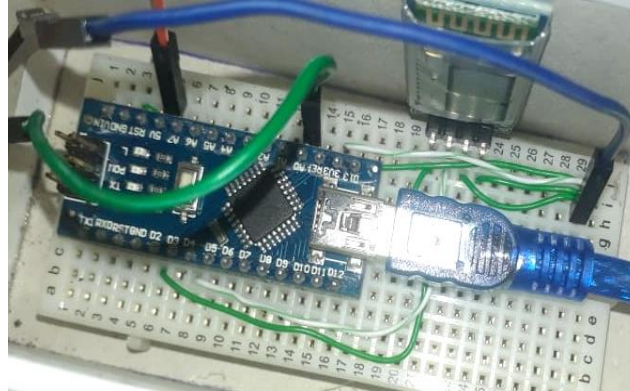


**Figura 34.** Conexión del módulo de Bluetooth. Información tomada de investigación directa. Elaborado por el autor



El módulo bluetooth es el que se encarga de enviar los datos a la app del dispositivo móvil para que se muestre en pantalla el nivel de ansiedad del estudiante.

#### 4.3.4 Conexión de Sensor de Ritmo Cardíaco



**Figura 35.** Conexión del Sensor de Ritmo Cardíaco. Información tomada de investigación directa. Elaborado por el autor

El sensor de presión cardíaca está conectado a la placa de Arduino Nano por medio de cable que sale hacia la estructura para un mejor manejo del mismo, para esto se adaptó el sensor a un lápiz luego de esto se toma el lápiz con los dedos índice pulgar y medio presionando con el dedo pulgar el sensor para que los datos sean leídos y enviados. Es necesario acotar que la presión que ejerce el individuo al sensor de presión no debe ser tan fuerte ya que los datos no podrán ser leídos con mejor exactitud para su posterior decodificación por el código y dar el resultado por el psicólogo del departamento DECE de las instituciones educativas.

#### 4.4 Código Utilizado

```
pulso = analogRead(A0);
Serial.println(pulso);
if (ModBluetooth.available())
{
    char VarChar;

    VarChar = ModBluetooth.read();

    if(VarChar == '1')
    {
        digitalWrite(13, HIGH);
        delay(100);
        if(pulso >= 400 && pulso < 500){
```

**Figura 36.** Código Utilizado en Arduino IDE para el funcionamiento de el sensor de pulso cardíaco. Información tomada de investigación directa. Elaborado por el autor

Este código sirvió para medir los niveles de ansiedad en los estudiantes y su función era la siguiente: cuando una persona colocaba su dedo pulgar sobre el sensor tanto en la pantalla del dispositivo móvil como en el ordenador se mostrarán resultados que son calculados mediante una tabla de pulsaciones que nos muestra que tan alto es el nivel de ansiedad que posee el individuo. Si la persona tiene un nivel de ansiedad alto es porque su número de pulsaciones es muy elevado y sobre pasa el límite que se ingresó que es más de 500, es media cuando se mantiene entre 400 y 300 y es baja cuando el número de pulsaciones es menor o igual a 200. Estos resultados son ingresados mediante código en el programa para su posterior avistamiento en el dispositivo móvil y el ordenador.

```
ModBluetooth.println("Ansiedad
baja");
    ModBluetooth.print("#");
}else if(pulso >= 500 && pulso <
600){

ModBluetooth.println("Ansiedad
media");
    ModBluetooth.print("#");
}else if(pulso >= 600){

ModBluetooth.println("Ansiedad
alta");
    ModBluetooth.print("#");
    }
}
if(VarChar == '0')
{
digitalWrite(13, LOW);
delay(100);
ModBluetooth.println(pulso);
ModBluetooth.print("#");
}
}
```

**Figura 37.** Código Utilizado en Arduino IDE para el Módulo Bluetooth. Información tomada de investigación directa. Elaborado por el autor

Este código fue utilizado para poder comunicar todo el prototipo de lápiz digital con el dispositivo móvil, mediante un módulo de bluetooth que pasa la información para que el profesional pueda verla y analizarla y dar su resultado.

#### 4.5 Proceso APP

Para realizar el funcionamiento de la App se utilizaron las librerías que se detallan a continuación.

BluetoothAdapter:



Es aquel que representa o más bien llamado adaptador bluetooth del dispositivo. El `BluetoothAdapter` nos permite hacer un sin número de tareas que son fundamentales de este sistema, tales como descubrir nuevos dispositivos, consultar una lista de los dispositivos que ya se hayan vinculado antes, crear una o varias instancias, `Bluetooth Device` utilizando una dirección MAC conocida y crear una `BluetoothServerSocket` para tener una lista de solicitudes de conexión de otros dispositivos cercanos o también iniciar una nueva búsqueda para así tener una lista completa de los dispositivos que se quieran emparejar.

Esencialmente, esto es lo que más influye de Bluetooth. Una vez que obtenga el permiso de otros dispositivos y tenga un adaptador local, puede tener un conjunto de dispositivos emparejados con `getBondedDevices()`; iniciar el descubrimiento de algún dispositivo a la mano con `startDiscovery()`; o crear un `BluetoothServerSocket` para tener una lista de las solicitudes entrantes de conexión via bluetooth con otros dispositivos RFCOMM con `listenUsingRfcommWithServiceRecord(String, UUID)`; o iniciar mediante un escaneo para dispositivos Bluetooth LE con `startLeScan(LeScanCallback)`.

#### BluetoothSocket

La interfaz gráfica para los sockets de Bluetooth es similar o parecida a la de los sockets TCP: `Socket` y `ServerSocket`. En el lado del servidor, se puede usar a `BluetoothServerSocket` para crear un socket de servidor de escucha. Cuando una conexión se aceptada por medio del emparejamiento del `BluetoothServerSocket`, devolverá una nueva `BluetoothSocket` para así administrar la conexión. En el otro lado es decir el lado del cliente, use uno solo `BluetoothSocket` para poder iniciar una conexión saliente y para administrar la conexión que será utilizada.

Para crear una nueva `BluetoothSocket` conexión y emparejarlo a un dispositivo conocido, usaremos `BluetoothDevice.createRfcommSocketToServiceRecord()`. Luego de que todo esté listo llame `connect()` para conectarnos al equipo remotamente. Dicha llamada se bloqueará automáticamente hasta que la conexión falle.

Una vez que tengamos conectado el conector, ya sea iniciada como cliente o aceptada como un servidor, debemos abrir la IO llamando el siguiente código `getInputStream()` y `getOutputStream()` con el fin de recuperar `InputStream` y `OutputStream` objetos, respectivamente, ya que estos están conectados de forma automática a la toma.

## 4.6 Proceso

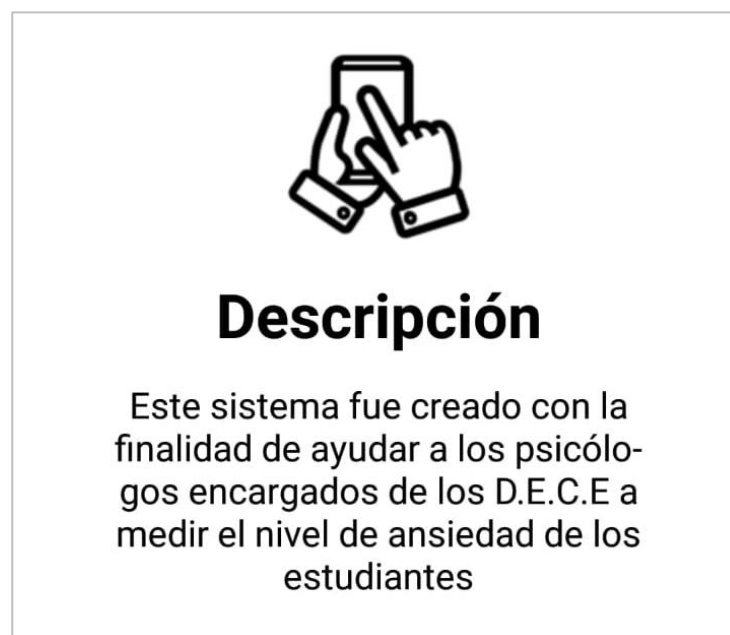
Una vez que ya tenemos configuradas las librerías se procedió a realizar un código que permitiera que la app reciba los datos enviados por el módulo bluetooth que reposa en el

protoboard junto a los otros componentes. Luego de que se obtenían los datos se muestran en la pantalla del dispositivo móvil con una actividad creada para aquello.



**Figura 38.** Logo de la App Digital Pencil. Información tomada de Samsung j7 prime. Elaborado por el autor

Este logo se muestra después de entrar a la App como una bienvenida que se le da al sistema para que de este modo sea un entorno agradable y se pueda apreciar el nombre del mismo.



**Figura 39.** Descripción de la App Digital Pencil. Información tomada de Samsung j7 prime. Elaborado por el autor

El usuario será redireccionado a una pantalla en la que se muestra la descripción de la aplicación y cuál es el fin de la misma y para quienes van dirigidas. Es importante acotar que no solo los estudiantes podrían utilizar esta herramienta, sino que también los profesores de las instituciones y los padres de familia podrían verse beneficiados de la misma.



**Figura 40.** Mensaje que muestra la App Digital Pencil antes de continuar con el siguiente paso. Información tomada de Samsung j7 prime. Elaborado por el autor.

Como lo muestra la imagen anterior antes de empezar la App confirma que todo este operativo, es decir que el lápiz este encendido, vinculado mediante bluetooth al dispositivo móvil y que esté debidamente conectado al ordenador.



**Figura 41.** Instrucciones de la App Digital Pencil. Información tomada de Samsung j7 prime. Elaborado por el autor.

Una vez encendido el lápiz y conectado debidamente vía bluetooth al dispositivo móvil y al computador mediante cable USB, la app procederá a informar el funcionamiento del lápiz para su posterior uso.



**Figura 42.** Dispositivo bluetooth de la App Digital Pencil. Información tomada de Samsung j7 prime. Elaborado por el autor.

Posteriormente de haber leído las instrucciones se procede con el primer paso de la App que es conectarse vía bluetooth al lápiz digital desde el dispositivo móvil para que exista la comunicación entre las 2 partes y que así se pueda enviar los datos para su posterior análisis y que sean mostrados en el Dispositivo móvil.

 A screenshot of a registration form within a mobile application. The form has a light gray background. At the top, the word "Nombre" is centered above a horizontal line. Below this, the word "SEXO" is centered. Under "SEXO", there are two radio button options: "Masculino" and "Femenino". Below these, the word "EDAD" is centered above another horizontal line. At the bottom left, the label "Datos:" is positioned above two stacked rectangular buttons. The top button is labeled "DATOS" and the bottom button is labeled "CONTINUAR".

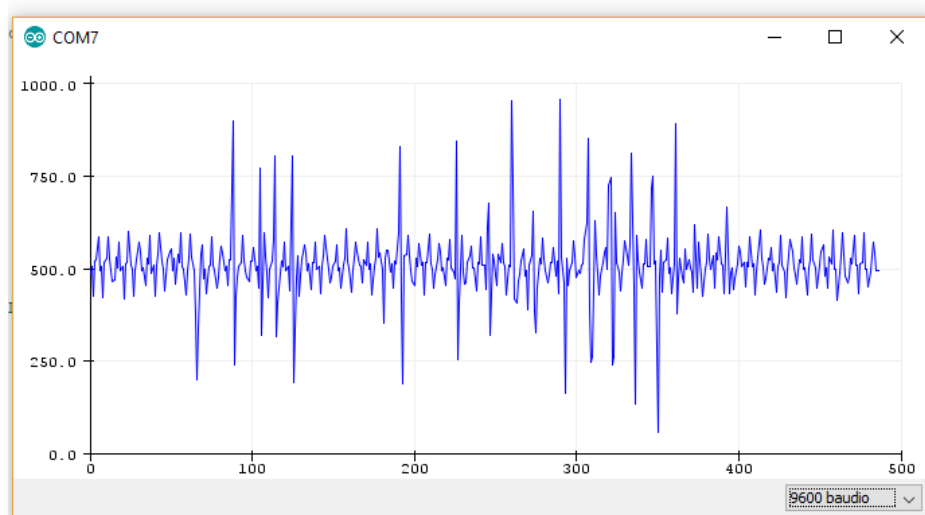
**Figura 43.** Formulario que se llena en la App Digital Pencil. Información tomada de Samsung j7 prime. Elaborado por el autor.

Ya con el lápiz vinculado vía bluetooth al dispositivo móvil la App nos mostrara una nueva pantalla en la que tenemos que llenar un pequeño formulario con datos personales los mismos que serán necesarios para mostrarlos en el resultado final. Estos son el nombre, la edad y el género.



**Figura 44.** Datos que muestra la App en el dispositivo móvil. Información tomada de Samsung j7 prime. Elaborado por el autor

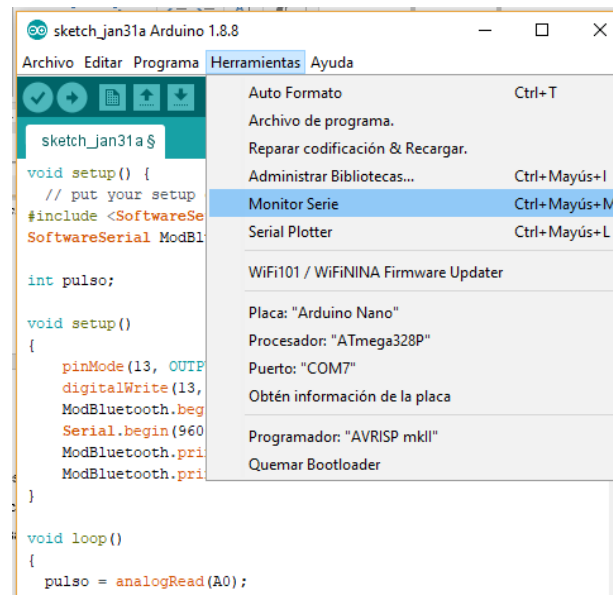
Como resultado final se muestra la anterior figura en la que podremos apreciar el nombre del paciente y el nivel de ansiedad que posee, el resultado puede arrojar 3 tipos de niveles de ansiedad tales como baja, media y alta, seguidamente se muestra una pequeña recomendación de acuerdo a su nivel de ansiedad, la cual fue debidamente consultada por los psicólogos de los diferentes departamentos DECE de las instituciones educativas que fueron encuestadas y como resultado nos dieron diferentes consejos para que las personas que posean un nivel de ansiedad elevado puedan aplicarlos.



**Figura 45.** Gráfico de pulsaciones. Información tomada de Arduino IDE. Elaborado por el autor

El grafico de pulsaciones es mostrado en el software Arduino IDE en la pestaña herramientas y posteriormente seleccionar serial ploter, este se muestra con picos altos y

bajos dependiendo de las pulsaciones del individuo. A continuación, se muestra como se muestra el grafico en pantalla.



**Figura 46.** Mostrar gráfico de pulsaciones. Información tomada de Arduino IDE. Elaborado por el autor

Este grafico se lo muestra para saber si el sensor de pulso cardiaco está funcionando correctamente, además de mostrarnos como está el pulso del individuo y si va acorde al resultado de la app que está en el dispositivo móvil.

#### 4.7 Pruebas de funcionamiento del Prototipo



**Figura 47.** Pruebas de Funcionamiento. Información tomada de Investigación Directa. Elaborado por el autor

Una vez ya unidas todas las piezas, la programación instalada y la app en el dispositivo móvil se procedió a realizar las pruebas del Dispositivo conectando vía USB el prototipo a la computadora que será su fuente de energía, el lápiz tendrá el sensor donde se lo pueda presionar fácilmente y con su largo cableado tiene un mejor manejo para que el estudiante no sienta un lápiz muy tosco ni pesado. El lápiz será sujetado por el estudiante poniendo el dedo pulgar sobre el sensor, no ejerciendo mucha presión sobre el por qué los datos pueden variar mucho y el resultado final no podría ser el esperado. Para esto es también importante que el psicólogo se capacite sobre el correcto funcionamiento del mismo y que no existan problemas futuros.

Análisis de varianza de un factor				
RESUMEN				
Grupos	Cuenta	Suma	Promedio	Varianza
Sensor celular	10	862	86,2	7,511111111
SENSOR RITMO CARDIACO	10	862	86,2	11,51111111
ANÁLISIS DE VARIANZA				
Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Libertad de los cua	F	Valor crítico para F
Entre grupos	-1,1369E-13	1	-1,1369E-13	-1,19531E-14
Dentro de los grupos	171,2	18	9,511111111	4,413873419
Total	171,2	19		

**Figura 51.** Análisis de varianza de los sensores de ritmo cardíaco, 2019, información adaptada de Microsoft Excel, Elaborado por el autor.

Las pruebas fueron realizadas a 10 de los integrantes del departamento DECE central del Distrito 09D04 Febres Cordero de la ciudad de Guayaquil para determinar su nivel de ansiedad.

A continuación, se detalla los datos recogidos del sensor

**Tabla 14.** Datos temperatura del sensor

Número de personas	Sensor de pulso del prototipo	Nivel de Ansiedad
Individuo 1	450 Hz	Baja
Individuo 2	500 Hz	Media
Individuo 3	630 Hz	Alta
Individuo 4	400 Hz	Baja
Individuo 5	600 Hz	Alta

Individuo 6	500 Hz	Media
Individuo 7	410Hz	Baja
Individuo 8	490 Hz	Baja
Individuo 9	550 Hz	Media
Individuo 10	680 Hz	Alta

*Información tomada por medio del sensor de temperatura del prototipo, Elaborado por el autor.*

Luego de las pruebas realizadas a los integrantes del departamento DECE central del Distrito 09D04 Febres cordero se llegó a la conclusión de que se tenían algunas fallas técnicas que corregir tales como errores de lectura, programación y conexiones.

#### 4.8 Presupuesto

**Tabla N° 15** *Tabla de presupuesto de la elaboración del lápiz digital.*

Elementos	Cantidad	Valor Unitario (USD)	Valor Total (USD)
Arduino Nano	1	15.00	15.00
Cable USB Tipo A-B	1	01.00	01.00
Módulo Bluetooth	1	06.90	06.90
Sensor de Presión	1	07.00	07.00
Cables de Conexión	1	02.00	02.00
Varios	1	02.00	02.00
<b>TOTAL</b>			<b>33.90</b>

*Información tomada de investigación directa. Elaborado por el autor.*



## 4.9 Conclusiones y recomendaciones

### 4.9.1 Conclusiones

Durante las diferentes etapas de creación, del lápiz digital que mide los niveles de ansiedad en los estudiantes, es importante acotar la importancia de aplicar la tecnología en diferentes ámbitos ya que si se la utiliza bien es una buena herramienta de ayuda no solo a los docentes y autoridades de las instituciones educativas, sino que también a los estudiantes, padres de familia y a toda la comunidad. En la sociedad actual, la tecnología es algo indispensable y hace más sencilla nuestras vidas. En los últimos años el uso de las nuevas tecnologías como pueden ser tablets, internet, teléfonos móviles, videojuegos, etc. forman parte de nuestra rutina diaria. Según datos del Instituto Nacional de Estadística (2013), el 91,8% de los niños y niñas entre 10 y 15 años son usuarios habituales de la red. (INEC, 2013)

Con la posible implementación de esta herramienta en las instituciones educativas que pertenecen al Distrito 09D04 Febres Cordero de la ciudad de Guayaquil será mucho más fácil encontrar problemas de ansiedad en los estudiantes, y con esto poder llegar a tratarlos a tiempo sin que no existe en un futuro problemas graves que no tengan solución.

Un dato importante, según la Organización Mundial de la Salud (OMS) es que 1 de cada 4 personas sufre algún trastorno de conducta relacionada con este tipo de adicciones. (OMS, 2016).

Garantizar que la comunicación sea correcta se puede lograr haciendo las pruebas alámbricas como inalámbricamente, donde los datos en el primer momento tienen que ser los mismos que el segundo, de no ser así es importante revisar la programación y ajustar detalles que en transcurso de la elaboración de la misma se pudieron haber obviado. Es importante mencionar que todos los componentes de este prototipo son de bajo costo por lo que podría ser implementado en las instituciones de bajos recursos que buscan herramientas que les sirva para tratar a sus estudiantes pero que no tengan un costo elevado para poder ser adquiridos.

Las experiencias que se hacen en el transcurso de un trabajo permiten ganar experticia ya que las conclusiones que se obtienen de las mismas ayudan a mejorar detalles que no se habían tenido en cuenta y a mantener otros. Así como también a mejorar los escenarios de los experimentos a realizar.

#### **4.9.2 Recomendaciones**

Se recomienda que se incluya más a la tecnología en el área de la psicología estudiantil, más concretamente en los departamentos DECE, ya que con este tipo de herramientas se puede ayudar a demostrar algún tipo de problema que tenga un estudiante.

Esto se lo debe ir haciendo poco a poco hasta que este tipo de herramientas sean las más utilizadas por los psicólogos estudiantiles.

Los Dirigentes de las instituciones educativas en conjunto con las autoridades del Ministerio de Salud Pública del Ecuador deberían trabajar en conjunto, dando charlas acerca de los diferentes tipos de trastornos que puede poseer un escolar en el periodo lectivo que está cursando y cuáles pueden ser las causas del mismo.

Los psicólogos encargados de los DECE deberán tener mucho más cuidado con los estudiantes tratándolos en un lapso de tiempo mucho más corto para saber si tienen algún tipo de problema y si se le puede dar solución a su debido tiempo.

Que el estudiante tenga un lazo más unido al psicólogo, visitar periódicamente no solo a uno si no a varios profesionales para que así tenga diferentes puntos de vista de lo que estar ocurriéndole y que este tipo de problemas sean solucionados.

La integración de nuevos sensores que permitan tomar más datos de diferentes señales, con la finalidad de fusionar éstos y tener resultados y conclusiones más amplias.

**ANEXOS**

## **Anexo 1**

### **Ley Orgánica de Salud**

Del derecho a la salud y su protección

Art. 1.- La presente Ley tiene como finalidad regular las acciones que permitan efectivizar el derecho universal a la salud consagrado en la Constitución Política de la República y la ley. Se rige por los principios de equidad, integralidad, solidaridad, universalidad, irrenunciabilidad, indivisibilidad, participación, pluralidad, calidad y eficiencia; con enfoque de derechos, intercultural, de género, generacional y bioético.

Art. 2.- Todos los integrantes del Sistema Nacional de Salud para la ejecución de las actividades relacionadas con la salud, se sujetarán a las disposiciones de esta Ley, sus reglamentos y las normas establecidas por la autoridad sanitaria nacional.

Art. 3.- La salud es el completo estado de bienestar físico, mental y social y no solamente la ausencia de afecciones o enfermedades. Es un derecho humano inalienable, indivisible, irrenunciable e intransigible, cuya protección y garantía es responsabilidad primordial del Estado; y, el resultado de un proceso colectivo de interacción donde Estado, sociedad, familia e individuos convergen para la construcción de ambientes, entornos y estilos de vida saludables.

## **Anexo 2**

### **Ley de Discapacidades Especiales**

#### **Sección Primera De Los Derechos**

Artículo 16.- Derechos. - El Estado a través de sus organismos y entidades reconoce y garantiza a las personas con discapacidad el pleno ejercicio de los derechos establecidos en la Constitución de la República, los tratados e instrumentos internacionales y esta ley, y su aplicación directa por parte de las o los funcionarios públicos, administrativos o judiciales, de oficio o a petición de parte; así como también por parte de las personas naturales y jurídicas privadas.

Se reconoce los derechos establecidos en esta Ley en lo que les sea aplicable a las personas con deficiencia o condición discapacitante, y a las y los parientes hasta cuarto grado de consanguinidad y segundo de afinidad, cónyuge, pareja en unión de hecho o representante legal que tengan bajo su responsabilidad y/o cuidado a una persona con discapacidad.

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.

Para el reconocimiento y ejercicio de derechos, diseño y ejecución de políticas públicas, así como para el cumplimiento de obligaciones, se observará la situación real y condición humana de vulnerabilidad en la que se encuentre la persona con discapacidad, y se le garantizará los derechos propios de su situación particular.

Artículo 18.- Cooperación internacional. - El Consejo Nacional de Igualdad de Discapacidades coordinará con las autoridades nacionales en el ámbito de su competencia, los gobiernos autónomos descentralizados, y las personas jurídicas de derecho público la promoción, difusión, así como la canalización de la asesoría técnica y los recursos destinados a la atención de personas con discapacidad, en concordancia con el Plan Nacional de Discapacidades. Las personas jurídicas privadas sin fines de lucro, notificarán al Consejo Nacional de Igualdad de Discapacidades respecto de sus planes, programas y sobre los recursos provenientes de la cooperación internacional, con el fin de coordinar esfuerzos y cumplir el Plan Nacional de Discapacidades.

Artículo 19.- Derecho a la salud. - El Estado garantizará a las personas con discapacidad el derecho a la salud y asegurará el acceso a los servicios de promoción, prevención, atención especializada permanente y prioritaria, habilitación y rehabilitación funcional e integral de salud, en las entidades públicas y privadas que presten servicios de salud, con enfoque de

género, generacional e intercultural. La atención integral a la salud de las personas con discapacidad, con deficiencia o condición discapacitante será de responsabilidad de la autoridad sanitaria nacional, que la prestará a través la red pública integral de salud.

Artículo 20.- Subsistemas de promoción, prevención, habilitación y rehabilitación. - La autoridad sanitaria nacional dentro del Sistema Nacional de Salud, las autoridades nacionales educativa, ambiental, relaciones laborales y otras dentro del ámbito de sus competencias.

## Anexo 3

## Test para mostrar niveles de ansiedad de Beck

En el cuestionario hay una lista de síntomas comunes de la ansiedad. Lea cada uno de los ítems atentamente, e indique cuanto le ha afectado en la última semana incluyendo hoy:				
<b>Inventario de Ansiedad de Beck (BAI)</b>				
	En absoluto	Levemente	Moderadamente	Severamente
1 Torpe o entumecido.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
2 Acalorado.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
3 Con temblor en las piernas.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
4 Incapaz de relajarse	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
5 Con temor a que ocurra lo peor.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
6 Mareado, o que se le va la cabeza.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
7 Con latidos del corazón fuertes y acelerados.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
8 Inestable.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
9 Atemorizado o asustado.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
10 Nervioso.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
	En absoluto	Levemente	Moderadamente	Severamente
11 Con sensación de bloqueo.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
12 Con temblores en las manos.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
13 Inquieto, inseguro.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
14 Con miedo a perder el control.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
15 Con sensación de ahogo.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
16 Con temor a morir.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
17 Con miedo.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
18 Con problemas digestivos.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
19 Con desvanecimientos.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
20 Con rubor facial.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
	En absoluto	Levemente	Moderadamente	Severamente
21 Con sudores, fríos o calientes.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Test de ansiedad de Beck. Información tomada de investigación directa. Elaborado por el autor

## Anexo 4

## Test de Ansiedad de Hamilton

SÍNTOMAS DE LOS ESTADOS DE ANSIEDAD	Ausente	Leve	Moderado	Grave	Muy grave/ Incapacitante
1. <i>Estado de ánimo ansioso.</i> Preocupaciones, anticipación de lo peor, aprensión (anticipación temerosa), irritabilidad	0	1	2	3	4
2. <i>Tensión.</i> Sensación de tensión, imposibilidad de relajarse, reacciones con sobresalto, llanto fácil, temblores, sensación de inquietud.	0	1	2	3	4
3. <i>Temores.</i> A la oscuridad, a los desconocidos, a quedarse solo, a los animales grandes, al tráfico, a las multitudes.	0	1	2	3	4
4. <i>Insomnio.</i> Dificultad para dormirse, sueño interrumpido, sueño insatisfactorio y cansancio al despertar.	0	1	2	3	4
5. <i>Intelectual (cognitivo)</i> Dificultad para concentrarse, mala memoria.	0	1	2	3	4
6. <i>Estado de ánimo deprimido.</i> Pérdida de interés, insatisfacción en las diversiones, depresión, despertar prematuro, cambios de humor durante el día.	0	1	2	3	4

Test de ansiedad de Hamilton. Información tomada de investigación directa. Elaborado por el autor



<b>7. Síntomas somáticos generales (musculares)</b> Dolores y molestias musculares, rigidez muscular, contracciones musculares, sacudidas clónicas, crujir de dientes, voz temblorosa.	0	1	2	3	4
<b>8. Síntomas somáticos generales (sensoriales)</b> Zumbidos de oídos, visión borrosa, sofocos y escalofríos, sensación de debilidad, sensación de hormigueo.	0	1	2	3	4
<b>9. Síntomas cardiovasculares.</b> Taquicardia, palpitaciones, dolor en el pecho, latidos vasculares, sensación de desmayo, extrasístole.	0	1	2	3	4
<b>10. Síntomas respiratorios.</b> Opresión o constricción en el pecho, sensación de ahogo, suspiros, disnea.	0	1	2	3	4
<b>11. Síntomas gastrointestinales.</b> Dificultad para tragar, gases, dispepsia: dolor antes y después de comer, sensación de ardor, sensación de estómago lleno, vómitos acuosos, vómitos, sensación de estómago vacío, digestión lenta, borborigmos (ruido intestinal), diarrea, pérdida de peso, estreñimiento.	0	1	2	3	4
<b>12. Síntomas genitourinarios.</b> Micción frecuente, micción urgente, amenorrea, menorragia, aparición de la frigidez, eyaculación precoz, ausencia de erección, impotencia.	0	1	2	3	4
<b>13. Síntomas autónomos.</b> Boca seca, rubor, palidez, tendencia a sudar, vértigos, cefaleas de tensión, piloerección (pelos de punta)	0	1	2	3	4
<b>14. Comportamiento en la entrevista (general y fisiológico)</b> Tenso, no relajado, agitación nerviosa: manos, dedos cogidos, apretados, tics, enrollar un pañuelo; inquietud; pasearse de un lado a otro, temblor de manos, ceño fruncido, cara tirante, aumento del tono muscular, suspiros, palidez facial. Tragar saliva, eructar, taquicardia de reposo, frecuencia respiratoria por encima de 20 res/min, sacudidas enérgicas de tendones, temblor, pupilas dilatadas, exoftalmos (proyección anormal del globo del ojo), sudor, tics en los párpados.	0	1	2	3	4

*Test de ansiedad de Hamilton. Información tomada de investigación directa. Elaborado por el autor*

## Anexo 5

### Prototipo ensamblado



*Prototipo listo para las pruebas. Información tomada de investigación directa. Elaborado por el autor*



## **Anexo 6**

### **Implementación del Lápiz Digital**



*Pruebas en el Departamento DECE. Información tomada de investigación directa. Elaborado por el autor*

## Anexo 7

### Código utilizado para la programación del lápiz digital.

```
#include <SoftwareSerial.h>

SoftwareSerial ModBluetooth(4,2); //

int pulso;

void setup()
{
  pinMode(13, OUTPUT);
  digitalWrite(13, LOW);
  ModBluetooth.begin(9600);
  Serial.begin(9600);
  ModBluetooth.println("MODULO CONECTADO");
  ModBluetooth.print("#");
}

void loop()
{
  pulso = analogRead(A0);
  Serial.println(pulso);
  if (ModBluetooth.available())
  {
    char VarChar;

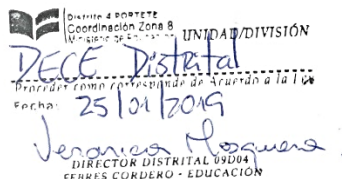
    VarChar = ModBluetooth.read();

    if(VarChar == '1')
    {
      digitalWrite(13, HIGH);
      delay(100);
      if(pulso >= 400 && pulso < 500){
        ModBluetooth.println("Ansiedad baja");
        ModBluetooth.print("#");
      }
    }
  }
}
```

```
}else if(pulso >= 500 && pulso < 600){  
    ModBluetooth.println("Ansiedad media");  
    ModBluetooth.print("#");  
}else if(pulso >= 600){  
    ModBluetooth.println("Ansiedad alta");  
    ModBluetooth.print("#");  
}  
}  
if(VarChar == '0')  
{  
    digitalWrite(13, LOW);  
    delay(100);  
    ModBluetooth.println(pulso);  
    ModBluetooth.print("#");  
}  
}  
delay(100);
```

## Anexo 8

## Carta enviada al Distrito 09d04 Febres Cordero de la ciudad de Guayaquil



Guayaquil, enero 25 del 2019

Ing. Betsy Mosquera Araujo

**DIRECTORA DISTRITAL 09D04 FEBRES CORDERO-EDUCACIÓN**

Ciudad

De mis consideraciones:

Yo Jean Carlos Castro Lamota con C.I # 0931014039, estudiante egresado de la Universidad de Guayaquil, me encuentro desarrollando mi tesis de grado para la obtención del título de Ingeniero en Teleinformática, mediante la cual he planteado como tema: **"PROTOTIPO DE UN LAPIZ DIGITAL PARA MEDIR NIVELES DE ANSIEDAD EN ESTUDIANTES"**

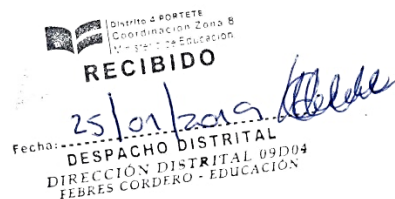
Descripción del Proyecto

Un estudiante es un individuo que aprenden de otras personas y posee características de: Responsabilidad, Motivación, Autodisciplina, Metas bien definidas, Disposición, Estrategias metacognitivas y Estrategias de administración de recursos: tiempo y espacio.

Sin embargo en la actualidad en los estudiantes existen problemas psicológicos o de comportamiento que no son detectados a su tiempo, los mismos que por falta de atención conllevan a problemas mayores en el estudiante como: trastornos psicológicos, baja autoestima, depresión e incluso el suicidio, generando una pésima calidad de vida del individuo.

Para disminuir este tipo de problemática que se refleja más en los estudiantes de bachillerato es de gran importancia contar con herramientas tecnológicas que permitan detectar y monitorear los niveles de ansiedad en los que están inmersos.

En busca de un método para fortalecer al estudiante de hoy, se ha elaborado un prototipo de lápiz digital que ayudará a los psicólogos a detectar y medir el porcentaje de grado de ansiedad de cada uno de los



estudiantes de bachillerato con los que cuenta las Instituciones Educativas que ustedes como Unidad Distrital rigen.

La finalidad del proyecto planteado es determinar el grado de problemática y a su vez que los psicólogos planteen las estrategias y soluciones llegando a un dialogo con cada padre de familia y de esta forma mejorar el rendimiento académico o de comportamiento de cada estudiante.

Cabe resaltar que el proyecto no solo involucra al estudiante sino también es participe la comunidad educativa de este modo no solo se fortalecerá el aprendizaje sino también se fortalece el desarrollo social, económico y cultural con una educación de calidad para los habitantes del territorio nacional.

Bajo este antecedente, solicito a usted me brinde la facilidad para ponerme en contacto con su DECE Distrital para que a través de él y del personal a su cargo dentro de las instituciones educativas se puedan realizar demostraciones del prototipo de lápiz digital y para poder dar continuidad y veracidad a mi proyecto que se verá reflejado y aplicado por los DECE en las Instituciones Educativas Fiscales pertenecientes a la Dirección Distrital 09D04 Febres Cordero-Educación de Guayaquil.

Esperando poder contar con su autorización y colaboración.

Sin otro particular, me despido.

Agradeciendo de antemano.



Jean Carlos Castro Lamota  
C.I. # 0931014039  
Cel.: 0995296825

Adjunto Preliminar del Proyecto para su interés.

**Anexo 9****Tabla para medir los niveles de ansiedad en los estudiantes**

<b>Indicadores</b>	<b>Pulsación Cardíaca</b>
Posible grado de ansiedad elevado	Si las pulsaciones son mayores a los 600 Hertz se considera que el individuo posee un nivel de ansiedad alto.
Posible grado de ansiedad medio	Si las pulsaciones están entre 500 Hertz y 600 Hertz se considera que el individuo posee un nivel de ansiedad medio.
Posible grado de ansiedad bajo	Si las pulsaciones están entre 400 Hertz y 499 Hertz se considera que el individuo posee un nivel de ansiedad bajo.
Acción sobre posibles fallos	En caso de dar una lectura menor a 200 Hertz se sobre entiende que no hay pulsaciones.
Observaciones	El pulso será válido siempre y cuando supere los 400 Hertz en una pulsación del corazón.

---

*Información adaptada de la Universidad Científica del Sur. Elaborado por el autor.*



## **Bibliografía**

- Garrahan, J. P. (s.f.).** Recomendaciones para el cuidado de la salud de niños, niñas y adolescentes. Artículo de Orientación para la familia y la escuela: [http://www.garrahan.edu.ar/pluginfile.php/1233/mod\\_page/content/19/Recomendaciones%20para%20el%20cuidado%20de%20la%20salud%20de%20ni%C3%B1os%20y%20adolescente.pdf](http://www.garrahan.edu.ar/pluginfile.php/1233/mod_page/content/19/Recomendaciones%20para%20el%20cuidado%20de%20la%20salud%20de%20ni%C3%B1os%20y%20adolescente.pdf)
- Kumar, P., & Pati, U. C. (2017).** Arduino and Raspberry Pi based smart communication and control of home appliance system. Artículo de Proceedings of 2016 Online International Conference on Green Engineering and Technologies, IC-GET 2016.: <https://ieeexplore.ieee.org/document/7916808>
- MSPEcuador. (2008).** Manual de Atención en Salud Mental.
- Salud, L. O. (2006).** Ley Orgánica de Salud. En MSP.
- S. Rajasekaran, C. Luteran, H. Qu, Member, IEEE, and C. Riley-Doucet ,** Artículo de “A Portable Autonomous Multisensory Intervention Device (PAMID) for Early Detection of Anxiety and Agitation in Patients with Cognitive Impairments”
- Dana Kulić and Elizabeth Croft,** Libro de “Anxiety Detection during Human-Robot Interaction”; Department of Mechanical Engineering, University of British Columbia Vancouver, Canada (This work is partially supported by the Natural Sciences and Engineering Research Council of Canada).
- Jinghe Zhang, Haoyi Xiong, Yu Huang, Hao Wu, Kevin Leach, Laura E. Barnes,** Artículo de “M-SEQ: Early Detection of Anxiety and Depression via Temporal Orders of Diagnoses in Electronic Health Data”
- James Agostinucci, John McLinden,** Artículo de “Ergonomic comparison between a ‘right angle’ handle style and standard style paint brush: An electromyographic analysis”
- Timothy J. Steiner, Christian Lampl, Mattias Linde, Christian Wöber and Karin Zebenholzer,** Artículo de “Headache and anxiety/mood disorders: are we trapped in a cul- de-sac”
- Seong-Jin Cho, Jin Pyo Hong, Jun-Young Lee, Jeong Soo Im, Kyoung-Sae Na, Jee Eun Park, and Maeng Je Cho,** Artículo de “Association between DSM-IV Anxiety Disorders and Suicidal Behaviors in a Community Sample of South Korean Adults.”

**P. Cingolani, “jFuzzyLogic: Documentation & a brief introduction to jFuzzylogic.”**

Artículo de SourceForge, <http://jfuzzylogic.sourceforge.net/html/manual.html>.

**Helen J. Richards, Julie A. Hadwin, Valerie Benson, Michael J. Wenger, Nick**

**Donnelly**, Artículo de “The influence of anxiety on processing capacity for threat detection.”

**Renmaly Angulo Belisario**, Artículo de “Hablemos de Psicooncología”,..:

<http://www.hablemosdepsicooncologia.com/ansiedad-y-depresioacuten.html>.

**Valentín Martínez-Otero Pérez**, Tesis de “ANSIEDAD EN ESTUDIANTES

UNIVERSITARIOS: ESTUDIO DE UNA MUESTRA DE ALUMNOS DE LA FACULTAD DE EDUCACIÓN”; Facultad de Educación. Universidad Complutense de Madrid.

**Miguel-Tobal, J. J. y Casado, M. I. (1999)**. Tesis de “Ansiedad: aspectos básicos y de

intervención”. En E. G. Fernández-Abascal y F. Palmero (Eds.), [Emociones y salud (pp. 91-124). Barcelona: Ariel.]

**Alberto Foletti and Paolo Baron**, Artículo de “Biophysical Approach to Minor Anxiety and Depressive Disorders.” Centro Atenea “Fisiología de la Ansiedad:

<http://www.centroatenea.es/images/subidas/files/Fisiologia%20Ansiedad>

**Renmaly Angulo Belisario**, Artículo de “Hablemos de Psicooncología”.

<http://www.hablemosdepsicooncologia.com/ansiedad-y-depresioacuten.html>.

**Gema Navarro**, Artículo de “La fisiología de la ansiedad.”: <https://www.saluspot.com/a/la-fisiologia-de-la-ansiedad/>.

**José Hernández, José Sanchez, Cristina Juárez**, Artículo de “Desarrollo de una aplicación para el diagnóstico de problemas de ansiedad y estrés”: [http://www-optica.inaoep.mx/~tecnologia\\_salud/2016/documentos/memorias/MyT2016\\_022\\_E](http://www-optica.inaoep.mx/~tecnologia_salud/2016/documentos/memorias/MyT2016_022_E)

**Organización Panamericana de la Salud, “ECUADOR”**. Artículo de:

[http://www.paho.org/saludenlasamericas/index.php?id=40%3Aecuador&option=com\\_content](http://www.paho.org/saludenlasamericas/index.php?id=40%3Aecuador&option=com_content),

**Lewis R. Aiken**, “TEST PSICOLÓGICOS Y EVALUACIÓN”, 11 Edición. Libro

de: <http://psicopedia.org/1806/medir-la-ansiedad-con-el-inventario-de-beck/>,

: [https://books.google.com.ec/books?id=2LvyL8JEDmQC&pg=PA389&dq=ansiedad+%2BBeck&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwj31MuC5KvQAhVE4GMKHdIBC\\_oQ6AEIGzAA#v=onepage&q=Beck&f=false](https://books.google.com.ec/books?id=2LvyL8JEDmQC&pg=PA389&dq=ansiedad+%2BBeck&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwj31MuC5KvQAhVE4GMKHdIBC_oQ6AEIGzAA#v=onepage&q=Beck&f=false), [Último acceso: febrero 2017]

**Rocío Lacasa**, Artículo de “Todo sobre la Ansiedad”:

<http://www.todosobrelansiedad.com/el-test-de-ansiedad-de-hamilton/>. Br J Med

- Psychol, "Hamilton M. The assessment of anxiety states by rating." 1959; 32:50–55, "Hamilton Anxiety Rating Scale (HAM-A)".pdf
- British Journal of Medical Psychology**, "Hamilton, M. The assessment of anxiety states by rating." 32:50-55, 1959.pdf
- Diana Alvarez**, "Escala de Ansiedad de Hamilton."; Artículo de: [http://www.academia.edu/4316627/Escala\\_de\\_Ansiedad\\_de\\_Hamilton](http://www.academia.edu/4316627/Escala_de_Ansiedad_de_Hamilton).
- Luís González, Julio Verdugo, Luis Serpa, Isaac Ojeda, Vladimir Robles, Olena Naidiuk,, Fernando Pesantes, Ninfa González**, Tesis de "Mathematical Modeling and Ergonomic Study of A Pencil Through Numerical Simulation for Support of The Graphological Presumptive Diagnosis"; GI-IATA, Grupo de Investigación en Inteligencia Artificial y Tecnologías de Asistencia, Universidad Politécnica Salesiana, Cuenca-Ecuador
- F.G.Stremler**, Libro de "Introducción a los Sistemas de Comunicación"; 3 edición.
- Universidad Politécnica de Madrid**, Escuela Universitaria de Informática
- Organización Mundial de la Salud (WHO)**, Libro de "Investing in treatment for depression and anxiety leads to fourfold return".Available: <http://www.who.int/mediacentre/news/releases/2016/depression-anxiety-treatment/en/>.
- Barandiaran, A. y Guerra, J. (1998)**. Artículo de Un estudio sobre hábitos de conducta y salud mental en universitarios vasco. *Psiquis*, 19 (9), 389-396.
- Bethencourt, J. M., Peñate, J. M., Fumero, A. y González, M. (1997)**. Artículo de Trastornos de la ansiedad y estrés en los estudiantes de la Universidad de La Laguna. *Ansiedad y Estrés*. 3(1),25-36.
- Brewer, T. (2002)**. Artículo de Test-taking anxiety among nursing and general collage students. *Journal of Psychosocial Nursing and Mental Health*. 40 (11), 22-31.
- Caldwell, T. M. et al. (2002)**. Artículo de Patterns of association between alcohol consumption and symptoms of depression and anxiety in young adults. *Addiction*, 97 (5), 583-595.
- Carney, C., McNeish, S. y McColl, J. (2005)**. Artículo de The impact of part time employment on students' health and academic performance: a Scottish perspective. *Journal of Futher & Higher education*, 29 (4), 307-319.
- Chase-Lansdale, P. L. y Cherlin, A. J. (1995)**. The long-term effects of parental divorce on the mental health of young adults: a developmental perspectiva. *Child Development*, 66 (6), 1614-1634.

**Duch, F. R., Ruiz de Porras, L. y Gimeno, D. (1999).** Artículo de Recursos psicométricos utilizables en Atención Primaria. Barcelona: Novartis Farmaceútica S.A.