

**DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN PROTOTIPO DE CAPTURA DE  
INFORMACIÓN COMPORTAMENTAL Y DE DESEMPEÑO NEURO-  
PSICOLÓGICO DURANTE LA APLICACIÓN DE PRUEBAS DE  
"STROOP", Y PRESENTACIÓN EN PARALELO DE LA SEÑAL  
ELECTROENCEFALOGRÁFICA Y LA INFORMACIÓN ADQUIRIDA**

**DIEGO MAURICIO HERNÁNDEZ BUITRAGO  
EDGAR ALBERTO SÁENZ BOLÍVAR**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
FACULTAD DE INGENIERÍAS FISICOMECAICAS  
ESCUELA DE INGENIERÍA DE SISTEMAS E INFORMÁTICA  
BUCARAMANGA  
2007.**

**DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN PROTOTIPO DE CAPTURA DE INFORMACIÓN COMPORTAMENTAL Y DE DESEMPEÑO NEUROPSICOLÓGICO DURANTE LA APLICACIÓN DE PRUEBAS DE "STROOP", Y PRESENTACIÓN EN PARALELO DE LA SEÑAL ELECTROENCEFALOGRÁFICA Y LA INFORMACIÓN ADQUIRIDA**

**DIEGO MAURICIO HERNÁNDEZ BUITRAGO  
EDGAR ALBERTO SÁENZ BOLÍVAR**

**Este proyecto es presentado como requisito para optar al título  
de  
Ingeniero de Sistemas**

**Director  
ALFONSO MENDOZA CASTELLANOS BSc. Dea  
Profesor Titular  
Escuela de Ingeniería de Sistemas - UIS**

**Codirector  
CARLOS ARTURO CONDE COTES Ph. D.  
Profesor Titular  
Facultad de Salud - UIS**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
FACULTAD DE INGENIERÍAS FISICOMECAICAS  
ESCUELA DE INGENIERÍA DE SISTEMAS E INFORMÁTICA  
BUCARAMANGA  
2007.**

## **DEDICATORIA**

**A mi familia, que me brindó  
su apoyo incondicional,  
en especial a mis  
padres y mi tía yaya  
que me acompañaron  
en todo momento.**

**A Dios, quien es la guía  
de mi vida y particularmente  
el mentor espiritual en este trabajo.**

**Diego**

**A mi madre, por toda la confianza  
que ha tenido en mi y por ser la luz en  
cada camino que he tenido que recorrer.**

**A mi padre, por ser mi cómplice,  
y siempre me ha brindado  
apoyo en los momentos que lo he necesitado.**

**A mis hermanas por estar siempre dispuestas  
a brindarme toda la ayuda en cada etapa de mi vida.**

**A todos los AMO con todo mi corazón.**

**BETO**

## **AGRADECIMIENTOS**

**Alfonso Mendoza Castellanos**, director del presente proyecto, por sus aportes para la realización del mismo, diligencia para la solución de inquietudes y la confianza depositada para el desarrollo del trabajo.

**Carlos Arturo Conde Cotes**, codirector del presente proyecto, por sus significativos aportes a la realización del mismo y por su disposición siempre que se hizo necesario su consejo y motivación.

**Voluntarios en la aplicación de la prueba stroop**, quienes al mismo tiempo son mis amigos, por ayudarme en la toma de datos.

**A todas las personas del grupo de GIB y el NYC**, quienes de una u otra forma colaboraron aportando ideas que guiaron la realización del presente proyecto.

**Yolanda Guzmán Castro**, por la ayuda, consejo y asesoría prestada en la elaboración del documento que sustenta este proyecto.

**A Lili y a Sandris**, por alegrar nuestra estancia en la universidad y estar siempre en los momentos difíciles.

**A todos nuestros amigos**, que siempre tuvieron una mano para brindarnos en el momento que los necesitamos.

## CONTENIDO

	pág.
INTRODUCCIÓN	
1. PRESENTACIÓN DEL PROYECTO	21
1.1 TÍTULO	21
1.2 OBJETIVOS	21
1.2.1 Objetivo general	21
1.2.2 Objetivos específicos	21
1.3 JUSTIFICACIÓN	22
1.4 ENTIDADES INTERESADAS	25
1.5 IMPACTO ESPERADO	25
2. MARCO TEÓRICO	27
2.1 STROOP	27
2.1.1 Efecto stroop	27
2.1.2 Stroop Clásico	31
2.1.3 Stroop emocional	36
2.2 ELECTROENCEFALOGRAFÍA	40
2.2.1 Captación del EEG	41
▪ Tipos de electrodos	42
▪ Preparación para el examen	44
▪ Razones por las que se realiza el examen EEG	45
2.3 LENGUAJE UNIFICADO DE MODELADO (UML)	46
3. METODOLOGÍA DE DESARROLLO DE LA APLICACIÓN INFORMÁTICA	50
3.1 FASES DE DESARROLLO	50
3.1.1 Inicio	50
3.1.2 Elaboración	51
3.1.3 Construcción	52
3.1.4 Transición	53
3.2 REQUISITOS DEL SISTEMA	54
3.2.1 Requisitos de almacenamiento de información	54
3.2.2 Requisitos de interfaz	55
3.2.3 Requisitos de consultas e informes	61
3.3 CASOS DE USO	63
3.3.1 Diagramas	64
▪ Diagramas casos de uso	64

	<b>pág.</b>
▪ Diagramas subcasos de uso	65
3.3.2 Descripción	66
▪ Descripción casos de uso	66
▪ Descripción subcasos de uso	67
3.4 BASE DE DATOS	73
3.5 ENTORNO DE DESARROLLO	74
3.5.1 Lenguaje de programación	75
3.5.2 Reutilización.	76
3.5.3 Base de datos.	77
4. AUTOMATIZACIÓN DE LA PRUEBA STROOP	79
5. RESULTADOS.	83
5.1 MONTAJE DE LA PRUEBA STROOP	85
5.2 INFORMES	92
5.2.1 Adquisición de Resultados	93
5.2.2 Procesamiento de resultados y creación de informes	95
5.3 CAPTURA DE VIDEO	98
5.4 SEÑAL	103
5.5 TECLADO.	107
5.6 REPRODUCCIÓN	114
5.7 MONTAJE	116
5.8 VALIDACIÓN DEL PROTOTIPO	117
6. CONCLUSIONES	126
7. RECOMENDACIONES	129
8. BIBLIOGRAFÍA	131

## LISTA DE TABLAS

	<b>pág.</b>
Tabla 1. Estímulos utilizados	39
Tabla 2. Cantidad de Aciertos y Errores	118
Tabla 3. Promedio de Latencias (ms)	119
Tabla 4. Comparación datos procesador Vs. microcontrolador prueba 1.	122
Tabla 5. Comparación datos procesador Vs. microcontrolador prueba 2.	123
Tabla 6. Comparación datos procesador Vs. microcontrolador prueba 3.	123
Tabla 7. Comparación datos procesador Vs. microcontrolador prueba 4.	124
Tabla 8. Comparación datos procesador Vs. microcontrolador prueba 5.	124

## LISTA DE FIGURAS

	pág.
Figura 1. Primera lámina.	33
Figura 2. Segunda lámina.	33
Figura 3. Lámina control.	34
Figura 4. Tercera lámina.	34
Figura 5. Ondas EEG.	41
Figura 6. Tipos de electrodos usados en la toma de señales EEG.	43
Figura 7. Electrodo y casco.	44
Figura 8. Fases y flujos de trabajo.	48
Figura 9. Diagrama especialista.	64
Figura 10. Diagrama paciente.	64
Figura 11. Diagramas subcasos de uso.	65
Figura 12. Diagrama entidad-relación.	73
Figura 13. Presentación PsicoStoop 1.0	84
Figura 14. Pantalla principal.	84
Figura 15. Tipo stroop.	86
Figura 16. Doctor y paciente.	86
Figura 17. Datos personales doctor.	87
Figura 18. Datos personales paciente.	87
Figura 19. Grupo.	87
Figura 20. Configuraciones.	88
Figura 21. Configuraciones existentes.	89
Figura 22. Configuración stroop clásico.	90
Figura 23. Creación de listas.	90
Figura 24. Configuración stroop emocional.	90
Figura 25. Formato.	91

Figura 26. Presentación prueba.	92
Figura 27. Guardar sesión.	92
Figura 28. Resultados prueba clásica.	94
Figura 29. Resultados prueba emocional.	94
Figura 30. Cargar informe sesión.	96
Figura 31. Informe sesión.	96
Figura 32. Cargar informe configuración clásico.	97
Figura 33. Cargar informe configuración emocional.	97
Figura 34. Informe configuración	97
Figura 35. Nueva sesión.	104
Figura 36. Configuración video.	104
Figura 37. Video.	103
Figura 38. Colocación electrodos unidad adquisición.	105
Figura 39. Colocación electrodos paciente.	106
Figura 40. Registro normal.	106
Figura 41. Diagrama de bloques Max232	109
Figura 42. Diagrama Pic 18f4520	109
Figura 43. Circuito utilizado	110
Figura 44. Calibración teclado.	113
Figura 45. Abrir Reproducción.	114
Figura 46. Configurar Reproducción.	115
Figura 47. Descripción del montaje.	117
Figura 48. Promedio Aciertos y Errores.	118
Figura 49. Promedio de Latencias (ms).	119

## **LISTA DE ANEXOS**

Anexo A. Manual de Usuario PsicoStroop 1.0.

Anexo B. Evaluación de la utilidad y proyección del “PsicoStroop” desde la perspectiva del grupo de neurociencias y comportamiento (NYC).

## GLOSARIO

**API:** (del inglés **Application Programming Interface - Interfaz de Programación de Aplicaciones**) es un conjunto de especificaciones de comunicación entre componentes software. Se trata del conjunto de llamadas al sistema que ofrecen acceso a los servicios del sistema desde los procesos y representa un método para conseguir abstracción en la programación, generalmente (aunque no necesariamente) entre los niveles o capas inferiores y los superiores del software. Uno de los principales propósitos de una API consiste en proporcionar un conjunto de funciones de uso general, por ejemplo, para dibujar ventanas o iconos en la pantalla. De esta forma, los programadores se benefician de las ventajas de la API haciendo uso de su funcionalidad, evitándose el trabajo de programar todo desde el principio.

**AUDIOVISUAL:** es la integración e interrelación plena entre lo auditivo y lo visual para producir una nueva realidad o lenguaje.

**AUTOMATIZACIÓN:** ejecución automática de tareas industriales, administrativas o científicas haciendo más ágil y efectivo el trabajo y ayudando al ser humano.

**COMPORTAMIENTO:** generalmente se refiere a acciones de un objeto u organismo, usualmente en relación con su entorno o mundo de estímulos. El comportamiento puede ser consciente o inconsciente, público u oculto, voluntario o involuntario.

**DESVIACIÓN ESTÁNDAR (DS/DE):** también conocida como *desviación típica*, es una medida de dispersión usada en estadística que nos dice cuánto tienden a alejarse los valores puntuales del promedio en una distribución. De hecho,

específicamente, la desviación estándar es "el promedio de la distancia de cada punto respecto del promedio". Se suele representar por una **S** o con la letra sigma  $\sigma$ .

**DICÓTICA:** la escucha dicótica consiste en la presentación simultánea de dos estímulos auditivos distintos, uno en cada oído. Los estímulos presentados pueden variar desde palabras a sílabas, letras e incluso sonidos musicales, pudiendo variar también otros parámetros como el intervalo inter e intra estímulos, número de presentaciones o intensidad.

**DIRECTX:** es una colección de APIs creadas para facilitar tareas relacionadas con la programación de juegos en la plataforma Microsoft Windows. El kit de desarrollo de DirectX es distribuido gratuitamente por Microsoft.

**EFECTO STROOP:** la presencia del efecto Stroop se documenta cuando el individuo falla en focalizar exclusivamente una dimensión del color en un estímulo complejo, presentando un aumento en la latencia de la respuesta, indicando la interferencia semántica en dicha tarea.

**ELECTROENCEFALOGRAFÍA (EEG):** es una exploración neurofisiológica que se basa en el registro de la actividad bioeléctrica cerebral en condiciones basales de reposo, en vigilia o sueño, y durante diversas activaciones (habitualmente hiperpnea y estimulación luminosa intermitente).

**ELICITAR:** adaptación innecesaria del verbo inglés to elicit, que aparece a veces en textos de psicología con el sentido que corresponde a los verbos españoles provocar, suscitar u obtener, según los casos: «Tuvimos éxito con el procedimiento de elicitar discusiones maritales...»; «Información elicitada de los

estudiantes...»; en el primer caso debió decirse provocar o suscitar discusiones y, en el segundo, información obtenida.

**FRECUENCIA:** es el número de observaciones que corresponde a un determinado puntaje en una escala.

**GNU GPL:** (*General Public License* o licencia pública general) es una licencia creada por la Free Software Foundation a mediados de los 80, y está orientada principalmente a proteger la libre distribución, modificación y uso de software. Su propósito es declarar que el software cubierto por esta licencia es software libre y protegerlo de intentos de apropiación que restrinjan esas libertades a los usuarios.

**ÍTEMS:** son los estímulos o reactivos que se presentan a los sujetos para que respondan y pongan de manifiesto conductas asociadas con un atributo determinado.

**MEDIDAS DE DISPERSIÓN:** estadísticos que permiten establecer la variabilidad de un conjunto de datos. Por ejemplo: la *Varianza*, y la *Desviación Estándar*.

**MOZILLA PUBLIC LICENSE:** (MPL) (**Licencia Pública de Mozilla**) es una licencia de código abierto y software libre. Fue desarrollada originalmente por Netscape Communications Corporation más tarde su control fue traspasado a la 'Fundación Mozilla'. La licencia MPL cumple completamente con la definición de software de código abierto de la Open Source Initiative (OSI) y con las cuatro libertades del software libre enunciadas por la Free Software Foundation (FSF). Sin embargo la MPL deja abierto el camino a una posible reutilización comercial no libre del software, si el usuario así lo desea, sin restringir la reutilización del código ni el relicenciamiento bajo la misma licencia.

**NEUROLOGÍA:** es la especialidad médica que se ocupa del estudio de las enfermedades del sistema nervioso.

**NEUROPSICOLOGÍA:** disciplina fundamentalmente clínica, que converge entre la Psicología y la Neurología y que estudia los efectos que una lesión, daño o funcionamiento anómalo en las estructuras del sistema nervioso central sobre los procesos cognitivos, psicológicos, emocionales y del comportamiento individual. Estos efectos o déficit pueden estar provocados por traumatismos craneoencefálicos, accidentes cerebro-vasculares o tumores cerebrales, enfermedades neurodegenerativas (alzheimer, esclerosis múltiple, parkinson, etc.) o enfermedades del desarrollo (epilepsia, parálisis cerebral), trastorno por déficit de atención/hiperactividad).

**PROMEDIO O MEDIA ARITMÉTICA:** de una cantidad finita de números, es igual a la suma de todos ellos dividida entre el número de sumandos. Es uno de los principales estadísticos muestrales.

**PROTOTIPO:** la palabra **prototipo** tiene varias acepciones:

- Un **prototipo** es un ejemplar original o primer molde en que se fabrica una figura u otra cosa.
- Un **prototipo** puede ser un ejemplar perfecto y modelo de una virtud, vicio o cualidad.
- Un **prototipo** también se puede referir a cualquier tipo de desarrollo tecnológico en pruebas, o un objeto diseñado para una demostración de cualquier tipo.

Éstos permiten testar el objeto antes de que entre en total validez, detectar errores, deficiencias, etcétera. Cuando el **prototipo** está suficientemente perfeccionado en todos los sentidos requeridos y alcanza las metas para las que fue pensado, el objeto puede empezar a producirse.

**PSICOLOGÍA O SICOLOGÍA:** del griego psique (ψυχη): alma y logos (λογος): tratado, ciencia. Literalmente significaría ciencia del alma, sin embargo, contemporáneamente se le conceptualiza como el estudio de: la psicología como una parte de las Ciencias Humanas o Sociales, el comportamiento de los organismos individuales en interacción con su ambiente, los procesos mentales de los individuos y Los procesos de comunicación desde lo individual a lo microsocial.

**RAPID APPLICATION DEVELOPMENT (RAD):** es un proceso de desarrollo de software, en inglés: software development process, desarrollado inicialmente por James Martin en 1980. El método comprende el desarrollo iterativo, la construcción de prototipos y el uso de utilidades CASE (Computer Aided Software Engineering). Tradicionalmente, el desarrollo rápido de aplicaciones tiende a englobar también la utilidad y la rapidez de ejecución.

**SOFTWARE PSICOMÉTRICO:** Programas de computación utilizados para la *Corrección de Pruebas*, la administración de pruebas por computadora o para el procesamiento de información.

**STROOP CLÁSICO:** consiste en analizar las interferencias entre nuestros sistemas semánticos y perceptual, presentando nombres de colores escritos con diferentes tintas y solicitando a los voluntarios referir el color en que está impresa la palabra ignorando el significado del ítem en si.

**STROOP EMOCIONAL:** consiste en analizar las interferencias entre nuestros sistemas semánticos y perceptual, presentando estímulos relacionados con la situación específica que provocaba estrés o ansiedad en el individuo, escritos con diferentes tintas y solicitando a los voluntarios referir el color en que está impresa la palabra ignorando el significado del ítem en si, en esta prueba la memoria emocional o los pensamiento intrusivos relacionados con un acontecimiento

traumático interfieren con el procesamiento cognitivo provocando un aumento en la latencia a las respuestas.

**TESTS PSICOLÓGICOS:** conjunto de estímulos seleccionados haciendo uso de una fundamentación teórica y psicológica, en función de un propósito. Estos estímulos son presentados a sujetos en condiciones controladas con el objeto de poner de manifiesto conductas relevantes que debidamente interpretadas con base a normas y/o criterios permiten la toma de decisiones respecto a un individuo, un grupo o un proceso.”

**VIGILIA:** acción de estar despierto en estado de alerta o de observación



## RESUMEN

### TITULO:

**DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN PROTOTIPO DE CAPTURA DE INFORMACIÓN COMPORTAMENTAL Y DE DESEMPEÑO NEUROPSICOLÓGICO DURANTE LA APLICACIÓN DE PRUEBAS DE “STROOP”, Y PRESENTACIÓN EN PARALELO DE LA SEÑAL ELECTROENCEFALOGRÁFICA Y LA INFORMACIÓN ADQUIRIDA.\***

### AUTORES:

**DIEGO MAURICIO HERNÁNDEZ BUITRAGO.  
EDGAR ALBERTO SÁENZ BOLÍVAR.\*\***

**PALABRAS CLAVE: Psicología, stroop clásico, stroop emocional, señal electroencefalográfica, registro comportamental.**

### DESCRIPCIÓN:

Las actividades interdisciplinarias, requeridas en el contexto de un mundo globalizado e interconectado, son el motivo que lleva al ingeniero de sistemas a involucrarse en determinados problemas que surgen dentro de los estudios realizados en diferentes áreas, estos últimos son lo que permiten al profesional aplicar su capacidad de abstracción, es decir, comprender la dificultad y proponer soluciones para aquella. En este documento se explica el proceso de desarrollo del software *PsicoStroop 1.0*, el cual consiste en la automatización de la prueba psicológica *stroop* en sus derivaciones clásica y emocional, permitiendo la captura de la información, al mismo tiempo que el registro comportamental (audiovisual) y los resultados de la prueba aplicada, para su posterior reproducción en paralelo conjuntamente con la señal electroencefalográfica.

Se describen en el estudio, los aspectos conceptuales necesarios para el entendimiento del desarrollo del proyecto, como son: la teoría acerca de la prueba psicológica, el efecto *stroop*, la metodología de aplicación de las pruebas y la electroencefalografía. Incluyendo también las bases teóricas de desarrollo de la aplicación informática.

De igual manera en el documento se expone, la metodología de desarrollo del software, representada a través de: la numeración de los requisitos del sistema, el planteamiento del proceso de desarrollo a seguir, la justificación de la elección de la herramienta de desarrollo y la visualización del diagrama entidad-relación de la base de datos utilizada.

Por último se hace la descripción del funcionamiento del software propuesto en cuanto a su configuración, la presentación y la adquisición de información sobre las pruebas *stroop*. Se justifica también la adaptación de la prueba manual a la prueba computacional y las ventajas que este desarrollo trae consigo, especificando adicionalmente, los componentes principales utilizados para tal fin.

---

\* Trabajo de investigación

\*\* Facultad de Ingenierías Físico – Mecánicas, Escuela de Ingeniería de Sistemas e Informática. BSc. Dea. Alfonso Mendoza Castellanos.



## ABSTRACT

TITLE:

**DESIGN AND IMPLEMENTATION OF A BEHAVIORAL INFORMATION CAPTURE AND NEURO-PSYCHOLOGICAL PERFORMANCE PROTOTYPE DURING THE APPLICATION OF STROOP TESTS AND PRESENTATION IN PARALLEL OF THE ELECTROENCEFALOGRAPHIC SIGNAL AND RECEIVED INFORMATION.\***

AUTHORS:

**DIEGO MAURICIO HERNÁNDEZ BUITRAGO.  
EDGAR ALBERTO SÁENZ BOLÍVAR.\*\***

KEYWORDS: Psychology, classic stroop, emotional stroop, electro-encephalographic signal, behavioral registry.

### DESCRIPTION

This project explains the PsicoStroop 1.0 software development process which comprises the automation of the stroop psychological test on classic and emotional derivations making the gathering of information possible as well as the behavioral record and results on the applied test in order to be reproduced in parallel in conjunction with the electro-encephalographic signal.

The conceptual aspects necessary for the understanding of the project development are described as follows: the theory about the psychological test, the stroop effect, the test application methodology and the electro-encephalogram itself. The theoretical fundamentals to the development of the computing application are also included.

This document consequently shows the software development methodology illustrated through the numbering of the system's requirements, the proposal of the development process to follow, justification for the development tool selection and visualization of the entity-relation diagram of the data-base in use.

Finally, the software functioning in regard to its settings, presentation and information collection on stroop tests is described. The transition from the manual test to the digitized version is also justified along with the advantages this new implementation brings plus further specifications on the main components in use.

---

\* Investigation research.

\*\* Physics and Mechanics Engineering College, Systems and Informatics School.  
BSc. Dea. Alfonso Mendoza Castellanos.



## INTRODUCCIÓN

La filosofía, ha discutido los problemas del pensamiento durante miles de años, haciéndolos extensivos a la conducta humana y a las instituciones sociales, lo que se denominó en su momento el “positivismo”; sin embargo solamente cuando fue tratada como una ciencia, mediante la cual se podían medir y controlar los resultados de los análisis del pensamiento, se habla de psicología- palabra con raíces griegas que significa estudio de la mente-.

El avance de la *psicología*, hasta el estudio de las variables, la medición y aplicación de las pruebas estudiadas en el presente proyecto; ha tenido gran cantidad de análisis y estudios dentro de los que se cuentan metodologías como el estructuralismo<sup>1</sup> y el conductismo<sup>2</sup>, las cuales presentaron dificultades, limitaciones e insatisfacción entre los psicólogos.

Es aquí donde comienza la búsqueda, en el trabajo de los científicos de la computación- para tratar de entender conductas mas complejas, - denominadas los procesos cognitivos,-planteándose en este momento, el interés por todas las formas que tiene el ser humano para conocer el mundo a su alrededor y la manera como conserva y recupera la información a través de los procesos de: percepción, atención, la memoria y del pensamiento en general.

---

<sup>1</sup> Método que consistía, en observar y analizar la estructura de sus propias operaciones mentales concientes, a medida que sucedían, enfatizando la importancia de la experiencia sensorial. Gross Richard D. psicología: la ciencia de la mente y la conducta 2004

<sup>2</sup> Expuso la idea de que las personas deberían ser consideradas como animales complejos, y estudiarse utilizando los mismos métodos científicos que la física y la química, donde el énfasis en el papel del aprendizaje, -en forma de condicionamiento- seria una fuente central de investigación. El principal promotor fue Watson J.B. 1913



Todos los avances en el campo de la psicología, se orientan hacia el estudio de lo que se denomina *la personalidad*, conocida como la organización dinámica en el interior del individuo, de los sistemas psicológicos, -los cuales ejercen una influencia directriz sobre los actos adaptativos y expresivos- su conducta y pensamiento característicos<sup>3</sup>.

A pesar de que los procesos cognitivos, o mentales, solamente pueden ser inferidos de la forma como reacciona o actúa una persona, - sin poderse observar de manera literal o directa- , se aceptan como objetos de estudio validos para la psicología, siempre y cuando se les pueda hacer objetivos, a través de la aplicación pruebas o en la solución de problemas. En la actualidad, existen múltiples enfoques de la psicología, dentro de las cuales sobresale la psicofisiología; la psicología de la inteligencia que tiene antecedentes en la creación de test psicométricos y esta vinculada al concepto de diferencias individuales, en rasgos mentales y al desarrollo de instrumentos de medición de estos.

A través de la cooperación multidisciplinaria que existe entre el Grupo de Neurociencias y Comportamiento UIS-UPB (NYC) y el Grupo de Investigación en Informática Biomédica (GIIB), se desarrolló una un software el cual automatiza la prueba psicológica stroop simplificando la captura de datos y permitiendo ser más exacto en la obtención de los resultados.

El eje fundamental del proyecto estuvo basado en el desarrollo de una aplicación informática en donde se mejoró la forma de presentación de la prueba, la cual se realizaba en forma manual llevando con esto un

---

<sup>3</sup> Allport, G.W. La personalidad, Herder, Barcelona, 1980



alto margen de error. Además, se agregó la forma de adquirir información comportamental (audiovisual) y acoplar información cerebral (señal electroencefalográfica), lo que permitió posteriormente reproducir esta información y mostrarla en paralelo junto con la adquirida anteriormente. Todo lo anterior aportó más elementos de análisis, en primera medida para que el especialista brinde un mejor soporte a su diagnóstico clínico y para el investigador que utiliza los resultados de las pruebas como soporte para sus estudios.

Por esta razón es importante el desarrollo de la herramienta software PsicoStroop 1.0, en la medida que la psicología en el país no contaba con una aplicación específica que brindara: información comportamental, de desempeño psicológico, y visualización en paralelo de esta información con señales electrofisiológicas como el EEG. Además de brindar facilidad en cuanto a la creación, configuración y ejecución de pruebas stroop, con dispositivos electrónicos, considerando este trabajo como un avance para la psicología.

## **1. PRESENTACION DEL PROYECTO**

### **1.1 TÍTULO**

DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN PROTOTIPO DE CAPTURA DE INFORMACIÓN COMPORTAMENTAL Y DE DESEMPEÑO NEUROPSICOLÓGICO DURANTE LA APLICACIÓN DE PRUEBAS DE “STROOP”, Y PRESENTACIÓN EN PARALELO DE LA SEÑAL ELECTROENCEFALOGRÁFICA Y LA INFORMACIÓN ADQUIRIDA

### **1.2 OBJETIVOS**

#### **1.2.1 Objetivo general**

Contribuir al desarrollo de la automatización de las pruebas psicológicas por medio de la ingeniería con un soporte computacional a evidencias neuropsicológicas y comportamentales, para que el especialista evalúe un paciente y respalde el diagnóstico clínico.

#### **1.2.2 Objetivos específicos**

- Desarrollar un prototipo informático que permita almacenar, durante una sesión de observación, el comportamiento físico del paciente y el desempeño de la prueba, de manera simultánea con el fin de volver a presentar el examen ya adquirido junto con

la información de la señal electroencefalográfica, permitiendo facilitar al especialista su labor de análisis.

- Diseñar una herramienta computacional que facilite realizar un análisis numérico a los resultados obtenidos de la prueba, generando una base de datos, que permita almacenar información del paciente, la prueba y los datos de la señal encefalográfica, para emitir informes y así contribuir al diagnóstico del especialista.
- Diseñar e implementar un software para la aplicación y evaluación de conflictos cognitivos y/o cognitivo-emocional pruebas de “Stroop” clásico y “Stroop” emocional de utilidad en estudios neuropsicológicos.

### 1.3 JUSTIFICACIÓN

El trabajo interdisciplinario y de cooperación entre los dos grupos de investigación directamente interesados e involucrados en este proyecto ha generado, entre otras cosas, productos alrededor del procesamiento de señales electroencefalográficas. Durante la ejecución de estas actividades previas, se detectaron posibilidades de desarrollo que pueden potenciar el abordaje de análisis psico-fisiológico, neurológico y psiquiátrico tanto de sujetos sin patología como de pacientes clínicamente enfermos.

En estudios con personas sin patología clínica, es una ventaja y una necesidad, registrar, visualizar y procesar en paralelo, señales de audio y video acopladas con señales electroencefalográficas durante la aplicación o no a pruebas neuropsicológicas, permitiendo así reunir diferentes variables necesarias para la evaluación. Adicionalmente, es de alta utilidad poder acoplar también el desempeño que la persona evaluada va obteniendo en las pruebas neuropsicológicas.

Este es el caso de personas sometidas a la prueba de “Stroop”. De esta prueba se conocen por lo menos dos versiones: el “Stroop” clásico y el emocional. Esta es una herramienta que genera un conflicto cognitivo y/o cognitivo-emocional que permite detectar las interferencias entre la percepción de imágenes que pueden ser presentadas en la pantalla de un computador y el procesamiento neurológico que la persona realiza con dicha información. Durante esta actividad, diferentes estructuras cerebrales ejecutan el procesamiento de la información y esto se traduce en manifestaciones eléctricas susceptibles de ser registradas por electroencefalografía. En paralelo, la persona que está siendo sometida a la prueba, presenta comportamientos que de ser registrados, permitirían correlacionar el desempeño en la prueba, con la actividad eléctrica cerebral. En esa dirección, un sistema de registro en paralelo que permita el análisis detallado de una sesión experimental o de observación, posibilita, la detección de indicadores funcionales con mayor finura y por lo tanto, una mejor apreciación de los posibles mecanismos neurofisiológicos, asociados.

En estudios, de patologías neurológicas como la epilepsia y los trastornos motores (por ejemplo en la enfermedad de Parkinson), o en patologías psiquiátricas, como por ejemplo, en el trastorno de estrés

post-traumático; el registro y procesamiento de la información eléctrica cerebral, acoplado a la información visual y sonora (audiovisual) de los comportamientos del paciente, junto con el desempeño neuropsicológico (en los casos que aplique esta variable): permiten elaborar inferencias, no sólo de mecanismos fisiopatológicos (estructuras, secuencias de activación, latencias y errores en las respuestas, entre otros), sino también, acerca de la confianza, en el diagnóstico propiamente dicho y acerca de la magnitud de la severidad de la patología. Esto a su vez, facilita la toma de decisiones terapéuticas a favor del enfermo.

En el mercado, existen algunos programas computacionales, que ofrecen parcialmente estas posibilidades de registro y procesamiento paralelo, pero sus costos elevados y su diseño poco específico para fines investigativos, suelen ser una limitante importante. Por estos motivos, se hace necesaria la elaboración de una herramienta útil, económica y específica, para el estudio de mecanismos neuropsicológicos y el estudio de casos clínicos neurológicos, relacionados, con las líneas de investigación del Grupo de Neurociencias y Comportamiento UIS-UPB. En este contexto, la justificación del presente proyecto se orienta, en primer lugar, a la consecución de una herramienta computacional que facilite la labor diagnóstica del equipo terapéutico en el campo de las neurociencias y, en segundo término, a dar continuidad a la cooperación interdisciplinaria de los grupos de investigación de la Universidad Industrial de Santander. Sin ninguna duda, su utilidad en la clínica hará de este instrumento una herramienta que aportara información mas completa y superara de forma importante a la solución de problemas de los grupos involucrados en este proyecto.

## 1.4 ENTIDADES INTERESADAS

Existen varias entidades interesadas en el desarrollo de este proyecto: en primer término, la Universidad Industrial de Santander, en la cual se identifican dos grupos de trabajo, así:

- El Grupo de Investigación en Ingeniería Biomédica (GIIB), de la Escuela de Ingeniería de Sistemas, el cual está interesado en el desarrollo de investigaciones de apoyo tecnológico a la medicina, como aplicación de los conocimientos, desarrollados en la ingeniería a proyectos multidisciplinarios.
  
- Grupo de Neurociencias y Comportamiento UIS-UPB (NYC), de la escuela de medicina, interesado, tanto con la continuidad de trabajos multidisciplinarios, como con los resultados derivados de los objetivos específicos del presente proyecto. El desarrollo de esta herramienta, permitirá el análisis detallado de funciones cognitivas y emocionales, en diferentes contextos en que puedan ser evaluados los pacientes.

## 1.5 IMPACTO ESPERADO

Se espera que con este trabajo, hacer un aporte significativo, para la identificación de diferentes trastornos psicológicos de tipo cognitivo, individualización realizada a través de la información que proporciona la prueba *stroop*, dicha contribución se materializa en que con la utilización del software PsicoStroop 1.0 por un lado le permite al especialista brindar un diagnóstico más acertado, debido a que cuenta con más información del paciente la cual es computarizada y por ende

más rápidamente analizada; y por otro lado brinda al investigador de esta materia, soportar futuras investigaciones y analizar mejor lo obtenido en las pruebas stroop

A nivel de estudios, en la investigación ayuda, a sentar bases, para futuros proyectos que relacionen conocimientos de ingeniería y de psicología, con el fin de aportar soluciones a problemáticas de connotación social, puesto que mientras sean más acertados los diagnósticos los pacientes podrán encontrar una alternativa eficaz para su enfermedad, dichos beneficios se podrán disfrutar primero a nivel regional, y en un futuro a nivel nacional.

También, se espera que otras entidades, dedicadas a la investigación y/o que realizan estudios diagnósticos en el área de neurociencias, en el país y fuera de el, puedan ser usuarias potenciales de los resultados arrojados por este trabajo. De igual manera, otros grupos de investigación que avanzan en esta línea, pueden encontrar en el presente documento, elementos novedosos que les permita aclarar algunas inquietudes y/o generar nuevas inquietudes, para emprender trabajos de exploración sobre el tema.

## 2. MARCO TEÓRICO

### 2.1 STROOP

#### 2.1.1 Efecto stroop

En ocasiones, la información ofrecida por una palabra escrita o un símbolo gráfico, es incongruente con la convención asignada a ese elemento, por el grupo social. Se ha podido observar, que la información con mayor relevancia es aquella implantada como convención. El análisis de estos aspectos, se ha estudiado mediante la realización de respuestas conductuales, como por ejemplo, mencionar la información dada visualmente, en lugar de la convencional (palabras escritas).

Este tema, ha permitido que muchos autores se hayan dado a la tarea, de realizar experimentos de este tipo. Como por ejemplo, White (1969) realizó una prueba que consistía, en flechas dibujadas sobre un papel, señalando a un punto cardinal diferente de aquel que referenciaba un texto sobre la flecha. Mas tarde Shor (1970), realizó una experiencia en donde los puntos cardinales, eran reemplazados por las coordenadas espaciales izquierda, derecha, arriba y abajo.

Lindsay y Norman (1977) basaron su experiencia, en decir cuantos elementos hay en una casilla, sin leer los numerales que llevan información incoherente. Sin embargo, los mejores resultados en este tipo de pruebas, fueron los encontrados años atrás con la experiencia diseñada por Stroop (1935), en la cual se explora el efecto que el

significado de una palabra (nombre de un color) tiene sobre el color en que está escrita ésta. El significado, es típicamente el nombre de un color contrario al de la tinta en el que se ha impreso, a este efecto se le ha denominado “*efecto de interferencia colorpalabra*”<sup>4</sup>.

Las primeras explicaciones de quienes observaron por primera vez el efecto, fueron que la lectura de palabras - en tanto que el nombrar un color con relación a su estímulo (palabra, figura geométrica)- conllevaba procesos de orden biológico, relacionados con competencias diferentes. Raymond Cattell quién publicó el primer informe en el cual opinaba que: “(...) ver y nombrar una palabra, era una asociación automática, mientras que nombrar un tono de color, era el fruto de un esfuerzo consciente de elegir y decir el nombre del mismo. Pensó que la lectura de palabras era automática, como resultado de una dilatada práctica en la tarea de lectura”. (Golden). Por su parte J. Ridley Stroop expuso que los colores “(...)”, estaban asociados a una variedad de respuestas conductuales”; mientras que las palabras solo elicitan la respuesta de lectura.

Se ha querido explicar, desde el enfoque cognitivo y la neuropsicología, este efecto, es por esto que puede decirse, que existen dos tipos de procesamiento de la información visual. El primero denominado la búsqueda automática, la cual se usa cuando el objetivo de percepción (color de tinta) es diferente de los estímulos distractores (palabras escritas); esta búsqueda implica el procesamiento en paralelo de las dimensiones de un elemento estimulante así: “El control de la atención es automático y solo aspectos del arreglo [display] relevantes a la

---

<sup>4</sup> STROOP, J Ridley. Primera publicación en *Journal of Experimental Psychology*, 1935

detección del objetivo [target], son procesados.”<sup>5</sup>. Este tipo de búsqueda se desarrolla con la experiencia y la practica de forma tal, que el adiestramiento ayuda a lograr una diferenciación de los objetos, basándose en características particulares que en el momento que se identifican, emergen, en muchos casos interfiriendo con las tareas.

El segundo, la búsqueda controlada implica: un procesamiento en serie - debido a que luego de la comparación de los distintos componentes de cada objeto de estímulo, se producirá la decisión de dar una respuesta-. Por esta razón, este procesamiento se afecta a medida que el número de componentes estimulantes aumenta. Según Corens, Ward y Porac (1984) en este tipo de tareas, la atención que se vuelca sobre el flujo perceptual puede cambiar de un elemento estimulante a otro, o dividirse; de tal manera que la percepción depende de “las memorias, expectativas previas, y el aprendizaje.”

Teniendo en cuenta estas interpretaciones, se podría suponer que los módulos para el procesamiento cerebral de los colores y el de las palabras estas separados. Según Wickelgren<sup>6</sup>, son “mutuamente inhibitorios”: al ser activados al mismo tiempo por el tipo de situación del stroop, la salida (output) del módulo de lectura de las palabras, es bloqueado por el módulo de nombramiento de colores, de tal manera que se produce inhibición de la respuesta de la lectura teniendo en cuenta que ya se ha activado de una forma incompleta o más lenta el módulo de procesamiento del color impreso; es de esta manera que: aunque aumente el tiempo de lectura de cada palabra, cada vez se

---

<sup>5</sup> COREN, S., Ward, L. y Porac, C. *Sensation & Perception*. Orlando, Florida: Academic Press. 1984 .p440

<sup>6</sup> WICKELGREN, W. *Cognitive Psychology*. New Jersey: Prentice Hall. 1979

cometen menos errores en la identificación de los colores. De acuerdo con el autor antes mencionado, este tipo de proceso inhibitorio aumenta, a medida que se refuerza la activación por estimulación previa.

Otra interpretación de este enfoque, es que la supresión de la respuesta de lectura de la palabra, se produce de manera voluntaria (procesamiento controlado), e implica un “esfuerzo intencional de la persona que percibe”<sup>7</sup> y no por la *fuerza* con la que se activan los módulos de procesamiento de información. Según Schiffman, debido a que, aunque hay procesos mentales habituales expuestos a un largo proceso de entrenamiento, algunos escapan a este tipo de control voluntario, tales como la lectura que interfiere en el proceso consciente de identificación de colores que ha tenido un menor entrenamiento relativamente. Golden por su parte apoya la interpretación de Schiffman, estableciendo que el efecto stroop es utilizado como instrumento diagnóstico de trastornos mentales y psicopatologías (esquizofrenia, retraso mental), puesto que los individuos con dificultades en realizar una eliminación de la respuesta de lectura, no pueden evitar leer la palabra a cambio de poder identificar el color en el que está escrita, llevándolo a cometer más errores que los individuos normales.

Es por esto que aparecen los diferentes niveles de dificultad en el nombramiento del color, cuando se usan palabras, que no son nombres de las tintas impresas; a diferencia cuando son las palabras de las tintas, presentándose menor interferencia al momento de la identificación, frente a denominaciones cromáticas incongruentes en

---

<sup>7</sup> SCHIFFMAN, R. *La Percepción Sensorial*. México: Limusa. 1997

donde el conflicto es mucho mayor. De tal manera, se aprecia que el efecto Stroop es un fenómeno de procesamiento de información perceptual, dados módulos cognitivos separados, para la lectura y percepción del color.

El efecto *stroop* es un fenómeno que le compete a la psicología cognitiva (percepción), debido a: implica que la persona utilice su sistema visual y suministre una respuesta a un requerimiento experimental planteado, llevando así a formar un todo con la conjugación de diferentes sistemas, con lo cual pretende la reacción de una conducta, fundamentada en recoger información de un estímulo artificial.

### 2.1.2 Stroop Clásico

El denominado test stroop clásico, descrito por John Ridley Stroop (1935), se creó al observar que la lectura de los nombres de los colores era más rápida que la identificación de colores. Consiste, en pedir al sujeto que nombre, con la mayor rapidez posible, el color de un estímulo que le es presentado y cuya característica es: la incongruencia entre el color de la tinta en que está escrito y el color o significado semántico que describe. Por ejemplo, si al sujeto se le presenta la palabra **VERDE**, este debe mencionar como respuesta a la prueba “**ROJO**”.

Con carácter general, se ha demostrado, que en este caso los sujetos requieren un tiempo de reacción significativamente más prolongado, en casi un 50%, en relación con el tiempo empleado para ejecutar la tarea, correspondiente a la condición experimental de control; consistente en

la presentación de palabras cuyo color y significado son congruentes (por ejemplo, la palabra **ROJO** escrita en color rojo).

Este efecto, considerado como una útil herramienta para la psicología cognitiva, es una tarea susceptible de utilización en el estudio de diversos procesos psicológicos: memoria, atención, competencia lingüística, percepción, entre otros. Además, representa un desafío para los psicólogos dedicados a estudios cognitivos; dado que, aún permanecen relativamente desconocidos los mecanismos que lo regulan y explican. Frente a otro tipo de tareas, tales como las de facilitación semántica, de escucha dicótica o de detección de prueba, la prueba *Stroop* tiene la ventaja de reunir en un solo estímulo dos dimensiones: una atencional que se procesa de forma controlada (el color de la palabra) y otra dimensión no atendida (el significado de la palabra), que inevitablemente es procesada a un nivel diferente.

Se ha comprobado, que la dificultad al leer las palabras, puede ser debidas a daños en el hemisferio izquierdo del cerebro; mientras que en la identificación de colores, se relaciona con el hemisferio derecho.

La sencillez de los estímulos y su breve tiempo de administración permiten usar esta prueba en casos muy diversos (daños cerebrales, drogadicción, demencia senil, psicopatología, estrés, entre otras) independientemente del nivel cultural del sujeto.

### **Prueba Stroop Clásico Manual**

La Prueba *Stroop de Palabras y Colores* de Charles J. Golden (1999). Consta de tres láminas divididas de la siguiente manera: La primera



**Figura 3. Lámina de Control**

AZUL	ROJO	AZUL	VERDE	ROJO
ROJO	AZUL	VERDE	ROJO	AZUL
VERDE	VERDE	ROJO	AZUL	VERDE
AZUL	ROJO	AZUL	VERDE	ROJO
VERDE	VERD	ROJO	ROJO	AZUL
ROJO	AZUL	VERDE	AZUL	VERDE
VERDE	VERDE	ROJO	VERDE	ROJO
ROJO	ROJO	AZUL	ROJO	AZUL
AZUL	AZUL	VERDE	AZUL	VERDE
ROJO	ROJO	ROJO	VERDE	AZUL
AZUL	AZUL	VERDE	AZUL	VERDE
VERDE	VERDE	AZUL	ROJO	ROJO
ROJO	AZUL	ROJO	AZUL	AZUL
VERDE	VERDE	VERDE	ROJO	VERDE
AZUL	ROJO	AZUL	VERDE	ROJO
VERDE	VERDE	VERDE	AZUL	AZUL
AZUL	ROJO	ROJO	VERDE	ROJO
ROJO	AZUL	AZUL	ROJO	VERDE
VERDE	ROJO	VERDE	AZUL	AZUL
AZUL	VERDE	AZUL	ROJO	ROJO

**Figura 4. Tercera Lámina**

ROJO	AZUL	VERDE	ROJO	AZUL
VERDE	VERDE	ROJO	AZUL	VERDE
AZUL	ROJO	AZUL	VERDE	ROJO
VERDE	AZUL	ROJO	ROJO	AZUL
ROJO	ROJO	VERDE	AZUL	VERDE
AZUL	VERDE	AZUL	VERDE	ROJO
ROJO	AZUL	VERDE	AZUL	VERDE
AZUL	VERDE	ROJO	VERDE	ROJO
VERDE	ROJO	AZUL	ROJO	AZUL
AZUL	VERDE	VERDE	AZUL	VERDE
VERDE	ROJO	AZUL	ROJO	ROJO
ROJO	AZUL	ROJO	VERDE	AZUL
VERDE	ROJO	AZUL	ROJO	VERDE
AZUL	AZUL	ROJO	VERDE	ROJO
ROJO	VERDE	AZUL	ROJO	VERDE
VERDE	ROJO	VERDE	AZUL	AZUL
ROJO	AZUL	ROJO	VERDE	ROJO
AZUL	AZUL	ROJO	VERDE	ROJO
ROJO	VERDE	AZUL	ROJO	VERDE
VERDE	ROJO	VERDE	AZUL	AZUL
ROJO	AZUL	ROJO	VERDE	ROJO
VERDE	ROJO	VERDE	AZUL	VERDE

\*Tomadas de: **UNA PERSPECTIVA PERCEPTUAL DEL EFECTO STROOP**, Universidad Nacional de Colombia, pág. 19-22

Cada lámina debe ser impresa en una hoja tamaño carta, con caracteres del mismo tamaño y distribuidos en las mismas cinco columnas de veinte ítems.

**Procedimiento**

El procedimiento se realiza preferiblemente en un espacio cerrado, bien iluminado y silencioso, que posea condiciones apropiadas para la aplicación de la prueba. Durante la misma, deben estar presentes los tres experimentadores: la persona, que va realizar la grabación por video - si se requiere -, el encargado de tomar los tiempos y el experimentador que lleva los registros de las respuestas); se debe aclarar a los paciente que el procedimiento se grabará en video si se requiere, para facilitar el análisis posterior de los datos.

Antes de comenzar, se toman los datos de los pacientes en una plantilla de registro diseñada para tal propósito y se le asigna al paciente un número, de acuerdo al orden de realización del procedimiento.

En el momento de presentación de la lámina, esta se coloca enfrente de la persona evaluada, sobre la mesa a una distancia de 30cm, aproximadamente, permitiéndosele, señalar la palabra, pero, en ningún caso, tapar una o varias letras de la misma.

Para la presentación de la lámina uno, se le da a los pacientes la instrucción de que puede leer las palabras escritas en la página, según la indicación de la persona que realiza la prueba, en donde deberá empezar a leer en voz alta las columnas de palabras, de arriba hacia abajo, comenzando por la primera (esquina superior izquierda) hasta llegar al final de la columna (esquina inferior izquierda); después continuará leyendo, en orden, de arriba hacia abajo las columnas siguientes, sin detenerse. Si termina de leer todas las columnas, antes de que indique el realizador de la prueba, que se ha terminado el tiempo, volverá a la primera columna y seguirá leyendo, hasta que se le de la señal de terminar. (Debe recordarse que el paciente no debe interrumpir la lectura hasta que no se le advierta que debe parar y que debe leer en voz alta, tan rápidamente como le sea posible). Cuando se equivoque, debe seguir a la palabra siguiente.

Para la lámina número dos, las instrucciones son las siguientes: En esta parte de la prueba, la persona evaluada debe nombrar los colores de cada uno de los grupos de equis que aparecen en la página. Este ejercicio, se realiza de forma similar al anterior. El individuo valorado debe comenzar en la primera columna y nombrar los colores de los

grupos de equis, de arriba hacia abajo, sin omitir ninguno; haciendo lo mismo en las columnas siguientes. Si comete un error, debe avanzar al grupo de equis que le suceda, deteniéndose cuando se le sea indicado por el evaluador.

Para la lámina número tres, las instrucciones son las siguientes: La persona que presenta la prueba debe decir el color de la tinta con la que está escrita cada palabra. Se le indica que debe ir de arriba hacia abajo en todas las columnas y cuando termine, pasar a la siguiente y así sucesivamente. Si comete un error debe pasar a la siguiente palabra de la columna.

El paciente se detendrá cuando se le señale. Mientras realiza la tarea propuesta, un experimentador – ayudado por una hoja igual a la del paciente, pero numerada del uno al veinte en sus filas - irá chequeando, que el evaluado diga todas las palabras de la lista, sin omitir ninguna.

El tiempo dado para realizar cada la identificación de cada uno de los ítems, puede ser predefinido por el experimentador, como un **tiempo constante**, el cual se define como la unidad de tiempo con la que cuenta la persona evaluada para contestar cada palabra, si agota este, se le pide que pase a la siguiente palabra. También puede definirse como **tiempo variable**, el cual consiste en que: solamente puede pasar a la otra palabra, cuando haya dado respuesta a la palabra anterior.

### 2.1.3 Stroop emocional

Actualmente las teorías cognitivas otorgan un papel importante al proceso atencional en cuanto el por qué aparecen y se mantienen los

trastornos de ansiedad. Precisamente, se dice que las personas que sufren de estos trastornos atienden preferiblemente a la información relacionada con sus miedos y preocupaciones. En los últimos años se han realizado un sin número de investigaciones relacionadas con estos distintos trastornos de ansiedad, teniendo en cuenta varias pruebas cognitivas, pero sin ninguna duda la más empleada ha sido el **Stroop Emocional**.

Esta prueba en su formato tradicional, consiste en la presentación de tarjetas en las que están escritas varias palabras con los distintos colores. En cada tarjeta se incluyen palabras relacionadas con una única categoría emocional, por ejemplo violación. La labor del paciente consiste en identificar el color de las palabras sin hacer caso de su significado en el tiempo más corto que le sea posible. Y se supone que existe un sesgo atencional si emplea más tiempo en nombrar el color de las palabras emocionales, que el de las palabras neutras; la razón es el color de la palabra emocional, causa un efecto perturbador en el funcionamiento cognitivo del sujeto, puesto que están relacionadas con un tema de su principal intranquilidad y, es lo que se conoce tradicionalmente como efecto “Stroop”.

Esto se explica como que la dirección de la atención de la persona más o menos automáticamente se dirige hacia el significado de las palabras amenazantes, por lo que le quita recursos a la tarea más importante que es el nombrar el color. Como por ejemplo, si al sujeto se le presenta la palabra **GUERRA** este debe mencionar como respuesta a la prueba “**AZUL**”.

## Un ejemplo desarrollado con stroop emocional

Este ejemplo es tomado del desarrollo de una investigación a cargo de Rosa María Baños y Reyes Moliner psicólogos pertenecientes a la *Universidad de Valencia* y a la *Universidad Jaume I de Castellón de España* que lleva por título **Procesamiento selectivo de la información amenazante en niños fóbicos: Una replicación del estudio de Martín, Horder y Jones (1992)**.

En este se estudia el procesamiento selectivo de la información amenazante en niños con fobia a la tormenta. En concreto, los objetivos de este trabajo se centraron en comprobar si ese procesamiento cognitivo sesgado está presente en niños fóbicos y si este sesgo permanece constante a medida que se avanza en la edad. Se utilizó una muestra de 52 niños, agrupados en 3 rangos de edad, 6-7, 9-10 y 12-13 años, y en función de si presentaban o no la fobia.

### Metodología utilizada en la investigación

Fueron conformados 5 conjuntos de estímulos: Estímulos de práctica (secuencias de Oes, por ejemplo “OOOOO”), no palabras, palabras; de colores, palabras neutras y palabras relacionadas con tormentas. El listado de las palabras puede verse en la Tabla1. En el ejercicio se utilizaron dos versiones de la tarea Stroop modificada: una tarea con cartulinas y una computarizada.

**Tabla 1. Estímulos utilizados**

Palabras de tormenta	Palabras Controles	No palabras
Tormenta	Mariposa	Sebitola
Gotas	Jarrón	Caspun
Rayo	Pera	Loruna
Viento	Cuadro	Posema
Lluvia	Puerta	Rocu
Trueno	Tienda	Tasmi
Ruido	Radio	Prome
Oscuro	Libro	Vinotu

\* Tomado de: **Procesamiento selectivo de la información amenazante en niños fóbicos: Una replicación del estudio de Martín, Horder y Jones (1992)**, pag21

**a) Stroop con cartulinas:** Todos los estímulos se escribieron en cinco cartulinas, una para cada tipo de estímulo. Las cartulinas eran de 20x26 cm. y las letras de 0.5x0.5 cm. Cada estímulo aparecía dos veces en la cartulina, y estaban distribuidos en series de cuadrados latinos 4x4 y escritos en cuatro colores (rojo, azul, verde y amarillo). Cada color aparecía sólo una vez en cada fila y en cada columna. La tarea comenzaba con la cartulina de práctica (secuencias de Oes) y el resto de las cartulinas se presentaban aleatoriamente. A los sujetos se les pedía que fueran, columna a columna, nombrando tan rápidamente como pudieran el color en el que cada estímulo estaba escrito, y que no intentaran leer las palabras, e ignoraran su significado. El tiempo empleado para la respuesta se tomaba con un cronómetro.

**b) Stroop computarizado:** Los estímulos fueron presentados, en un computador PC 386 DX siendo los mismos empleados en la tarea anterior, excepto las palabras de colores, que no se emplearon en esta tarea. Todos los estímulos aparecían en el centro de la pantalla y los tiempos de respuesta eran registrados por el ordenador. Primero se presentaron 20 ensayos de práctica (secuencias de Oes), y

posteriormente el resto de los estímulos, constituyendo un total de 96 ensayos.

Los estímulos se exhibían aleatoriamente, con la restricción de que ni el mismo estímulo ni el mismo color, aparecieran dos veces seguidas. El intervalo entre ensayos era de 3 segundos. Se colocaron 4 pegatinas coloreadas (en azul, verde, rojo y amarillo) sobre 4 teclas del teclado del computador, pidiéndole a los sujetos ignorar el significado de las palabras, presionando lo más rápidamente posible la tecla correspondiente al color, en que aparecía escrito el estímulo.

## **Procedimiento**

La aplicación del experimento se hizo individualmente, en dos sesiones, con un intervalo de una semana entre ellas. En la primera sesión se completó el Stroop con cartulinas y en la segunda el computarizado.

## **2.2 ELECTROENCEFALOGRAFÍA**

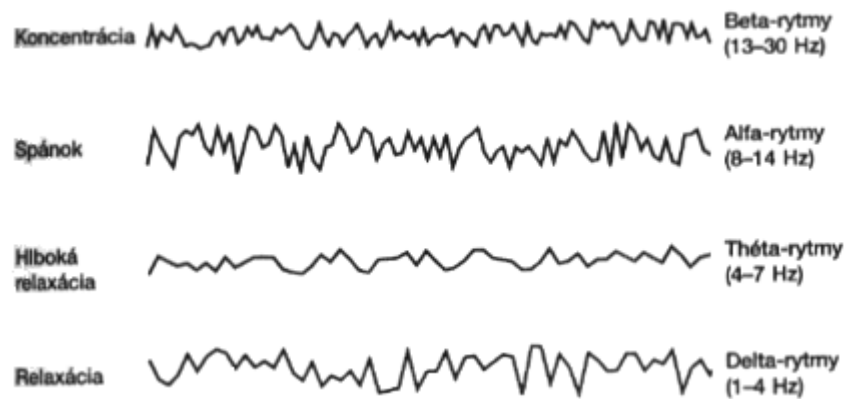
El electroencefalograma es definido, como el registro gráfico de las oscilaciones de potencial, producidas en las neuronas del encéfalo en función del tiempo. Los potenciales son adquiridos mediante electrodos colocados sobre la superficie del cuero cabelludo y son el resultado de los cambios de potencial, de las membranas celulares y de las descargas transmitidas por las fibras nerviosas, de las neuronas que abarcan los electrodos.

Las frecuencias de las ondas del EEG están entre 0.5 y 100 Hertz (Hz); la mayoría de las veces estas ondas no poseen una forma determinada, pero son clasificadas de acuerdo a su ritmo (frecuencia). Los principales

grupos son: las ondas con frecuencia entre 8 y 14 Hz donde se encuentran las denominadas ondas alfa, las ondas beta están entre 13 y 30 Hz, las ondas teta están entre 4 y 7 Hz y las ondas delta poseen frecuencias inferiores a 4 Hz (1 Y 4).

La amplitud de las ondas es variable y depende en buena medida, del nivel de sincronización de las descargas; en general no superan los 100  $\mu$ V [Niedermeyer y López, 1987].

**Figura 5. Ondas EEG**



### 2.2.1 Captación del EEG

La actividad bioeléctrica cerebral puede captarse por diversos procedimientos:

- Sobre el cuero cabelludo.
- En la base del cráneo.
- En cerebro expuesto.
- En localizaciones cerebrales profundas.

Para captar la señal se utilizan diferentes tipos de electrodos:

- Electrodo superficial: Se aplican sobre el cuero cabelludo.
- Electrodo basal: Se aplican en la base del cráneo sin necesidad de procedimiento quirúrgico.
- Electrodo quirúrgico: para su aplicación es precisa la cirugía y pueden ser corticales o intracerebrales.

El registro de la actividad bioeléctrica cerebral, recibe diferentes nombres según la forma de captación:

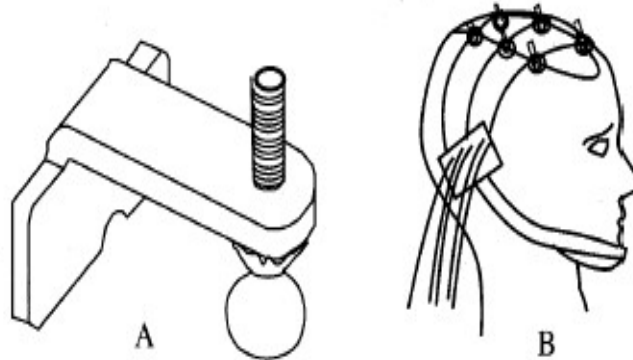
- Electroencefalograma (EEG): cuando se utilizan electrodos de superficie o basales.
- Electroencefalograma cortical (ECoG): si se utilizan electrodos quirúrgicos en la superficie de la corteza.
- Electroencefalograma profundo (E-EEG): cuando se emplean electrodos quirúrgicos de aplicación profunda.

#### 2.2.1.1 Tipos de electrodos:

- Superficiales: Existen varios tipos:
  - a) *Adheridos*: Son pequeños discos metálicos de 5mm de diámetro. Se adhieren con pasta conductora y se fijan con colodión que es aislante.
  - b) *De contacto*: Consisten en pequeños tubos de plata clorurada, enroscados en soportes de plástico. En su extremo de contacto, se coloca una almohadilla, humedecida con solución conductora. Son sujetos al cráneo con bandas elásticas conectados con pinzas de

“cocodrilo”. De fácil colocación, pero incómodos para el paciente. Por esto, no permiten registros de larga duración. Ver Figura 6.

**Figura 6. Tipos de electrodos usados en la toma de señales EEG**



c) En casco de malla (Ver Figura 7). De introducción reciente. Los electrodos están incluidos en una especie de casco elástico. Existen cascos de diferentes tamaños, dependiendo de la talla del paciente. Se sujetan con cintas a una banda torácica. Como características mas importantes están: facilidad en la colocación, comodidad para el paciente en registros de larga duración, gran inmunidad a los artefactos ó ruidos por mala colocación de los electrodos -lo que los hace muy útiles en estudios comparativos -, sin embargo para sacar provecho de esta característica, se precisa de una técnica muy depurada en el tratamiento de señales.

**Figura 7. Electrodo en casco**



d) De aguja. Su uso es muy limitado; solo se emplea en recién nacidos y en UCI. Pueden ser desechables (de un solo uso) o de uso múltiple. En este caso, su esterilización y manipulación debe ser muy cuidadosa. Todos los electrodos descritos hasta aquí, registran únicamente, la convexidad superior de la corteza.

Para el estudio de la cara basal del encéfalo, se utilizan electrodos especiales como, el faríngeo, el esfenoidal, y el timpánico.

e) Quirúrgicos. Se utilizan durante el acto quirúrgico y son manipulados exclusivamente por el neurocirujano. Pueden ser duros, corticales o intracerebrales.

### **2.2.1.2 Preparación para el examen**

La noche antes del examen, el paciente debe lavarse el cabello y no aplicarse acondicionador, laca ni aceites. Es posible que el médico solicite la suspensión de algunos medicamentos. El paciente no debe cambiar ni dejar de tomar sus medicamentos sin antes consultar al médico.

Deben evitarse los alimentos que contengan cafeína ocho horas antes del examen.

Probablemente se pida al paciente disminuir las horas de sueño la noche anterior, debido a que algunas veces es necesario inducir el sueño durante el examen.: La preparación física y psicológica para bebés y niños, que se puede brindar para éste caso o en cualquier examen o procedimiento, depende de la edad, intereses, experiencias previas y grado de confianza del niño.

El examen no causa ninguna incomodidad. A pesar de que tener electrodos pegados sobre la piel puede sentirse algo extraño, ellos solamente registran la actividad y no producen ninguna sensación.

### **2.2.1.3 Razones por las que se realiza el examen EEG**

Se utiliza para diagnosticar la presencia y tipo de trastornos convulsivos, buscar las causas de la confusión y para evaluar las lesiones en la cabeza como, tumores, infecciones, enfermedades degenerativas y alteraciones metabólicas que afectan al cerebro.

También se emplea, para evaluar trastornos del sueño e investigar períodos de pérdida del conocimiento. El EEG puede realizarse, para confirmar la muerte cerebral en un paciente comatoso. El EEG no puede utilizarse para "leer la mente", medir la inteligencia ni diagnosticar una enfermedad mental.

a) *Valores normales:* Las ondas cerebrales tienen amplitud y frecuencias normales y otras características típicas. El significado de los resultados anormales y los hallazgos anormales pueden indicar:

- Trastornos convulsivos (como epilepsia y síndromes convulsivos en general).
- Anomalía de la estructura cerebral (como tumores cerebrales, abscesos cerebrales).
- Lesiones de la cabeza, encefalitis (inflamación del cerebro).
- Hemorragias (sangrado anormal causado por la ruptura de un vaso sanguíneo).
- Infarto cerebral (tejido muerto debido a un bloqueo del suministro de sangre).
- Trastorno del sueño (como narcolepsia).

b) *Riesgos*: El procedimiento es muy seguro. Si se tiene un trastorno convulsivo, es posible que las luces centelleantes o una hiperventilación provoquen una convulsión, pero el médico está entrenado para manejar la situación y cuidar del paciente si esto ocurre.

### 2.3 LENGUAJE UNIFICADO DE MODELADO (UML)

Para el desarrollo de la herramienta software existe el Proceso Unificado de Desarrollo de Software, creada por Ivar Jacobson, Grady Booch y James Rumbaugh, miembros de The Rational Software Corporation. Esta metodología busca guiar de manera lógica y ordenada todas las actividades necesarias para lograr el desarrollo óptimo de un sistema; utiliza el Lenguaje Unificado de Modelado (UML) con el cual se preparan todos los componentes de un sistema software.

El Proceso Unificado está fundamentado en los siguientes tres aspectos:

Dirigido por casos de uso o proceso unificado, centrado en la arquitectura, iterativo e incremental.

Para el Proceso Unificado es importante definir claramente los requisitos del usuario, es decir, lo que el usuario quiere que el sistema haga. En el Proceso Unificado, los usuarios no sólo son las personas que van a utilizar el sistema, sino que en algunos casos, pueden ser otros sistemas que requieren algún resultado del sistema en desarrollo. Toda acción que proporcione al usuario un resultado importante se denomina caso de uso. Se dice que es dirigido por casos de uso, porque, a medida que se van estableciendo casos de uso se le va dando una dirección al proceso de desarrollo de software.

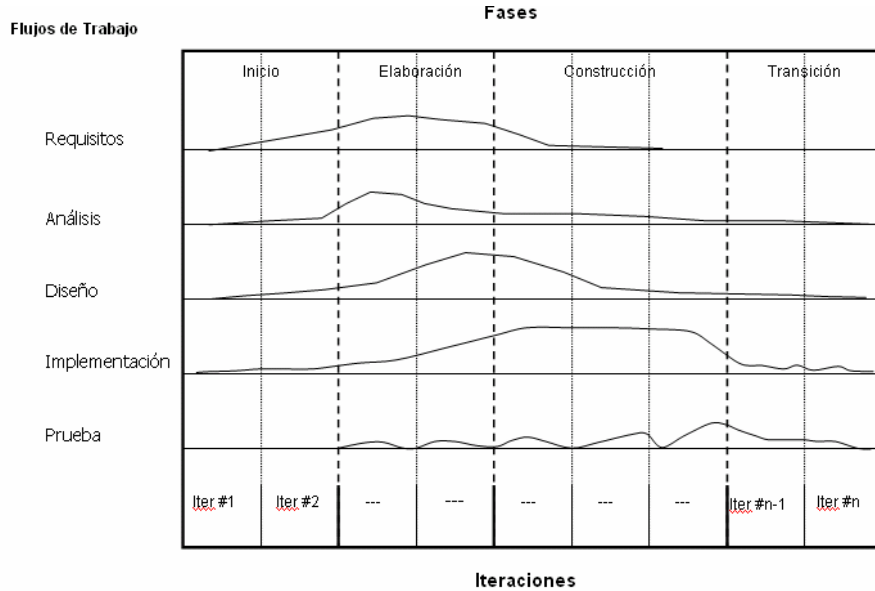
A la vez que se van recopilando los casos de uso, el desarrollador puede tener una primera idea de lo que podría ser la arquitectura del sistema, la cual va moldeando a medida que este evoluciona y que se van definiendo y especificando los casos de uso con los que cuenta, lo que conlleva a que se haga una mejor constitución de casos de uso.

Una de las ideas principales del Proceso Unificado es dividir el trabajo en partes más pequeñas. Cada una de estas partes es un avance en la construcción del producto, lo que exige que éstas sean hechas de manera planificada, con el fin de cumplir con los casos de uso que se han identificado y especificado para cada una de aquellas partes; si esto se cumple, se puede pasar a desarrollar otra pequeña parte del proyecto. De esta forma se dice que se hacen iteraciones y a su vez se nota el crecimiento del producto.

Para construir una versión del producto siguiendo esta metodología se tienen que realizar cuatro fases, cada una de las cuales se divide en

iteraciones o mini-proyectos, cada iteración pasa por cinco flujos de trabajo como se puede observar en la Figura 8.

**Figura 8. Fases y flujos de trabajo**



Los flujos de trabajo son:

- **Requisitos:** Su propósito es describir los requisitos del sistema, es decir, lo que el sistema debe hacer de acuerdo a lo discutido entre el usuario y el desarrollador.
- **Análisis:** Su objetivo es lograr una comprensión más precisa de los requisitos y obtener una descripción de éstos, que permita estructurar el sistema de una manera más fácil.

- **Diseño:** Su propósito fundamental es formular modelos, que se centran en los requisitos no funcionales y el dominio de la solución.
- **Implementación:** Su finalidad es la construcción del sistema, es decir, la elaboración del código fuente, interfaces, ejecutables, entre otros.
- **Prueba:** Su objetivo es comprobar el resultado de la implementación mediante pruebas.

Las fases de un ciclo son:

- **Inicio:** En esta fase se desarrolla una descripción del producto final a partir del modelo de casos de uso y un esbozo de la arquitectura provisional del sistema. Además, se planifica en detalle la fase de elaboración.
- **Elaboración:** Se especifican en detalle la mayoría de los casos de uso y se diseña la arquitectura del sistema. Durante esta fase se realizan los casos de uso más críticos detectados en la fase de inicio. Además, se planifican las actividades y se estiman los recursos necesarios para terminar el proyecto.
- **Construcción:** Se consolida la arquitectura del sistema, lo que permite construir el sistema de acuerdo a los casos de uso que se habían establecido.
- **Transición:** Se verifica si realmente se cumplió con los objetivos propuestos, de no ser así, se hacen las respectivas correcciones para poder entregar el producto final.

### **3. METODOLOGÍA DE DESARROLLO DE LA APLICACIÓN INFORMÁTICA**

#### **3.1 FASES DE DESARROLLO**

De acuerdo con la metodología explicada en el capítulo anterior, se especifican a continuación cada una de las actividades que se realizaron en las diferentes fases, para cumplir de esta manera los objetivos planteados.

##### **3.1.1 Inicio.**

En esta fase se realizó la búsqueda de la información necesaria para documentar el proyecto y soportar el desarrollo del mismo.

- Fue seleccionada, la información relevante que ilustraría la captura de señales encefalográficas.
- Se realizó la recopilación de la información bibliográfica, para soportar los parámetros que se evaluaron durante la prueba stroop clásica y emocional.
- Se investigaron los modelos anteriormente propuestos sobre el tema como apoyo para realizar modelos más eficientes.
- Se consultó acerca del funcionamiento de los equipos utilizados durante el desarrollo del proyecto.

- Fue elaborado el marco teórico en el cual se especificaron el problema como los posibles procedimientos de solución.
- Los casos de uso funcionales más relevantes, fueron seleccionados para el modelo.
- Se evaluaron los requerimientos necesarios para el desarrollo del software.

### **3.1.2 Elaboración.**

Esta fase tuvo como eje principal el estudio de la información recopilada en la fase anterior, en especial, los requerimientos con los que se estructuró la forma de desarrollar el proyecto.

- Fue realizado el estudio, de los posibles lenguajes de programación a utilizar para el desarrollo del modelo.
- Se elaboró el análisis y definieron los parámetros implementados para la evaluación de la prueba stroop.
- Se estructuró el diseño del software en cuanto a interfaz gráfica, bases de datos y la integración de los equipos necesarios.
- Se estudiaron los procedimientos de análisis numéricos necesarios para la evaluación de los datos obtenidos con la aplicación.
- Se elaboró un esbozo de un teclado que facilite la ejecución de la prueba.

### 3.1.3 Construcción.

Esta fase aportó el desarrollo propiamente dicho del proyecto.

- Se desarrolló la aplicación con la que se llevaron a cabo las pruebas stroop clásica y emocional.
- Fueron implementados los algoritmos para la captura de video, necesarios para la recreación del examen.
- Se creó la interfaz de usuario.
- Fue realizado el modelo de la base de datos.
- Se elaboró, el teclado específico para el desarrollo de la prueba.
- Fueron elaborados los siguientes acoples:
  - Acople entre la captura del video, la señal encefalográfica y el tiempo transcurrido en la prueba.
  - Acople de la aplicación de la prueba stroop con el teclado.
  - Creación de la aplicación que reproduce el examen, donde se muestra en paralelo la señal encefalográfica, el video capturado y el desarrollo de la prueba Stroop.
- Se desarrollaron algoritmos para el análisis numérico de los datos obtenidos.

### **3.1.4 Transición.**

En esta etapa se verificó el funcionamiento del proyecto así como la generación de la documentación y las metodologías de uso de la aplicación.

- Fueron realizadas las pruebas para verificar el funcionamiento de los procesos de captura, análisis numéricos y generación de informes sobre los datos obtenidos.
- Se construyó el manual del usuario (Ayudas Multimedia).
- Fue creada una metodología de capacitación, para el personal que se hará cargo de la utilización de la aplicación.
- Se corrigieron los errores encontrados en la aplicación, durante la realización de las pruebas.

### **3.2 REQUISITOS DEL SISTEMA**

Para estructurar el proyecto, fue necesario conocer de forma clara lo que se pretendía realizar con él. Es por esto que se hizo indispensable, enumerar los requerimientos de la aplicación. Aquellos permitieron darle un rumbo claro al proyecto, al ser utilizados para el análisis y diseño de la aplicación, para el efecto se usaron los casos de uso que serán mostrados mas adelante.

En general los requerimientos fueron clasificados en tres grupos: requisitos de almacenamiento, de interfaz y de consultas e informes,

con el fin de ordenar el tipo de información que se deseaba manejar o construir

1. Requisitos de almacenamiento: tienen relación con la información que debe ser guardada en base de datos.
2. Requisitos de interfaz: permiten entender la forma de interacción entre los usuarios y el sistema
3. Requisitos de consultas e informes los cuales tratan de la administración de la información guardada u obtenida durante el uso de la aplicación.

### **3.2.1 Requisitos de almacenamiento de información**

- Crear una base de datos en donde se guarde y administre información de los usuarios, así como de la sesión.
- Guardar la información del especialista tal como su nombre, apellidos, documento de identidad, teléfono y correo electrónico, así como la información del paciente en donde se pide almacenar su nombre, apellidos, documento de identidad, teléfono, dirección actual, correo electrónico y fecha de nacimiento.
- Registrar los nombres de los grupos creados indicándole a cada uno un identificador único.
- Almacenar información de la configuración de la prueba. Si el tipo de prueba se refiere a la emocional, entonces, registrar el nombre de la

configuración, las características de presentación tales como, color de fondo, tamaño y tipo de letra, el tiempo de la prueba, la cantidad de palabras para cada prueba, la opción de lateralidad y un identificador único para cada configuración. Si el tipo de prueba es clásica, se guardará la misma información de la prueba emocional, adicionando la información de las pruebas predeterminadas, seleccionadas para la presentación clásica.

- Para la prueba emocional, se deben guardar las palabras usadas en la presentación, indicando el tipo de palabra y la configuración emocional a la que pertenecen.
- Se debe poder registrar información que recopile las características generales de cada sesión. Tanto para las sesiones de pruebas clásicas, como también para las emocionales, se debe guardar el nombre de la sesión, los documentos de identidad del especialista y el paciente, el identificador de la configuración de la prueba, el grupo al que pertenece la sesión, la fecha de realización de la prueba y un identificador único.

En el momento de la creación de la base de datos se deben tener en cuenta las siguientes indicaciones:

- Un Especialista puede estar en varias sesiones, pero una sesión cuenta con solo un especialista registrado.
- Un paciente puede estar involucrado en varias sesiones, pero una sesión cuenta solo con un paciente.

- Un grupo puede existir en varias sesiones, pero una sesión solo puede tener un grupo.
- Una configuración puede ser usada para varias sesiones, pero en una sesión solo se usará, una configuración.

### 3.2.2 Requisitos de interfaz

- La Aplicación debe tener un módulo de creación de sesiones en donde pueda seleccionar: la información que desea capturar, el tipo de prueba que desea desarrollar, los usuarios, el grupo al que pertenece la sesión. Para la prueba, poder seleccionar la configuración, mostrar la presentación, los resultados y los informes.
- Dentro de la selección de la información a capturar, se requiere tener en cuenta tres tipos de información: Stroop, Video y Stroop-Video.
- Si en la sección de selección de la información a capturar, se elige video, esto significará que la sesión constará solamente de la captura de video. En la sección de video se deberán configurar las opciones para la captura y ejecutar el proceso de grabación.
- Si en la sección de selección de la información a capturar se elige Stroop-Video, esto significará, que se facilitara una sección de configuración de video, en donde se pueda previsualizar la forma en que será tomada esta información, durante la prueba stroop. Posteriormente, se deberá mostrar una sección, en donde el usuario pueda especificar, el tipo de prueba que quiere realizar.

- Si en la sección de selección de la información a capturar se elige Stroop, se debe mostrar una sección en donde el usuario pueda especificar el tipo de prueba que quiere realizar.
- En la sección de seleccionar el tipo de la prueba se escogerá entre cuatro opciones: Pruebas Clásica o Emocional sin la opción de guardar sesión y pruebas clásica o emocional con la opción de guardar sesión.
- Dependiendo, si dentro de la selección del tipo de prueba se optó por alguna opción, donde se permita guardar la sesión se deberán registrar los datos de los usuarios. Si uno de los usuarios utiliza por primera vez el sistema, se obligará a guardar su información en la base de datos y si ya existe en ella, debe permitir seleccionarla (Los usuarios del sistema son el especialista y el paciente).
- Dependiendo si dentro de la sección del tipo de prueba, se optó por alguna opción donde se permita guardar la sesión, se deberá seleccionar un grupo para la sesión. Si esta sesión se desarrolla como parte de un grupo nuevo, deberá ser guardada la información del nombre del grupo, en la base de datos. Si el grupo ya existe en la base de datos, debe permitir seleccionarlo en la sesión actual.
- Dentro de la sección configuración de la prueba, se debe poder asignar un nombre, si se va crear una configuración nueva o seleccionar el nombre de una configuración existente. Si se desea crear una nueva configuración, debe existir una sección en donde pueda seleccionar las opciones generales de la prueba. Dependiendo si dentro de la selección del tipo de prueba, se optó

por alguna la opción donde se permita guardar la sesión el nuevo nombre de configuración y sus características serán guardadas en la base de datos.

- Dependiendo si dentro de la sección del tipo de prueba se optó por la prueba clásica, en la sección de configuración nueva, se deben tener en cuenta las siguientes opciones: escoger entre dos tiempos de prueba (constante o variable). Si el tiempo escogido es constante, se deberá indicar la cantidad de palabras que se presentarán en la prueba y el tiempo en que aparecerá una después de la otra. Si se escoge tiempo variable, se indicarán solamente la cantidad de palabras por prueba. Además se deberá escoger por lo menos una de tres pruebas prediseñadas que serán mostradas consecutivamente durante la presentación de la prueba.
- Dependiendo, si dentro de la sección del tipo de prueba se optó por la prueba emocional, en la sección de configuración nueva se deben tener en cuenta las siguientes opciones: escoger entre dos tiempos de prueba (constante o variable). Si el tiempo escogido es constante, se deberá indicar la cantidad de palabras que se presentaran en la prueba y el tiempo en que aparecerá una después de la otra. Si se escoge tiempo variable se indicará solamente la cantidad de palabras por prueba. Debe existir una sección de crear listas, en donde se agregarán el número de palabras seleccionadas anteriormente para la prueba por cada tipo de palabra (los tipos de palabra son neutra, general, no palabra, especial).
- Dentro de la sección de creación de la configuración, existirá otra sección en donde se pueda configurar el formato de la prueba. El formato de la prueba tiene característica tales como: el tamaño y

tipo de letra y el color de fondo de la presentación. También posibilitará el escoger, si la prueba es presentada con características de lateralidad (Muestra las palabras en las cuatro esquinas de la pantalla, de forma aleatoria) o por el contrario, las palabras aparecerán en el centro de la pantalla.

- Luego de seleccionar la configuración de la prueba, ya sea una configuración nueva o una configuración existente, se debe hacer la presentación de la prueba, con las características escogidas. Esta sección debe presentar opciones de inicio de presentación, detención de presentación y finalización de presentación, así como las opciones de selección de respuestas (Colores: Azul, Amarillo, Rojo, Verde). Dependiendo, si dentro de la selección del tipo de prueba se optó por alguna opción donde se permita guardar la sesión, deberá existir una sección, en donde después de la presentación y realización de la prueba se seleccione el nombre de la sesión y la ruta en donde serán guardados los resultados recopilados. La carpeta donde se guardará esta información debe llevar el mismo nombre de la sesión.
  
- Luego de cada presentación de la prueba, debe existir una presentación de resultados según las respuestas seleccionadas por el usuario. Si la prueba es clásica se deben mostrar las palabras expuestas en la presentación, el color en que estaban escritas, la opción de color escogida por el usuario, la demora en dar la respuesta (Latencia: tiempo que demoró en dar respuesta después de que aparece la palabra). Si la prueba es emocional además de la información mostrada en los resultados de la prueba clásica, agregará el tipo de palabra al que pertenece.

- Dependiendo, si dentro de la sección del tipo de prueba, se optó por alguna opción donde se permita guardar la sesión, deberá existir una sección en donde se muestre un informe que contenga la información de los usuarios, información de la configuración de la prueba, el grupo al que pertenece la sesión y un análisis numérico de los resultados recogidos. Este análisis numérico, debe mostrar por separado, la cantidad de palabras, de aciertos, de errores, presentando sus promedios y desviaciones estándar respectivas. Además, presentar por separado, las latencias registradas durante la prueba, para los aciertos y para los errores, presentando sus promedios y desviaciones estándar respectivos.
- La aplicación será capaz de reproducir nuevamente una sesión desarrollada de tal manera, que muestre en forma simultánea la presentación, las respuestas del usuario y, si ha sido seleccionada: la información audio-visual de la sesión, así como el acople de la información cerebral, si fue tomada simultáneamente con el desarrollo de la presentación de la prueba.
- Habría una sección, en donde el usuario seleccione la carpeta con el nombre de la sesión que quiere reproducir y en donde se encuentra toda la información de la sesión.
- La aplicación debe identificar que información ha sido guardada en la carpeta, y mostrar una sección en donde le indique al usuario, que datos puede utilizar en la reproducción de la sesión. En esta sección el usuario, puede configurar las características de presentación de la señal encefalográfica, tales como los rangos de visualización y se

debe indicar la frecuencia, en que fueron capturados esta clase de datos.

- La reproducción de la sesión debe tener una serie de controles, que le permitan al usuario interactuar con ella tales como: iniciar, pausar, detener y cerrar. Además debe tener la posibilidad de colocar algunas referencias en la señal durante el transcurso de la reproducción.

### **3.2.3 Requisitos de consultas e informes**

- En la sección de registrar usuarios, se podrá visualizar, los apellidos de los especialistas y pacientes existentes así mismo como sus respectivos documentos de identidad.
- Dentro de la sección de selección de grupo, debe poder visualizarse todos los grupos existentes.
- Dentro de la sección de creación de configuraciones, se podrá visualizar todas las configuraciones existentes tanto para pruebas clásicas como emocionales con sus determinadas características.
- Existirá una sección, en donde se permita visualizar los datos de los especialistas y pacientes registrados y posibilitar la modificación de la información que contienen.
- Habrá una sección, en donde se pueda visualizar las sesiones existentes y tener la posibilidad de borrarlas si se considera conveniente.

- Se podrán visualizar los nombres de los pacientes existentes con el fin de tener la opción de suprimir alguno de ellos, si se considera necesario. Si algún paciente es borrado, las sesiones en las que él se encuentra involucrado, también deben ser borradas.
  
- Se crearán informes donde se puede visualizar la información de una sesión determinada, ya sea de tipo clásica, o emocional donde se muestre un la información de los usuarios, información de la configuración de la prueba, el grupo al que pertenece la sesión y un análisis numérico de los resultados recogidos.
  
- Dependiendo de opciones de consultas predeterminadas, se deberán crear informes. Estas opciones reunirán la información de todas las sesiones que cumplan con uno de los siguientes parámetros de consulta:
  - Informes de sesiones que contengan el mismo nombre de configuración.
  
  - Si la configuración es clásica se parametrizará la búsqueda por grupo, por color de palabra o por ambas opciones al mismo tiempo.
  
  - Si la configuración es emocional se puede parametrizar la búsqueda por grupo, por color de palabra, por tipo de palabra o por las combinaciones entre grupo con color de palabra y grupo con tipo de palabra.

### 3.3 CASOS DE USO

En este capítulo se muestra el proceso de análisis y diseño de la aplicación mediante UML, basando en los requerimientos la estructura del software. Además permite el mejor estudio del proyecto y es una ayuda al momento de hacer modificaciones, facilitará la integración de la información de forma ordenada. Es por esto que se utilizó la representación y descripción de los casos de uso, para identificar el accionar del sistema, desde el punto de vista del usuario, con el fin de explicar que hace la aplicación.

Los casos de uso muestran el funcionamiento de la aplicación, con la interacción de agentes externos llamados actores. Los actores, para este proyecto, son los especialistas que dirigen las pruebas y los pacientes que las realizan; es importante mencionar que los actores son roles y los usuarios son personas que al usar la aplicación, asumen un rol determinado.

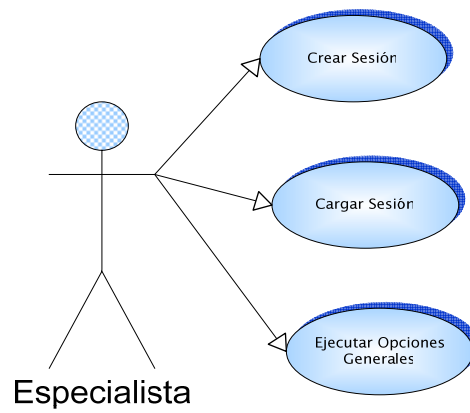
Cada caso de uso, puede contener subcasos que se relacionan directamente con él. Existen las relaciones de extensión, que en términos generales es una relación de herencia, y relaciones de uso, en donde el subcaso debe realizarse para que el caso también lo pueda hacer.

Para completar este tipo de documentación, los casos de usos están compuestos por una descripción, en donde se incluye, información del funcionamiento, la relación con los requerimientos, los demás casos o subcasos de uso y los eventos de iteración entre el actor y el sistema.

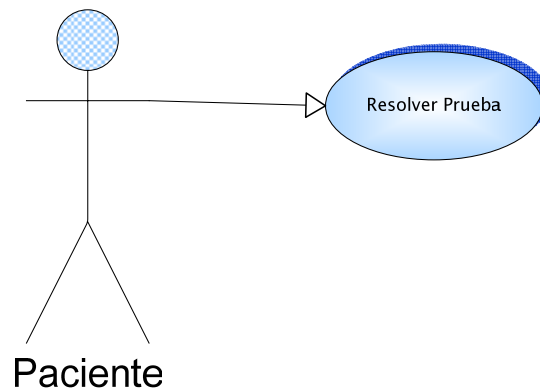
### 3.3.1 Diagramas

#### 3.3.1.1 Diagramas Casos De Uso

**Figura 9. Diagrama especialista**

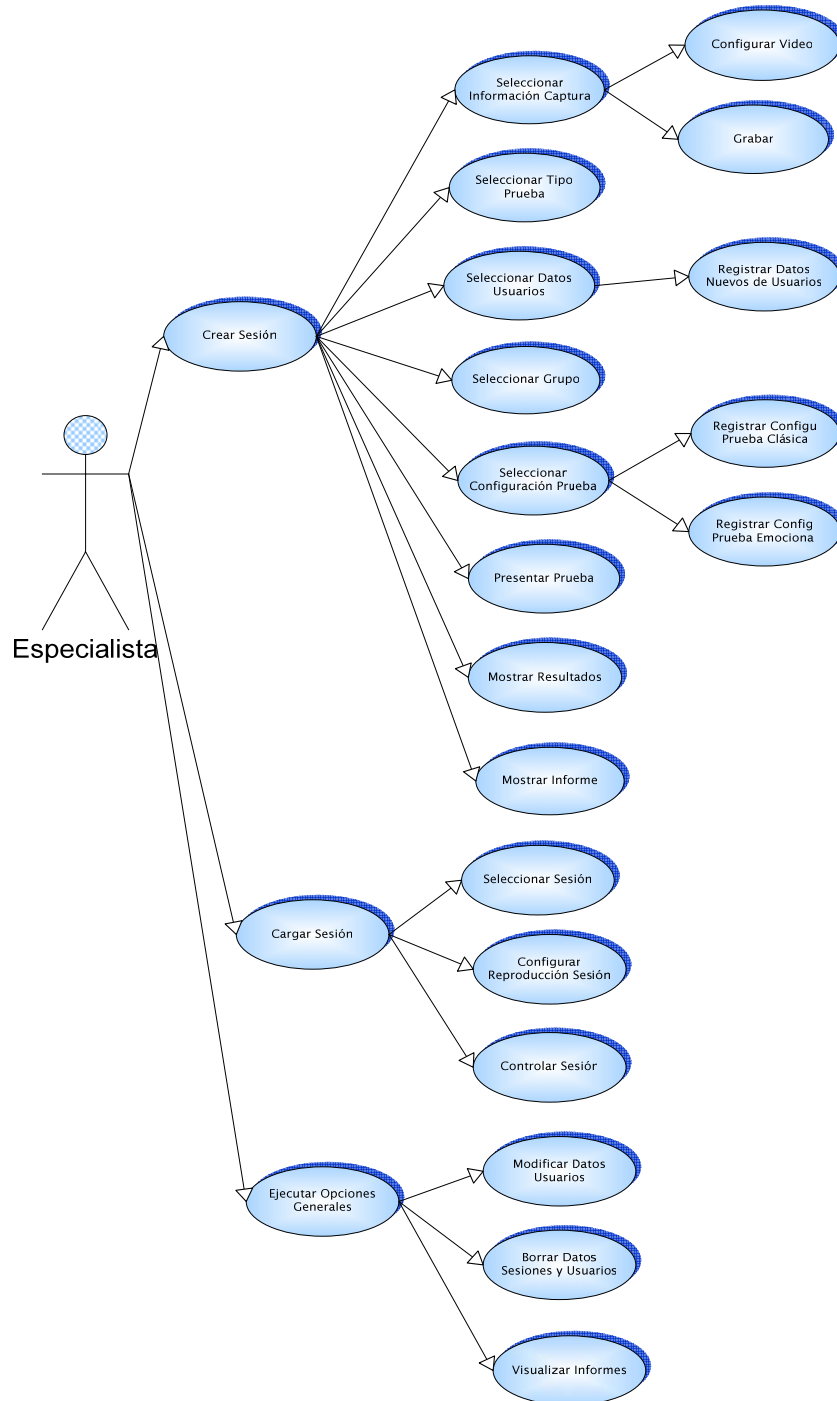


**Figura 10. Diagrama Paciente**



### 3.3.1.2 Diagramas Subcasos de uso

Figura 11. Diagrama subcasos de uso



### 3.3.2 Descripción

#### 3.3.2.1 Descripción casos de uso

- **Nombre:** Crear Sesión.  
**Actores:** Especialista.  
**Función:** Permitir el proceso de desarrollo de una prueba hasta el momento de ejecución de la misma y la presentación de resultados.  
**Descripción:** El usuario puede seleccionar el tipo de prueba que desea desarrollar, seleccionar usuarios, seleccionar el grupo al que pertenece la sesión, seleccionar la configuración de la prueba y lanzar la presentación de la prueba.
  
- **Nombre:** Cargar Sesión.  
**Actores:** Especialista.  
**Función:** Permitir la selección, configuración y reproducción de pruebas anteriormente creadas.  
**Descripción:** El usuario puede seleccionar la sesión que desea reproducir, seleccionar las opciones de reproducción y controlar la reproducción de acuerdo a sus necesidades.
  
- **Nombre:** Ejecutar Opciones Generales.  
**Actores:** Especialista.  
**Función:** Permitir la administración de información guardada en la base de datos.  
**Descripción:** El usuario, puede modificar información de los usuarios así como también, borrar datos de pacientes y de sesiones. Puede, además, también visualizar informes sobre sesiones y grupos de sesiones realizadas.

- **Nombre:** Resolver Prueba.  
**Actores:** Paciente.  
**Función:** Permitir la interacción con la aplicación, con el fin de realizar una prueba anteriormente configurada.  
**Descripción:** El usuario puede interactuar con la presentación de la prueba, seleccionando las respuestas necesarias para la realización de la misma.

### 3.3.2.2 Descripción subcasos de uso

- **Nombre:** Crear Sesión, Seleccionar Información Captura.  
**Actores:** Especialista.  
**Función:** Permitir escoger el tipo de información que quiere ser capturada, durante la realización de la prueba.  
**Descripción:** El usuario puede escoger entre recopilar información de una prueba stroop, recopilar información comportamental con la grabación de un video o recopilar la información integrada de ambos aspectos.
- **Nombre:** Crear Sesión, Seleccionar Información Captura, Configurar Video.  
**Actores:** Especialista.  
**Función:** Permitir seleccionar las opciones de video que van a ser utilizadas durante la prueba.  
**Descripción:** El usuario puede seleccionar los controladores de audio y video así como los formatos en que será capturada la información audiovisual. También puede, visualizar la calidad de la información con los controladores y los formatos seleccionados de manera previa.

- **Nombre:** Crear Sesión, Seleccionar Información Captura, Video.  
**Actores:** Especialista.  
**Función:** Permitir seleccionar las opciones de video que van a ser utilizadas, durante la captura de video individual.  
**Descripción:** El usuario puede seleccionar los controladores de audio y video, los formatos en que será capturada la información audiovisual, así como seleccionar la ubicación en disco duro donde será almacenado el video. También iniciar y parar el proceso de captura de la información.
  
- **Nombre:** Crear Sesión, Seleccionar Tipo Prueba.  
**Actores:** Especialista.  
**Función:** Permitir seleccionar el tipo de prueba que será desarrollada durante el proceso de la sesión.  
**Descripción:** El usuario, puede seleccionar entre las prueba stroop clásica o la prueba stroop emocional para el desarrollo de la sesión así como también decidir si quiere que se guarden los datos de la prueba seleccionada o no.
  
- **Nombre:** Crear Sesión, Seleccionar Datos Usuarios.  
**Actores:** Especialista.  
**Función:** Permitir la elección de los usuarios.  
**Descripción:** El usuario puede seleccionar algún paciente y/o especialista ya existente en la base de datos, u optar por la opción de ingresar información de un nuevo paciente y/o especialista, los cuales estarán involucrados en la sesión a desarrollar.
  
- **Nombre:** Crear Sesión, Registrar Datos Usuarios, Registrar Datos Usuarios Nuevos.

**Actores:** Especialista.

**Función:** Permitir el ingreso de información del especialista y/o paciente nuevo a la base de datos.

**Descripción:** El usuario puede ingresar información tal como, su nombre, apellidos, documento de identidad, teléfono y correo electrónico. Para el paciente, se puede ingresar la misma información que para el especialista, adicionando la dirección y la fecha de nacimiento.

- **Nombre:** Crear Sesión, Seleccionar Grupo.

**Actores:** Especialista.

**Función:** Permitir seleccionar el grupo al que pertenecerá la sesión.

**Descripción:** El usuario puede seleccionar el nombre de un grupo existente en la base de datos o registrar un grupo nuevo.

- **Nombre:** Crear Sesión, Seleccionar Configuración Prueba.

**Actores:** Especialista.

**Función:** Permitir seleccionar una configuración.

**Descripción:** El usuario puede seleccionar el nombre de una configuración existente en la base de datos o registrar un nombre para una nueva configuración.

- **Nombre:** Crear Sesión, Seleccionar Configuración Prueba, Registrar Configuración Prueba Clásica.

**Actores:** Especialista.

**Función:** Permitir registrar la configuración de la prueba stroop clásica.

**Descripción:** El usuario puede seleccionar las opciones de la prueba stroop clásica, tales como, el tiempo de la prueba (constante

o variable), la cantidad de palabras de la prueba, el formato en que será desarrollada la presentación (tamaño y tipo de letra, color de fondo), la opción de lateralidad y, además, puede escoger por lo menos una de tres pruebas predeterminadas para el stroop clásico.

- **Nombre:** Crear Sesión, Seleccionar Configuración Prueba, Registrar Configuración Prueba Emocional.

**Actores:** Especialista.

**Función:** Permitir registrar la configuración de la prueba stroop emocional.

**Descripción:** El usuario puede seleccionar las opciones de la prueba stroop emocional, tales como: el tiempo del la prueba (constante o variable), la cantidad de palabras de la prueba, el formato en que será desarrollada la presentación (tamaño y tipo de letra, color de fondo), la opción de lateralidad. Además, puede agregar las palabras que se van a presentar por cada tipo de palabra de la prueba emocional (General, Especial, No Palabra, Neutra)

- **Nombre:** Crear Sesión, Presentar Prueba.

**Actores:** Especialista.

**Función:** Permitir inicializar la ventana donde el paciente realizará la prueba.

**Descripción:** El usuario puede inicializar la ventana de presentación de la prueba después de haber seleccionado la configuración correspondiente.

- **Nombre:** Crear Sesión, Mostrar Resultados.

**Actores:** Especialista.

**Función:** Permite visualizar los resultados de la prueba.

**Descripción:** El usuario puede acceder a la ventana en donde visualiza los resultados de la prueba que se acaba de realizar.

- **Nombre:** Crear Sesión, Mostrar Informe.

**Actores:** Especialista.

**Función:** Permite visualizar el informe de la prueba.

**Descripción:** El usuario puede acceder a la ventana en donde visualiza de forma detallada, la información relevante de la prueba - datos del especialista, el paciente, la configuración de la prueba - y un análisis numérico de los resultados.

- **Nombre:** Cargar Sesión, Seleccionar Sesión.

**Actores:** Especialista.

**Función:** Permite seleccionar la sesión que se quiere reproducir.

**Descripción:** El usuario puede seleccionar la carpeta donde se encuentran guardados los datos de la sesión que se desea reproducir.

- **Nombre:** Cargar Sesión, Configurar Reproducción Sesión.

**Actores:** Especialista.

**Función:** Permite seleccionar las opciones necesarias para la reproducción.

**Descripción:** El usuario puede, escoger que información observar en la reproducción, así como también configurar la representación de la señal en ítems, como los rangos de visualización y la frecuencia en que fue capturada inicialmente.

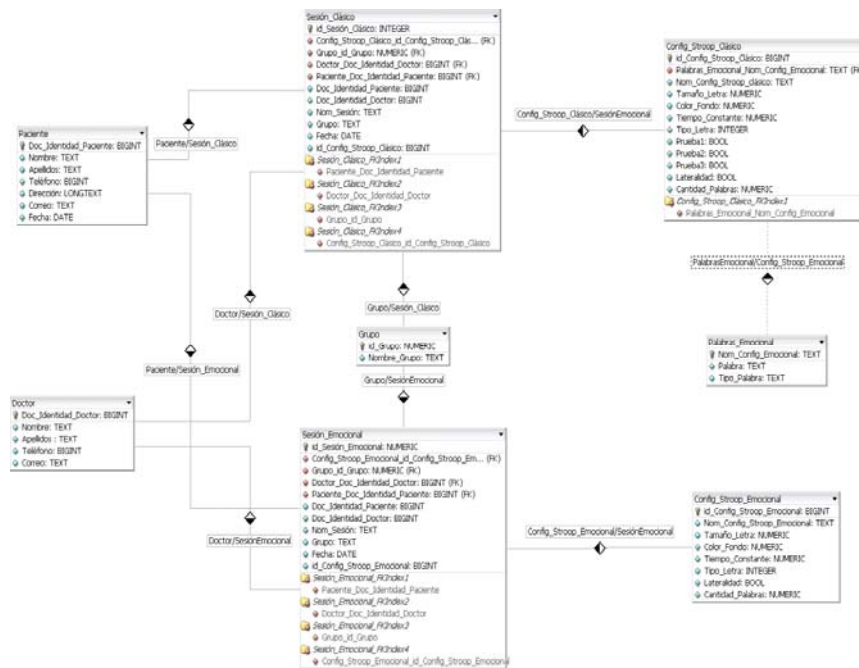
- **Nombre:** Cargar Sesión, Controlar Reproducción Sesión.  
**Actores:** Especialista.  
**Función:** Permite controlar la presentación antes, durante y después de su reproducción.  
**Descripción:** El usuario puede inicializar la reproducción, pausarla, detenerla y cerrarla, si lo cree conveniente. Además, colocar registros en la señal, en el momento que lo necesite.
  
- **Nombre:** Ejecutar Opciones Generales, Modificar Datos Usuarios.  
**Actores:** Especialista.  
**Función:** Permite modificar la datos de los usuarios existentes en la base de datos.  
**Descripción:** El usuario puede observar la información de los especialistas y los pacientes existentes en la base de datos y cambiar la información registrada anteriormente.
  
- **Nombre:** Ejecutar Opciones Generales, Borrar Datos Sesiones y Usuarios.  
**Actores:** Especialista.  
**Función:** Permite borrar información ya sea de sesiones o pacientes.  
**Descripción:** El usuario puede observar que sesiones y pacientes existen en la base de datos y borrar dicha información, si lo cree conveniente.
  
- **Nombre:** Ejecutar Opciones Generales, Visualizar Informes.  
**Actores:** Especialista.  
**Función:** Permite visualizar informes de las sesiones guardadas.

**Descripción:** El usuario puede observar información detallada de las sesiones realizadas; seleccionar informes de la prueba clásica, clasificando las sesiones por nombre de configuración, grupo y colores. También tiene la opción de seleccionar informes de la prueba emocional, clasificando las sesiones por nombre de configuración, grupo, colores y tipo de palabras.

### 3.4 BASE DE DATOS

El diseño de la base de datos fue hecho con Fabulus force data base designer 4 versión 4.0.5.6 beta © 2003 Michael G. Zinder. Este software, es distribuido bajo los términos de GNU GPL<sup>8</sup> y facilita la creación de la base de datos a partir del diseño de la misma.

Figura 12. Diagrama entidad-relación.



<sup>8</sup> La **GNU GPL** (General Public License o licencia pública general) es una **licencia** creada por la **Free Software Foundation** a mediados de los 80, y está orientada principalmente a proteger la libre distribución, modificación y uso de **software**.

### 3.5 ENTORNO DE DESARROLLO.

En el análisis de requisitos, se observó que dentro de los requerimientos más relevantes de este proyecto se encontraban: el manejo de interfaces de usuario amigables, el manejo de base de datos y la confiabilidad en la información que sería obtenida por la aplicación.

Luego de analizar los requerimientos del proyecto y de crear la estructura que se tomó como guía durante el transcurso del desarrollo, se decidió que se trabajaría con un entorno de desarrollo de software, que utilizara herramientas que proporcionen la automatización de algunas tareas del desarrollo de la aplicación o, lo que es igual, herramientas RAD (**Rapid Application Development**).

Existen varias soluciones de lenguajes de programación que cumplen con el requisito anteriormente expuesto y los cuales se compararon para tomar la decisión, arrojando como resultado, la utilización para este proyecto de la herramienta Delphi, de la cual se mostrarán las ventajas, que fueron tomadas como criterios primordiales de selección.

Al examinar el entorno Delphi, se observó un lenguaje bien estructurado, soportado en programación orientada a objetos, con muchos componentes a disposición, con facilidad para la conexión con bases de datos. Se cuenta con un ambiente de desarrollo con muchas facilidades en el manejo de la relación, entre el aspecto visual y los editores de sintaxis y con un depurador integrado con el cual facilita la búsqueda de errores de lógica en códigos grandes.

### 3.5.1 Lenguaje de Programación

Delphi está basado en el lenguaje de programación llamado Object Pascal, que genera archivos ejecutables compilados a diferencia de otros que utilizan código semi-interpretado. Es decir, que Delphi, está construido sobre un recompilador óptimo del código nativo lo que da lugar a que las aplicaciones de Delphi ejecuten código 10 a 20 veces más rápidamente en su interpretación. También se pueden compilar archivos ejecutables independientes (.EXEs) y librerías dinámicas reutilizables (DLLs).

Las características más importantes del lenguaje de programación que maneja Delphi se pueden listar de la siguiente manera:

- Object Pascal es un lenguaje de mayor alcance y más estructurado.
- Object Pascal es un lenguaje de programación orientado al objeto verdadero, que proporciona las ventajas de la herencia, el encapsulamiento y el polimorfismo.
- Object Pascal es un lenguaje compilado, asegurando ejecutables de alto rendimiento.
- La organización de archivos como DCUs proporciona un mecanismo más limpio para crear bibliotecas del código reutilizable.
- Object Pascal utiliza la tecnología más rápida de los compiladores existentes actualmente en el mundo.

Por último, los archivos del código, dentro de un proyecto desarrollado en Delphi, pueden no estar asociados directamente con alguna forma, permitiendo el alcance apropiado de funciones, procedimientos y variables, sin perder su funcionalidad.

### 3.5.2 Reutilización

Delphi maneja la reutilización de código y es por eso que utiliza el término componente, como los objetos que heredan de una clase superior, donde es posible implementar las funciones de las clases necesarias, para actuar con el entorno de desarrollo. Muchos de los llamados componentes en Delphi, son controles, por ejemplo botones, menús, entre otros. Además, permiten mejorar cualquier tipo de componentes, desarrollando nuevas funcionalidades para los existentes.

La aplicación de la reutilización se puede ver en tres áreas:

#### **Funciones compartidas**

Uno de los problemas habituales, dentro de los programas de Windows, es, como compartir funciones que actúen bajo la ejecución de diferentes acontecimientos de Windows. Delphi da solución a este inconveniente permitiendo que las funciones sean puestas en un archivo local o en una DCU (archivo de la unidad del PASCAL), el cual puede ser referido solamente por los archivos que lo requieran.

#### **Funciones reutilizables y bibliotecas**

Cualquier biblioteca utilizada en Delphi, se puede crear dentro el mismo ambiente de desarrollo. La sintaxis de Object Pascal, se organiza como unidades, con lo que puede accederse a las funciones compartidas, simplemente haciendo referencia a la unidad que contiene la función que se desea.

Delphi puede también utilizar y crear DLLs. Además, el lenguaje de programación Delphi, permite que los desarrolladores reutilicen y modifiquen la funcionalidad para requisitos particulares dentro de una clase.

## **Componentes**

Los componentes de Delphi se crean de forma más fácil; estos se construyen dentro del mismo ambiente del desarrollo de Delphi. Esto es importante, debido a que los desarrolladores prefieren trabajar con un sistema constante de herramientas. El utilizar Delphi para crear componentes reutilizables, se convierte en un factor de realce importante de la productividad, permitiendo un desarrollo más rápido con las ventajas agregadas de la reutilidad.

### **3.5.3 Base de Datos**

Delphi tiene una gran capacidad para la conectividad con bases de datos y cuenta con muchos componentes con los cuales conectar, manipular, presentar y capturar datos; facilitando variedad en controles visuales agradables, lo que ayuda en la manipulación de aplicaciones de este tipo.

Usando un solo componente de base de datos sobre una forma, se puede obtener comunicación bidireccional con una base de datos compatible, utilizando mecanismos crudos para la navegación como: adelantar, retroceder, borrar modificar.

La arquitectura de la base de datos de Delphi, proporciona a los desarrolladores el acceso de alto rendimiento a una variedad de fuentes de datos, incluyendo conductores de ODBC. Delphi, incluye



componentes de acceso a los datos y componentes de interfaz, utilizados para proporcionar una solución comprensiva de la base de datos, tales como controles para la entrada y la exhibición de datos, incluyendo las tablas y las rejillas.

Delphi también, ofrece la ayuda incorporada para las consultas y los informes. Un control de consulta proporciona la capacidad de realizar preguntas de tipo SQL, para formar la conexión que corresponde a los elementos filtrados de una base de datos, así como también, proporciona una interfaz intuitiva, para la creación de informes usando los datos reales en tiempo de diseño.

#### 4. AUTOMATIZACIÓN DE LA PRUEBA STROOP

A medida que la tecnología ha tenido su avance significativo, la industria de la informática ha aportado cambios igualmente significativos en las diferentes áreas del saber, dentro de los cuales la psicología no ha sido la excepción.

Uno de los aportes más importantes, son los desarrollos en campos como la medición psicológica, específicamente en la psicometría. En este terreno, se han logrado diseñar y ejecutar programas fundamentados en teorías psicométricas; las cuales contribuyen al desarrollo y análisis de pruebas prediseñadas, realizadas anteriormente de forma manual. Se ha aportado una buena administración de pruebas y la presentación de informes de los resultados obtenidos.

Estas soluciones conllevan a un mejoramiento en el desempeño de la evaluación psicológica tales como: mayor rapidez en el suministro de los test a los examinados, procesos de creación de test a gran escala y supresión de algunos pasos necesarios para la creación y aplicación adecuada de ellos. Adicionalmente, las implicaciones se pueden enmarcar en cuatro niveles de reflexión: ético, educativo, conceptual e investigativo. El fomento de actitudes hacia el uso correcto del software psicométrico, conducirá a un avance importante en el desarrollo de la profesión del psicólogo.

La psicología, de la mano de la informática, ha logrado crear un número considerable de programas académicos como comerciales, que tienen como objetivo, apoyar los objetos de medición y evaluación psicológica.



Los desarrollos se podrían catalogar en dos grupos: el primero, concentra a los programas que están a cargo en la desarrollo de test, pruebas de conocimiento, aptitud y percepción, entre otros.

El segundo grupo, lo conforman aquellos programas, que bajo dos modelos psicométricos (el clásico y teoría de respuesta al ítem), analizan las pruebas construidas y establecidas según el modelo. Estos tipos de software desarrollados hasta ahora, se caracterizan por *apoyar* cuatro actividades en la evaluación psicológica:

- Desarrollo de test y de ítems.
- Administración de test.
- Análisis de los resultados de test y de los ítems.
- Presentación en reportes de los resultados obtenidos.

En cuanto al desarrollo de test, estas soluciones informáticas deben constar de sistemas de almacenamiento, conocidos como bancos de ítems, donde la información se encuentre clasificada, según los criterios dados por el usuario, lo cual permitirá, de una forma rápida, conformar en un momento dado una prueba específica. A partir de cierta información básica suministrada por el usuario, el programa tiene la capacidad de construir y presentar el test que se desea. El usuario tiene el control para conferir al programa, ciertas condiciones que desea que tenga la prueba que se va a construir, tales como: población a la que va dirigida, tipo de ítems que quiere presentar, tiempo de presentación, entre otros. Estos programas son sistemas preestablecidos que "ahorran" tiempo al usuario (mejoran la eficiencia en el uso del tiempo del usuario).

Para la administración de los test, existen hasta ahora dos formas normalmente usadas. La manera tradicional, que es la primera de ellas, mediante la cual se aplican los test de papel y lápiz y, la información, puede ser capturada por un sistema de lectura de marcas o digitada por una persona. La segunda, es el sistema de administración de test por computador, la cual está programada en un equipo, para que se encargue de: la administración de la prueba, almacenar la información y emitir informes de los mismos.

La administración de test por computador actualmente, es una gran alternativa, dado que permite, obtener los resultados del test aplicado, de manera inmediata y bajo control. Sin embargo debe anotarse que una de sus grandes limitaciones, son los costos que genera por el hecho de que debe tener acceso a un número considerable de equipos y de licencias del programa, para aplicar las pruebas, cuando se requiere hacerlo, a un número importante de personas.

El análisis de los resultados de un test, se puede realizar bajo dos modelos psicométricos presentados hasta hoy: el primero conocido como la Teoría Clásica de los Test y el segundo como la Teoría de Respuesta al Ítem (TRI).

En la Teoría Clásica, el análisis esta basado en estimar la confiabilidad y la validez de los test, el análisis de los ítems se determina a partir de las correlaciones entre los ítems, y entre ítem-test. En la TRI, el método empleado es la máxima verosimilitud (likelihood) para estimar los parámetros de los ítems. Los reportes emitidos, dan muestra de la confiabilidad del test y permiten conocer el comportamiento de cada uno de los factores que están presentes en la prueba. Teniendo en cuenta esta información, el usuario puede estimar que tanto se ajusta la

prueba aplicada, a sus necesidades y propósitos, además permite mejorar el contenido de su banco de ítems, completando la información de ítems y test.

Como se puede evaluar, el software aplicado a la psicología es una de las herramientas que presenta un potencial mayor de significancia, debido a que permite controlar el contenido de un test y proponer nuevos instrumentos de medición, que empleados en la evaluación psicológica, como en: la educación, selección de personal, trastornos y evaluación de desempeño; llevarán a un mejor desarrollo de la misma.

Sin embargo, se resalta la necesidad de adoptar consciencia sobre las consecuencias éticas que se pueden derivar de la construcción y aplicación indebida de los test. La responsabilidad de los actos no recae en un software que ha sido diseñado para colaborar, más, no para reemplazar la labor del psicólogo.

Teniendo en cuenta lo anterior, se desea con el presente proyecto, contribuir al desarrollo del software en la psicología, adoptando la prueba stroop y proporcionando una solución informática, que facilite la aplicación de la misma, al igual que, aportar al psicólogo una manera mas eficiente, de preparación de la prueba.

## 5. RESULTADOS

A continuación se mostrará el funcionamiento de la aplicación PsicoStroop 1.0, señalando su forma de uso y sustentando su creación. Para un mejor uso de esta herramienta hay que tener en cuenta los siguientes requisitos.

### Requisitos Mínimos Hardware

Windows Xp OS

2.5 Ghz de procesador o mayor.

512 MB RAM

80 MB espacio libre en disco duro.

Unidad de CD-ROM

Puertos USB habilitados

Puerto Serial habilitado

Monitor a Color, Resolución 1024 x 768 pixels

### Requisitos Mínimos Software

Microsoft DirectX 9.0

Microsoft Windows Xp

**Nota:** *El test de colores stroop no puede ser presentado por personas que padezcan la enfermedad de daltonismo, analfabetas y/o problemas motrices.*

**Figura13. Presentación del PsicoStroop 1.0**



**Figura 14. Pantalla principal**



En la transición de la prueba desde su realización manual a su elaboración en el computador, se tuvieron en cuenta varios aspectos:

- Montaje de la prueba stroop (con su derivados) y la captura de información necesaria para la presentación, del desarrollo de la misma.
- Presentación de informes detallados de la prueba realizada.
- Captura de video de forma simultánea, con la presentación de la prueba, dentro del mismo programa.
- Visualización de una señal EEG de un solo canal, captada en paralelo durante la presentación de la prueba
- Recreación de una prueba anteriormente realizada.
- Creación de un teclado que facilite la presentación de la prueba.

## 5.1 MONTAJE DE LA PRUEBA STROOP

Con anterioridad se ilustró la manera en que se realiza la prueba en forma manual, a continuación se expondrá como se aplica de forma computacional.

Teniendo en cuenta los requisitos del desarrollo de la prueba, se evaluaron los aspectos más importantes de esta, los cuales son:

- Desarrollo de la prueba stroop clásica con tiempo constante.
- Desarrollo de la prueba stroop emocional con tiempo constante.
- Desarrollo de la prueba stroop clásica con tiempo variable.
- Desarrollo de la prueba stroop emocional con tiempo variable.

Sumado a esto se subsanó las especificaciones de interfaz expuestas en los requisitos.

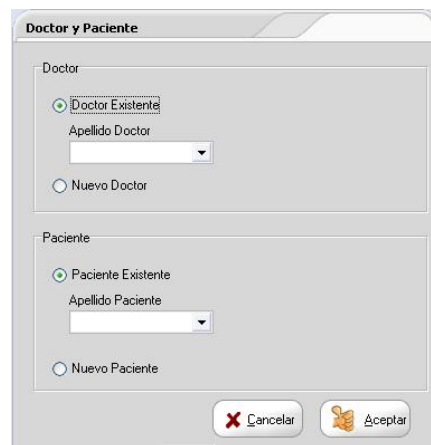
Se desarrolló una interfaz, mediante la cual, se presenta al usuario una ventana, donde puede escoger, que tipo de prueba quiere realizar: una prueba stroop clásica o una stroop emocional, dándole la opción si el usuario guardar la información que se va a presentar, en base de datos, para su posterior revisión y de emitir informe o por el contrario, no lo desea; facilitando así el almacenamiento de la información antes archivada en folios. Además, si la opción de guardar sesión no fue activada, facilita la previsualización para saber cómo podría quedar una prueba diseñada, reduciendo así los errores de su presentación y sus parámetros.

**Figura 15. Tipo stroop**



Si el usuario desea guardar toda la información referente a la prueba, basta con activar la casilla de guardar y podrá empezar a llenar los requisitos necesarios, empezando por la información del paciente y profesional que lo atienda; para ello, se creó una ventana en la cual se pueden visualizar los doctores y pacientes que anteriormente estuvieron involucrados en la presentación de la prueba. Esta información, se encuentra almacenada en la base de datos facilitando así la optimización del uso del tiempo, al evitar la reinsertión de datos cada vez que se realice una prueba. Pero, si el doctor o paciente, son usuarios que por primera vez ingresan al programa, se presenta una ventana en donde se permite ingresar sus datos respectivos, solicitados en los requisitos, para almacenarlos en la base de datos.

**Figura 16. Doctor y Paciente**



**Figura 17. Datos personales doctor**

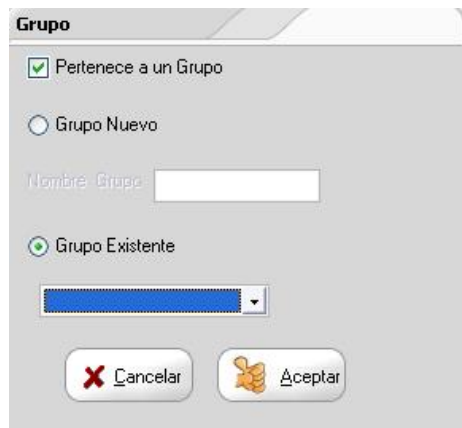


**Figura 18. Datos personales paciente**



Siguiendo el desarrollo de los requisitos, se creó una ventana donde se permite escoger un grupo al cual se quiere asociar el paciente (si es necesario), con el fin de poder ver el desarrollo del grupo, si este no pertenece a un grupo, basta con no seleccionar la opción correspondiente (“pertenece a un grupo”). Dentro de esta ventana, se pueden visualizar también, en la base de datos, las agrupaciones anteriormente usadas, o, crear una nueva, si es necesario, facilitando así la valoración de un determinado grupo de personas, o la aplicación de la prueba individualmente.

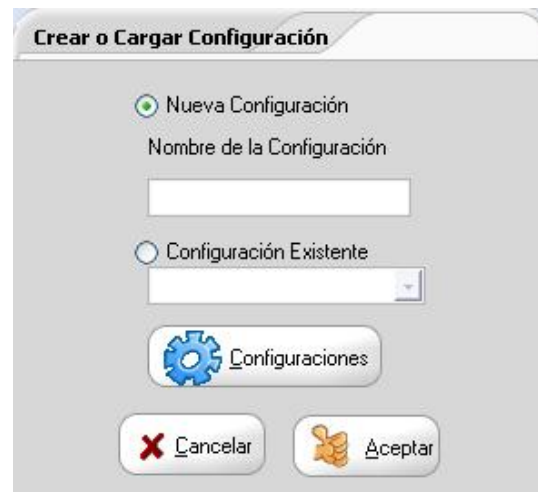
**Figura 19. Grupo**



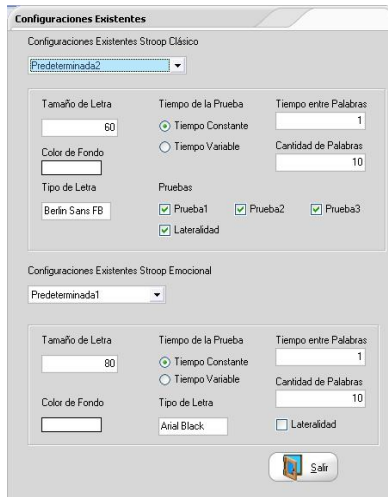
Después la escogencia, de los datos personales, tanto del doctor como del paciente así como el grupo para el paciente a evaluar; se sigue con la elección de la prueba. Al elegir, tanto stroop emocional o stroop clásico, se presentará, una ventana que permite ver las configuraciones creadas anteriormente, con todas sus especificaciones, y listas para ser usadas si es pertinente, ahorrando tiempo en la creación de una prueba antes presentada.

Pero si ninguna de las configuraciones anteriormente creadas, le es totalmente de ayuda al doctor, basta solo con digitar un nombre para su nueva configuración y podrá empezar a crearla según las especificaciones necesarias para su prueba.

**Figura 20. Configuraciones**



**Figura 21. Configuraciones Existentes**



Dentro de la creación de la prueba de stroop clásico, se introdujeron tres tipos de pruebas, siguiendo los parámetros de la prueba manual desarrollada por Golden. Para efectos de la evaluación, se da la posibilidad de establecer qué tipo de tiempo se desea para la ejecución de la prueba (tiempo constante, tiempo variable); para el *tiempo constante* se pide ingresar la cantidad de tiempo (en segundos) que se desea que transcurra entre palabra y palabra, además de la cantidad de palabras por prueba. De tal manera que si se eligió la prueba 1 y la prueba 2 con cantidad de palabras igual a tres, la prueba total constará de seis palabras, tres de la prueba 1 y tres de la prueba 2.

Si se eligió *tiempo variable*, solo basta con digitar el número de palabras que se desea para la prueba, debido a que, se permite pasar a la otra palabra cuando el usuario responda la expresión que tiene en el momento. Todo esto busca reducir el error humano, en la toma de tiempos manualmente y la revisión de los aciertos y errores que ocurrieron durante la presentación de la prueba. De igual manera, ayuda a reducir la utilización de recurso humano, que pueda interferir en el desarrollo normal de la prueba, como objetos distractores.

**Figura 22. Configuración stroop clásico**



Dentro de la creación de la prueba stroop emocional se incluyeron los mismos aspectos de la prueba stroop clásico en cuanto a los tiempos y cantidad de palabras se refiere. Pero esta no consta de pruebas prediseñadas si no, por el contrario, se creó una ventana donde se pueden diseñar las diferentes listas de palabras según el tipo (General, Especial, Neutra, No Palabra), dejando a disposición del especialista, la libre inserción de las palabras necesarias para la presentación de la prueba. Al igual que en la prueba clásica, acá también se reduce el error humano anteriormente mencionado.

**Figura 23. Creación de listas**



**Figura 24. Configuración stroop emocional**



Para estas dos creaciones de configuración se permite modificar el formato en el cual se quiere presentar la prueba, como el tipo de letra, el tamaño de la misma y el color de fondo sobre el cual van aparecer la palabras. Si se desea, se puede elegir la opción de lateralidad, la cual presentará las palabras en las cuatro esquinas de la pantalla.

**Figura 25. Formato**



Por último, se creó la ventana de presentación de la configuración, donde cuenta con un botón, que da inicio a la presentación de las palabras y al contador de latencia de respuestas del usuario. Estas, se van almacenando para, posteriormente, emitir los resultados de la prueba. Todas las palabras y su color, se presentan en forma aleatoria; la prueba puede ser interrumpida en su transcurso con un botón que indica “parar”, ayudando con esto a reducir el error debido a que el paciente, puede no estar aún totalmente adecuado a la prueba y evitar perder la configuración cargada. A su vez, activa el botón de salir, el cual como su nombre lo dice permite dejar la presentación; este botón ayuda a retirarse si, por equivocación, se cargó una configuración no deseada, y no se pierda tiempo en realizar la prueba.

**Figura 26. Presentación prueba**



Al finalizar la prueba, se presenta una ventana donde se le asigna un nombre a la sesión especificando la ruta en la cual se desea guardar los datos de la misma. Por defecto, existe una ruta en la cual se guardará la información, si no se especifica una diferente.

**Figura 27. Guardar sesión**



## 5.2 INFORMES

Una parte importante de los estudios psicológicos, es soportar con datos numéricos, la mayor cantidad posible de hipótesis, esto permite brindar objetividad y precisión a los análisis desarrollados en dichos estudios. El principal método que se utiliza para la medición en la

psicología, es la comparación entre los datos numéricos encontrados en un estudio y el patrón o norma, elaborado sobre la base del conocimiento que existe, sobre el fenómeno que se pretende medir.

La importancia de la obtención de estos datos, está en permitirle al especialista o investigador, estudiar un fenómeno psicológico comparando los resultados de una misma prueba, entre personas que no padecen el problema (personas control) y las personas afectadas por el mismo. El investigador o especialista toma en cuenta hipótesis planteadas inicialmente en su estudio, con el fin de demostrar un efecto significativo del problema, en el grupo de personas que lo padecen, a diferencia de las persona control.

Es por esto que, con este trabajo, se pretende facilitar información numérica en cuanto a las latencias, relevante en cuanto a lo resultados de la prueba stroop que apoyarán el estudio de fenómenos de los cuales se tiene un conocimiento previo e hipótesis planteadas. Esta información, se presenta en forma de resultados e informes en donde el especialista puede observar tanto los resultados netos de la prueba como también, un análisis numérico básico procesado con los datos encontrados en los resultados.

### **5.2.1 Adquisición de Resultados**

Específicamente, para la prueba stroop, se quieren recopilar datos en cuanto a la latencia, los aciertos y los errores presentados al desarrollar una prueba específica, dependiendo de la configuración establecida. Para esto se utilizó la siguiente metodología en donde se organizan los datos recogidos para mostrarlos como resultados.

- Una palabra, determinada según la configuración, es mostrada escrita en uno de cuatro colores (VERDE, AMARILLO, AZUL, ROJO); en ese momento el reloj del microprocesador empieza a andar.
- El paciente debe seleccionar el color en que esta escrita la palabra, momento en el cual se registran los datos de la palabra que aparece (palabra, color, lateralidad y si es una prueba emocional el tipo de palabra), el color seleccionado por el paciente y el tiempo que se demoró en registrar su elección.
- Si se está ejecutando una prueba en donde se configuró con tiempo constante, el paciente puede no alcanzar a seleccionar un color en el tiempo determinado, entonces se registrará la latencia como cero.
- Después de que aparezcan todas las palabras de la prueba, se presentará una tabla con toda la información mencionada anteriormente, ordenada según el tipo de prueba, de la siguiente manera:

**Figura 28. Resultados prueba Clásica**

Resultados Prueba Clásica						
Resultado Prueba 1						
Palabra	Color Palabra	Color Pulsado	Latencia (ms)	Error	Lateralidad	
XXXX	Verde	Verde	691	0	Arriba-Derecha	
XXXX	Amarillo	Amarillo	1121	0	Abajo-Derecha	
XXXX	Verde	Verde	1122	0	Arriba-Derecha	
Resultado Prueba 2						
Palabra	Color Palabra	Color Pulsado	Latencia (ms)	Error	Lateralidad	
Verde	Verde	Verde	881	0	Arriba-Izquierda	
Rojo	Rojo	Rojo	1092	0	Abajo-Izquierda	
Amarillo	Amarillo	Verde	782	X	Abajo-Izquierda	
Resultado Prueba 3						
Palabra	Color Palabra	Color Pulsado	Latencia (ms)	Error	Lateralidad	
Verde	Amarillo	Rojo	772	X	Abajo-Izquierda	
Azul	Rojo	Rojo	521	0	Arriba-Derecha	
Amarillo	Verde	Verde	651	0	Abajo-Derecha	

**Figura 29. Resultados prueba Emocional**

Resultados Prueba Emocional Variable						
Palabra	Color Palabra	Color Pulsado	Latencia (ms)	Tipo Palabra	Error	Lateralidad
MUERTE	Verde	Verde	1001	General	0	Arriba-Izquierda
AZUL	Azul	Rojo	691	Neutro	X	Abajo-Izquierda
SANGRE	Verde	Verde	921	Especial	0	Arriba-Derecha
MUERTE	Azul	Rojo	781	General	X	Arriba-Derecha
0000	Rojo	Azul	802	No Palabra	X	Arriba-Derecha
MUERTE	Amarillo	Amarillo	871	General	0	Abajo-Izquierda
SANGRE	Azul	Azul	721	Especial	0	Arriba-Izquierda
0000	Verde	Rojo	721	No Palabra	X	Abajo-Derecha
SANGRE	Rojo	Verde	701	Especial	X	Abajo-Derecha
AZUL	Amarillo	Rojo	651	Neutro	X	Arriba-Derecha
MUERTE	Rojo	Azul	681	General	X	Arriba-Izquierda
0000	Azul	Amarillo	951	No Palabra	X	Arriba-Izquierda
AZUL	Verde	Azul	561	Neutro	X	Arriba-Izquierda
AZUL	Rojo	Verde	751	Neutro	X	Arriba-Izquierda
0000	Amarillo	Rojo	631	No Palabra	X	Abajo-Izquierda
SANGRE	Amarillo	Azul	641	Especial	X	Abajo-Derecha

## 5.2.2 Procesamiento de Resultados y Creación de informes

Una vez se cuente con la información adquirida en la prueba, se continúa con el procesamiento de los datos para producir nueva información que será presentada como informes. A continuación se presenta la metodología utilizada para tal fin.

### Por sesión

- Se cuenta la cantidad de errores y aciertos que se encontraron en toda la prueba y se clasifican según el color, y, si se registro una prueba clásica se muestra los resultados separados por prueba, además, el tipo de palabra si se registró una prueba emocional.
- Se obtienen los promedios de las latencias en toda la prueba, clasificándolos por aciertos, errores y, a su vez, por el color, por prueba si se registro una prueba clásica y por el tipo de palabra, si se registró una prueba emocional.
- Se estiman las desviaciones estándar de las latencias en toda la prueba, clasificándolas por aciertos, errores y, a su vez, por el color, por prueba si se registro una prueba clásica y por el tipo de palabra, si se registró una prueba emocional.
- Si la sesión cuenta en su configuración con tiempo constante, pueden existir latencias con valor cero (el paciente no alcanzó a contestar). Estos valores se registrarán como errores y no se tomarán en cuenta dentro del proceso de promediar latencias.

Figura 30. Cargar Informe sesión



Figura 31. Informe sesión

Informe Stroop Clásico												
<b>Nombre Paciente</b>	Edgar Alberto Sáenz Bolívar		<b>Documento</b>	91525164	<b>Identidad</b>	6448189	<b>Teléfono</b>	6448189	<b>Nombre Sesión</b>	beto2	<b>Fecha Presentación</b>	26/01/2007
<b>Nombre Doctor</b>	Carlos Arturo Conde Cotes		<b>Documento</b>	13131313	<b>Identidad</b>	6484898	<b>Teléfono</b>	6484898	<b>Grupo</b>	Ninguno		
<b>Nombre Configuración prueba2</b>											<b>Prueba 1</b>	Si
<b>Tamaño Letra</b>	70										<b>Prueba 2</b>	Si
<b>Tipo Letra</b>	Arial										<b>Prueba 3</b>	Si
<b>Color Fondo</b>	<input type="checkbox"/>										<b>Lateralidad</b>	No
<b>Tiempo Entre palabras</b>	0											
<b>Cantidad de Palabras</b>	7											
<b>Cantidad Palabras De la Sesión</b>	21											
	<b>C/A</b>	<b>C/E</b>	<b>C/P</b>	<b>P/Lat_A</b>	<b>P/Lat_E</b>	<b>P/Lat</b>	<b>DE/A</b>	<b>DE/E</b>	<b>DE</b>			
<b>Rojo</b>	4	3	7	1326.5	1692	1483.142	281.9816	1414.423	863.0120			
<b>Azul</b>	3	2	5	1859.333	1231.5	1608.2	325.0389	156.2705	420.9307			
<b>Amarillo</b>	4	1	5	3237.25	1312	2852.2	4353.116	0	3866.980			
<b>Verde</b>	1	3	4	1012	1716.333	1540.25	0	1287.531	1108.683			
<b>Prueba1</b>	4	3	7	1056.5	908	992.8571	235.3160	185.4912	213.2052			
<b>Prueba2</b>	4	3	7	1384.5	2617	1912.714	375.1697	185.4912	955.2008			
<b>Prueba3</b>	2	5	7	1056.5	3278.6	2643.714	8805.105	1855.698	3162.064			
<b>Sesión</b>	12	9	21	2070.416	1555.555	1849.761	2453.425	983.8586	1940.610			

## Por Configuración

En un informe por configuración, se procesan los datos de todas las sesiones que cumplen con tener el mismo nombre de configuración y, si es necesario, que pertenezcan al mismo grupo. Esto quiere decir que se obtienen los promedios de todos los datos por cada sesión, que cumplan los criterios de selección, con la posibilidad de discriminar los resultados por color o por tipo de palabra, si se trata de una prueba emocional.

Figura 32. Cargar Informe por configuración clásica



Figura 33. Cargar informe por configuración emocional

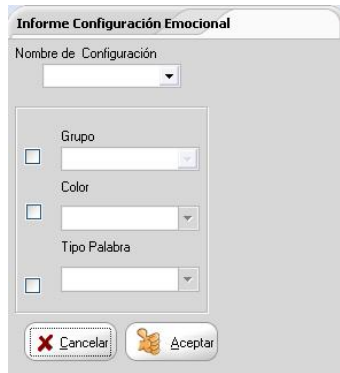


Figura 34. Informe configuración

Informe Configuración Stroop Emocional									
Nombre Configuración		Predeterminada							
Tamaño	70	Tiempo Entre palabras		0		Lateralidad		Si	
Tipo Letra	Arial	Color Fondo		<input type="checkbox"/>		Cantidad de Palabras		1	
Cantidad Palabras De la Sesión		16		Nombre Sesión		Prueba		Grupo	
Ninguno									
	C/A	C/E	C/P	P/Lat_A	P/Lat_E	P/Lat	DE/A	DE/E	DE
Rojo	0	4	4	0	733.75	733.75	0	54.19332	54.19332
Azul	1	3	4	721	807.6666	786	0	132.0353	116.1895
Amarillo	1	3	4	871	641	698.5	0	10	115.2894
Verde	2	2	4	961	641	801	56.56854	113.1370	198.6621
General	2	2	4	936	731	833.5	91.92388	70.71067	135.9840
Especial	2	2	4	821	671	746	141.4213	42.42640	121.5181
No/Palab	0	4	4	0	776.25	776.25	0	135.8316	135.8316
Neutra	0	4	4	0	663.5	663.5	0	79.73915	79.73915
Sesión	4	12	16	878.5	713.5833	754.8125	117.8629	100.5443	125.0249
RESULTADOS PROMEDIOS DE LAS SESIONES ENCONTRADAS									
	C/A	C/E	C/P	P/Lat_A	P/Lat_E	P/Lat	DE/A	DE/E	DE
Rojo	0	4	4	0	733.75	733.75	0	54.19332	54.19332
Azul	1	3	4	721	807.6666	786	0	132.0353	116.1895
Amarillo	1	3	4	871	641	698.5	0	10	115.2894
Verde	2	2	4	961	641	801	56.56854	113.137	198.6621
General	2	2	4	936	731	833.5	91.92388	70.71067	135.984
Especial	2	2	4	821	671	746	141.4213	42.4264	121.5181
No/Palab	0	4	4	0	776.25	776.25	0	135.8316	135.8316
Neutra	0	4	4	0	663.5	663.5	0	79.73915	79.73915
Sesión	4	12	16	878.5	713.5833	754.8125	117.8629	100.5443	125.0249
Cantidad de Sesiones Encontradas 1									

Para todos los informes se utilizó la formulas estadísticas de media aritmética y desviación estándar descritas a continuación.

**La media aritmética o promedio**, de una cantidad finita de números, es igual a la suma de todos ellos dividida entre el número de sumandos. Es uno de los principales estadísticos muestrales.

Así, dados los números  $a_1, a_2, \dots, a_n$ , la media aritmética será igual a:

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n a_i}{n} = \frac{a_1 + \dots + a_n}{n}$$

**La desviación estándar (DS/DE)**, también conocida como *desviación típica*, es una medida de dispersión usada en estadística que nos dice cuánto tienden a alejarse los valores puntuales del promedio en una distribución. De hecho, específicamente, la desviación estándar es "el promedio de la distancia de cada punto respecto del promedio". Se suele representar por una **S** o con la letra sigma  $\sigma$ .

De tal manera que la formula que aplica para ella es.

$$s^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n - 1}$$

### 5.3 CAPTURA DE VIDEO

Uno de los retos de redactar un informe psicológico reside, en conocer lo observaciones realizadas durante la aplicación de la prueba. Para obtener un buen resultado, se debe observar cuidadosamente el comportamiento de la persona examinada durante la evaluación; las observaciones que se registran en video, ayudan a comprender lo que se considera como aspectos importantes de la conducta de la persona evaluada.

De igual manera, proporcionan objetividad al informe, suministrando datos o indicios acerca de aquello que hizo la persona y que condujo al examinador, a formarse impresiones específicas. Al obtener las observaciones realizadas, se debe reconocer las diferencias entre las afirmaciones que describen la conducta y aquellas que se van a interpretar. Una afirmación acerca de esto es, por ejemplo: el niño que golpea con los pies durante la evaluación, dato que contribuye a la descripción de la conducta; en otro ejemplo se puede tomar el caso del niño que estaba ansioso representa una interpretación de la conducta.

La conducta de la persona durante la evaluación, puede diferir de su conducta en otros ambientes. En consecuencia, durante la observación del video, hay que tener cuidado al realizar generalizaciones a partir de la conducta de la persona en el entorno de evaluación; sin embargo, las conductas que se observan durante esta, se encuentran en el repertorio de la persona.

Las observaciones que se puede hacer en el video hacia las personas son entre otras: la apariencia física, reacciones ante la evaluación y el examinador, su comportamiento general, nivel de actividad, estilo de lenguaje, estilo en general de respuestas, estado de ánimo, respuesta ante las preguntas, habilidades motoras y hábitos. Todo esto se puede ver en el momento en que la persona empieza a realizar la prueba, teniendo en cuenta las diferentes posiciones que adopta su mímica o lenguaje corporal.

Algunos procesos cognitivos que el especialista puede tener en cuenta a partir de la observación del registro videográfico son:

**La atención:** puede ser entendida de dos formas: Una activa y una pasiva. En un modo pasivo se podrá ver como la persona evaluada ha respondido la prueba, si se ha interesado por las instrucciones dadas, si ha permanecido ensimismado, si se ha mostrado distraído, entre otros. La exploración activa de la atención implica la observación del uso de la prueba, como fue realizada, de acuerdo con las instrucciones dadas con anterioridad.

**La conciencia:** desde el punto de vista neurológico, se puede conocer el estado de vigilia y alerta y es esencial para el funcionamiento integral de la personalidad. Es una función básica, para que el individuo pueda realizar funciones de síntesis mental, y sea capaz de fijar la atención, memorizar, permanecer orientado, entre otras.

Teniendo en cuenta el registro comportamental del video, el examinador puede obtener opiniones de los demás evaluadores para así llegar a conclusiones sobre los resultados obtenidos, aun sin la condición de estar presentes durante la realización de la prueba, siempre y cuando las instrucciones estén bien dadas.

Es por esto que existe diferentes técnicas en las cuales se aplica la opción de la captura del video, como por ejemplo, la video-electroencefalografía que es el estudio no invasivo, de gran beneficio para correlacionar la imagen conductual del paciente con el registro electroencefalográfico. De esta manera, se pueden identificar crisis epilépticas verdaderas, crisis no epilépticas, movimientos anormales, y otros trastornos.

Debido a lo anteriormente expuesto se acopló dentro la solución de software desarrollada, la posibilidad de grabar información comportamental (video) mientras el paciente presenta un determinada prueba stroop, con su respectiva configuración.

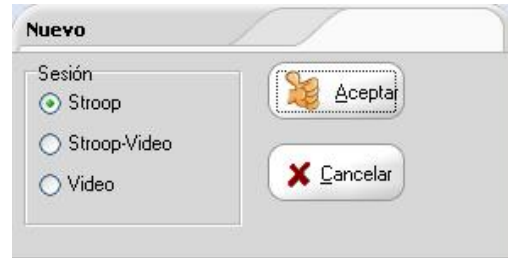
Para esto se utilizó un sistema de componentes y de clases llamado **DSPack** en su versión 2.3.3 para escribir usos de tipo multimedia. Utilizando las tecnologías de DirectX. DSPack 2.3, se diseñó para trabajar con DirectX 9 en Win9X, y/o 2000, y los sistemas operativos de Windows XP, usando Delphi 5, 6, 7. El cual está bajo una licencia llamada MPL 1.1<sup>9</sup>. Unas de sus funcionalidades son: captura, grabación, reproducción, conversión, mezcladores entre otras.

Dentro de la aplicación se creó una ventana en la cual se especifica la opción de captura se desea, como stroop, stroop con video y video, la opción prueba stroop ya se definió anteriormente en este documento; en esta parte se define la opción prueba stroop con video, la cual consta de una ventana en donde se define el tipo de controlador con el que se va hacer la captura de video, y la resolución en la cual se quiere hacer la captura, además de elegir el controlador con el cual se quiere producir la captura de audio, si se es necesario, y la forma en que se va hacer, por ejemplo: micrófono. Allí mismo se permite hacer un previsualización en donde se puede ver el funcionamiento de la cámara con las especificaciones elegidas con anterioridad.

---

<sup>9</sup> **Mozilla Public License (MPL) (Licencia Pública de Mozilla)** es una licencia de código abierto y software libre. Fue desarrollada originalmente por Netscape Communications Corporation y más tarde su control fue traspasado a la fundación Mozilla.

**Figura 35. Nueva sesión**



**Figura 36. Configuración video**

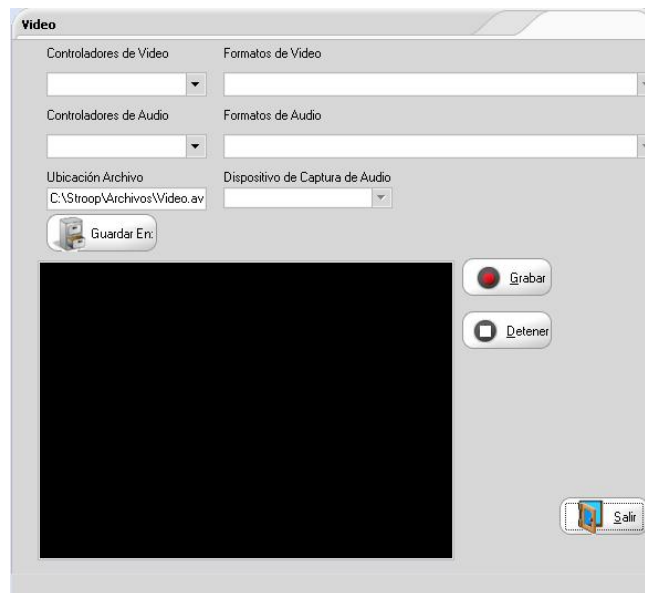


Una vez seleccionadas las configuraciones de captura, se procede a seguir los pasos para la creación de una sesión stroop, como antes se especificó. Al terminar la sesión, la información capturada en el video estará junto a la configuración de stroop, y las respuestas en la carpeta, la cual lleva por nombre, el asignado en la ventana de guardar y en la ruta escogida.

La opción de video, solamente proporciona una ventana en la cual se eligen los controladores de captura de video y sonido y sus respectivas

especificaciones; además de proporcionar la ruta donde se desea guardar el archivo capturado. Para iniciar la captura, basta con presionar el botón “grabar” para empezar la captura del video, esta se realizará hasta que se presione el botón “detener”, el cual finaliza la captura.

**Figura 37. Video**



## 5.4 SEÑAL

En los estudios psicológicos cognitivos, en los cuales se analizan procesos complejos de la conducta humana, se ha visto la necesidad de aplicar instrumentación en sus investigaciones, con el fin de proporcionar a sus hallazgos información cuantificable y lo más objetiva posible.



Este trabajo quiere aportar ayudas para seguir con la búsqueda del desarrollo de los estudios psicofisiológicos y, en este caso especial, los estudios neuropsicológicos, en donde se proporcionen herramientas que faciliten el estudio de manera simultánea, del funcionamiento cerebral con relación a las manifestaciones conductuales de las personas.

Es por esto que, para el caso particular de este trabajo, se acopló la aplicación de pruebas comportamentales del test de stroop con la información de la señal electroencefalográfica (EEG), herramienta que ayudará al avance en el camino de estudios que la neuropsicología quiere desarrollar. El sustento de la posible correlación entre la prueba stroop y el EEG se encuentra en que, esta prueba conductual presenta un patrón de activación cerebral grande, subyacente a la atención y al proceso de lectura de palabras, dado que permite la evaluación y la comparación entre la lectura involuntaria de palabras y la respuesta cerebral.

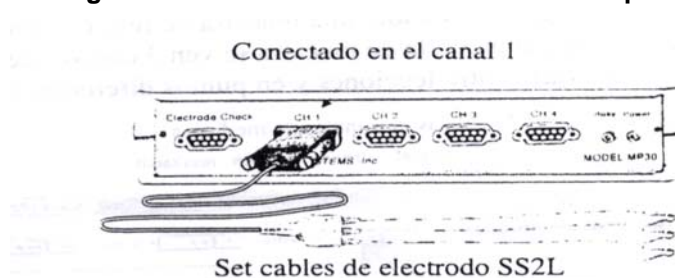
### **Toma de la señal EEG**

Para el proceso de captura de información electroencefalográfica, se contó con una unidad de adquisición de señales fisiológicas BIOPAC MP35, con las cuales se tomaron señales en un solo canal teniendo en cuenta las indicaciones de utilización de la herramienta, calibración de la misma y ejecución del registro de datos que a continuación se describen.

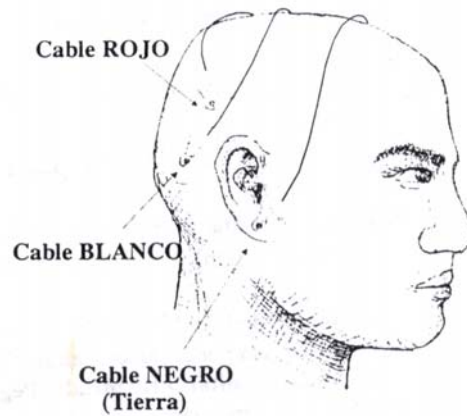
## Preparación del paciente y la herramienta

- Estando la unidad BIOPAC MP35 apagada, se debe colocar el conjunto de cables de electrodo SS2L en el puerto del Canal 1.
- Luego de encender la unidad de adquisición y manteniendo al sujeto en posición de relajación, se deben colocar los electrodos como se indica en la figura 38. Se aconseja mover el cabello lejos del área de adhesión del electrodo, tanto como sea posible, y aplicar presión a los electrodos después de la colocación durante un minuto.
- Los electrodos deben permanecer a un lado de la cabeza, cualquiera que este sea. El electrodo de tierra puede ser conectado en el lóbulo de la oreja. Se aconseja doblarlo por debajo de la oreja, para una mejor adhesión.
- Se conectan los broches del cable SS2L en las protuberancias del electrodo, como se muestra en la figura 38.
- Si es posible, se puede colocar una envoltura sobre la cabeza con la cual se presionarán los electrodos con el fin de conseguir una adhesión constante.

**Figura 38. Colocación electrodos unidad adquisición**



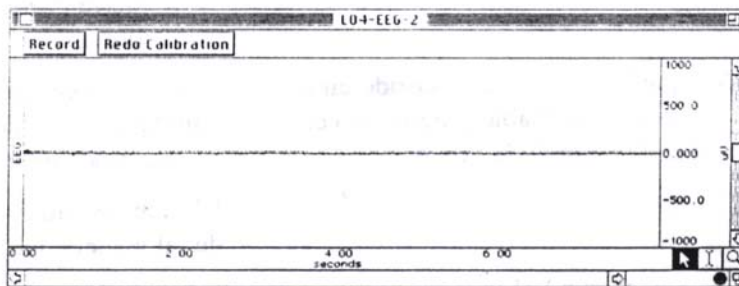
**Figura 39. Colocación electrodos paciente**



### Calibración

- Después de asegurarse de la correcta colocación de los electrodos y de haber iniciado el programa Biopac Student Lab, en la lección 3 (LO3-EEG-1), se debe iniciar el proceso de calibración.
- El programa Biopac Student Lab mostrará el registro de los datos, los cuales tienen que ser comparados con un registro parecido al mostrado en la figura 40. Si los registros muestran características visuales semejantes, la calibración se acepta, de otra manera es conveniente volver a realizar la calibración.

**Figura 40. Registro Normal**



## Registro

- El sujeto tiene que estar relajado en frente de la pantalla en donde será presentada la prueba previamente configurada por el especialista.
- El registro de la señal tiene que inicializarse, en otro ordenador, al mismo tiempo que se inicializa la prueba y finalizarse, igualmente cuando finalice la prueba.
- El registro debe ser guardado en un archivo de texto indicándole el nombre con el que fue llamada la sesión, en la cual se aplicó la prueba de la siguiente manera. Si la sesión fue llamada “patología”, el archivo debe ser guardado con el nombre “senalpatología.txt”, y guardado en la misma carpeta donde se indicó almacenar la información de la prueba.

## 5.5 TECLADO

Otro de los factores claves en la automatización de la prueba psicológica, depende de la manera de adquirir las respuestas que da la persona que esta siendo evaluada, la cual debe ser de una manera sencilla, reduciendo las posibilidades de error y sea de alta confiabilidad.

Dentro del estudio realizado de los demás software existentes en el mercado se pudo observar que todos presentan una dificultad para la digitación de las respuestas de la prueba, teniendo como base principal el teclado común y/o el ratón, trayendo como consecuencia perdida de

tiempo mientras las persona se acostumbra a presionar solo una de tantas letras existentes, además de ser pequeñas y muy juntas unas a las otras, llevándola a cometer una mayor cantidad de errores, la otra opción nombrada del ratón presenta el problema, en la destreza que muchos pacientes no tienen con este dispositivo, dando como resultado una tasa de error mas alta y de menor confiabilidad en el momento de la evaluación.

Es por las razones anteriormente mencionadas que se opto por plantear y construir un modelo de teclado de fácil utilización y de una alta fiabilidad en la captura de los datos en cuanto a respuestas de las personas evaluadas.

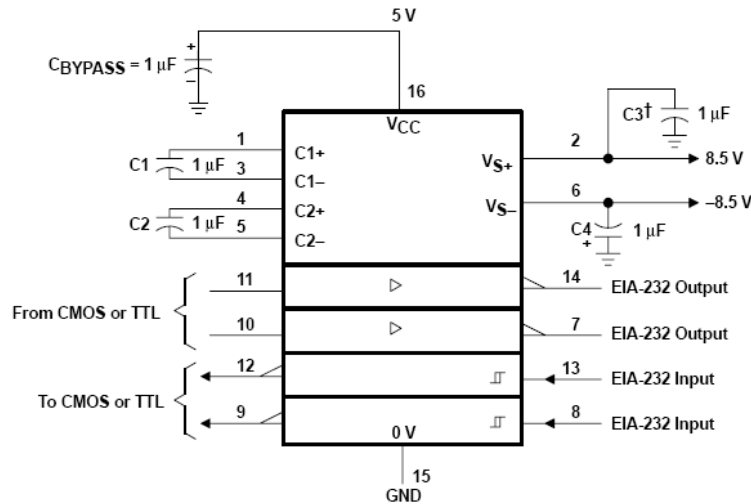
Para llevar a cabo esta solución, se utilizaron los siguientes componentes electrónicos en su construcción

- Max 232.
- Pic 18f4520.
- Condensadores 1uF.
- Pulsadores.
- Leds.
- Cristal 4MHz.

### ***Max232***

El circuito integrado MAX232 cambia los niveles TTL a los del estándar RS-232 cuando se hace una transmisión, y cambia los niveles RS-232 a TTL cuando se tiene una recepción.

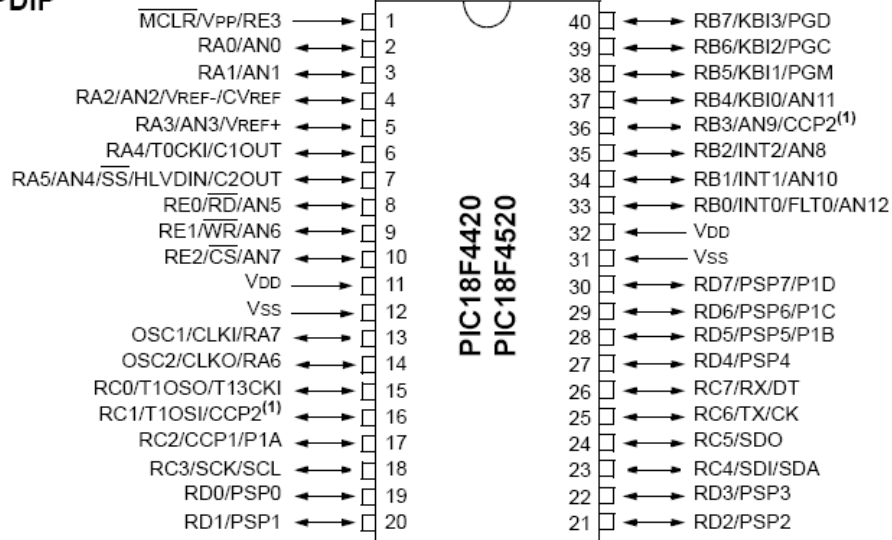
Figura 41. Diagrama de bloques Max232



### Pic 18f4520

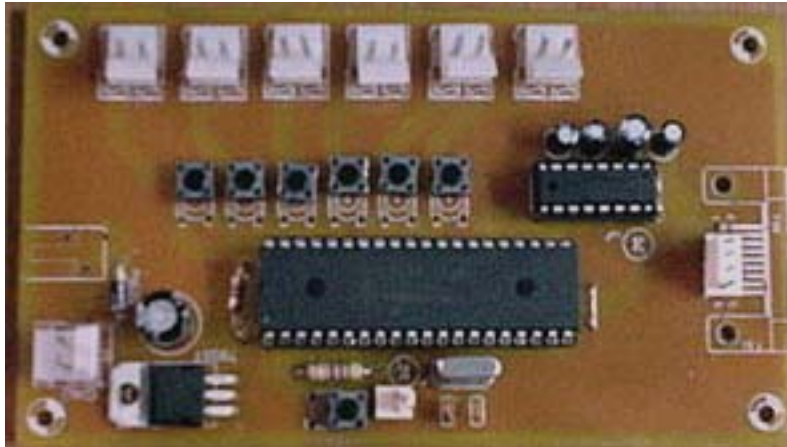
Figura 42. Diagrama Pic 18f4520

#### 40-pin PDIP



## ***Circuito Propuesto***

**Figura 43. Circuito utilizado**



### **Descripción del funcionamiento**

Con el fin de llevar un control a las latencias que se registran en el computador se propuso poner un microcontrolador con su timer dedicado solamente a capturar estas latencias, de tal manera que al final de la prueba podemos comparar la fiabilidad en la captura de los tiempos del procesador, con los del microcontrolador.

La configuración de tiempos se realiza a partir de del TMR0, el cual se configura de tal forma que cada 1mS se genera una interrupción, en donde se refrescan los tiempos de milisegundos, segundos y minutos.

Al oprimir cualquier tecla de color lo que realiza el programa es una lectura del TMR0 y limpiar su cuenta, estos datos se almacenan en memoria ram, hasta 300 datos, cada uno con valores de tiempo (mS, Seg, Minutos), al igual que la tecla que fue oprimida.



Estos datos son enviados al puerto serial con un protocolo de comunicación llamado max 232.

El reloj que utiliza el Microcontrolador es de 10 Mhz, pero internamente hay un multiplicador de frecuencial lo que lo eleva hasta 40 MHz, el microcontrolador se alimenta con 5V. Los pulsadores internamente, por software tienen una función que impide los falsos disparos, sin dañar los tiempos de registro entre pulsación y pulsación.

Un timer se implementa por medio de un contador interno que determina un tiempo preciso entre el momento que el valor es cargado y el instante en que se produce su desbordamiento. Consiste en un contador ascendente que una vez inicializado con un valor, su contenido se incrementa con cada impulso de entrada hasta llegar a su valor máximo desbordándolo y volviendo a comenzar desde cero.

Cuando el timer es usado como temporizador cuenta los impulsos de  $Fosc/4$  (frecuencia interna del microcontrolador). Se usa para determinar intervalos concretos. Estos impulsos tienen una duración conocida de un ciclo de maquina que es cuatro veces el periodo de la señal de reloj. Para una frecuencia de 4MHz el TMR0 se incrementa cada 1uS. Dentro del programa el TMR0 se configura para que genere una interrupción cada 1mS, siendo este la base de tiempo.

La forma mas común y sencilla de comunicar cualquier dispositivo con un ordenador es a través de su puerto serie, que es compatible con su denominado estándar RS232. En un ordenador puede haber varios puertos series, denominados COM1 y COM2

Los puertos serie son accesibles mediante conectores. La norma RS232 establece dos tipos de conectores DB25 y DB9.

El DB9 hay unos terminales donde transmite y reciben datos:

- Líneas de transmisión TxD
- Línea de recepción RxD
- Pin de masa SG

Un dato importante en una comunicación es la velocidad de transmisión, que es la cantidad de de información enviada por la línea de transmisión en la unidad de tiempo. La unidad para expresar esta medida es el baudio que es proporcional bits/seg .La velocidad a la cual trabaja este dispositivo es 9600 Baudios.

Ya que el computador trabaja con niveles lógicos entre 12 y -12 voltios se utiliza el max 232 para pasar de estos niveles a los aceptados por el microcontrolador de 0 a 5.

El protocolo establecido por la norma RS232 envía la información estructurada en cuatro partes:

- Bit de inicio o de arranque
- Bits de datos
- Bit de paridad
- Bit de parada.

### **Algoritmo desarrollado**

El programa esta desarrollado en C++ y es el encargado de realizar configuraciones de todos los registro propios del pic. Este almacena todos los datos como un vector que luego enviara organizado al puerto.

Para escoger la manera en la cual se quieren presentar las pruebas en cuanto a la forma de elección de las respuestas, se diseñó una ventana donde se presentan 2 opciones: la primera hace referencia a usar solamente el mouse, con lo cual en la presentación de la prueba le aparecerán los botones en pantalla referentes a cada color (amarillo, azul, rojo, verde).

Pero si se elige la opción usar teclado, primero debe hacerse una previa calibración donde se podrá observar el funcionamiento de el mismo; la calibración consta de 6 imágenes, sobre las cuales aparecerá un cuadro blanco según el botón que se este pulsando, de tal manera que si en el teclado se esta pulsando el botón de color azul, en pantalla se verá un cuadro blanco del mismo tamaño sobre el cuadro de color azul, indicando el botón que esta siendo pulsado.

**Figura 44. Calibración Teclado**



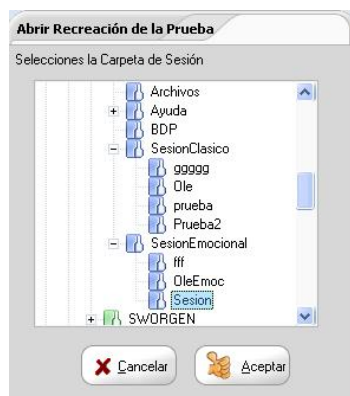
## 5.6 REPRODUCCIÓN

La importancia de la reproducción, esta ligada con la posibilidad de que el especialista no esté presente durante la realización de la prueba y pueda analizar la información correlacionada de las sesiones realizadas. Contando con la presentación en paralelo de la señal tomada, junto con el desarrollo de una prueba stroop y el video captado durante la misma. Todo esto, con el fin de que el especialista tenga un soporte visual del registro fisiológico, comportamental del paciente mientras seleccionaba las opciones de respuesta de la prueba.

Se diseño una ventana, en la cual se elige el nombre de la carpeta que contiene la información de una sesión que se quiere reproducir allí; se encuentran los archivos relacionados con: configuración de la prueba, los resultados obtenidos y si se captaron durante la realización de la misma, el video como la señal.

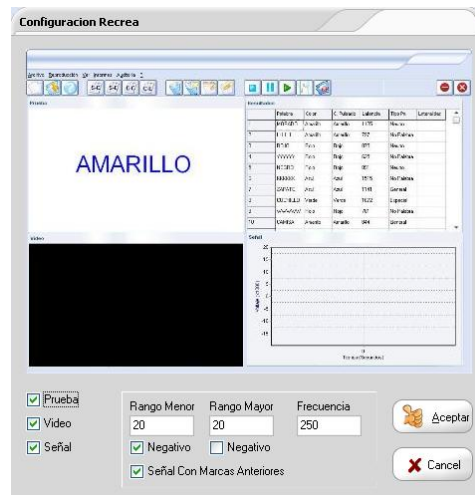
En el momento en que se carga una sesión creada, la aplicación busca la información de la señal, teniendo en cuenta la metodología explicada anteriormente (Si la sesión fue llamada “patología” la aplicación buscará un archivo llamado “senalpatología”).

**Figura 45. Abrir reproducción**



- Después de elegir qué sesión se quiere reproducir, el programa busca los archivos que esta carpeta contiene, habilitando la ventana de configuración de la reproducción, donde se muestra una vista preliminar, de cómo se verán las ventanas según los archivos encontrados. Si dentro de la carga de la información de la sesión fue encontrado el archivo relacionado con la señal, puede ser configurada la visualización de ésta en cuanto a los rangos de voltajes y frecuencia así: para el voltaje se puede configurar el rango superior e inferior, mostrados en microvoltios ( $\mu\text{V}$  o 1/1000000) y para la frecuencia, en que fueron tomados los datos mostrados en Hercios (Hz o datos/segundo).

**Figura 46. Configuración Reproducción**



Al cargar la reproducción se encuentran las opciones para el control de esta, tales como: iniciar, pausar, detener, marcas y cerrar la sesión.

Además, con la reproducción en paralelo se pueden agregar una serie de marcas dentro de la señal que son colocadas por el especialista, según su criterio de estudio, con relación a la visualización de la

información correlacionada. Para colocar una marca, el especialista debe pausar la reproducción en el instante que crea conveniente. Al finalizar la reproducción, el especialista puede guardar las marcas colocadas con el fin de visualizarlas nuevamente.

La marcación de la señal con intervalos, se encuentra relacionada con el estudio estadístico posterior, que se puede desarrollar con relación a la información comportamental presentada en paralelo, durante la reproducción de la sesión; en la misma pueden observarse las diferencias numéricas entre los diferentes intervalos, para utilizar la información como soporte de diagnóstico.

## **5.7 MONTAJE**

En una sesión completa de una prueba stroop se puede adquirir información: de la prueba, comportamental y de la señal encefalográfica. Para lo cual es importante hacer un montaje específico de todos los componentes tipo hardware y software con los cuales el paciente va a interactuar.

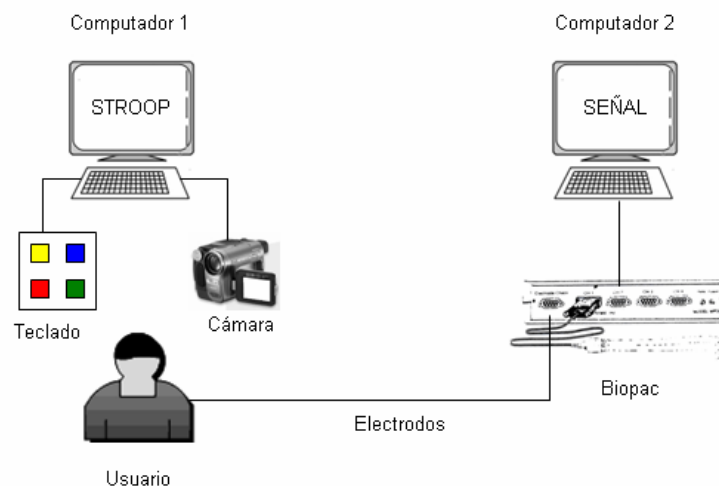
Inicialmente se instala la aplicación PsicoStroop 1.0 en el computador principal (Computador 1), en el cual se configuran las sesiones y se presentan las pruebas. En este computador se instala el dispositivo de captura audiovisual (cámara) y el teclado prediseñado especialmente para las pruebas stroop. La cámara debe ser instalada en al puerto USB y el teclado al puerto serial.

En el computador secundario (computador 2), se instala el hardware BIOPAC MP35 y el software del BIOPAC STUDENT LAB, necesarios para la adquisición de las señales. El paciente debe ser preparado para

la presentación de la prueba, colocándole los electrodos según las especificaciones para la toma de la señal.

*Un agregado del prototipo, que no estaba planteado originalmente, consiste en que la herramienta no solamente permite la visualización del EEG capturado con la BIOPAC; adicionalmente se pueden reproducir sesiones en donde se ha tomado cualquier registro electrofisiológico en un solo canal, con cualquier tipo de interfaz de adquisición de señales, que permita digitalizarlas en un archivo texto.*

**Figura 47. Descripción del montaje.**



## 5.8 VALIDACIÓN DEL PROTOTIPO

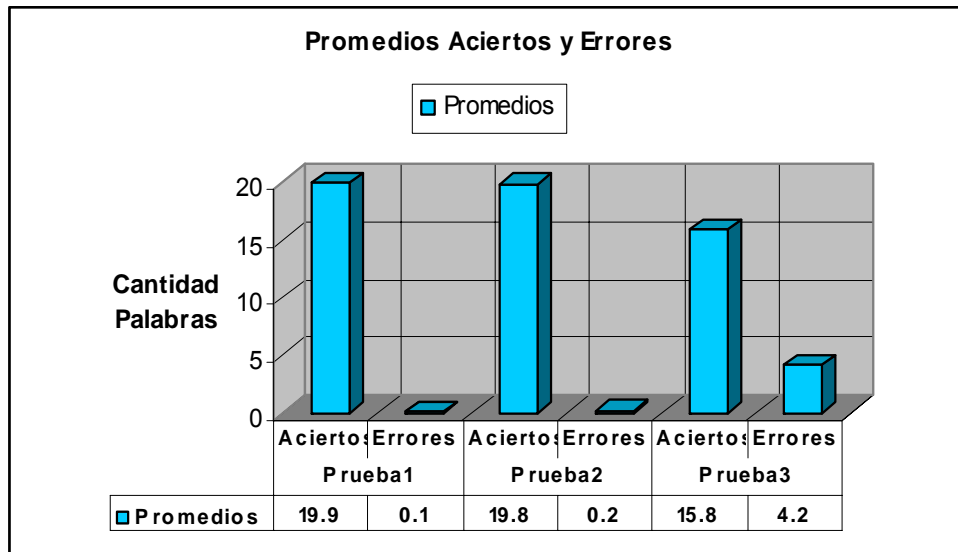
Para identificar si el prototipo prestaba la funcionalidad requerida, para identificar la interferencia semántica producida por la automaticidad en la lectura, mediante el efecto stroop, se aplicó una prueba en una muestra poblacional de diez estudiantes entre 20 y 24 años sin ningún síndrome diagnosticado para alguno de ellos (catalogados como personas “normales”).

La prueba que se propuso para este estudio fue, una clásica de tiempo variable, con las 3 pruebas prediseñadas y una cantidad de palabras igual a 20 para cada una, con un total para la sesión de 60 palabras. Arrojo como resultados, los mostrados a continuación.

**Tabla2. Cantidad de Aciertos y Errores**

Estudiante	Prueba1		Prueba2		Prueba3	
	Aciertos	Errores	Aciertos	Errores	Aciertos	Errores
Carlos Q	19	1	20	0	16	4
Karen R	20	0	20	0	16	4
Liliana A	20	0	20	0	17	3
Wilder C	20	0	20	0	12	8
Lisset M	20	0	20	0	17	3
Leonardo C	20	0	20	0	19	1
Viviana G	20	0	20	0	12	8
Olga M	20	0	20	0	15	5
DeiverR	20	0	18	2	14	6
Carlos U	20	0	20	0	20	0
Promedios	19.9	0.1	19.8	0.2	15.8	4.2

**Figura 48. Promedio Aciertos y Errores**



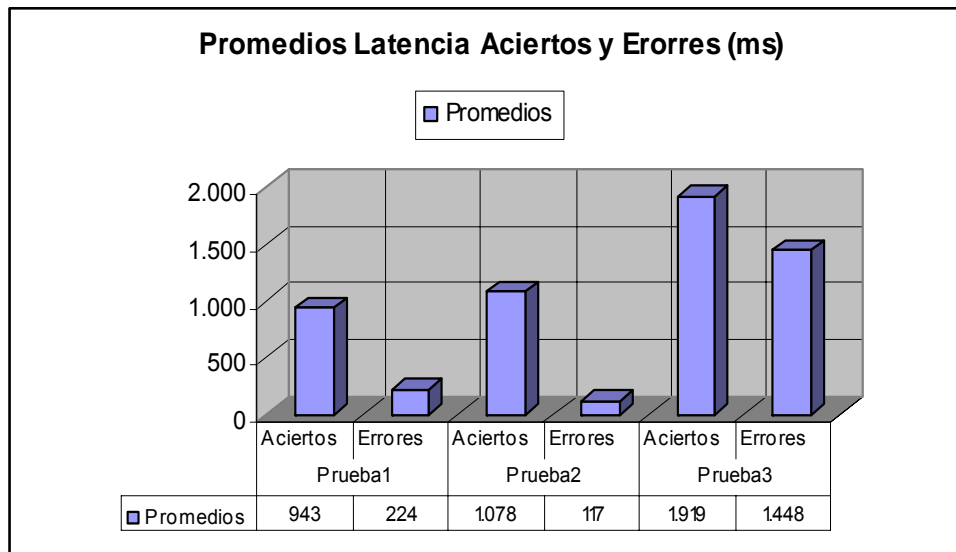
Se observa en la tabla y figura anterior como los 10 estudiantes a quienes se les aplicó la prueba, muestran una característica común en la disminución en el número de aciertos en la prueba 3 (19.9 – 15.8),

debido a que en este caso tienen que inhibir la palabra que denota color para dar la respuesta correcta.

**Tabla3. Promedio de Latencias (ms)**

Estudiante	Prueba1		Prueba2		Prueba3	
	Aciertos	Errores	Aciertos	Errores	Aciertos	Errores
Carlos Q	1064,105	2244	1017,95	0	1919	2318
Karen R	1148,15	0	1212,75	0	1760,625	2010,5
Liliana A	1035	0	1142,1	0	1591,705	1712,333
Wilder C	1102,05	0	976,9	0	1434,583	1691,125
Lisset M	1185,7	0	1187,75	0	1613,470	1923
Leonardo C	1139,1	0	1092,05	0	1589,631	1643
Viviana G	850,25	0	1176,2	0	1265,916	1357
Olga M	1200,7	0	997,95	0	2130,466	1201,6
DeiverR	1201,7	0	1111	1172	1735,285	1527,333
Carlos U	1242,8	0	1044	0	2064,95	0
Promedios	943	224	1.078	117	1.919	1.448

**Figura 49. Promedio de Latencias (ms)**



Se observa en la tabla y figura anterior como los 10 estudiantes a quienes se les aplicó la prueba, muestran una característica común en el aumento en el tiempo de respuesta de la prueba 3, para los aciertos

(943 -1919) y en errores (224-1448), debido a lo anteriormente nombrado.

Otro factor importante para validar la herramienta es demostrar su eficiencia en cuanto a la adquisición de las latencias, pues una meta importante de este trabajo es mejorar la toma de este tipo de datos reduciendo los errores humanos que se comenten usando un cronómetro manual o errores computacionales usando temporizadores que toman como unidad mínima el segundo.

- Captura de latencias con el reloj del procesador

La metodología utilizada para la captura de este tipo de datos permite recopilar los intervalos de tiempo en milisegundos, usando la función del API de Windows *GetTickCount*, esta función devuelve el número de milisegundos transcurridos desde el arranque del sistema operativo, cada vez que se utilice. Este número es de tipo cardinal, que permite valores entre 0 y 4294967295, que facilita un uso continuo de la función alrededor de 49 días, tiempo en el cual el contador interno sobrepasará el límite de capacidad del tipo cardinal, el cual no presenta problema para el uso en esta aplicación pues una presentación de la prueba dura aproximadamente 10 minutos.

Para mejorar la precisión de la función anteriormente nombrada, se debe tener en cuenta la precisión de reloj del procesador utilizado, la cual se puede medir en *tics* por segundo como medida de frecuencia. Para esto se utiliza la función *QueryPerformanceFrequency*, la cual deja saber la cantidad de *tics* que marca el procesador en un segundo. Se puede dar como ejemplo el procesador AMD XP+ 2400 el cual permite 3.579.545 *tics* en un segundo, lo que significa que entre tic y tic

transcurre aproximadamente la tercera parte de una millonésima de segundo. Además se utiliza la función *QueryPerformanceCounter*, la cual muestra el número de tics desde que inicio el sistema operativo, dato que es utilizado como referencia para encontrar el tiempo transcurrido en milisegundos con mayor exactitud. Para explicar como se obtienen latencias en milisegundos con la precisión del procesador utilizado, se presenta y explica el siguiente algoritmo.

1. *QueryPerformanceFrequency*(Frecuencia);
2. Click 1: *QueryPerformanceCounter* (X);
3. Click 2: *QueryPerformanceCounter* (Y);  $Z = (Y - X) * 1000 \text{ div Frecuencia}$ ;

Primero se obtiene la cantidad de tics por segundo que presenta el hardware (Frecuencia). Luego al hacer el primer click se toma la cantidad de tics que han transcurrido hasta ese momento (X). Como el procesador sigue contando los tics continuamente desde que se inició el sistema operativo, se puede saber la cantidad de tics que han transcurrido al ejecutar el segundo click. Por último se obtiene la cantidad de milisegundos transcurridos entre el click 1 y el click 2 realizando una división entera entre la diferencia de la cantidad de los tics (X-Y) multiplicada por la unidad de referencia (1000 milésimas) y la frecuencia de tics adquirida anteriormente.

- Comparación de las latencias capturadas con el procesador y las adquiridas con el temporizador del microcontrolador.

Además de la demostrada precisión en la captura de las latencias, es importante tener una medida de control que ratifique lo anteriormente mencionado, por lo cual se deben comparar las latencias tomadas con el procesador, el cual esta ejecutando muchos procesos continuamente,

y la tomadas con el microcontrolador, el cual su única función es guardar las latencias adquiridas.

Para esto se realizaron 5 pruebas de stroop clásico con tiempo variable y de 20 palabras cada una, en donde se adquirieron los siguientes datos tanto del procesador como del microcontrolador, sacando los promedios de las diferencias en las latencias y los porcentajes de error, tomando como dato de referencia el valor adquirido por el microcontrolador.

$$\text{Porcentaje de error} = \text{Valor Absoluto } [((\text{Micro} - \text{Procesador}) / \text{Micro})] * 100$$

**Tabla 4. Comparación datos procesador Vs. microcontrolador prueba 1.**

Procesador (ms)	Micro (ms)	Diferencia (ms)*	Error (%) **
1375	1385	10	0.72202166
890	901	11	1.2208657
1094	1091	3	0.27497709
750	752	2	0.26595745
2813	2826	13	0.46001415
1046	1046	0	0
922	922	0	0
797	799	2	0.25031289
1563	1569	6	0.38240918
718	724	6	0.82872928
829	836	7	0.83732057
859	854	5	0.58548009
891	895	4	0.44692737
1078	1091	13	1.19156737
1203	1200	3	0.25
640	644	4	0.62111801
453	507	54	10.6508876
750	754	4	0.53050398
735	758	23	3.03430079
2078	2073	5	0.24119633

\* Diferencia Promedio = 8.75 milésimas

\*\* Error Promedio = 1.13972948 %

**Tabla 5. Comparación datos procesador Vs. Microcontrolador prueba 2.**

Procesador (ms)	Micro (ms)	Diferencia (ms)*	Error (%)**
1282	1286	4	0.31104199
937	943	6	0.63626723
750	747	3	0.40160643
2563	2570	7	0.27237354
984	986	2	0.20283976
1078	1094	16	1.46252285
1109	1125	16	1.42222222
891	895	4	0.44692737
828	819	9	1.0989011
953	971	18	1.85375901
953	963	10	1.0384216
843	846	3	0.35460993
813	824	11	1.33495146
1109	1110	1	0.09009009
750	761	11	1.44546649
719	725	6	0.82758621
922	924	2	0.21645022
828	826	2	0.24213075
719	721	2	0.27739251
781	782	1	0.12787724

\*Diferencia Promedio = 6.7 milésimas

\*\*Error Promedio = 0.7031719 %

**Tabla 6. Comparación datos procesador Vs. microcontrolador prueba 3.**

Procesador (ms)	Micro (ms)	Diferencia (ms)*	Error (%)**
1344	1346	2	0.14858841
968	978	10	1.02249489
828	825	3	0.36363636
610	623	13	2.08667737
937	944	7	0.74152542
828	828	0	0
657	666	9	1.35135135
1187	1198	11	0.91819699
672	689	17	2.46734398
781	776	5	0.6443299
687	688	1	0.14534884
719	726	7	0.96418733
766	766	0	0
640	656	16	2.43902439
782	778	4	0.51413882
734	736	2	0.27173913
703	701	2	0.2853067
719	726	7	0.96418733
750	749	1	0.13351135
750	755	5	0.66225166

\*Diferencia Promedio = 6.1 milésimas

\*\*Error Promedio = 0.80619201 %

**Tabla 7. Comparación datos procesador Vs. microcontrolador prueba 4.**

Procesador (ms)	Micro (ms)	Diferencia (ms)*	Error (%)**
1141	1133	8	0.70609003
703	706	3	0.42492918
734	737	3	0.40705563
657	660	3	0.45454545
734	738	4	0.54200542
719	729	10	1.37174211
672	668	4	0.5988024
828	825	3	0.36363636
734	730	4	0.54794521
782	786	4	0.50890585
671	666	5	0.75075075
547	546	1	0.18315018
625	624	1	0.16025641
547	550	3	0.54545455
484	485	1	0.20618557
609	619	10	1.61550889
1578	1596	18	1.12781955
1094	1087	7	0.64397424
500	509	9	1.76817289
453	448	5	1.11607143

\*Diferencia Promedio = 5.3 milésimas

\*\*Error Promedio = 0.70215011%

**Tabla 8. Comparación datos procesador Vs. Microcontrolador prueba 5.**

Procesador (ms)	Micro (ms)	Diferencia (ms)*	Error (%)**
1235	1240	5	0.40322581
734	741	7	0.94466937
891	885	6	0.6779661
640	654	14	2.14067278
750	744	6	0.80645161
750	752	2	0.26595745
953	954	1	0.1048218
1922	1937	15	0.77439339
1719	1730	11	0.63583815
797	800	3	0.375
1718	1735	17	0.97982709
1407	1409	2	0.14194464
1203	1217	14	1.15036976
1282	1281	1	0.07806401
1125	1129	4	0.35429584
890	898	8	0.8908686
1016	1010	6	0.59405941
1359	1369	10	0.73046019
687	697	10	1.43472023
828	830	2	0.24096386

\*Diferencia Promedio = 7.2 milésimas

\*\*Error Promedio = 0.6862285%



Después de realizar este método de control se puede observar que la diferencia promedio entre las latencias tomadas con el procesador y el microcontrolador en todas las pruebas es de 6.81 milésimas, si se toma en cuenta que el error promedio es de 0.8074944%, indica que los datos tomados en cuanto a los intervalos de tiempo se tornan fiables para cualquier tipo de estudio posterior.

## 6. CONCLUSIONES

- La automatización de pruebas psicológicas, con base en criterio de los expertos, permite otorgar mayor fiabilidad a la administración y ejecución de estas, mostrando a su vez un ahorro en personal calificado y materiales.
- Presentar en paralelo información comportamental, fisiológica y de desarrollo de las pruebas, teniendo en cuenta el concepto de los especialistas, brinda varias opciones con las cuales pueda fundamentar su informe psicológico o diagnóstico clínico.
- El desarrollo de un prototipo informático, que permita la captura y almacenamiento de información, comportamental y desempeño, durante una prueba psicológica, aporta resultados al especialista de una manera más rápida y confiable.
- La herramienta facilita el análisis numérico de los resultados obtenidos en la aplicación de las pruebas, según juicio de los expertos, aportando información más específica con la que puede contar.
- La construcción de algoritmos que permitan la sincronización de la presentación de las pruebas, con la captura de latencias en tiempo real, permite disminuir el margen de error en la toma de este tipo de datos.

- Se permitió verificar la información adquirida en los procesos de configuración y ejecución de las pruebas, ordenándola en bases de datos y generando archivos planos de la misma, creando y presentado informes donde el especialista o investigador puede observar mayor información la cual es arrojada por el procesamiento de los datos adquiridos con análisis numéricos básicos.
- El software permite adquirir la información comportamental del paciente en el momento de la realización de la prueba, por medio de un dispositivo de captura de video, creando un archivo que se relaciona directamente con la sesión ejecutada.
- Se diseñó un montaje electrónico con el que se facilita al paciente la ejecución de la prueba y la obtención de latencias durante el transcurso de la misma.
- La reproducción de una sesión muestra de manera simultanea la información adquirida en una sesión en donde se puede visualizar la presentación de la prueba, las opciones seleccionadas por el paciente al ejecutarla, el comportamiento del paciente y la señal encefalográfica si fue captada simultáneamente en la ejecución real de la prueba.
- Se posibilita la selección de intervalos específicos en cuanto a la información de la señal encefalográfica durante el transcurso de la reproducción de una sesión.

- Los ensayos realizados al funcionamiento del software cumplieron las expectativas en cuanto a la creación, presentación y reproducción de pruebas stroop computacionales.
- La tecnología que se deriva del computador, combinada con el uso de audio, video y soluciones electrónicas, abren la posibilidad de construir sistemas sofisticados técnicamente que conserven y potencien la objetividad, economía y versatilidad del formato de las prueba psicológicas y permite el desarrollo posterior de nuevas metodologías de análisis a problemas.
- El ingeniero de sistemas de la UIS esta en la capacidad de utilizar el conocimiento adquirido, en el aporte interdisciplinario de las diferentes áreas del conocimiento, conduciendo a un mejor desarrollo de los proyectos, al involucrar diferentes puntos de vistas de los profesionales que participan en ellos, planteando nueva soluciones y logrando además comprender aspectos que a un área individualmente le sería difícil cubrir.

## 7. RECOMENDACIONES

Dada la cantidad de información que se captura y procesa en una prueba psicológica, además de la inmensa cantidad de preguntas no resultas que se tiene sobre el comportamiento humano es importante seguir con el proceso de automatización de las pruebas psicológicas para mejorar los estudios realizados en este campo y más específicamente hablando acerca de lo que tiene que ver con la correlación de información.

En suma, de seguirse la misma línea de este trabajo, se podría crear nuevas ayudas para obtener más información de manera mas rápida acerca de los resultados de la prueba stroop y la captura de señales fisiológicas.

- Utilizando la herramienta desarrollada, adelantar estudios de diferentes trastornos psicológicos, lo que permitiría al investigador corroborar o desechar hipótesis planteadas acerca de estos.
- Estimular la creación de aplicaciones que permitan la visualización tanto en reproducción como en tiempo real de captura de los ritmos periódicos de un EEG.
- Incluir directamente el tratamiento y caracterización de las mismas aplicando métodos matemáticos actuales.



- Desarrollar metodologías en donde se incluyan la captura de otros tipos de información fisiológica tales como: electrooculografía, electromiografía, electrocardiografía, entre otros.

## 8. BIBLIOGRAFIA

BRUCE e Compas, Introducción a la psicología clínica, Mc Graw Hill, 2003, p 197.

CATTELL, J. Mind: The time taken up by cerebral operations. Vol. 11, No. 43 1886; p. 377-392.

COREN, S.; WARD, L. y PORAC, C. *Sensation & Perception*. Academic Press, Orlando, Florida, 1984.

ESTEPA MARTINEZ, Fredy Alexander. Procesamiento Y Análisis De Señales Electroencefalográficas, Obtenidas Durante La Aplicación De Una Prueba De Memoria Emocional. Bucaramanga, 2005. Trabajo de grado (Ingeniero de Sistemas). Universidad Industrial de Santander. Facultad de Ingeniería Físico-Mecánicas. Escuela de Ingeniería de Sistemas e Informática

GOLDEN, C. Stroop Test de Colores y Palabras. TEA Ediciones, Madrid, 1999.

GROSS, Richard D. Psicología: la ciencia de la mente y la conducta. 3º edición. Manual Moderno, 2004

INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMAS TECNICAS. Normas Colombianas para la presentación de trabajos de investigación. Quinta actualización. Santa Fé de Bogotá. : ICONTEC.



KERLINGER, F. y HOWARD, L. *Investigación del Comportamiento. Métodos de Investigación en Ciencias Sociales*. McGrawHill, México, 2002.

LINDSAY, P. y NORMAN, D. A. *Human Information Processing*. Academic Press, New York, 1977.

PARDO, J.V.; PARDO, P.J.; JANER, K.W. y RAICHLE, M.E. Proc Natl Acad Sci: The anterior cingulate cortex mediates processing selection in the Stroop attentional conflict paradigm. Estados Unidos, 1990. Vol. 87; p. 256-259.

PETERSON, B.S.; SKUDLARSKI, P.; GATENBY, J.C.; ZHANG, H.; ANDERSON, A.W. y GORE, J.C. Biol Psychiatry: An fMRI of Stroop word-color interference: evidence for cingulate subregions subserving multiple distributed attentional systems. Estados Unidos. 1999. Vol. 45; p. 1237-1258.

RIBES, E. y LÓPEZ, L. *Teoría de la Conducta*. Trillas México, 1985.

SCHIFFMAN, R. *La Percepción Sensorial*. Limusa, México, 1997.

STROOP, J. Ridley. Journal of Experimental Psychology: Studies of Interference in serial Verbal Reactions. Vol. 18, 1935; p. 643-662.

WICKELGREN, W. *Cognitive Psychology*. Prentice Hall, New Jersey, 1979.



ARMAS, Milagros. Investigaciones de la tarea stroop en trastornos alimenticios. Publicado en Hojas Informativas de I@s Psicólog@s de Las Palmas, nº 88 junio de 2006, pp. 21-26.

<http://www.coplaspalmas.org/07biblio/clinic/clinic15.pdf>

BAÑOS, R; REYES, M. Procesamiento selectivo de la información amenazante en niños fóbicos: Una replicación del estudio de Martín, Horder y Jones. Universidad de Valencia, España, 1996.

[http://www.um.es/analesps/v12/v12\\_1/02-12-1.pdf](http://www.um.es/analesps/v12/v12_1/02-12-1.pdf)

*BAÑOS, R; QUERO, S; BOTELLA, C.* Sesgos atencionales en la fobia social medidos mediante dos formatos de la tarea stroop emocional y papel mediador de distintas variables clínicas. International Journal of Clinical and Health Psychology, 2005, 5, 23-42.

<http://www.aepc.es/ijchp/articulos.php?coid=Espa%C3%B1ol&id=131>

BOCANEGRA, D; CRUZ, A; GÓMEZ, A. Una perspectiva perceptual del efecto stroop. Universidad Nacional, Colombia.

<http://www.abacolombia.org.co/bv/analisis/efecto%20stroop%20bocanegra%20ABA%20analisis%20mayo%202003.pdf>