

# UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE LA MIXTECA



## CONFIGURACIÓN DE ELEMENTOS GRÁFICOS EN INTERFACES ADAPTATIVAS PARA LA REDUCCIÓN DE ESTRÉS EN PERSONAS ADULTAS

Tesis que presenta:

**C. Dayfel Luis Hernández Martínez**

Para obtener el título de:

**INGENIERO EN COMPUTACIÓN**

Director de Tesis:

**M.C. Mario A. Moreno Rocha**

Le dedico esta tesis a mi madre Felipa de Jesús Martínez Mtz. que sin su amor, confianza, esfuerzo, tolerancias, enseñanzas y sabiduría no imagino que hubiese pasado... porque no es sólo la persona que más aprecio y admiro sino también es la persona que más quiero y amo, en pocas palabras es como mi súper héroe, sí! así toda valiente con sus súper poderes y su capa, conocida por todos como *Pilly*, ahhh y lo mejor, es que es mi amiga...

A mi hermana Magaly, con quien no sólo comparto genes, sino también sentimientos que nos entrelazan más allá del tiempo y el espacio, por esa energía extraña que trasciende en el universo.

Después de muchas ideas y propuestas, para la creación de una gran idea. Después de muchos viajes en búsqueda de diversos asesores. Después de muchos congresos, talleres y seminarios. Después de muchos libros leídos, hojeados, vistos o revisados. Después de caídas, golpizas, luxaciones, asaltos, peleas aduanales o sobornos. Después de dinero perdido así como también bien invertido. Después de muchas porras, felicitaciones, apoyos morales e imaginarios, de promesas no cumplidas. Después de la decepción amorosa, de dolores de cabeza, de cuerpo y de mucho Estrés: Terminé. Sí!, Terminé después de dos años de investigación pasando siete años en el “Tíbet”, por lo que ahora sólo me queda externar mi agradecimiento a las personas que de alguna forma colaboraron en el desarrollo de esta tesis:

A todos mis amigos en especial a Diana y Heder que siempre han estado ahí para apoyarme, regañarme, enojarnos o discutir, sin ceder a las adversidades y disfrutar de la vida.

Al M.C. Mario A. Moreno Rocha que paso de ser mi maestro a mi asesor, siendo el único que confió en mis ideas para la realización de esta tesis, otorgándome las bases para la buena investigación, así también me dio la oportunidad para especializarme en la usabilidad; pasando de ser mi jefe, luego a ser mi mentor (maestro jedi) y ahora amigo.

A la Dra. Maritza García Montañés por su asesoramiento en el área de Psicología.

A la Psc. Lizbeth A. Bautista Ruíz por su ayuda en la búsqueda y adaptación de metodologías.

A P.I.D. Fernando Sernas por su colaboración en el diseño creativo de las imágenes representativas del estrés.

A I.D. Ariadna Benítez Saucedo por su asesoría en la distribución coherente y ordenada de este proyecto.

Agradezco a todas aquellas personas que me brindaron su valioso tiempo para la realización de pruebas, a esas personas sabias que tienen la experiencia del tiempo y la vida, a los que llaman adultos mayores en plenitud.

A mis sinodales MDI. Mercedes Martínez González, MC. Verónica Rodríguez López, CMC. Wendy Y. García Martínez, por sus consejos para mejorar la calidad de esta tesis.

Y también le dedico una línea a aquellas personas que me brindaron su apoyo en la génesis de este camino y simplemente se desvanecieron \_\_\_\_\_ por que sin ella no hubiese conocido el fondo del iceberg.

# ÍNDICE GENERAL

Capítulo 1. Introducción.....	1
1.1. Planteamiento del problema .....	2
1.2. Hipótesis .....	3
1.3. Objetivos.....	3
1.3.1. Objetivo general.....	3
1.3.2. Objetivos específicos .....	3
1.4. Justificación .....	4
1.5. Alcances .....	5
1.6. Delimitaciones.....	6
Capítulo 2. El estrés como problemática .....	7
2.1. Introducción al estrés.....	7
2.1.1. Antecedentes del estrés.....	7
2.1.2. Definición de estrés.....	8
2.1.3. Causas.....	9
2.1.4. Síntomas y características .....	10
2.1.5. Variables medibles del estrés en el organismo .....	11
2.1.6. Alternativas para reducir el estrés .....	12
2.2. Entorno computacional para adultos entre 50 a 70 años.....	13
2.2.1. La aparición de la computadora y la dinámica social en la vida de los adultos.....	13
2.2.2. Factores computacionales que generan estrés .....	14
Capítulo 3. Marco de Referencia .....	16
3.1. Interrelación de disciplinas en el proyecto .....	16
3.2. Interacción Humano-Computadora (HCI) .....	17
3.2.1. Introducción a HCI.....	17
3.2.2. Instrumentos de aporte .....	18
3.2.2.1. Adaptabilidad .....	18
3.2.2.2. Usabilidad .....	20



3.3.	Psicología .....	21
3.3.1.	Introducción a la Psicología.....	21
3.3.2.	Instrumentos de aporte .....	23
3.3.2.1.	El biofeedback .....	23
3.3.2.2.	Percepción visual y Psicología Gestalt .....	26
3.3.2.3.	Psicología del color.....	27
3.4.	Diseño Gráfico .....	28
3.4.1.	Introducción al Diseño Gráfico.....	28
3.4.2.	Instrumentos de aporte .....	28
3.4.2.1.	Color.....	29
3.4.2.1.1.	Definición del color .....	29
3.4.2.1.2.	Significado del color.....	30
3.4.2.1.3.	El color y la legibilidad.....	31
3.4.2.2.	Composición .....	32
3.5.	Metodologías utilizadas.....	33
3.5.1.	Diseño Centrado al Usuario (UCD).....	33
3.5.2.	Desensibilización Sistemática .....	35
3.5.3.	Evaluación Heurística de Nielsen .....	36
Capítulo 4.	Alternativas de Solución Consideradas .....	38
4.1.	Introducción .....	38
4.2.	Análisis de la señal fisiológica.....	38
4.2.1.	Recopilación de los distintos tipos de sensores e de señales fisiológicas .....	38
4.2.2.	Selección de herramientas .....	42
4.3.	Análisis de elementos gráficos.....	43
4.3.1.	Recopilación de los distintos elementos gráficos y sonoros para la creación de interfaces multimedia .....	43
4.3.2.	Selección de elementos gráficos y sonoros.....	48
4.4.	Análisis de la plataforma.....	48
4.4.1.	Recopilación de distintas plataformas .....	48

4.4.2.	Selección de la plataforma.....	49
Capítulo 5.	Diseño de la Aplicación.....	50
5.1.	Introducción al diseño de la aplicación.....	50
5.2.	Diseño del sistema para el análisis de las señales fisiológicas.....	51
5.3.	Diseño de interfaces.....	55
5.4.	Diseño de la automatización.....	58
Capítulo 6.	Pruebas y Resultados.....	63
6.1.	Pruebas al subsistema “Nivel de Estrés”.....	63
6.2.	Pruebas a los elementos gráficos del subsistema Selec de Elementos Gráficos.....	64
6.3.	Pruebas al menú para el Subsistema de Automatización.....	67
6.4.	Pruebas a la Metodología de Desensibilización Sistemática del Estrés.....	67
6.5.	Resultados de aplicación.....	68
Capítulo 7.	Conclusiones y Trabajo Futuro.....	69
7.1.	Conclusiones.....	69
7.2.	Trabajo a futuro.....	71
Referencias	.....	73
Anexos	.....	78
Apéndice	.....	90

# ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA. 1 USUARIO CON ESTRÉS. ....	10
FIGURA. 2 CONTRIBUCIÓN DE OTRAS CIENCIAS EN HCI. ....	18
FIGURA. 3 TERAPIA CON BIOFEEDBACK. ....	23
FIGURA. 4 MODELO DE PROCESADOR HUMANO POR CARD, MORAN Y NEWELL. ....	25
FIGURA. 5 PROCESO ITERATIVO DE LA METODOLOGÍA CENTRADA EN EL USUARIO. ....	34
FIGURA. 6 MICROELECTRODO CEREBRAL IMPLANTADO EN MONO. ....	39
FIGURA. 7 SENSOR IMPLANTADO EN EL CEREBRO DE UN HOMBRE PARALITICO. ....	39
FIGURA. 8 INTERFAZ CEREBRAL NO INVASIVA PARA LA COMUNICACIÓN. ....	40
FIGURA. 9 CONTROL MENTAL DE UN ROBOT. ....	40
FIGURA. 10 BIOFEEDBACK GSR2. ....	41
FIGURA. 11 SISTEMA JOURNEY TO WILD DIVINE BIOFEEDBACK . ....	41
FIGURA. 12 MODIFICACION DEL SISTEMA JOURNEY TO WILD DIVINE BIOFEEDBACK. ....	42
FIGURA. 13 SOFTWARE I-DOSER. ....	46
FIGURA. 14 SOFTWARE NATURA. ....	47
FIGURA. 15 SOFTWARE PZIZZ. ....	47
FIGURA. 16 CICLO DEL SISTEMA. ....	50
FIGURA. 17 DIAGRAMA A BLOQUES DEL SISTEMA DESARROLLADO DESSENSIS X3. ....	51
FIGURA. 18 DIAGRAMA A BLOQUES DEL ANÁLISIS DE LAS SEÑALES FISIOLÓGICAS. ....	52
FIGURA. 19 DIAGRAMAS A BLOQUES DEL SISTEMA EN LABVIEW. ....	53
FIGURA. 20 LA COMPILACIÓN DEL SISTEMA “NIVEL DE ESTRÉS” EN LABVIEW. ....	53
FIGURA. 21 PRUEBAS COMPARATIVAS DE LOS TEST DE ESTRÉS Y LOS SISTEMAS COMERCIALES GSR2 Y JOURNEY TO WILD DIVINE RELACIONADOS AL SISTEMA “NIVEL DE ESTRÉS” ....	54
FIGURA. 22 GRÁFICAS Y NIVELES DE FRECUENCIAS DE SALIDA POR LOS SISTEMAS GSR2 Y JOURNEY TO WILD DIVINE. ....	54
FIGURA. 23 DIAGRAMA A BLOQUES DE LA SELECCIÓN DEL DISEÑO INTERFACES. ....	55
FIGURA. 24 CENSADO DEL NIVEL DE ESTRÉS DEL USUARIO. ....	57
FIGURA. 25 GENERADOR DE FRECUENCIAS. ....	58
FIGURA. 26 DIAGRAMA A BLOQUES DE LA SELECCIÓN DE LA AUTOMATIZACIÓN DE LAS INTERFACES. ....	59
FIGURA. 27 PANTALLA DE LA AUTOMATIZACIÓN DE LAS INTERFACES. ....	59
FIGURA. 28 APLICACIÓN QUE INFORMA AL USUARIO EL NIVEL DE ESTRÉS. ....	60

FIGURA. 29 ASPECTO GRÁFICO DE LA ACTIVACIÓN DE LA ARMONIZACIÓN MUSICAL.....	60
FIGURA. 30 ASPECTO GRÁFICO DE LA ACTIVACIÓN DE TIPS.....	62
FIGURA. 31 EQUIPO UTILIZADO PARA LAS PRUEBAS.....	65
FIGURA. 32 USUARIO EFECTUANDO PRUEBA DE USABILIDAD.....	66
FIGURA. 33 MEDIDOR DE ESTRÉS ESTRUCTURADO EN LABVIEW .....	111
FIGURA. 34 PRUEBAS REALIZADAS CON EL DOC. CHRISTIAN STURM. ....	111

## ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 1. DESCRIPCIÓN DE TIPO DE ONDA Y FRECUENCIA CORRESPONDIENTE.....	45
TABLA 2 DISEÑO E INTERPRETACIÓN DE LAS IMÁGENES CREADAS EN RELACIÓN AL NIVEL DE ESTRÉS APLICADAS EN LAS INTERFACES DEL SISTEMA DESSENSIS X3.....	56

## ÍNDICE DE GRÁFICAS

GRAFICA 1 TIEMPO PROMEDIO DE LAS TAREAS.....	112
--	-----

# Capítulo 1. Introducción

Vivimos una época de transición, donde todo se encamina a lograr un mundo global, donde hablemos y nos entendamos con los mismos códigos de lenguaje, las mismas herramientas y los mismos dispositivos. Así, la tecnología va tomando un lugar esencial en nuestras vidas excluyendo de una u otra manera al individuo que no comprende y domina la tecnología actual. Éste es el caso de adultos que tienen entre 50 a 70 años que hacen uso limitado de la tecnología debido a diversas causas sociales, culturales, físicas, ideológicas, sensoriales y cognitivas. Al tomar este grupo de población que no se desarrolló con la tecnología actual se observa que es un grupo vulnerable que va en descenso y que actualmente son pocos los esfuerzos en el diseño de interfaces especializadas de la computadora. A su vez, la población productiva actual envejece por todo el mundo creciendo rápidamente (una alta población de entre 50 a 70 años a futuro), con la característica que desconocen las herramientas computacionales, las cuales cabe mencionar, no han sido desarrolladas o especializadas para su óptimo manejo, pensando en las limitaciones físicas y mentales de dicha población futura, lo que es importante en el ambiente laboral.

Dado que el usuario al interactuar con las computadoras crea un ambiente y este puede tornarse complejo, el usuario puede llegar a enfrentar problemas, que le generen estrés, dificultando su interacción con los sistemas. Esta investigación propone y aplica la configuración de elementos gráficos en interfaces adaptativas para la disminución de estrés en personas adultas, de tal forma que se integren a la era digital, sustituyendo paradigmas que se tienen de las computadoras, mediante un ambiente apto de trabajo o estudio.

Generalmente las personas mayores carecen de paciencia, esto sumado a la poca comprensión que tienen del funcionamiento de la máquina, genera un sentimiento de frustración. Esto se presenta cuando la máquina se inhibe al saturar sus procesos y el usuario espera que la computadora funcione como sus necesidades lo requieren, haciendo varias cosas a la vez.

## 1.1. Planteamiento del problema

El argumento de esta tesis se fundamenta básicamente en dos realidades: el estrés y las computadoras.

La primera realidad consiste en que cada día son más palpables las consecuencias provocadas por el estrés en las personas, lo cual va en aumento; pero a su vez han surgido técnicas que ayudan a contrarrestar sus efectos.

La segunda es la importancia de la computadora en la vida actual, que ha venido adquiriendo un lugar esencial en la vida laboral y personal. Ante esta realidad cabe reconocer que la población adulta actual considera a la computadora como un aparato frío, complejo e inentendible, aún reconociendo su importancia como herramienta eficiente, que organiza y hace más productiva su vida laboral.

El punto en donde convergen estas dos realidades se ubica en donde el uso de la computadora, siendo tan importante para el desarrollo y beneficio humano, llega a su vez a ser una herramienta generadora de estrés. Se han realizado algunos esfuerzos para solucionar esta problemática, sin embargo no existe un software capaz de modificar el estado de ánimo y comportamiento regulando el nivel de estrés en personas adultas dentro de un nivel básico de cómputo, es decir en un ambiente cotidiano de trabajo.

De esta manera, se propone investigar y construir un modelo (núcleo) conformado por elementos gráficos y sensoriales que puedan manipular la interfaz y el ambiente de una computadora logrando con esto reducir el estrés; apoyándose en la aplicación de diversos métodos y técnicas pertenecientes a distintas áreas (Interacción Humano-Computadora, Psicología, Diseño, Análisis de Señales fisiológicas y Computación).

## 1.2. Hipótesis

¿Podrán las interfaces adaptativas de computadora, desarrolladas a través de la aplicación de métodos y técnicas derivadas de la Interacción Humano-Computadora, Computación, Psicología y el Diseño Gráfico, reducir el estrés en personas adultas en un entorno de aprendizaje computacional?

## 1.3. Objetivos

### 1.3.1. Objetivo general

Reducir el estrés que experimentan las personas adultas de 50 a 70 años, dentro de un entorno computacional, por medio de un conjunto de interfaces adaptativas de computadora.

### 1.3.2. Objetivos específicos

- Obtener y adaptar una metodología para disminuir el estrés.
- Detección del nivel de estrés de un usuario mediante un relaxómetro conectado a una computadora.
- Manipular la señal fisiológica obtenida por el relaxómetro.
- Identificar elementos gráficos y sonoros que manipulan el nivel de estrés en una persona.
- Identificar los factores dentro del entorno de una computadora (interfaces) que afectan el nivel del estrés del usuario.
- Aplicar los conocimientos e información obtenida por la Psicología y el Diseño, para el manejo de estrés en un ambiente computacional.

- Desarrollar un sistema que modifique los parámetros del entorno de una computadora, para disminuir el nivel de estrés en los usuarios adultos de manera automática.

Esta aplicación tiene como objetivo ayudar al usuario en la medida en la que pueda aprovechar al máximo los recursos computacionales como una herramienta laboral y cotidiana, sin causar estrés, repulsión, frustración, confusión y enojo.

## 1.4. Justificación

Hoy en día el ambiente que se crea entre el ser humano y las computadoras en la mayoría de las ocasiones es estresante. Para el segmento poblacional que cuenta de entre 50 a 70 años, la aparición de la computadora en su ambiente laboral ha implicado varios cambios drásticos, por ejemplo, la gran mayoría de los adultos desconocen el lenguaje informático o las interfaces de las computadoras, además de presentar barreras físicas, sensoriales y cognitivas al uso de la computadora como dificultades de aprendizaje, debilidades visuales, poca destreza y en algunos casos “tecnofobia”.

Los problemas de aprendizaje y memorización que presentan los adultos frente al uso de una computadora se encuentran englobados en los siguientes puntos:

- En la captura de datos: Los usuarios iniciaron trabajando en una máquina de escribir, donde la interfaz física era un teclado convencional, ahora se usa la computadora personal donde la interfaz física de entrada de datos es el teclado el cual implementa nuevas teclas distintas a las típicas, como Enter, BackSpace, Escape, las funciones Shift, Control, Alt, etc.
- En la salida de datos: Anteriormente se obtenía la información visible directamente en papel; eso cambió a una pantalla y donde la impresión se da en un dispositivo externo llamado impresora.
- En el uso de nuevos dispositivos de entrada: El ejemplo más común es el aprendizaje del uso del mouse, pues al usuario adulto le es difícil adaptarse a éste dispositivo así como adquirir precisión y habilidad para manejarlo; además del esfuerzo visual que se tiene al estar frente a un monitor.



Existen herramientas que pueden lograr una interacción más estrecha permitiendo que los individuos se sientan cómodos en un ambiente plenamente tecnológico. Por lo cual, apoyado en áreas multidisciplinarias que incorporan factores humanos, técnicos y ergonómicos, surge la idea de desarrollar un ambiente tecnológico que dé mayor confort, tranquilidad y seguridad al usuario.

La razón principal para realizar este proyecto sobre la población de personas adultas se da porque es un grupo vulnerable (equivalente al 20.8% de la población mexicana, según datos del INEGI, 2007), grupo vulnerable en el cual no se le ha dedicado la atención suficiente para que éstos se vean beneficiados en la reducción de su estrés con lo cual, mejoren sus actividades cotidianas en la interacción con las computadoras, y así obtengan un mejor aprovechamiento físico-mental en sus labores.

## **1.5. Alcances**

Mediante la aplicación de las distintas metodologías relacionadas con Psicología Cognitiva, se obtendrán las características que generan estrés en las personas adultas al utilizar la computadora en un entorno de aprendizaje computacional. A continuación se listan las soluciones que se propondrán mediante la aplicación de herramientas y enfoques que se toman en cuenta por HCI (Interacción Humano Computadora):

- La creación de un sistema que pueda determinar el nivel de estrés en un usuario.
- La identificación de los parámetros que estresan al usuario, mediante pruebas de medición de estrés, para así poder determinar la metodología adecuada a aplicar para la reducción del mismo.
- El desarrollo y la selección de las interfaces que se realizará mediante la medición del nivel de estrés inducido por determinados colores, imágenes y sonidos.
- La visualización de distintas configuraciones del entorno de trabajo, éstas se censarán en la computadora según el nivel de estrés generado en el usuario.

## **1.6. Delimitaciones**

Con respecto a la interacción del usuario con el sistema, no se tiene como objetivo resolver las dificultades de aprendizaje, tampoco se garantiza que con este software las personas aprendan más, ya que dependerá de las capacidades y limitaciones de cada individuo. No se pretenden eliminar, al menos de manera directa, las fuentes externas o ajenas al entorno de la computadora causantes de estrés, esto depende de la reacción o modo de actuar de cada usuario.

## Capítulo 2. El estrés como problemática

### 2.1. Introducción al estrés

Debido a la importancia que tiene el estrés para el desarrollo de esta investigación, fue necesario adentrarse en dicho tema, comprender la trascendencia y evolución que ha tenido a lo largo del desarrollo del ser humano, es por eso que en dicho capítulo se exponen los antecedentes, definición, causas, características y consecuencias del estrés; información que posteriormente serán aplicadas en el proyecto.

#### 2.1.1. Antecedentes del estrés

El concepto de estrés se ha considerado durante siglos, conceptualizándolo de forma sistemática y siendo objeto de investigación. La Segunda Guerra Mundial y la guerra de Corea marcaron la pauta en dicha investigación, dada su importancia en el rendimiento en combate. Más tarde, se reconoció que el estrés representa un aspecto inevitable de la vida y que marca la diferencia en el funcionamiento social entre individuos es la forma en que cada uno lo afronta. Los avances en medicina psicosomática, conductual, psicología de la salud e intervención clínica, aumentaron el interés por el estrés, provocado por los cambios implícitos en el proceso de envejecimiento, así como por el entorno físico y la forma en que nos afecta. Todo ello ha tenido un efecto estimulante en el estudio del estrés [SH56] [LR91].

El término estrés se deriva del latín “*stringere*”, que significa oprimir, apretar o atar. En el siglo XVII la palabra se utilizó para expresar el sufrimiento, la privación, las pruebas, calamidades y adversidades que tenían que padecer las personas. En el siglo XVIII el concepto estrés comenzó a denotar el factor desencadenante de diversas reacciones en el individuo. La palabra estrés se relaciona con el vocablo Inglés *stress* y *strain*, que alude a la tensión excesiva, que en el caso de las ciencias biológicas se usa para describir las características fisiológicas de la respuesta corporal al estrés. El término estrés para

mediados del siglo XIX, fue concebido como antecedente de la pérdida de salud. El físico francés Claude Bernard sugirió que los cambios externos en el ambiente pueden perturbar al organismo, y que era esencial mantener el propio ajuste y alcanzar la estabilidad del medio interno (Bernar, 1867). Éste parece ser el primer reconocimiento de sus consecuencias, provocadas por el rompimiento del equilibrio, al someter al individuo al estrés [SH56] [LR91].

En 1920 Walter B. Cannon introdujo y uso por primera vez el término estrés en la medicina, propuso su “reacción de alarma” para explicar el incremento de adrenalina después de la exposición del organismo a cualquier estresor; también consideró al estrés como una perturbación de la homeostasis<sup>1</sup>, ante situaciones de frío, falta de oxígeno, descenso de la glucemia, etc., y por tanto, afirmó que el grado de estrés es medible.

Actualmente el término estrés se utiliza para aludir a cualquier condición que perturba seriamente la homeostasis fisiológica y psicológica, que el organismo percibe como dañino. Los estresores se definen como cualquier estímulo, externo o interno (físico, químico, acústico, somático o sociocultural) que de cualquier forma produzca desestabilidad en el cuerpo [CW95].

## 2.1.2. Definición de estrés

En la mayoría de las definiciones de estrés, se maneja el término como un comportamiento, donde intervienen factores del entorno como del individuo mismo.

El estrés no es únicamente una consecuencia de la acción de un agente externo, sino que incluye la vulnerabilidad y participación del individuo mismo. Por eso, es importante considerar las características de la persona para definirlo convirtiéndose en una reacción variable dependiendo de cada sujeto. Así, el estrés es el resultado de la relación entre el sujeto y el entorno, que es evaluado por éste como amenazante o desbordante de sus recursos y que pone en peligro su bienestar [LR91] [NP01].

---

<sup>1</sup> Homeostasis: tendencia del cuerpo a mantener el equilibrio fisiológico compensando su química.

Según Ivancevich y Matteson, (1985), no existe una definición única ni específica para estrés, las que se presentan a continuación son las de mayor aporte a la presente tesis:

- “El estrés surge cuando el individuo percibe que las demandas de una situación externa están más allá de sus posibilidades para enfrentarlas” [LR96].
- “El estrés en el trabajo se refiere a la situación en donde los factores relacionados con el trabajo interactúan con un trabajador para cambiar, mejorar, deteriorar o afectar sus condiciones psicológicas y fisiológicas de tal manera que la persona (mente o cuerpo) se ve forzado a desviarse del funcionamiento normal” [KP82].
- “El estrés es una reacción de los individuos ante la presión, tanto externa como auto impuesta, cuyo resultado es el cambio fisiológico. A niveles óptimos de presión o tensión el individuo prospera y maximiza su ejecución en diversas áreas. Una vez que la presión se vuelve excesiva y la persona se encuentra afligida o angustiada, esto lleva a resultados costosos para el individuo y para la organización” [CR85].
- “El estrés es un patrón de respuestas psicológicas, conductuales y fisiológicas del individuo para el ambiente físico, social y emocional que excede su habilidad para enfrentarse eficazmente a sus problemas, esto es desempeñar actividades, llegando a metas y experimentando satisfacciones” [CC88].

### 2.1.3. Causas

Aunque de primera instancia, el estrés es una respuesta normal del organismo ante las situaciones de peligro que todos los sujetos experimentan en uno u otro momento, es difícil establecer una sola causa que lo origine, porque el nivel de estrés en un individuo depende en gran medida de su personalidad y modo de vida.

La presente tesis se enfoca al tratamiento del estrés en personas adultas en un entorno de aprendizaje computacional, en donde se pueden encontrar factores generales que son causa de estrés que afecta al usuario como: la resistencia a la tecnología, la falta de comprensión del funcionamiento de los sistemas, sobrecargas de trabajo, miedo al fracaso en las labores

requeridas, miedo a descomponer la computadora, confrontaciones con las computadoras, etc (ver Figura 1).



**Figura 1.** Usuario con estrés.

#### 2.1.4. Síntomas y características

El estrés produce cambios químicos y físicos en el cuerpo. En una situación de estrés, el organismo reacciona manifestándose de la siguiente manera de mayor o menor intensidad:

- El corazón late más fuerte y rápido.
- Las pequeñas arterias que irrigan la piel y los órganos menos críticos (riñones, intestinos), se contraen para disminuir la pérdida de sangre en caso de heridas y para dar prioridad al cerebro y los órganos más críticos para la acción (corazón, pulmones, músculos).
- La temperatura corporal incrementa.
- La mente aumenta el estado de alerta.
- Los sentidos se agudizan.

Además de las anteriores manifestaciones fisiológicas, existen también otras señales que se presentan en una situación estresante [URL01].

- Emociones: ansiedad, irritabilidad, miedo, fluctuación del ánimo, confusión o turbación.
- Pensamientos: excesiva autocrítica, dificultad para concentrarse y tomar decisiones, olvidos, preocupación por el futuro, pensamientos repetitivos, excesivo temor al fracaso.
- Conductas: tartamudez u otras dificultades del habla, llanto, reacciones impulsivas, risa nerviosa, trato brusco a los demás, rechinar los dientes o apretar las mandíbulas; aumento del consumo de tabaco, alcohol y otras drogas; mayor predisposición a accidentes; aumento o disminución del apetito.
- Cambios físicos: músculos contraídos, manos frías o sudorosas, dolor de cabeza, problemas de espalda o cuello, perturbaciones del sueño, malestar estomacal, gripes e infecciones, fatiga, respiración agitada o palpitaciones, temblores, boca seca.

En condiciones inesperadas, los cambios provocados por el estrés resultan muy convenientes, pues preparan al individuo de manera instantánea para responder oportunamente y poner su integridad a salvo. Cuando los síntomas se extienden en el tiempo sin control, el estrés se convierte en una situación dañina para la salud, por ejemplo, la capacidad de aprendizaje puede ser obstaculizada debido a la falta de concentración consecuencia del estrés, provocando ansiedad y un conjunto de síntomas físicos que limitan la actividad cerebral.

## 2.1.5. Variables medibles del estrés en el organismo

El estrés en una persona se puede identificar mediante respuestas fisiológicas o psicológicas las cuales pueden ser medibles, teniendo cada una distintas variables significativas que reflejan el estado, lo cual significa que pueden ser puntos de referencia para determinar un grado o nivel de estrés. A continuación se listan algunos ejemplos de los dos tipos de respuestas:

- Respuestas fisiológicas:
  - La activación del sistema nervioso vegetativo se refleja en la respiración, el dinamismo cerebral y la temperatura del cuerpo.
  - En el caso del sistema cardiocirculatorio se ve afectada la frecuencia cardiaca y la presión arterial.
  - La afección del sistema endocrino se refleja en las glándulas del sudor, esto es la conductancia de la piel.
- Respuestas psicológicas:
  - La Escala de Medición del Estrés Psicológico (MEP, test de preguntas indirectas de opción múltiple).
  - La postura corporal, la cual se mide en base a la recolección de indicadores relativos al movimiento, la postura y la voz.

Con el análisis de la señal fisiológica y del MEP es posible integrar una escala estrés-bienestar, la cual nos indica el estado actual de una persona [ES96] [PO94].

## 2.1.6. Alternativas para reducir el estrés

El estrés en la actualidad se ha intentado controlar, mediante algunas de las siguientes recomendaciones médicas:

- Toma de fármacos recetados por especialistas para controlar el nerviosismo, tensión muscular, insomnio, ansiedad e irritabilidad.
- Participar en terapias psicológicas o psiquiátricas.
- Practicar alguna técnica de relajación para reducir la tensión muscular.
- Practicar rutinas de ejercicio, respiración y meditación.
- Participar en seminarios o grupos de inoculación del estrés.
- Llevar una buena alimentación.



- Prácticas terapéuticas con técnicas de Biofeedback.

La práctica de estas recomendaciones no aseguran ni determinan una mejor calidad de vida, dado a que dependerá más de la disciplina y personalidad de cada individuo. La mejor canalización para combatir el estrés rutinario y laboral es el ejercicio y la practicar de terapias psicológicas o psiquiátricas.

## **2.2. Entorno computacional para adultos entre 50 a 70 años**

### **2.2.1. La aparición de la computadora y la dinámica social en la vida de los adultos**

El geriatra y neumólogo Dr. Samuel Bravo Williams<sup>2</sup>, señala que el abandono y rechazo a las personas de la tercera edad es un fenómeno transcultural, porque antes "el viejo tenía un sitio especial y un rol dentro de la familia y, consecuentemente, también dentro de la sociedad. Pero esto se ha transformado paulatinamente a partir de la tercera década del siglo XX, cuando la familia rural y extendida se convirtió en un clan nuclear en el que varios de sus miembros salieron, entre ellos lo viejos. El desarrollo tecnológico y la dinámica social que se ha instaurado en México y el mundo en las últimas décadas ha promovido que el viejo pierda posición de rol, es decir, ya no dependemos de su autoridad y conocimiento porque hoy contamos con computadoras y satélites, sabemos al instante lo que sucede en cualquier parte del mundo y antes no existía eso, por lo que tenía que consultarse al viejo para saber qué había pasado con la historia, cuáles eran los ciclos para sembrar e incluso cómo se debía cazar y pescar, pero hoy todo es diferente, por lo cual el anciano es rechazado y significa un estorbo" [URL02].

La sociedad en general es insensible ante las necesidades de este sector de la población, y tal parece que todo se circunscribe a un problema educativo, el cual no permite que se rescate el valor y el rol en la vida del anciano.

---

<sup>2</sup> Presidente honorario de la Sociedad de Geriátría y Gerontología de México.

Sin embargo, Bravo Williams acepta que los viejos también son responsables de esta situación y que han perdido parte de la batalla porque se han abandonado en el desarrollo de la vida, interrumpen su educación y es común que un individuo se preocupe sólo por mantener el trabajo que ha realizado durante 25 ó 30 años y cuando lo jubilan no tiene idea de hacer alguna otra cosa más, ni dentro de su casa o en su comunidad, y entonces se vuelve un viejo aburrido y aislado. Esto se debe en parte a la actitud que se mencionó anteriormente, pero también a la falta de implementación de los sistemas especializados y su carente orientación hacia este sector de la población. Los adultos perciben la tecnología como “cosas modernas para jóvenes”, así que no se sienten incluidos ni capaces de participar en cuestiones de tecnología y es así como ellos mismos se van aislando y manteniendo al margen [URL02].

## 2.2.2. Factores computacionales que generan estrés

Es un hecho que el estrés es una problemática que afecta al ser humano desde diferentes ángulos, tal y como se muestra a lo largo de este capítulo, sin embargo para los fines de investigación requeridos en esta tesis, fue necesario realizar observaciones detalladas al ambiente de trabajo de las personas mayores. El aprendizaje de las personas adultas en el ambiente computacional es lento relacionado con su evolución, aunado a esto se encontraron diversos elementos que influyen en el desempeño óptimo del usuario, como los listados a continuación:

- Color y brillo: Llegan a causar agotamiento visual en el usuario, irritación en los ojos, dolor de cabeza en respuesta al esfuerzo visual. En la mayoría de las ocasiones ambos elementos provocan una conducción de estímulos inadecuados.
- Iconos: La saturación y la inadecuada distribución de iconos en las interfaces provoca confusión o retraso de las tareas por parte del usuario, como consecuencia de la poca retención y memorización del mismo, aunado a la incompleta estandarización semántica iconográfica.
- Resolución del Monitor: La falta de una resolución adecuada en el monitor, trae como consecuencia poca legibilidad, provocando fatiga visual y pérdida momentánea de enfoque.

- Dispositivos: Al usuario adulto se le dificulta la manipulación de dispositivos como el mouse que requieren de precisión, dispositivos de almacenamiento (CDs, memorias USB, discos duro), entre otros.
- Software: Al usuario se le dificulta la interacción entre la diversidad de software que existe para un mismo objetivo como lo son: diversos sistemas operativos, editores de texto, buscadores, reproductores multimedia, por nombrar algunos.

## Capítulo 3. Marco de Referencia

### 3.1. Interrelación de disciplinas en el proyecto

La interrelación entre diversas disciplinas forma parte esencial para el desarrollo de esta tesis, debido a que se engloba el factor humano, tecnológico y científico, entendidos por campos como la Psicología, el Diseño, la Computación y la disciplina de la Interacción Humano-Computadora. Las cuales se relacionan entre sí para lograr los objetivos establecidos con anterioridad.

El área de Psicología aporta el conocimiento del ser humano, haciendo uso de metodologías que colaboran en un entendimiento más profundo del comportamiento de los individuos, ofrece información acerca de las posibles reacciones emocionales y mentales que un individuo puede tener al estar inmerso a determinados factores como el estrés, complementados por la estimulación de colores, formas, sonidos y técnicas cognitivas. Una vez que la psicología realiza su aportación, es entonces cuando el área de Diseño se incorpora en el desarrollo del proyecto al aterrizar las técnicas y los elementos que proporcionó la Psicología, en conjunción con elementos propios de esta área como color, composición, formas, ergonomía, semiótica y estética, entre otros, obteniendo como resultado las interfaces gráficas acordes a las necesidades del usuario y del proyecto.

La aportación de la Interacción Humano-Computadora se basa en el establecimiento de una metodología iterativa en el desarrollo del sistema, apoyándose en los conocimientos previamente establecidos por parte de la Psicología y el Diseño, con la posibilidad de localizar posibles errores e identificar mejoras al sistema, para finalmente concluir en una automatización de las reacciones emocionales (actividades fisiológicas) ante determinados estímulos.

A continuación se describen las aportaciones de cada una de las áreas antes mencionadas, comenzando por la disciplina Interacción Humano-Computadora por ser la que mayor participación tiene en esta tesis debido a que se vale de los conocimientos de la Psicología y el Diseño, con el fin de obtener un sistema acorde a las necesidades del usuario.

## 3.2. Interacción Humano-Computadora (HCI)

### 3.2.1. Introducción a HCI

Debido a la gran afluencia de sistemas de cómputo, cada día es más evidente la necesidad de interacción cotidiana de los usuarios con las computadoras, lo que implica la relación del usuario con diferentes interfaces [LJ01].

En el transcurso de los avances tecnológicos y científicos, se ha a tomando en cuenta al usuario final como parte fundamental en el desarrollo de sistemas más eficientes, ya que a partir de éstos, se pueden diseñar interfaces y formas de operar el hardware y software requerido de acuerdo a las necesidades y expectativas del usuario.

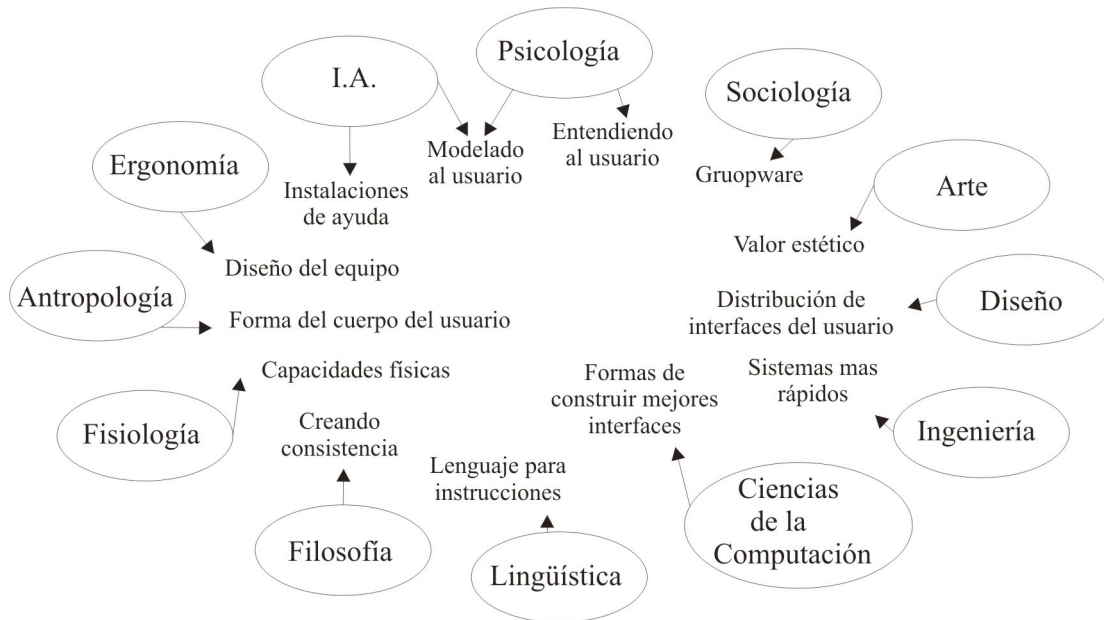
Por lo anterior, surgió el concepto denominado Interacción Humano Computadora (HCI - *Human Computer-Interaction*), que se define como el estudio interdisciplinario que combina métodos de psicología experimental con poderosas herramientas de cómputo [SB98], donde el usuario es el elemento central en la etapa de desarrollo del sistema con la finalidad de estudiar las relaciones que mantienen los usuarios con las computadoras [ND86]. Por otra parte, la ACM (*Association for Computing Machinery*) la define como " La disciplina que implica el diseño, la evaluación e implementación de sistemas de computo interactivos para el uso humano y el estudio de los fenómenos más importantes alrededor de éste."

Así los objetivos de HCI son:

- Beneficiar al usuario con sistemas y dispositivos que le sean útiles y usables.
- Disminuir los costos de implementación.
- Reducir los errores cometidos por el usuario final.

El estudio de este campo ha logrado que sea aplique al diseño de interfaces, una parte esencial de la interacción ente la computadora y el usuario. Actualmente, las investigaciones en esta área intentan determinar los factores psicológicos, cognitivos y afectivos de la interacción entre los usuarios y las computadoras.

HCI está conformada por múltiples áreas de estudio muy amplia y con relación a muchos otros campos [FC97], como se muestra a continuación (ver Figura 2).



**Figura 2.** Contribución de otras ciencias en HCI.

## 3.2.2. Instrumentos de aporte

### 3.2.2.1. Adaptabilidad

Adaptabilidad (*Adaptatividad*) se entiende como la capacidad del sistema de adaptarse automáticamente al usuario, basado en suposiciones sobre él mismo. Por tanto, un sistema adaptativo es “aquél que, basado en el conocimiento, altera automáticamente aspectos de funcionalidad e interacción para lograr acomodar las distintas preferencias y requerimientos de sus distintos usuarios” [BD94].

La adaptabilidad puede realizarse básicamente de dos formas [BD94]:

- Automática: En la *adaptabilidad automática* el sistema infiere a través del usuario el tipo de cambios a aplicar, esta a su vez, puede dividirse en cognitiva y operativa. La cognitiva trata de emplear los métodos mediante los cuales el ser humano procesa la información, éstos son relativamente estables y cambian con lentitud. La operativa consiste en detectar y analizar el comportamiento del usuario para predecir acciones futuras y adaptar la interfaz para facilitarlas.
- A pedido del usuario: El concepto de *adaptación a pedido del usuario* o adaptabilidad colaborativa implica que el usuario define cuánto y qué puede ser adaptable en un sistema.

En la adaptabilidad, el diseño de interfaces es fundamental, porque estudian la forma adecuada de presentar información y captar la atención de la persona, para lo cual es necesario modelar el tipo de usuario, el rol de los modelados de usuario en los sistemas adaptativos pueden ser:

- Interpretar las acciones del usuario, según sus opciones y el historial del diálogo con el sistema.
- Generar respuestas del sistema, tanto a nivel lógico como físico.

El concepto esencial en el funcionamiento de las interfaces adaptativas es el de “modelo de usuario”. A través del cual se pretende sintetizar las características y habilidades de un grupo de personas con el fin de facilitar y mejorar la interacción con el sistema. La adaptabilidad del mismo se logra interpretando las acciones del usuario, según sus opciones, el historial del diálogo con el sistema y generando respuestas tanto a nivel lógico como físico. El proceso no es sencillo: no existe el “usuario promedio”, el conocimiento del usuario no es estático y somos incapaces de crear modelos precisos, pero podemos desarrollar un modelo razonablemente válido que nos permita mejorar la adaptabilidad de este tipo de interfaces [URL03].

### 3.2.2.2. Usabilidad

Nielsen define a la usabilidad como “medida en la que un producto se puede usar por determinados usuarios para conseguir objetivos específicos con efectividad, eficiencia y satisfacción de un contexto específico” [NJ93]. Por otra parte, existen otras definiciones como la de ISO 9126: “La usabilidad se refiere a la capacidad de un software de ser comprendido, aprendido, usado y ser atractivo para el usuario, en condiciones específicas de uso” y la de ISO 9241: “Usabilidad es la efectividad, eficiencia y satisfacción con la que un producto permite alcanzar objetivos específicos a usuarios específicos en un contexto de uso específico”. De acuerdo a las anteriores definiciones el término usabilidad se asocia a cinco atributos que deben ser tratados en el desarrollo del software, los cuales se describen a continuación:

- **Facilidad de aprendizaje:** El sistema deberá ser fácil de aprender, de forma que el usuario pueda trabajar rápidamente con él.
- **Eficiencia:** Determina el número de transacciones por unidad de tiempo que el usuario puede realizar usando el sistema. Lo que se busca es la velocidad máxima de tareas realizadas por el usuario.
- **Memoria:** Los usuarios que no utilizan el sistema regularmente, deben ser capaces de usarlo sin tener que aprender cómo funciona cada vez que lo utilicen.
- **Errores:** Un buen nivel de usabilidad implica una tasa de errores baja. Los errores reducen la eficiencia y satisfacción del usuario. Errores fatales no deben ocurrir en el sistema.
- **Satisfacción:** Este es el atributo más subjetivo, ya que muestra la impresión que el usuario tiene del sistema. Los usuarios deben sentirse a gusto con el uso del mismo.

Estas razones hacen que el usuario sea más productivo, aumentando así su eficiencia y satisfacción en la utilización de los sistemas.

La usabilidad surgió de la comparación entre los sistemas de manipulación tradicional, debido a que las interfaces adaptativas rompieron con los principios establecidos como: control del sistema, previsibilidad y transparencia del mismo. Ahora la interfaz tiene parte del control, por lo tanto esta debe ser confiable y predecible para el usuario, a tal grado que



éste reconozca cuáles son los elementos adaptables del sistema y por consiguiente nunca será sorprendido ante los posibles cambios. Parte del control de la adaptabilidad consiste en hacer que la computadora sugiera o el usuario tenga la opción de elegir.

El control asumido por el sistema puede transmitir al usuario la sensación de transferencia de responsabilidad, porque la máquina asume ahora decisiones que antes no tomaba. El usuario debe sentir que aún conserva parte del control y responsabilidad que tenía pero delega ahora otro tanto a la inteligencia de la máquina [SB98].

La usabilidad mide el grado de satisfacción y necesidades que el usuario tiene según la adaptabilidad que presenta el sistema, si el usuario alcanza sus objetivos y no llega a percatarse de la manipulación directa del sistema o el control que este tiene sobre si mismo, la adaptabilidad alcanza su objetivo.

Finalmente, se puede decir que el usuario es quien decide el grado de responsabilidad y adaptabilidad; el modelo de usuario debe ser usado simplemente para guiar la interacción con el sistema y no al revés.

### **3.3. Psicología**

#### **3.3.1. Introducción a la Psicología**

A continuación se presentan diferentes definiciones que orientan el área de la Psicología en la que se enfoca esta tesis.

La Psicología es el estudio científico de la conducta y la experiencia de cómo los seres humanos y los animales sienten, piensan, aprenden y conocen para adaptarse al medio ambiente que los rodea [EB02].

Se presenta la psicología como el modo más apto para llegar a las conductas humanas concretas y para ello utiliza dos tipos de acercamiento: el clínico y el experimental.

Ambos acercamientos psicológicos son ciencias de la conducta y su divergencia metodológica se define, en efecto, no sólo por el modo de acercamiento, sino por el modo de interpretación de hechos. El enfoque experimental logra este objetivo mediante el

control de los diferentes factores y variables que emplea mientras que la psicología clínica lo hace mediante una investigación compleja y fiel [NC99].

Aron T. Beck padre de la terapia cognitiva define a la psicología clínica como “aquella que fomenta el cambio en la creación de los clientes al concebirlas como hipótesis probables que se pueden examinar por medio de experimentos conductuales acortados de forma conjunta por el cliente y el consejero. El último objetivo de la psicología es eliminar los prejuicios sistemáticos en el pensamiento al corregir el procesamiento de la información defectuoso, ayudando, por lo tanto a los clientes a modificar las suposiciones que mantienen la conducta y las emociones desadaptativas” [EB02].

La ciencia cognitiva pone énfasis en el análisis y estudio de las representaciones mentales, dado que la actividad cognitiva humana se describe en función de símbolos, esquemas, imágenes, ideas y otras formas de representación mental. El conductismo, por su parte, tiene como interés central el manejo de estas representaciones mentales y la manera en que se puede influir en ellas aplicando ciertos estímulos, teniendo como resultado un cambio en el comportamiento del individuo.

Skinner padre del Conductismo dice que la psicología experimental es “aquella que se concentra en las consecuencias ambientales que determinan y mantienen la conducta de un individuo” [BE02].

En la cual se distinguen dos tipos de conductas:

- Conducta Respondiente: Son aquellos reflejos o respuestas automáticas que son producidas por estímulos. Estas conductas no son aprendidas, ocurren de manera involuntaria y automática.
- Conducta Operante: Es aquella conducta que es condicionada por el aprendizaje, por lo tanto ya no es innata si no operante.

De acuerdo a las anteriores definiciones, se determinaron dos ramas de la psicológica donde la integración de estas dan como resultado una investigación completa y adecuada del campo de la psicología, siendo el enfoque clínico quien provee de un análisis comprensivo de la conducta humana y sus desordenes, ampliada por la experimentación conductual.

### 3.3.2. Instrumentos de aporte

#### 3.3.2.1. El biofeedback

Las técnicas de retroalimentación biológicas empezaron a usarse en la primera mitad del siglo XX y su nombre se debe a que el usuario forma un ciclo de entrada y salida de información, es decir, ya que manifiesta cambios corporales en ciertas circunstancias se puede interpretar estos datos y utilizarlos para cambiar conductas en su beneficio (ver Figura 3).



**Figura 3.** Terapia con biofeedback, el psicoanalista realiza la interpretación de la señal obtenida por los sensores para detectar algún tipo de trastorno y determinar la terapia que inducirá al paciente a un mejor estado mental.

El biofeedback ayuda a tomar conciencia de situaciones que normalmente se pasan por alto en la terapia psicoterapéutica. Para lograrlo, se utilizan recursos técnicos, desde un termómetro de mano que registre el descenso de temperatura en las extremidades y demuestre el estado de tensión, hasta los sensores digitales que registran la tensión muscular, el ritmo cardíaco y la sudoración del organismo para convertirlas en señales audibles, este nuevo recurso permite interpretar la actividad eléctrica directamente, de modo que el individuo puede observar que su cerebro produce ondas de frecuencia que le impiden concentrarse o relajarse. De este modo, los sensores del biofeedback auxilian al individuo para que aprenda a producir impulsos más adecuados que los que está generando normalmente.

Así, la psicología es una de las muchas disciplinas que contribuyen al área de Interacción Humano-Computadora, ya que los especialistas en computación recurren a ella como herramienta para el diseño de interfaces cada vez más interactivas, donde el estudio de las sensaciones, percepciones, controles motores y aspectos cognitivos en general, sirven como parámetros que guían los diseños centrados en el usuario.

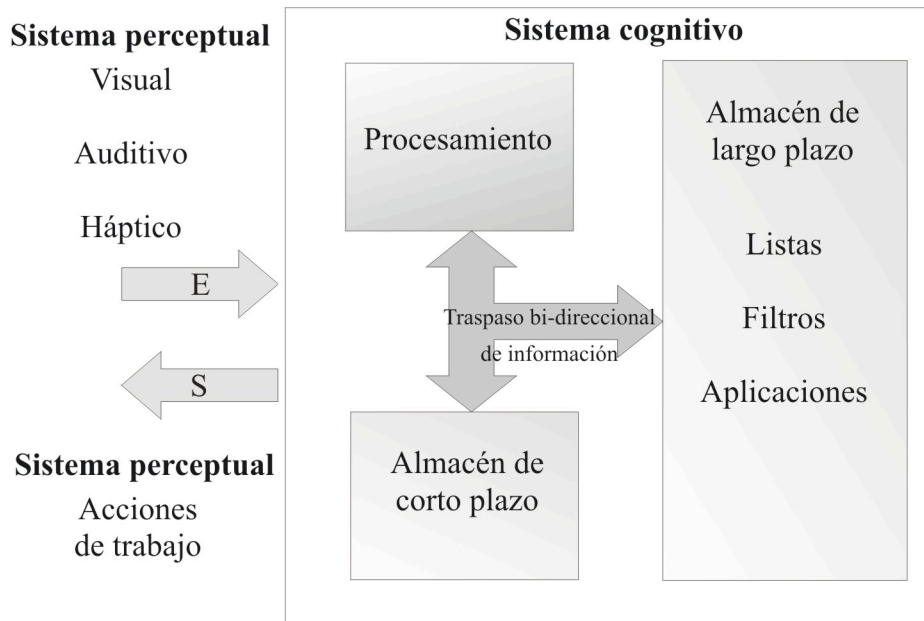
Existe una analogía en el aspecto cognitivo<sup>3</sup>, donde se ha llegado a la metáfora de la computadora: un modelo del pensamiento humano que se nutre de la arquitectura y el funcionamiento computacional. La idea principal es que la inteligencia humana se asemeje a la de una computadora hasta el punto en que la cognición<sup>4</sup> pueda definirse como un procesamiento de datos, como la manipulación de símbolos basados en un conjunto de reglas. Es decir, computadora y humano operan a partir de representaciones internas de carácter simbólico, la información es almacenada en sistemas de memoria y ambos ejecutan procesos, tales como codificación, almacenamiento, recuperación, organización y transformación de la información, para así arrojar una respuesta.

Card, Moran y Newell (1983) crearon el Modelo de Procesador Humano cuyo propósito era ayudar a los diseñadores proporcionando predicciones de la actuación humana ahorrando así el esfuerzo de construir y probar diseños. Este modelo consta de 3 subsistemas que se explican a continuación y se representan en la Figura 4:

---

<sup>3</sup> Cognitivo: es el proceso de conocer a una persona.

<sup>4</sup> Cognición: es el proceso de conocer.



**Figura 4.** Modelo de Procesador Humano por Card, Moran y Newell.

- Sistema perceptual: a como la gente percibe los estímulos sensoriales del mundo exterior, la información es recibida y contestada por unos canales de E/S (visual, auditivo, háptico).
- Sistema motor: el cual controla y realiza las acciones, la información es almacenada en la memoria (memoria sensorial, de trabajo, a largo plazo).
- Sistema cognitivo: proporciona el tratamiento necesario para unir los dos anteriores, La información es procesada y aplicada (razonamiento, solución de problemas, adquisición de habilidad, errores y modelos mentales).

“El cerebro humano es una computadora que no solamente funciona con sentimientos, sino con varios programas simultáneos diversos y a veces opuestos, por lo tanto, dispara a la vez sentimientos diversos enfrentados e irreconocibles” [JJ00].

### 3.3.2.2. Percepción visual y Psicología Gestalt

La Gestalt es una teoría psicológica que estudia la manera en la que el ser humano percibe las formas. El término “forma” se refiere a un conjunto de elementos visuales y las relaciones que se establecen entre ellos, las cuales permiten percibirlos como una unidad [SR92]. La forma puede estar compuesta por distintos elementos, pero finalmente se organiza como un todo.

Los psicólogos de la Gestalt han establecido una serie de leyes sobre la percepción, que han encontrado respaldo en una larga serie de experimentos realizados a lo largo de muchos años. Estas leyes tratan de explicar la forma en la que el ser humano percibe su entorno, dentro de un campo visual determinado, y tienen distintas aplicaciones en el desarrollo de interfaces de trabajo, controles y señalización las cuales son [SR92]:

- Ley del Cierre, la mente añade los elementos faltantes para completar una figura.
- Tendencia innata a concluir las formas y los objetos que el ser humano no percibe completamente
- Ley de la Semejanza, la mente agrupa los elementos similares en una entidad. La semejanza depende de la forma, el tamaño, el color y el brillo de los elementos.
- Ley de la Proximidad, es el agrupamiento parcial o secuencial de elementos generado por la mente.
- Ley de Simetría, las imágenes simétricas son percibidas como iguales, como un solo elemento aun a distancia.

Todas estas leyes aluden a la organización del campo perceptual, concepto que fue trasladado por Köhler al ámbito de la psicología de la Forma, para explicar el modo en que interactúan el organismo y el medio.

### 3.3.2.3. Psicología del color

Algunos psicólogos han tratado de encontrar la relación que existe entre el proceso evolutivo, la personalidad y el temperamento con el color y con el significado que se le da al mismo. Todo ha hecho que muchos estudiosos de la conducta humana hayan intentado utilizar el color como una medida o forma de detectar problemas emocionales o mentales. Goethe se interesó en la forma en que la naturaleza humana nos hace responder al color así como la forma en que las preferencias individuales del color se relacionan con la personalidad [FT04]. Más tarde, Luscher creó el Diagnóstico Cromático que mide el estado psicocorpóreo de las personas, la presión a la que están sometidas así como su capacidad de comunicación y realización [URL04].

Se considera que esta tipología no toma en cuenta el factor cultural, que tiene un gran peso en cuanto a la preferencia por determinado color, por ejemplo, el tipo de relación que daría una persona en un hábitat lleno de colorido en comparación con otras cuyo ambiente careciera de él.

Esto crea un problema difícil de superar, ya que el color provoca diversas reacciones de acuerdo con el uso que se le da, es por eso que no obstante se trate de aislar el color y presentarlo en forma abstracta con todos los controles necesarios para un experimento psicológico, siempre quedará la duda de si el sujeto a quien se le presentan los colores no los asociará mentalmente con un objeto determinado [OH04].

Se han realizado otros estudios con el objetivo principal de encontrar la relación entre la emoción y el color, con base en que la influencia del color, sobre todo en el sistema visual, afecta el inconsciente y éste, a su vez, se manifiesta en actitudes que se asocian a experiencias que pueden ser modificadas mediante una reacción emocional.

Es así como la acción parte del objeto, el cual es explicado por la persona, hecho opuesto a la percepción de la forma cuando la mente se organiza en torno al objeto. Shaie afirma que esta relación entre emoción-color se debe a una explicación de tipo fisiológico, pues la relación entre la luz y la retina tiene una influencia determinada. Sin embargo, es obvio que esta explicación resulta muy simplista para dar respuesta a los efectos emotivos provocados por el color.

Read considera que la asociación emoción-color se debe al inconsciente, el cual está relacionado con el temperamento individual, por lo que no tiene nada que ver la preferencia que se manifiesta frente a un determinado color [OH04].

## **3.4. Diseño Gráfico**

### **3.4.1. Introducción al Diseño Gráfico**

El Diseño Gráfico es una actividad interdisciplinaria muy extensa dedicada a la proyección de mensajes visuales mediante la distribución, composición y combinación de elementos que conforman un sistema logrando una armonía entre sí y colaborando con la transmisión de un mensaje claro y eficientemente.

El Diseño Gráfico se apoya de herramientas compositivas como el color, proporción, escala, tipografía, forma, etc., además de ciertos principios ya existentes sobre la percepción y colocación de elementos.

### **3.4.2. Instrumentos de aporte**

El presente proyecto toma como aporte del diseño gráfico elementos básicos como: el color, los signos y la composición. Definiéndose al signo como algo que está entendido o tiene algún significado específico para un individuo. Al conjuntarlo con el color este toma el carácter de un símbolo, el cual posee en distintas culturas un significado particular.

Los principios de la Gestalt son de gran utilidad en el desarrollo de interfaces, pues la aplicación de sus leyes permite crear composiciones visuales más sencillas y coherentes en relación a funcionalidad y ubicación.



### 3.4.2.1. Color

El color comunica ideas, expresa sentimientos, muestra estados de ánimo, estimula, tranquiliza, provoca sensaciones de alegría, calma, meditación, bienestar. Cada color tiene un significado y expresa una sensación agradable o desagradable, fría o cálida, positiva o negativa.

El estudio de la influencia psicológica de los colores, es hoy en día una ciencia que se aplica a diferentes campos debido a la importancia que puede tener en los ambientes y en la vida diaria. El color puede cambiar su significado dependiendo del país y su cultura.

El color se emplea en el diseño para atraer la atención, agrupar elementos, indicar significados y realzar la estética. Puede lograr que los colores resulten más interesantes y estéticos desde el punto de vista visual, además de reforzar la organización y el significado de los elementos en un diseño [LW05].

#### 3.4.2.1.1. Definición del color

El color se define como una energía luminosa en forma de ondas y partículas que son interpretadas por el ojo humano como una mezcla de rojo, verde y azul [GL99], constituida por varias longitudes de onda: frecuencia y longitud [VM96]. Es la sensación producida por los rayos luminosos que impresionan los órganos visuales y que depende de la longitud de onda [URL05].

Las propiedades de una onda son la longitud, la amplitud y la frecuencia, en el caso de los fenómenos luminosos, las longitudes de onda determinan el color, siendo la longitud de onda la distancia existente entre dos máximos contiguos. La visión humana puede distinguir más fácilmente entre cambios de valor que cambios de intensidad [WW90].

Los colores que percibimos están basados en la relación que existe entre los tres componentes del órgano de la vista. Como se sabe, el ojo cuenta con tres tipos de células visuales que rigen tres tipos de sensaciones correspondientes al azul, el verde y el rojo.

Por otra parte de acuerdo con el sistema clásico de colores es posible definir los siguientes términos.

**Colores Primarios:** Son aquellos que no pueden obtenerse por la combinación de otros colores y que combinados se utilizan para generar otros. De acuerdo con el sistema tradicional de colores, los colores primarios son: rojo, amarillo y azul. De acuerdo con el sistema científico [WW90], los colores primarios son magenta, cian y amarillo.

**Colores Secundarios:** Son el resultado de las combinaciones entre los colores primarios. El verde es resultado de combinar el amarillo con el azul. El naranja es resultado de la combinación de rojo con amarillo y el violeta es resultado de la combinación del azul con el rojo, todos éstos en porcentajes iguales. Los tonos primarios junto con los secundarios son considerados como los seis tonos básicos.

**Colores Complementarios:** Son aquellos diametralmente opuestos en círculo del color. Cuando un tono y su complementario se mezclan, se neutralizan recíprocamente, obteniéndose un gris fangoso o un color pardusco. La mezcla de los tres tonos primarios produce también un color neutro [WW90].

### 3.4.2.1.2. Significado del color

El color tiene en muchas ocasiones un significante fácilmente reconocible, sobre todo si está asociado con imágenes familiares, como las señales, o si se utiliza en figuras simples; no obstante, cuando el color se asocia con otros elementos u objetos complejos existen mayores posibilidades de que no se reconozca su significante [OH04].

El ser humano a su paso por el mundo ha identificado a los objetos y fenómenos naturales mediante signos o palabras. Esto ha permitido al hombre que los signos representen directamente los objetos en cuestión. Esta representación constituye el carácter llamado denotativo, producido entre el signo (arbitrario) y el referente, es decir, entre un objeto real que tiene determinadas características y la palabra.

En cualquier cultura que se estudie, se podrá observar que también existen otros valores secundarios en las palabras usadas por cada persona, incluso en grupos de personas. A dichos valores secundarios se les llama significados connotativos. En donde la connotación

expresa valores subjetivos atribuidos al signo debido a su forma y a su función, radica en un convencionalismo social que puede ser sumamente estable o efímero, de acuerdo con el código que lo rija [OH04].

Los estudios de Georgina Ortiz Hernández [OH04] con individuos mexicanos han servido como parte-aguas para el estudio y búsqueda del significado de los colores. Ortiz trata de conocer a través de sus pruebas si la significación de los colores se modifica por el transcurso del tiempo o existe una constancia a tal grado de que se puede hablar de significación permanente.

Algunas de las conclusiones de los estudios de Ortiz son:

- Los colores se convierten en signos con un contenido específico y reconocible donde el individuo los maneja como un símbolo, en el sentido de que el significado del color se basa en un convenio que permite su reconocimiento.
- El color evoca ciertas connotaciones y la palabra otros, significación más estructurada contra significación impulsiva. Esto se concluyó después de analizar las diferentes pruebas en las que se les pedía a los individuos relacionar sentimientos con colores, en unos casos mostrados en forma de palabra y en otros en forma de color.

Existieron diferencias de significado entre individuos que pertenecían a áreas de conocimiento diferentes, por ejemplo, entre aquellos que eran estudiantes de áreas sociales, lógico-matemáticas, químicas o económicas.

Se pudieron apreciar algunas diferencias de significado entre individuos masculinos y femeninos.

### 3.4.2.1.3. El color y la legibilidad

Un aspecto importante al momento de diseñar una interfaz es decidir cómo se ha de presentar la información textual y visual tanto para que la comprensión como la legibilidad sea óptima para el usuario. La redacción y composición del texto es necesario que se visualice adecuadamente para una correcta lectura.

La legibilidad, entendida ésta como el fenómeno de identificar un conjunto de letras que forman una palabra y asociarlas. Un factor que interviene directamente en la legibilidad de un texto es el color de la tipografía y del fondo. Un estudio realizado por Karl Borggrafe [VM96], en el cual se medía el tiempo que tardaban los usuarios en leer un texto presentado en distintas combinaciones de color, de tipografía y fondo, muestra cuales son aquellas que presentan mayor grado de legibilidad.

La tipografía negra con fondo amarillo es la que ocupa el primer lugar (combinación utilizada en las señales de tránsito y advertencia de peligro). La combinación de tipografía negra con fondo blanco se ubica en la quinta posición (ver Anexo C Legibilidad de los Colores).

Sin embargo, Nielsen [NJ06] recomienda usar colores oscuros para el texto y colores claros y poco saturados para el fondo. Tidwell recomienda nunca colocar un texto pequeño y azul, sobre un fondo brillante naranja, o viceversa, debido a que el ojo humano no tiene la capacidad de leer textos escritos en colores complementarios [TJ06].

Pequeñas porciones de texto pueden ser fácilmente leídas en una tipografía brillante y de color claro sobre un fondo negro u oscuro, mientras que pasajes más largos funcionarán mejor con tipografías oscuras y sobre un fondo luminoso o blanco [GL99].

Leer texto negro sobre una pantalla blanca, es legible y común, pero puede causar cansancio o fatiga en los ojos, debido a que el usuario permanece observando en forma directa sobre una fuente de luz blanca brillante (el monitor). Una combinación menos agresiva para los ojos es utilizar texto negro sobre un fondo amarillo claro [GL99].

### 3.4.2.2. Composición

La composición se refiere a la organización y distribución de los elementos que constituyen un dibujo, gráfico, objeto o espacio. En una composición intervienen distintos elementos, leyes o fuerzas que el artista o diseñador utilizan para transmitir de forma precisa un mensaje determinado. Algunos de estos principios se han aplicado para mejorar la usabilidad y estética de las interfaces.

La teoría Gestalt funge como herramienta al establecer algunos principios sobre la percepción visual, que son muy útiles a la composición, tales como:

#### *Principio de la economía visual*

Aquellas formas que son más simples y que tienen mayor regularidad o unidad son las que se perciben con mayor facilidad. En una composición pueden establecerse distintas leyes o principios perceptivos, pero siempre habrá una forma que se destaque y que sea visualmente más fuerte, a ésta se le considerará como la que posee mayor “pregnancia” o buena forma.

#### *La relación figura-fondo*

Constituye uno de los principios de percepción Gestalt. Según dicho principio, el sistema de percepción humana separa los estímulos en figuras y fondos. Las figuras son el centro de atención, mientras que los elementos de fondo componen un contexto neutro. Es importante establecer una diferencia clara entre figura y fondo con el fin de centrar la atención y minimizar las confusiones en la percepción [LW05].

## **3.5. Metodologías utilizadas**

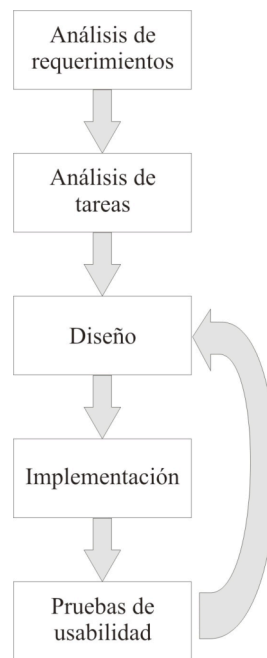
### **3.5.1. Diseño Centrado al Usuario (UCD)**

Para el desarrollo de sistemas existen diversas metodologías de desarrollo, tales como construir y arreglar, cascada, prototipos rápidos, incremental, programación extrema, sincronizar y estabilizar, espiral, diseño centrado en el usuario, entre muchas otras, de las cuales la gran mayoría se enfoca en la recuperación económica del desarrollo e implementación del sistema, por lo que la satisfacción del usuario final no es el primer objetivo a alcanzar, esto es debe a que los usuarios finales, son poco partícipes en el desarrollo del sistema.

Para el sistema a desarrollar en esta tesis donde el personaje central es el usuario, se considera la metodología Diseño Centrado al Usuario (UCD por sus siglas en Inglés).

El concepto de Diseño Centrado al Usuario (UCD) se define como "un método que hace directamente la pregunta central de ¿cómo es para el usuario, la experiencia del uso del software?" [ND86]. En esta metodología es indispensable involucrar al usuario final en el desarrollo del sistema. De esta forma, se puede mejorar la utilidad (relevancia) y usabilidad (facilidad de uso) del software.

Los pasos para el desarrollo de software en la metodología UCD descrita por Jenny Preece [PJ93] se ilustra en la Figura 5, su explicación se da a continuación de la misma.



**Figura 5.** Proceso iterativo de la Metodología Centrada en el Usuario.

- Análisis de requerimientos o definición de mercado: Identifica a los usuarios a quienes el producto va dirigido, identifica competidores y determina las necesidades básicas que deberán cumplirse para que el producto tenga éxito.
- Análisis de tareas: Identifica y entiende las metas y tareas de los usuarios, las estrategias que utilizan para realizar su trabajo, las herramientas que actualmente usan, cualquier problema que experimenten y los cambios que les gustaría ver en sus tareas y herramientas.

- **Diseño:** Utilizando los resultados del análisis de tareas, se crea una propuesta de solución alternativa, se solicita retroalimentación a través de sesiones de diseño con los usuarios y se elige una solución basada en la ayuda de los mismos.
- **Implementación:** Se refiere al uso de herramientas de implementación, como son principalmente el lenguaje de programación y el hardware requerido.
- **Pruebas de usabilidad:** Se solicita la retroalimentación periódica de los usuarios sobre el sistema en desarrollo.

### 3.5.2. Desensibilización Sistemática

La Desensibilización Sistemática es uno de los métodos terapéuticos desarrollado por el Dr. Joseph Wolpe para contrarrestar gradualmente los hábitos neuróticos de la respuesta de ansiedad. Se induce en el paciente un estado fisiológico inhibitor de la respuesta de ansiedad por medio de la relajación, para luego ser expuesto a un estímulo gradual excitante a la respuesta de ansiedad [SJ03].

El empleo del método de desensibilización en el desarrollo del proyecto se centra en la aplicación simulada de las interfaces, en donde los usuarios crean procesos psicológicos que contrarrestan el estrés. Para ello se le induce a producir una serie de cambios opuestos a los originados por el estrés, como el descenso del ritmo cardíaco, presión arterial, tensión muscular, frecuencia respiratoria y aumento de la temperatura corporal.

Para lograr dicho objetivo, se utiliza la técnica psicológica de desensibilización sistemática adaptada a un sistema computacional [SJ03], determinada en los siguientes pasos:

#### **Empleo de una técnica de relajación:**

El objetivo es que el usuario entre en un estado de relajación, mediante la estimulación con imágenes que representen el nivel de estrés actual del individuo. La idea consiste en que dicho usuario entre en un estado de afrontamiento y que con el paso del tiempo lo perciba como normal, es decir, se obtenga una respuesta antagónica, obteniendo un nivel de estrés normal.

### **Jerarquización de Estímulos:**

Una vez que se haya establecido la normalización del estado de estrés (paso1) se da paso a la aceptación, debido a que en este punto el usuario acepta con mayor facilidad los estímulos, los cuales son generados a través de imágenes que lo conducirán a niveles de estrés bajos.

### **Fase de Desensibilización:**

Concluida la fase de aceptación de los estímulos (paso 2) se canaliza al usuario mediante condiciones controladas a un estado de relajación o nivel de estrés deseado, presentándole de forma gradual y progresiva imágenes que representen el grado del objetivo a alcanzar.

## **3.5.3. Evaluación Heurística de Nielsen**

Aplicando las heurísticas de Nielsen aseguramos la mayor parte de la usabilidad del entorno, las cuales se definen a través de 10 características [URL06] [URL07] [N]93]:

1. Visibilidad del estado del sistema, el sistema siempre debe mantener a los usuarios informados de la situación o el estado que se encuentran, así como de lo que acontecerá en un tiempo razonable.
2. Similitud entre el sistema y el mundo real, el sistema debe de seguir el mismo lenguaje de los usuarios, con palabras que usan cotidianamente. Seguir las convenciones del mundo real, así como información de forma natural y lógica, por medio de la computadora.
3. Libertad y control por parte del usuario, los usuarios comúnmente eligen instrucciones del sistema por error y se necesitará una “salida de emergencia” para salir del estado indeseado sin pasar por diálogos extensos. Implementación de hacer y deshacer.
4. Consistencia y cumplimiento de estándares, los usuarios no deben de preguntarse si las palabras, situaciones o frases diferentes significan lo mismo. Siguiendo la plataforma.
5. Prevención de errores, mejor que un buen mensaje de error es un diseño cuidadoso que prevea los errores que ocurren desde una primera instancia. Lo factible en este punto es eliminar las condiciones de error, pero en caso contrario, presentar confirmaciones al usuario antes de ejecutar una operación que genere un error.



6. Preferencia al reconocimiento frente a la memorización, reducir el uso de la memoria del usuario haciendo las acciones, objetos y opciones visibles. El usuario no debería de recordar la información de una parte del dialogo u otra. Las instrucciones del usuario del sistema deben de ser visibles y fácilmente recordables siempre que sean apropiadas.
7. Flexibilidad y eficiencia en el uso, el sistema debe abastecer tanto a usuarios inexpertos como a experimentados. Permitir a los usuarios adaptarse en acciones frecuentes.
8. Estética y diseño minimalista, los cuadros de diálogo no deben de contener información innecesaria o no relevante. Cada unidad de información adicional compite con las unidades de información relevante y disminuye su visibilidad.
9. Ayuda a los usuarios a reconocer, diagnosticar y recuperarse de los errores, los mensajes de error deberán de estar diseñados en lenguaje natural, deben, de igual manera, presentar el problema y proponer una solución.
10. Ayuda y documentación, lo ideal es que el sistema se utilice sin ayuda, pero aun así es recomendable proporcionar ayuda y documentación. Cualquier información debe ser fácil de localizar, enfocada a las tareas del usuario y enumerar los pasos para que se realicen las acciones sin ser demasiado grandes.

# Capítulo 4. Alternativas de Solución Consideradas

## 4.1. Introducción

En esta sección se investigó, analizó y seleccionó la información existente previa al diseño y desarrollo del sistema para conocer la información previa que pudiera ser de utilidad en la solución del proyecto. Se tomaron en cuenta artículos, proyectos, sistemas comerciales, juegos, compendios bibliográficos, procesos en desarrollo e investigación de campo. Por consiguiente, dicha información se organizó a lo largo de este capítulo en tres áreas: señales fisiológicas, elementos gráficos y sonoros, y plataformas.

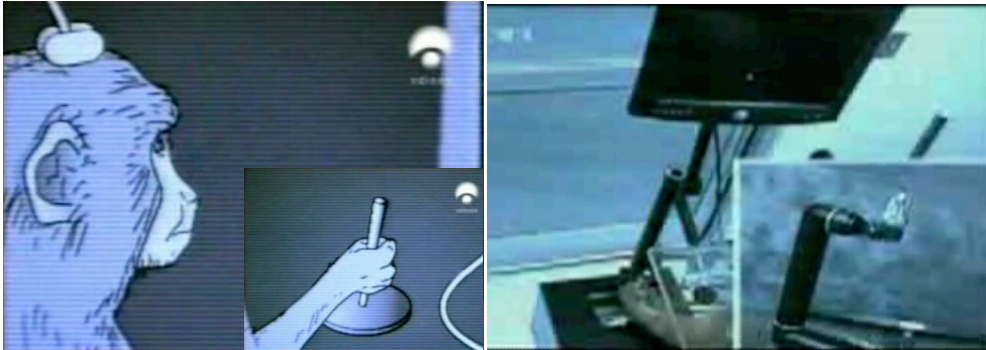
## 4.2. Análisis de la señal fisiológica

### 4.2.1. Recopilación de los distintos tipos de sensores e indicadores de señales fisiológicas

Una interfaz cerebral puede monitorear la actividad cerebral de diferentes maneras, en primera instancia, se clasifican entre modalidades invasivas y no invasivas [URL08].

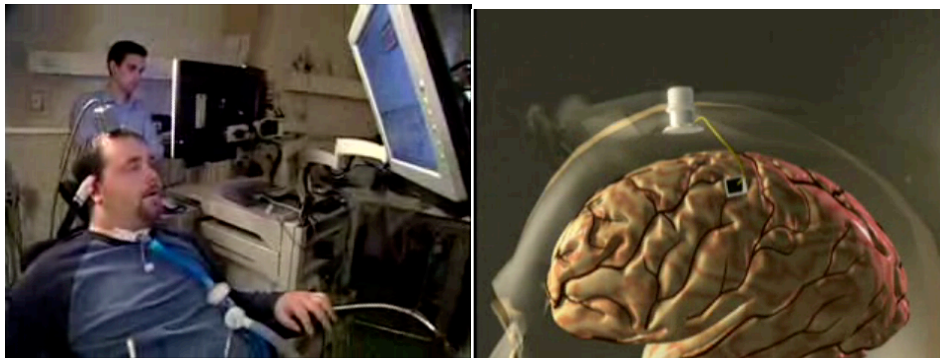
- Las interfaces invasivas usan microelectrodos implantados en el cerebro que miden la actividad de las neuronas individuales, (ver Figura 6 y 7).
- Las no invasivas se basan en el electroencefalograma (EEG) esto es, la actividad eléctrica del cerebro medida simplemente con electrodos superficiales colocados sobre el cuero cabelludo o sensores colocados en las yemas de los dedos, (ver Figuras 8, 9, 10 y 11).

Así, algunos investigadores han logrado que monos, a los que se les implantaron decenas de microelectrodos en su cerebro, aprendieran a controlar mentalmente un brazo robot como se muestra en la Figura 6 [NM03].



**Figura 6.** Un mono con un microelectrodo implantado en el cerebro aprende a manipular un brazo robot, con sus pensamientos. Investigación de Interfaces cerebro máquina por el Dr. Miguel Nicolelis [URL09].

Los implantes cerebrales en pacientes humanos aun están en desarrollo. Uno de estos usuarios fue capaz de controlar el cursor de una computadora para escribir mensajes como se muestra en la Figura 7 [KP00]. Los riesgos asociados a los implantes cerebrales permanentes son muy altos, además de las interrogantes éticas que conlleva.



**Figura 7.** Un hombre paralizado con un pequeño sensor implantado en el cerebro es capaz de controlar una computadora, el canal y el volumen de un televisor, la iluminación de su habitación y los movimientos de una mano protésica y de un brazo robot articulado usando sólo sus pensamientos [DJ07].

Las mediciones con implantes fueron similares a las obtenidas por otras personas con interfaces cerebrales no invasivas [MJ02]. El objetivo es reconocer la tarea mental en la que

está concentrada la persona mediante el análisis de los ritmos del EEG en diferentes regiones corticales.



Figura 8. Interfaz cerebral no invasiva para la comunicación. El usuario lleva un gorro con electrodos incorporados (los discos blancos) apoyados sobre el cuero cabelludo y que, con la ayuda de un gel conductor, mide el EEG en diferentes regiones corticales. El usuario selecciona letras del teclado virtual y escribe mensajes [URL10].

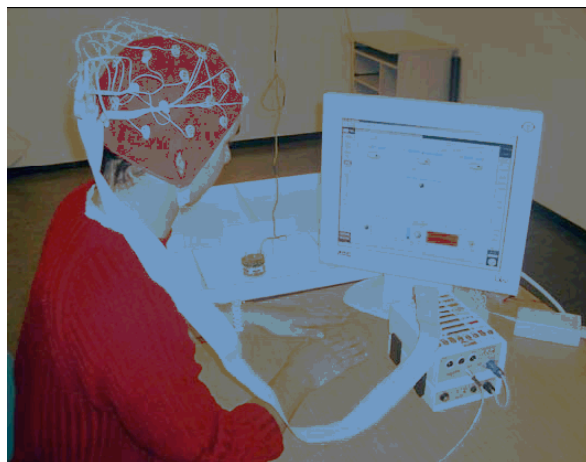


Figura 9. Control mental de un robot, similar a una silla de ruedas, mediante una interfaz cerebral portátil basada en el análisis del EEG. El usuario conduce el robot de una habitación a otra en una maqueta de una casa, haciéndolo girar a la derecha, girar a la izquierda y moverse hacia adelante. El monitor muestra cómo el usuario recibe feedback, que indica la respuesta de la interfaz cerebral, mediante tres barras de colores [URL10].

El Biofeedback (ver Figura 10 y 11) se aplica exitosamente en el psicoanálisis clínico, para aumentar las capacidades físico-mentales de atletas de alto rendimiento, medicina conductual, trastornos psicósomáticos, meditación y relajación.



Figura 10. El GSR2 mide la temperatura, actividad de electrodermal (EDA), ritmo cardíaco y tensión muscular. Es uno de los biofeedbacks más utilizados por los psicoanalistas. Con la interpretación de estas señales fisiológicas, se puede dar un diagnóstico y una terapia para el mejoramiento mental de un paciente [URL11].

El monitoreo con biofeedback brinda una forma muy eficaz para inducir estados de relajación, ya que le indica al usuario de forma inmediata su estado interno, así el usuario puede conseguir una autorregulación voluntaria de sus procesos psicofisiológicos.



Figura 11. El Journey to Wild Divine Biofeedback es un juego de computadora, en el cual se navega por un mundo mágico, realizando tareas de concentración, técnicas de tensión y trucos de respiración, para avanzar a diversos escenarios, y así lograr que el usuario aprenda y aplique las técnicas de relajación sin necesidad de hacer uso del sistema [URL12].

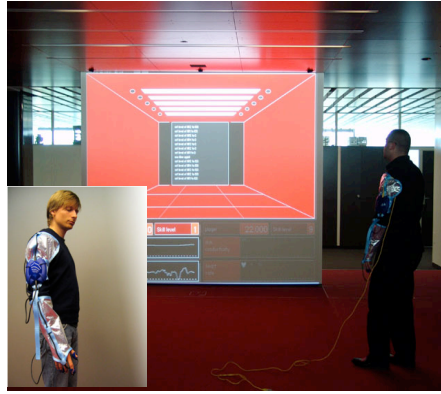


Figura 12. El hardware del sistema Journey to Wild Divine Biofeedback frecuentemente ha sido modificado para el control en el desarrollo de nuevos sistemas de computadora debido a que éste es considerado un sistema no invasivo el cual proporciona mediciones del ritmo cardiaco, temperatura corporal, EDA y tensión muscular [DJ07].

Dado que el registro de estos tipos de señales como el EEG y la implantación de microelectrodos requiere el uso de equipos sofisticados de grandes dimensiones y alto costo, este trabajo se inclina por las mediciones no invasivas con sensores cutáneos, como los que se encuentran en los sistemas de Biofeedback GSR2 y Journey to Wild Divine Biofeedback, que constan de sensores de calor, ritmo cardiaco, sudoración y tensión muscular.

#### 4.2.2. Selección de herramientas

Se realizó una evaluación y un análisis para determinar entre los distintos tests y sensores de estrés los más adecuados para este proyecto.

La evaluación consistió en la medición del nivel de estrés con los test y sistemas comerciales adquiridos (Biofeedback GSR2 y Journey to Wild Divine): el usuario fue sometido a dos pruebas simultáneas, un test de estrés y la detección del nivel de estrés por medio de los sistemas de Biofeedback. Los resultados fueron relacionados y comparados, para determinar su similitud y eficacia, lo cual determinó que el resultado del censado de la señal fisiológica era similar al obtenido con los test, dando pie a la selección de las siguientes herramientas:

- El Biofeedback GSR2 se seleccionó debido a que este otorga una señal analógica sonora, la cual se puede desglosar en frecuencia y amplitud del sonido para graficar el nivel o estado de estrés de un individuo, dado que a mayor frecuencia sonora mayor nivel de estrés y viceversa, que oscila en un rango de frecuencia de 3.5 a 20 KHz.
- Los tests aplicados se seleccionaron dado que ofrecen un diagnóstico de bajo, medio y alto nivel de estrés. Las respuestas en cuanto a las preguntas de los tests son: Nada en absoluto, Un poco, Bastante, Mucho o Extremadamente, (ver Anexos A y B).

### **4.3. Análisis de elementos gráficos**

#### **4.3.1. Recopilación de los distintos elementos gráficos y sonoros para la creación de interfaces multimedia**

Para desarrollar las interfaces gráficas que serán implementadas en este proyecto, fue importante recopilar información básica acerca de la aplicación de elementos gráficos (color, forma, composición) y sonoros (frecuencias).

En el diseño de interfaces, el color se utiliza no sólo como un elemento estético, si no como una herramienta para destacar y diferenciar la información. El color es efectivo para realizar determinados efectos en la percepción:

- Hacer que los objetos sobresalgan.
- Resaltar la información importante.
- Agrupar objetos relacionados y reforzar la distribución y consistencia, incrementado la comprensión y memorización [BT02].
- Reforzar la diferenciación de los elementos con características gráficas similares, pero con temáticas diferentes.

Krug dice que, el color es un buen elemento de referencia adicional, pero que nunca se le debe utilizar como el único elemento de referencia: Dado que un alto porcentaje de la población adulta presenta una enfermedad conocida como daltonismo o ceguera del color (6% en el caso de hombres y 0.5% en el caso de las mujeres) se recomienda que exista un contraste tanto en el brillo como en el color de los elementos y así evaluar la apariencia del diseño de la interfaz en escala de grises.

Brinck [BT02] sugiere ser cuidadoso con la utilización del color azul, pues los bastones y conos (partes que conforman el ojo humano) que perciben este color son los menos desarrollados, así que el uso de líneas delgadas en color azul o tipografía de este color sobre un fondo claro podrían ser difíciles de identificar para algunos usuarios

Nielsen recomienda no utilizar en el texto común tipografías azules y subrayadas, pues pueden crear la ilusión de que se puede dar click sobre ellos.

En el caso de la aplicación del color al diseño de interfaces se deben tomar en cuenta las diferencias entre preferencias de color, significados culturales y percepción del color de los usuarios.

En la Tabla del Significado de los colores (ver Anexo D) se muestra una recopilación de los significados, impresiones y efectos del color que distintos autores ha identificado en sus estudios y pruebas. En estas tablas se incluyen conceptos de estudiosos en el área, científicos, artistas, arquitectos, diseñadores y psiquiatras.

En el diseño de interfaces, la cuestión gráfica resulta importante para la transmisión de sensaciones. Sin embargo, existen otros elementos que ayudan a complementar dicha transmisión, este tipo de elementos son los sonoros que en conjunción con los elementos gráficos contribuyen en el aprendizaje, memorización y aceptación de los sistemas.

Como se mencionó en el párrafo anterior, los elementos sonoros influyen en el diseño de las interfaces, por lo que, en lo referente a la investigación neuronal se observa que el cerebro humano emite señales eléctricas produciendo frecuencias u ondas cerebrales para manifestar emociones. Las ondas cerebrales más representativas se pueden observar a continuación en la Tabla 1:



Tipo de Onda	Frecuencia y voltaje	Descripción
Delta	0.2 a 3.5 Hz  10-50 micro voltios	Surgen principalmente en el sueño profundo y muy raras veces se pueden experimentar estando despierto. Sus estados psíquicos correspondientes son el dormir sin sueños, el trance y la hipnosis profunda.
Theta	3.5 a 7.5 Hz  50-100 micro voltios	Se producen durante el sueño (o en meditación profunda, entrenamiento autógeno, yoga...), mientras actúan las formaciones del subconsciente. Las características de este estado son: memoria plástica, mayor capacidad de aprendizaje, fantasía, imaginación e inspiración creativa.
Alfa	7.5 a 13 Hz  100-150 micro voltios	Se registran especialmente momentos antes de dormirse. Sus efectos característicos son: relajación agradable, pensamientos tranquilos y despreocupados, optimismo y un sentimiento de integración de cuerpo y mente.
Beta	13 a 28 Hz  150-200 micro voltios	Se registran cuando la persona se encuentra despierta y en plena actividad mental. Los sentidos se hayan volcados hacia el exterior de manera que la irritación, inquietud y temores repentinos pueden acompañar este estado.
RAM-Alta	+ de 28 Hz  +200 micro voltios	Se registran cuando la persona se encuentra en un estado alto de estrés y confusión.

**Tabla 1.** Descripción del tipo de onda y frecuencia correspondiente.

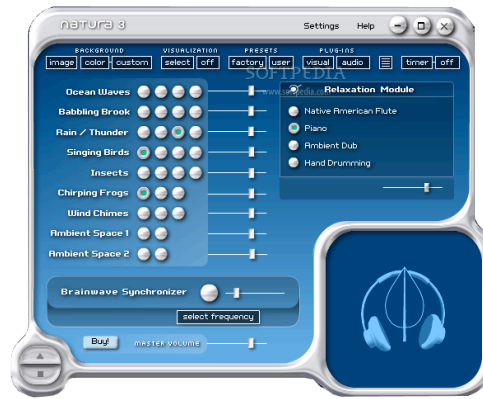
Por otra parte nuestro cerebro, al generar este tipo de ondas, también es capaz de ser estimulado y armonizado en las mismas frecuencias que genera un instrumento, según lo han mostrado estudios realizados con electroencefalogramas; por consiguiente se permite producir a voluntad los estados mentales característicos de las diversas ondas cerebrales. Debido a esto este proyecto se enfoca en la estimulación de ondas Alfa mencionadas en la Tabla 1.

La terapia con sonido es un medio para alcanzar estados de conciencia específicos. Aparte de cambiar las ondas cerebrales, el sonido puede modificar el ritmo de la respiración haciéndola más profunda, reducir el número de latidos del corazón, equilibrar el flujo del líquido céfalo-raquídeo o movimiento respiratorio primario, liberar endorfinas que son hormonas naturales que dan felicidad, calman el dolor y fortalecen el sistema inmunológico, por lo que se han especializado sistemas para la reproducción de frecuencias que estimulan el cerebro, un ejemplo son el I-Doser y el Natura, ver Figuras 13, 14 y 15.



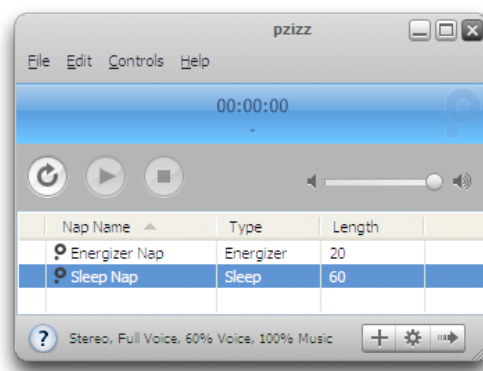
**Figura 13.** I-Doser es un software gratuito que mediante la reproducción de dosis pretende recrear las sensaciones que generan algunas drogas en nuestro cerebro. Esto lo consigue mediante la reproducción de ultrasonidos receptivos por el subconsciente de nuestro cerebro y adapta nuestras ondas cerebrales a la frecuencia del ultrasonido que se esté reproduciendo.

Existe una amplia variedad de dosis a elegir, entre las que se pueden encontrar marihuana: cocaína, heroína, peyote, éxtasis, morfina, LSD, tripis e incluso café, pero estas dosis han de ser compradas o adquiridas desde la página oficial del programa y normalmente son válidas para un uso limitado de veces. Las dosis son básicamente archivos de sonido de tipo .drg que son reproducidas a través del programa I-Doser [URL13].



**Figura 14.** El sistema Natura es un software que contiene imágenes y sonidos de la naturaleza (como ondas del océano, arroyo y aves cantantes). Los sonidos musicales que acompañan estas ondas son de flauta, piano y cantos indígenas), Natura se presenta como un software que ayuda a la concentración, en el trabajo o estudio, relajación y descanso rápido. Al mismo tiempo ofrece acceso inmediato al realce de humor personalizado mediante combinaciones de sonidos, imágenes y frecuencias (delta, theta, alfa, beta).

La característica de este software es que se puede personalizar según crea conveniente el usuario, contiene 38 combinaciones predeterminadas de sonidos, imágenes y animaciones. Para tener acceso a este software es necesaria la adquisición de una licencia [URL14].



**Figura 15.** El sistema Pzizz es un software que consta de una conjunción de sonidos que guían a un estado más propenso a la relajación, por un guía (con una voz profunda y tranquilizadora) utilizando neurolingüística, en conjunto con sonidos naturales/ambientales y frecuencias alfa. Ofrece dos tipos de soluciones: una versión para dormir profundamente y otra para lograr un descanso energizante o una combinación de ambas.

La característica de este software Pzizz es como un reproductor multimedia dándole al usuario la opción de reproducir la pista que el crea conveniente para su estado de ánimo. Para tener acceso a este software es necesaria la adquisición de una licencia [URL15].

## 4.3.2. Selección de elementos gráficos y sonoros

Dada la evaluación y el análisis, teórico y práctico, se determinaron los elementos gráficos y sonoros para la creación de interfaces, por lo cual esta investigación se declina por los rango de frecuencia Alfa, los sonidos de la naturaleza como el agua de lluvia y las olas del mar y por los colores amarillo, naranja, azul, verde y blanco, aplicando la siguiente connotación:

Amarillo: su connotación positiva lo relaciona directamente con el sol y el movimiento, representa el sentimiento de alegría siendo uno de los seis colores que más se posicionan en la mente de un individuo.

Naranja: es un color cálido que en combinación con degradados blancos evocan luz que lo hacen dinámico, y con amarillo dan una representación de energía.

Azul y Verde: son dos de las seis sensaciones cromáticas básicas de la visión humana normal por lo que es un color que se encuentra notablemente en la naturaleza proyectando lugares seguros y calmados, representa la tranquilidad.

Blanco: representar la ausencia de cualquier sentimiento positivo o negativo. Un estado de purificación o catarsis con cierto grado de espiritualidad, para representar la estabilidad.

## 4.4. Análisis de la plataforma

### 4.4.1. Recopilación de distintas plataformas

Un sistema operativo es un programa o conjunto de programas destinados a la gestión eficaz de los recursos de la computadora. Éste comienza a trabajar cuando se enciende la computadora y permite la interacción con el usuario. En la actualidad el sistema operativo más utilizado es Windows de Microsoft siendo este el más conocido para los usuarios adultos en plenitud, le siguen las diversas distribuciones de Linux y por último el Mac OS de Apple [URL16].

Es importante evaluar qué sistema operativo es el más intuitivo o usable, debido a que en ocasiones las utilerías trabajan en forma diferente dependiendo a la plataforma que se utilice, además de presentarse diferencias entre los tamaños de fuente predeterminados, el entorno gráfico (colores, imágenes, iconos, temas) y las distintas aplicaciones multimedia.

#### 4.4.2. Selección de la plataforma

Como se mencionó con anterioridad existen diversas opciones de sistemas operativos en las que el proyecto podría ser implementado, sin embargo, para los fines que requiere el presente proyecto, y en base a los resultados de las pruebas de usabilidad (ver Apéndice C Pruebas de usabilidad para determinar el mejor sistema operativo) [SC07] realizadas con el objetivo de obtener la opción más adecuada de sistema operativo, finalmente fue seleccionado el sistema operativo Ubuntu 7.5 de Linux.

Las pruebas de usabilidad realizadas arrojaron ciertos parámetros que fueron determinantes para seleccionar a Ubuntu como el sistema más adecuado para la implementación de las interfaces, tales resultados fueron:

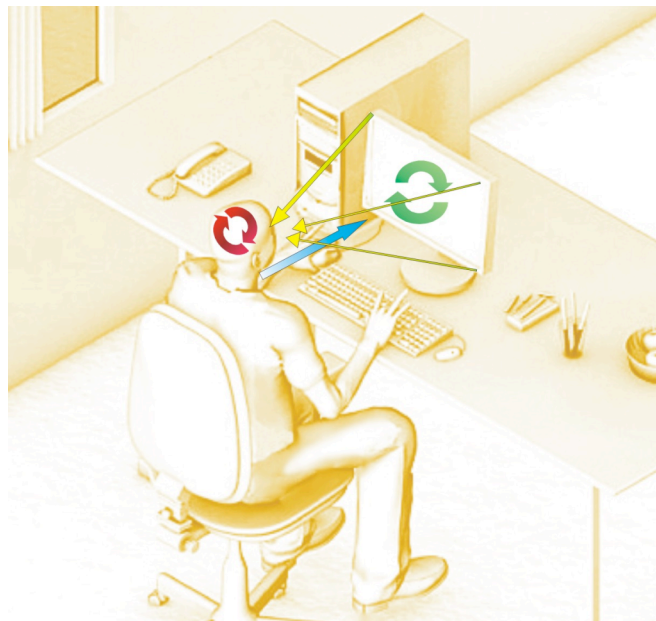
- Cuenta con rutas de acceso más rápidas.
- Íconos más entendibles.
- Los nombres de las acciones son más claros y descriptivos.
- El sistema es adaptable a diferentes tipos de usuario (estándar, programador o experto).

Por otra parte, se hizo una evaluación desde la programación encontrándose que el sistema operativo Ubuntu era factible para el proyecto debido a que los cambios que se realizan en la interfaz del sistema no inhiben los procesos en ejecución y se realizan de forma inmediata dado que se hacen directamente en el kernel del sistema. Otra razón que favorece la selección de dicho sistema y que lo pone en ventaja respecto a otros que se trata de un software de carácter libre, por lo que permite que el tipo de letra, el tamaño de la pantalla, el tamaño y cantidad de íconos y gráficos, puedan ser modificados por el programador con cierta facilidad creando un ambiente enfocado al usuario final.

## Capítulo 5. Diseño de la Aplicación

### 5.1. Introducción al diseño de la aplicación

De acuerdo a lo establecido en los capítulos anteriores, referentes a las diversas disciplinas como son: percepción visual, psicología Gestalt, legibilidad, significado del color, composición, psicología del color, adaptabilidad, las metodologías: de desensibilización sistemática e inoculación del estrés [DM94] y el biofeedback asistidos con interfaces adaptativas; se desarrolló un grupo de herramientas o sistemas independientes que en conjunto conforman el sistema denominado DesSenSis X3. El objetivo de DesSenSis X3 es ayudar a afrontar la incertidumbre y el estrés generado por la computadora. En la Figura 16 se pueden observar la integración del proceso cognitivo del usuario con el proceso automático del sistema DesSenSis X3 generando un ciclo.



**Figura 16.** Ciclo del sistema. El sensor o biofeedback obtiene la señal fisiológica del usuario, la computadora procesa y analiza esta señal para así otorgar un nivel de estrés y una interfaz a aplicar, el usuario es conducido por ésta para modificar su estado de estrés, generando un nuevo ciclo.

El sistema DesSenSis X3, se subdivide en tres sub-áreas de trabajo, que se retroalimentan entre sí, para integrar una solución global, tal como se representa en la Figura 17.



**Figura 17.** Diagrama a bloques del sistema desarrollado DesSenSis X3.

La figura anterior muestra de manera clara el proceso de automatización: el usuario genera un estímulo que es tratado como una frecuencia la cual es analizada y procesada para así, determinar la interfaz adecuada a aplicar automáticamente, originando un nuevo estímulo en el usuario formando así un ciclo que lo llevara a un estado de deseado.

## 5.2. Diseño del sistema para el análisis de las señales fisiológicas

El sistema de análisis de la señal fisiológica toma una **entrada** que es la frecuencia de una señal de audio, dando pie a un **proceso** el cual obtiene la frecuencia promedio de la señal sonora que proporciona el biofeedback GSR2 y así, el sistema obtiene en su **salida** los valores de niveles de estrés (Alto, Medio, Bajo y señal débil) en determinados intervalos de tiempo (que pueden programarse en el mismo sistema). El diseño del subsistema de Análisis de la Señal Fisiológica se representa en el diagrama a bloques que se muestra en la Figura 18.

La siguiente ecuación o fórmula sirve para obtener la frecuencia promedio, es decir, el nivel de estrés en el cual se encuentra el usuario. Esta se representa como  $FP$ , donde:

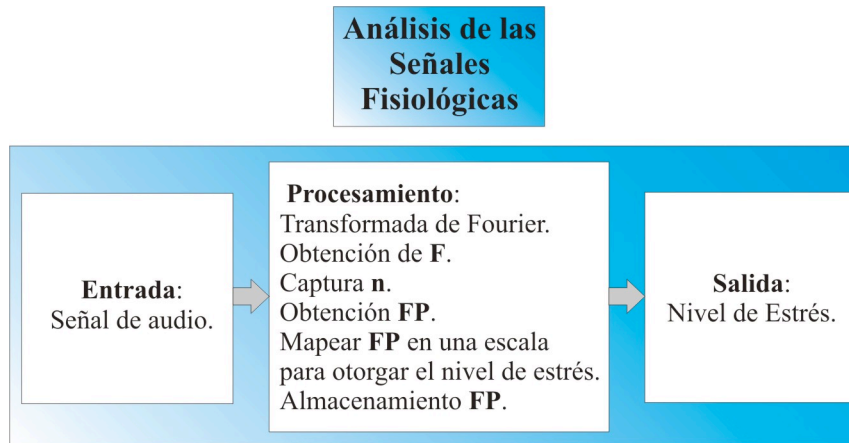
Nivel de Estrés= Frecuencia promedio ( $FP$ )

Señal Fisiológica= Frecuencia ( $F$ )

Tiempo en segundos= Número de muestras totales ( $n$ )

$$FP = \text{Sumatoria } (F1:F_n) / n$$

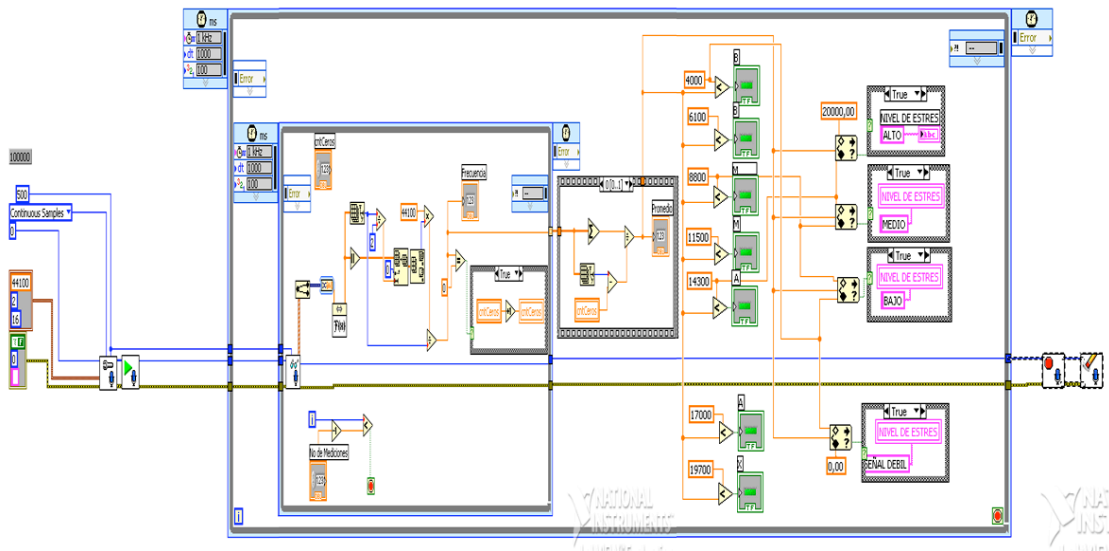
$n$  incrementa en 1 sólo si  $F$  es mayor a cero o frecuencia mínima, en caso contrario despliega un mensaje de “Señal débil” y no se toma en cuenta.



**Figura 18.** Diagrama a Bloques del análisis de las señales fisiológicas, se muestran las tres fases por las cuales se compone esta aplicación.

El diagrama a bloques del Análisis de la Señal Fisiológica fue trasladado al lenguaje de programación LabView y se representan como se ve en la Figura 19 (ver Apéndice A para su mayor descripción), en donde al compilarlo y ejecutarlo genera la aplicación “Nivel de Estrés”, como se muestra en la Figura 20.





**Figura 19.** Diagrama a Bloques del sistema Medidor de Estrés, estructurado en LabView.



**Figura 20.** Compilación y ejecución del diagrama a bloques del sistema “Nivel de Estrés” en LabView, dando como resultado la siguiente interfaz o pantalla.

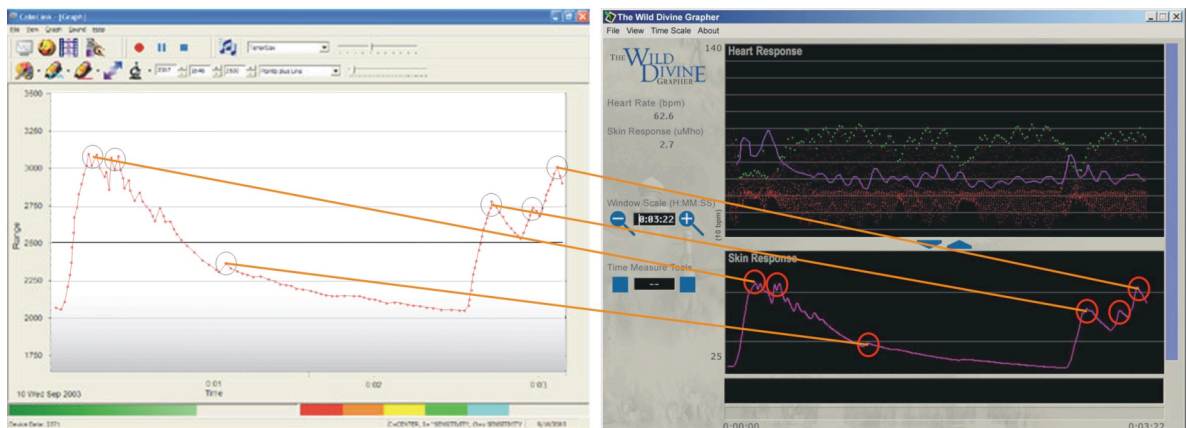
El sistema “Nivel de Estrés” proporciona la frecuencia censada cada segundo en formato numérico, otorgando la opción de ingresar el número de muestras que se quieren promediar en segundos, calculando así el promedio de las frecuencias censadas; este promedio indica el nivel de estrés en el cual se encuentra el usuario representado en una escala de Bajo, Medio y Alto, retroalimentado con la activación consecutiva de alertas de colores: de azul a verde para Bajo, amarillo a naranja para Medio, rojo a violeta para Alto.

Para determinar el nivel de estrés del usuario y la eficiencia del sistema “Nivel de Estrés” se efectuaron pruebas comparativas aplicando de manera simultanea el test de estrés y los sistemas comerciales GSR2 y Journey to Wild Divine, como se muestra en la Figura 21.



**Figura 21.** Pruebas comparativas de los test de estrés y los sistemas comerciales GSR2 y Journey to Wild Divine relacionados al sistema “Nivel de Estrés” creado.

Se llega a la conclusión que el sistema “Nivel de Estrés” es equiparable en los resultados y cambios censados por el software GSR2 y el sistema Journey to Wild Divine, que indican los niveles en el cual el organismo se encuentra en altos o bajos niveles de temperatura, ritmo cardiaco, tensión muscular y sudoración, todas estas señales fisiológicas se representan mediante gráficas lineales y barras de colores, (ver Figura 22).

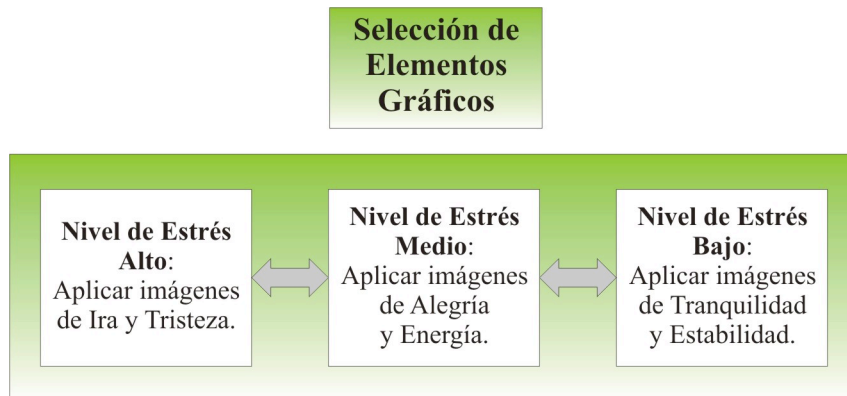


**Figura 22.** Gráficas y niveles de frecuencias de salida por los sistemas GSR2 y Journey to Wild Divine.

### 5.3. Diseño de interfaces

Con base en el análisis previo de los Elementos Gráficos y la investigación de reacciones de estrés mediante distintos estímulos, se encontró que, dependiendo del nivel de estrés otorgado por el sistema “Nivel de Estrés” y aplicando el método de Desensibilización Sistemática, se selecciona una imagen para un determinado nivel de estrés a conducir. Como resultado de esto fueron diseñadas 15 imágenes representativas de un nivel de estrés específico para cinco emociones básicas (ira, tristeza, alegría, energía, tranquilidad y estabilidad).

El diseño de la selección de elementos gráficos se representado en la Figura 23, la cual muestra la interacción de procesos bi-direccionales mediante un diagrama a bloques, dependiendo del nivel de estrés que otorgue el sistema “Nivel de Estrés” se seleccionan los correspondientes elementos gráficos para aplicar en las interfaces. Por ejemplo, si el nivel de estrés del usuario corresponde a Medio se seleccionarán imágenes del conjunto de alegría o energía, así como también colores, formas y frecuencias relacionados con este nivel.



**Figura 23.** Diagrama a Bloques de la selección del diseño de interfaces. Se observa que dependiendo del nivel de estrés, se selecciona un grupo de imágenes o elementos gráficos representativos a este nivel.

Se crearon un grupo de imágenes que representan seis emociones básicas utilizando los recursos de la composición, psicología del color y semiótica previamente investigados, enfocados al manejo de estrés en personas de 50 a 70 años, en un ambiente computacional

tal como se muestra de manera resumida en la siguiente tabla (para una explicación más amplia ver Apéndice B).

Emoción	Imagen representativa	Interpretación
Ira		<p>En este contexto los colores rojo y negro emulan a la sangre, incitando a un estado de alta tensión.</p> <p>Las formas empleadas en las imágenes son un conjunto de elementos geométricos, triangulares y lineales en movimiento que simulan objetos punzo cortantes o afilados y que debido a su forma generan tensión en el individuo.</p>
Tristeza		<p>El color utilizado fue el gris, color que representa el desánimo, la falta de interés y el aburrimiento.</p> <p>Las imágenes simulan espacios abiertos, sin límites marcados, representan la sensación de vacío, desánimo y confusión. Las formas empleadas son principalmente irregulares y muestran la profundidad espacial.</p>
Alegría		<p>El color utilizado para representar la alegría fue el amarillo, debido a que su connotación es positiva.</p> <p>Las formas empleadas para las imágenes son en su mayoría circulares, así como líneas rectas y quebradas para representar movimiento o luminosidad. Se hizo uso de diversas tonalidades de amarillo con el propósito de representar mayor profundidad y brillo para agudizar la sensación del espectador.</p>
Energía		<p>El color empleado para representar la energía y al dinamismo fue el anaranjado en diversas tonalidades, cercanas al rojo y al amarillo, proporcionando calidez y evocando energía en forma de luz.</p> <p>Se utilizaron líneas rectas que representan movimiento, crecimiento, explosiones y se complementó con formas triangulares para representar movimiento y dirección.</p>
Tranquilidad		<p>El color utilizado para representar la tranquilidad fue el azul en diversos grados de intensidad y saturación. Evocando elementos de la naturaleza, como agua, mar o viento.</p> <p>Se utilizaron líneas curvas para simular movimiento. El objetivo es crear una atmósfera segura y calmada.</p>
Estabilidad		<p>El color blanco con tonalidades gris, azul y café en pequeñas proporciones, fueron los seleccionados para representar la estabilidad, la ausencia de sentimientos, unificación, enfoque y espiritualidad. Se utilizaron formas simétricas que representan estabilidad.</p>

**Tabla 2.** Diseño e Interpretación de imágenes creadas en relación al nivel de estrés aplicadas en interfaces del sistema DesSenSis X3.

Para definir la eficiencia y los elementos que conformarían las imágenes se realizaron una serie de pruebas que consistieron en la proyección de un conjunto de imágenes específicas que reflejan una emoción (generando un ambiente), complementándose las pruebas con la medición del estrés del usuario con el subsistema “Nivel de Estrés”, para así obtener el grado de eficiencia del conjunto de imágenes, tal como se muestra en la Figura 24.



**Figura 24.** Censado del nivel de estrés del usuario al proyectar por medio de un Visor Virtual un conjunto de imágenes de la naturaleza representativa de una emoción.

Inicialmente se hizo uso de imágenes editadas en diversas tonalidades y contrastes, referentes a la naturaleza y el medio ambiente. Sin embargo, éstas no generaron el resultado esperado debido a que los usuarios potenciales poseen un nivel de introyección<sup>5</sup> y una estructura de personalidad específica y delimitada. Esto generó una interpretación diversa de cada una de las imágenes con base a las experiencias y expectativas de cada individuo.

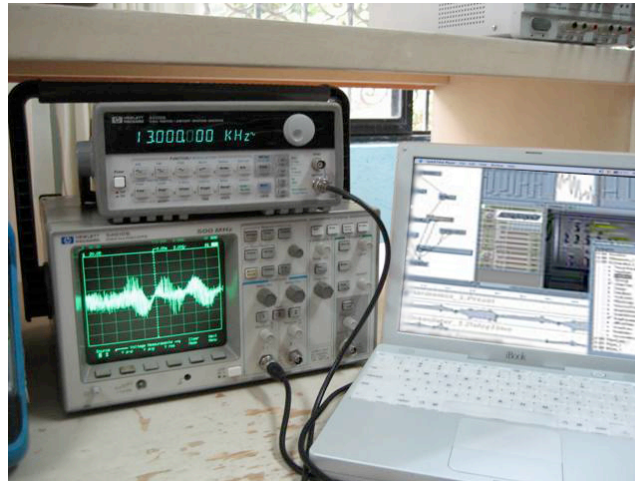
Finalmente, se optó por utilizar imágenes diseñadas estrictamente para este fin mediante la implementación de los principios básicos de composición, psicología del color y semiótica, dando como resultado imágenes de apercepción<sup>6</sup> temática para generar emociones objetivas y unificadas en el usuario, los resultados fueron notablemente mejorados y concluyentes.

---

<sup>5</sup> Introyección: Proceso inconsciente que consiste en la internalización de representaciones psíquicas de objetos externos bien sea odiados o amados, con la meta de establecer cercanía y presencia constante de ese objeto; se le considera un mecanismo de defensa inmaduro.

<sup>6</sup> La apercepción se puede describir como la percepción estimulada por las relaciones o vinculaciones entre un objeto y otro.

En la creación de las pistas musicales, para obtener una mejor estimulación, se generaron ondas sonoras Alfa en un osciloscopio y generador de frecuencias como se muestra en la Figura 25, las cuales fueron grabadas y traslapadas con sonidos de la naturaleza como la lluvia, olas de mar y música ambiental, formando así una pista de 10 minutos, tiempo en el cual el cerebro tarda en lograr un reconocimiento y acople efectivo de la frecuencia emitida.



**Figura 25.** Generador de frecuencias.

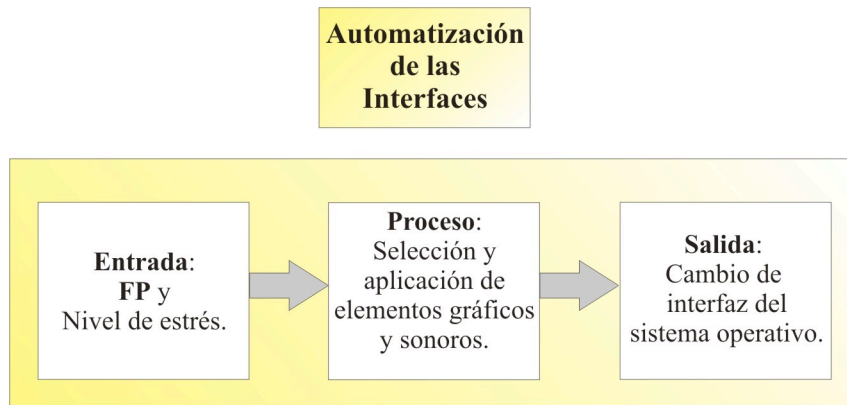
## 5.4. Diseño de la automatización

La automatización del sistema es la integración de los sistemas y metodologías ya antes desarrolladas, conjuntándose dentro de un programa demonio<sup>7</sup>, que activa al sistema “Nivel de Estrés” el cual almacena la *FP* ranqueada en una lista de imágenes diseñadas para determinar el conjunto de los elementos gráficos (interfaz) a proyectar en el sistema operativo, (véase Figura 26).

---

<sup>7</sup> Programa Demonio es un proceso operativo que se ejecuta en segundo plano en el sistema operativo en vez de ser controlado directamente por el usuario (es un proceso no interactivo). Este tipo de programas se ejecutan de forma continua (infinita), aunque se intente cerrar o matar el proceso, éste continuará en ejecución o se reiniciará automáticamente.





**Figura 26.** Diagrama a Bloques de la Selección de la automatización de las interfaces, mostrándose las tres fases por las cuales se compone esta aplicación.

El diseño de la automatización del sistema consta de tres aplicaciones visibles (botones), en las cuales el usuario puede controlar la activación visual del nivel de estrés, la activación de la música y finalmente, la activación de los tips para disminuir el estrés. El objetivo de brindar cierto grado de control al usuario con la finalidad de que éste no perciba la sensación de pérdida de control del sistema, lográndose mediante la retroalimentación visual de lo que sucede fisiológicamente en él. Dichas aplicaciones se encuentran clasificadas de acuerdo a la acción que ejecutaran: Botón de Activación del Nivel de Estrés, Botón de Activación de Armonización Musical y Botón de Activación de Tips. La automatización de las interfaces se muestra en la pantalla de captura del sistema Ubuntu (véase Figura 27).



**Figura 27.** Pantalla de la automatización de las interfaces.

### Botón de Activación del nivel de estrés

Dicho botón cuenta con dos estados, activo e inactivo, manteniendo al usuario informado de la actividad fisiológica o nivel de estrés en el cual se encuentra, siendo estos niveles alto, medio o bajo. Visualmente, el botón en estado de reposo se torna de un color gris y en estado activo se torna rojo (tal y como se muestra en la Figura 28). El aspecto visual del botón está constituido por líneas que asemejan el ritmo cardíaco, el cual es una de las diversas señales fisiológicas que determinan el nivel de estrés en el individuo.



Figura 28. Aspecto gráfico de la aplicación que informa al usuario el nivel de estrés.

### Botón de Activación de Armonización Musical

El botón de armonización musical, al igual que el de activación de la medición del estrés, cuenta con dos estados, activo e inactivo. Su función radica en reproducir una pista sonora la cual consta de la emisión de frecuencias en un rango de 7.5 a 13 Hz perteneciente a las ondas Alfa, fortaleciendo la aceptación sonora por parte del usuario y reforzando la actividad visual de las interfaces, conduciéndolo a un estado de estrés menor donde la reproducción de la pista se activa cuando el usuario presenta un nivel de estrés medio-alto y se inactiva al llegar a un nivel bajo. El botón en estado de reposo presenta un color gris y en estado activo se muestra en color azul (tal como se muestra en la Figura 29). En cuanto al aspecto gráfico, el botón está conformado por símbolos estándares relacionados con la música y la emisión de sonido lo cual favorece, su fácil reconocimiento por parte del usuario.

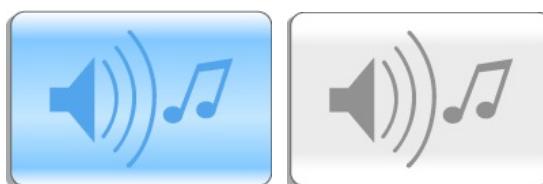


Figura 29. Aspecto gráfico de la activación de la armonización musical.



## Botón de Activación de Tips

Existen dos estados para este botón: activo e inactivo, sugiriendo al usuario actividades para el aprendizaje y la aplicación de la inoculación del estrés. Los tips se activados después de transcurrir 30 minutos del censado de la actividad fisiológica y que el usuario se encuentra en un nivel de estrés medio-alto, para proporcionar los siguientes consejos aleatoriamente sin repetición cada cinco minutos. Los tips o las recomendaciones que se muestran en la pantalla se listan a continuación:

- *Siéntese derecho.*
- *Mueva la cabeza hacia los lados y en círculos manteniendo en alto los hombros.*
- *Respire hondo con el pecho y el abdomen.*
- *Mueva las manos haciendo girar en todas direcciones las articulaciones del puño y el codo.*
- *Mueva sus pies haciendo girar la articulación del tobillo y la rodilla.*
- *Tome un vaso de agua y continúe.*

En caso de haber transcurrido 30 minutos y que el censado registre un nivel de estrés bajo, se proporcionarán los siguientes tips aleatoriamente, sin repetición, cada cinco minutos:

- *Si la tarea asignada es continua en la computadora, debe descansar 15 minutos por cada dos horas de trabajo.*
- *Estírese como si recién acabara de levantarse, haga "sonar" sus articulaciones.*
- *Gesticule usando los músculos faciales, haciendo guiños, muecas, etc.*
- *Quiembre su cuerpo en la cintura moviendo las caderas en todas direcciones.*
- *Tome un vaso de agua cada 30 minutos.*

En estado de inactivo, el botón se muestra en color gris y en estado activo se observa verde (véase Figura 30). Gráficamente, el aspecto visual del botón se integra mediante la representación de una persona meditando, sentada en posición de flor de loto y que refleja la armonía entre el individuo y su ambiente.



**Figura 30.** Aspecto gráfico de la activación de Tips.

Finalmente, cabe mencionar que el aspecto gráfico (color, forma, simbología) de los botones se diseñó en base a las pruebas previas de usabilidad orientadas a usuarios adultos en plenitud, aplicándose dichos resultados en la selección del color y la simbología, de tal manera que el usuario al momento de hacer uso del sistema, se sienta familiarizado con las aplicaciones antes de seleccionar una acción (medición de estrés, armonización musical o activación de tips) logrando así un mejor entendimiento.

## Capítulo 6. Pruebas y Resultados

Durante el desarrollo del sistema (censado de la actividad e interpretación de la señal fisiológica, parametrización del nivel de estrés, diseño de interfaces gráficas, sonorización y automatización) y a lo largo del presente capítulo, se muestran los resultados obtenidos de las pruebas realizadas al sistema y con el usuario. El objetivo de este capítulo radica en determinar la eficiencia de cada una de las partes del sistema, obtener las fortalezas y debilidades del mismo, para que en futuras aplicaciones y mejoras de herramientas o complementos se puedan hacer uso de las mismas.

Conforme se fue desarrollando esta tesis se hizo uso de diversos métodos de comprobación y validación, como Pruebas Comparativas, Prueba de Saturación del Sistema, Pruebas de Usabilidad, Pruebas de Mago de Oz, Card Sort, Evaluación Heurística y Paseo Cognitivo, las cuales se describen de forma cronológica a lo largo de este capítulo.

### 6.1. Pruebas al subsistema “Nivel de Estrés”

Nombre de la prueba: **Saturación del Sistema**

Objetivo: Determinar el grado de robustez del sistema

Descripción del procedimiento: Se involucraron operaciones del sistema bajo condiciones controladas evaluando los resultados. La prueba consistió en forzar al programa a trabajar por largas horas (una semana sin interrupción) generando distintas frecuencias para monitoreándose su respuesta en lapsos de cuatro horas, después de este proceso se sometió al sistema a la saturación de frecuencias oscilantes.

Resultados obtenidos: el sistema siguió proporcionando los promedios y niveles de estrés correctos después de una semana de uso continuo y saturación de datos.

Nombre de la prueba: **Prueba de Usabilidad**

Objetivo: Comprobar la facilidad de uso y entendimiento del sistema por parte del usuario.

Descripción del procedimiento: Para la realización de esta prueba fue necesaria la participación de cinco usuarios adultos en plenitud, así como la implementación de dispositivos como una computadora con sistema operativo Windows XP o Ubuntu 7.5 y un Biofeedback GSR2.

Se sometió a prueba en un ambiente controlado (UsaLab<sup>8</sup>) al subsistema “Nivel de Estrés”; para esta prueba se les pidió a los usuarios realizar tres tareas:

- Abrir el sistema.
- Manipular el número de muestras a promediar.
- Describir las acciones suscitadas por el sistema.

Resultados obtenidos: Se llegó a la conclusión de que el subsistema “Nivel de Estrés” puede ser utilizado como un sistema independiente, de fácil uso y entendimiento, generando así un nuevo objetivo el cual se centra en dar a conocer al usuario el nivel de estrés en el que se encuentra, haciéndolo conciente de su estado fisiológico y de esta forma le de solución.

## 6.2. Pruebas a los elementos gráficos y sonoros del subsistema Selección de Elementos Gráficos

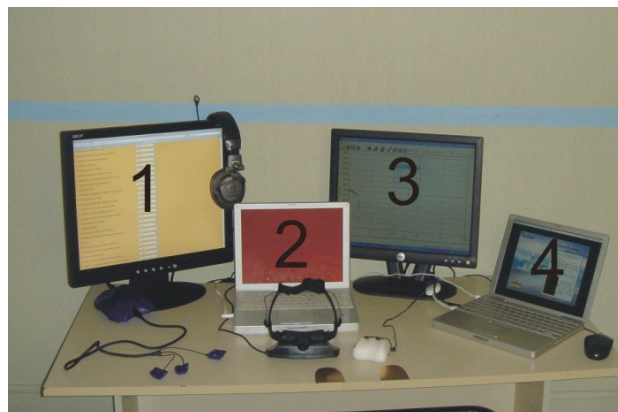
Nombre de la prueba: **Mago de Oz**

Objetivo: Definir al grupo de interfaces más representativo de las emociones y determinar el grado de afinidad al estrés del usuario como respuesta al ambiente creado por los elementos gráficos y sonoros.

---

<sup>8</sup> Laboratorio de Usabilidad inscrito al Instituto de Electrónica y Computación de la Universidad Tecnológica de la Mixteca.

Descripción del procedimiento: Para efectuar dicha prueba se valió de un equipo especializado: tres computadoras, sistemas comerciales GSR2 , Journey to Wild Divine, gafas Virtual Vision 4.0 XL y una diadema de audio supresora de ruido externo. Cada una de las computadoras (véase Figura 31) tenía la función de ejecutar una acción determinada. El monitor con el número 1 era el encargado de desplegar el test introductorio a la prueba, la computadora número 2 visualizaba la imagen representativa de las emociones y enviaba la señal de video al visor virtual para generar un ambiente inmersivo y al evitar la distracción del usuario, el monitor 3 contaba con los sistemas medidores de señales fisiológicas que monitoreaban el nivel de estrés del usuario y la computadora 4 fue la responsable de la transmisión de sonidos complementando el entorno mostrado al usuario, tal y como se muestra en la Figura 32.



**Figura 31.** Equipo utilizado para las pruebas.

Inicialmente el tamaño de la muestra era de doce usuarios a los cuales iba orientado el sistema final, sin embargo, conforme se fueron filtrando los elementos gráficos esta muestra se redujo a cinco usuarios, los cuales otorgan el 80% de las aportaciones al sistema basándose en lo establecido por Nielsen [NJ93], quien hace mención que los datos arrojados en una prueba de usabilidad realizada en un número mayor de cinco usuarios resultan repetitivos y poco representativos. A este número de usuarios se les presentó, durante un intervalo de tiempo de siete minutos, un grupo de imágenes y sonidos que representaban un estado de ánimo (ira, tristeza, alegría, energía, tranquilidad y estabilidad). Se realizaron un total de

198 pruebas en el UsaLab en un tiempo aproximado de dos meses. Estas pruebas fueron segmentadas de la siguiente forma: a 12 usuarios se les aplicaron cuatro grupos de imágenes de la naturaleza agrupadas por colores (azul, amarillo, rojo y verde) dando un subtotal de 48 pruebas las cuales no tuvieron el éxito deseado, dando así las bases para el diseño de nuevas imágenes representativas de 6 emociones (ira, tristeza, alegría, energía, tranquilidad y estabilidad) con 5 grupos conteniendo 3 propuestas, las cuales fueron probadas con 5 usuarios, realizándose 150 pruebas.



**Figura 32.** Usuario efectuando prueba de usabilidad.

Resultados obtenidos: Se logro precisar al grupo de imágenes y sonidos representativos de las emociones específicas aplicadas a las interfaces del sistema. Los dispositivos implementados para monitorear las señales fisiológicas en conjunción con las observaciones realizadas a lo largo de las pruebas reportaron que el nivel de estrés de los usuarios disminuyó con la aplicación de las interfaces desarrolladas y el ambiente auditivo creado. Por ejemplo, en donde el usuario mostraba un nivel de estrés Alto-alto el decremento del estrés se posicionó en una escala de Medio-bajo, como resultado de la aplicación de las imágenes representativas al ambiente de tranquilidad, comprobándose con esto la efectividad del conjunto de elementos gráficos y sonoros.

### 6.3. Pruebas al menú para el Subsistema de Automatización

Nombre de la prueba: **Card Sort**

Objetivo: Especificar la estructura del menú del sistema, comprobar que la representación gráfica de los botones del subsistema de automatización sea intuitiva a la acción a ejecutarse.

Descripción del procedimiento: Se les proporcionó a doce usuarios dos grupos de tarjetas, un grupo contenía la descripción de las acciones (Activación del Nivel de Estrés, Activación de Armonización Musical y Activación de Tips) y otro contenía imágenes gráficas que representaban dichas acciones. De esta manera se les pidió a los usuarios que relacionaran ambos grupos y finalmente que las ordenaran de acuerdo a su prioridad de uso.

Resultados obtenidos: La efectividad de la relación de la acción con la representación iconográfica, estructura del menú en base a la prioridad de uso, tomándose en cuenta los puntos de vista del color y tamaño deseados por el usuario.

### 6.4. Pruebas a la Metodología de Desensibilización Sistemática del Estrés

Nombre de la prueba: **Mago de Oz**

Objetivo: Definir el grado de eficiencia de la Metodología de Desensibilización Sistemática del Estrés en el usuario con relación a la respuesta otorgada por los subsistemas creados.

Descripción del procedimiento: Mediante un ambiente controlado en el UsaLab, se determinó el nivel de estrés de cinco usuarios con el subsistema “Nivel de Estrés”

aplicando así de forma manual el conjunto de elementos gráficos y sonoros que manipularían el estrés del usuario conduciéndolo a un estado deseado.

Resultados obtenidos: La efectividad de los resultados obtenidos por las pruebas fueron concluyentes y determinantes para comprobar que la Metodología de Desensibilización Sistemática del Estrés, aunada al censado de señales fisiológicas con biofeedback y la asistencia con interfaces adaptativas, son eficientes tanto para afrontar la incertidumbre como el estrés generado por la computadora, al conducir al usuario a un estado de relajación (sin el estrés del entorno).

## **6.5. Resultados de aplicación**

En conclusión, la finalidad de realizar las pruebas descritas anteriormente fue el obtener datos representativos, comprobar y validar la efectividad de cada uno de los subsistemas que conforman el sistema DesSenSis X3. Gracias a que se pudieron realizar comprobaciones con un alto grado de efectividad y funcionalidad a las soluciones propuestas, a los procesos realizados (selección y comparación de dispositivos, selección de elementos gráficos, metodologías, entre otros) y a la metodología de tipo iterativo aplicada, se permitió la obtención y corrección inmediata de errores en el sistema, confirmado así que por medio de interfaces adaptativas asistidas por computadora se logra disminuir el nivel de estrés de un usuario.



# Capítulo 7. Conclusiones y Trabajo Futuro

## 7.1. Conclusiones

Como se observó a lo largo de esta investigación, el proyecto se enfocó a la realización de la configuración de elementos gráficos en interfaces adaptativas para la reducción de estrés en personas adultas, cuyo rango de edad fue de 50 a 70 años.

El proceso y la recopilación de información se fue incrementando en tiempo por factores como la falta de información acerca de la relación entre disciplinas aplicadas al estrés, la aplicación de pruebas que arrojarían datos específicos de carácter fisiológico, la poca accesibilidad inicial al equipo especializado en la detección de señales fisiológicas, la asistencia a cursos, seminarios, ponencias, entrevistas con expertos e investigación, donde finalmente el incremento en el tiempo de investigación resultó satisfactorio al otorgar bases más sólidas en el proyecto.

Como resultado del cumplimiento de los objetivos y del proceso de investigación, se obtuvo el diseño y comprobación del sistema denominado DesSenSis X3 conformado por tres subsistemas: Análisis de las Señales Fisiológicas, Selección de Elementos Gráficos y Automatización de las Interfaces. Los tres subsistemas incorporan distintas disciplinas y áreas de investigación, cuyo fin se centró en el cumplimiento de los objetivos establecidos en un inicio y que formaron parte esencial de dicha tesis. A continuación, se enumeran la función de cada uno de los subsistemas resultantes:

1. El Análisis de las Señales Fisiológicas está compuesto de conocimiento derivado de las siguientes disciplinas Psicología, Neurociencias, Manipulación de Señales y Programación, siendo su objetivo determinar y registrar el nivel de estrés del usuario.
2. La Selección de los Elementos Gráficos conjunta elementos de Psicología, Diseño Gráfico y Audio; donde el objetivo de éste es la creación de interfaces adecuadas y acorde a un nivel de estrés.
3. La Automatización de las Interfaces se vale de la integración de Psicología, Interacción Humano-Computadora y Programación, concluyendo en la automatización de la Metodología de Desensibilización Sistemática a través de la

incorporación de los objetivos de los dos subsistemas descritos (puntos 1 y 2 mencionados arriba), dando como resultado, ciclos entre el usuario y el sistema, para llevarlo a un estado de estrés deseable.

Al lograrse la obtención de un estado de estrés deseable en las personas adultas, éstas se verán beneficiadas con la reducción del mismo, y por lo tanto, mejorarán sus actividades cotidianas en su interacción con computadoras (ambiente computacional), siendo mayor su aprovechamiento físico-mental en sus labores al no presentar un alto nivel de estrés. Habiéndose disminuido éste y como parte del resultado de la aplicación automática de la metodología de desensibilización sistemática, se demostró que al obtener señales estables a través de la retroalimentación humano-computadora se genera una autorregulación fisiológica que induce a un estado de relajación (Disminución de Estrés) en el usuario al aplicar las interfaces adaptativas (Configuración de Elementos Gráficos) y las técnicas cognoscitivo-conductuales.

La investigación también identificó factores que causan estrés en el usuario, factores como la tipografía, resolución de la pantalla, una gran cantidad de tareas en ejecución y un escritorio saturado de iconos que producen estrés en personas adultas. Lo cual se puede solucionar con la mejora de interfaces especializadas para adultos mayores en plenitud.

Los objetivos de la presente tesis se cumplieron de forma satisfactoria, quedando pendiente el desarrollo (programación) de la aplicación que automatiza la modificación de los parámetros del sistema operativo, por consiguiente queda abierta la posibilidad a que cualquier persona interesada en continuar con este proyecto cuente con la información plasmada en esta investigación, como son las metodologías y diseños para su futura aplicación directa a un lenguaje de programación.

Las tecnologías utilizadas no permiten que el usuario desarrolle las tareas comunes a su trabajo y simultáneamente se produzca el cansado de la actividad fisiológica, porque la reducción de estrés no es llevada a cabo, para que ésta se realice el usuario debe suspender su actividades y de forma consiente este active el sensado, aplicando las interfaces para la reducción del nivel de estrés.

El sistema DesSenSis X3 está desarrollado para poder ser implementado en cualquier plataforma, Windows, Mac o Linux, entre otros, debido a que se comprobó que la

automatización de la metodología de Desensibilización Sistemática funciona en un medio tecnológico.

## **7.2. Trabajo a futuro**

Se plantea que una de las aplicaciones futuras, del sistema resultante de dicha tesis, sea la posibilidad de incorporar el hardware utilizado en el censado de señales fisiológicas como parte del sistema de una computadora personal, ya sea en el mouse o el teclado o un escáner láser evitando el manejo de un dispositivo externo, sin tener la necesidad de estar conectado mediante un sistema alámbrico a la computadora.

Otro trabajo a realizar consiste en la expansión del sistema DesSenSis X3 para contar con la posibilidad de ser implementado a diversas plataformas y contribuir al desarrollo de nuevas interfaces para la generación de más estados de ánimo, abarcando nuevos tipos de usuarios.

Otro trabajo sería: la implementación de sensores biofeedbacks en autos para la regulación del ambiente, pudiendo prevenir accidentes en diversas situaciones; en caso de que el conductor se encuentre estresado y así disminuir su nivel de estrés, en caso que el conductor se encuentre cansado incrementar su estrés para prevenirlo y hacerlo consciente de un posible accidente, en caso de una irregularidad fisiológica que tenga que ser atendida médicamente, un sistema de localización pueda avisar a la ayuda correspondiente mas cercana.

Otro trabajo sería: en juegos donde la máquina, al tener la información de la actividad fisiológica del usuario, pueda crear un personaje que tenga empatía con el usuario, así como en juegos de vista como tercera persona, en avatares para el mensajero mostrando a otros usuarios los estados de ánimo o nivel de estrés, teniendo más interacción entre el humano y la computadora.

Otro trabajo sería: llevarlo a mayor escala aterrizando las ideas a un espacio físico tridimensional, creando ambientes inmersivos con la modificación del entorno de una habitación en donde sus paredes fuesen pantallas, con una gran diversidad de colores en la iluminación y sonidos ambientales acorde a la proyección ambiental.

Hasta este momento se dieron a conocer algunas ideas a futuro de las posibles aplicaciones y desarrollos en donde puede ser implementado el concepto del sistema DesSenSis X3, sin olvidar que la tecnología avanza y que pueden surgir nuevos elementos que en conjunción darán pie a nuevas propuestas con un nivel de complejidad mayor, pero que al igual que a DesSenSis X3 buscarán el confort y satisfacción del individuo.

## Bibliografía

- [BD94] Benyon David, *Accommodating Individual Differences through an Adaptive User Interface*, Computing dept., Open University, Milton Keynes, 1994. y URL0 Consultada Enero 15, 2008 desde: <http://www.dcs.napier.ac.uk/~dbenyon/inddiff.pdf>
- [BT02] Brinck Tom, Gergle, Darren, Wood Scott D, *Designing Web Sites That Work : Usability For The Web*, Academic Press, USA, 2002, 310, 317.
- [CW95] Cullinan WE. Herman JP, Helmrich DL, y Watson SJ., *A neuroanatomy of stress in Friedman MJ*, Charney DS, Deutch AY (eds.) *Neurobiological and Clinical Consequences of Stress: from Normal Adaptation to Post Traumatic Stress Disorder*, Philadelphia, Lippincott-Raven, 1995, 3,26.
- [CR85] Case RB, Heller SS, Case NB, Moss AJ, *Type A Behaviour and survival after acute myocardial infarction*, New England Journal of Medicine, 1985, 312.
- [CC88] Cooper C.L., Sloan, S y Williams, S. *Stress: Occupational Stress Indicator*. NFER-Nelson, Windsor, 1988.
- [DJ07] Donoghue John, *Cyberkinetics, Neurotechnology*, Simposio Acople Cerebro-Computadoras ¿matrimonio en ciernes? Interfaces Cerebrales, Mexico, 2007.
- [DM94] Donald Meichenbaum, *Manual de inoculación de estrés*, Ed. Roca, Mexico, 1994
- [EB02] Engler Barbara, *Introducción a las teorías de la personalidad 4ª edición*, Ed. Mc Graw-hill, Mexico 2002.
- [ES96] European Society of Cardiology and the North American Society of Pacing and Electrophysiology, *Heart Rate Variability. Standards of Measurement, Physiological Interpretation and Clinical Use*, Barcelona, España, 1996.
- [FC97] Faulkner, C., *The essence of human computer interaction*, Ed. Prentice Hall, EUA, 1997.
- [FT04] Fraser Tom / Banks, Alan, *Designer's Color Manual: The complete guide to color theory and application*, Chronicle Books, Inglaterra, 2004, pp 48.
- [GL99] Graham Lisa, 1999, *The Principles of Interactive Design*, Delmar Publishers, EUA, 1999, pp 102, 106, 107

- [JJ00] Jáuregui José Antonio, *Cerebro y emociones. La Computadora Emocional*, Ed. Oceano, Mexico, 2000, pp 36.
- [KP82] Kaminoff and Prohanski, *Stress Introduction*, New York: Free Press, EUA, 1982.
- [KP00] Kennedy P.R., R. Bakay, M.M. Moore, K. Adams, and J. Goldwithe, *Direct control of a computer from the human central nervous system*, IEEE Trans. on Rehabilitation Engineering, 2000, pp 198 – 202.
- [LJ01] Lorés, J., *La interacción persona ordenador*. Congreso Internacional Interacción Persona Ordenador, España, 2001, pp. 1-15.
- [LR91] Lazarus Richard, *Estrés y Procesos Cognitivos*, Ed. Roca, Barcelona, España, 1991.
- [LR96] Lazarous Richard, *Psychological Stress and the coping process*, Ed. MacGraw Hill, New York, EUA, 1966.
- [LW05] Lidwell William, Holden Kritina, Butler Jill, *Principios Universales de Diseño*, Ed. Blume Barcelona, España, 2005, pp 39, 215.
- [MJ02] Millán J. del R, *Brain-computer interfaces*. “Handbook of Brain Theory and Neural Networks”, In M.A. Arbib., 2002, pp. 178–181. MIT Press.
- [NC99] Nieto Cardoso, *psicoterapia/principios y técnicas*, Ed. Pax, Mexico, 1999.
- [ND86] Norman, D., Draper, S., *User Centered System Design*, Lawrence Erlbaum Associates Publishers, Hillsdale, NJ, 1986.
- [NJ93] Nielsen, J., 1993, *Usability engineering*, Morgan Kaufmann/Academic Press, EUA, 1986.
- [NJ06] Nielsen Jacob, *Prioritazing web usability*, New Riders Publishing, EUA, 2006, pp 240.
- [NM03] Nicolelis Miguel.A.L., Carmena J.M., M.A. Lebedev, R.E. Crist, J.E. O’Doherty, D.M. Santucci, D.F. Dimitrov, P.G. Patil, and C.S. Henriquez, *Learning to control a brain-machine interface for reaching and grasping by primates*. Public Library of Science Biology, EUA, 2003, pp 193 - 208.

- [NP01] Nava Ponce Emilio, *Propuesta de taller prevenir el estrés en el ámbito laboral*, Tesis de la Universidad Nacional Autónoma de México Facultad de Psicología, Mexico, 2001, cap1.
- [OH04] Ortiz Hernández Georgina, *El significado de los colores*, Ed. Trillas, Mexico, 2004, pp 74, 78, 109, 110, 245.
- [PJ93] Preece, J., *A guide to usability, human factors in computing*, Ed. Addison-Wesley Publishing Company, EUA, 1993.
- [PO94] Pérez Olán Gregorio, *Sistema computacional para la medicion multidimensional del estrés*, Tesis del Centro de investigacion y de estudios avanzados del Instituto Politécnico Nacional, Departamento de Ingenieria Eléctrica Seccion de Computación, Mexico,1994.
- [SB98] Shneiderman, B., *Designing the User Interface: Strategies for Effective Human Computer-Interaction*, Ed. Addison-Wesley, EUA, 1998.
- [SC07] Sturm Christian, *La Usabilidad en el Software Libre*, II Simposio de Linux de la Mixteca, Mexico, 2007.
- [SH56] Selye H., *The Stress of Life*, Ed. Mc Graw-Hill, EUA, 1956, pp 15-54.
- [SJ03] Stumphauzer Jerome S., *Terapia conductual*, Ed. Trillas, España, 2003.
- [SR92] Scott Robert Gillam, *Fundamentos del diseño*, Ed. Limusa/grupo Noriega, Mexico, 1992, pp 216.
- [TJ06] Tidwell Jenifer, *Designing Interfaces*, O'Reilly Media Inc., EUA, 2006, pp 128.
- [VM96] Vidales María Dolores, *El mundo del envase, manual para el diseño y producción de envase y embalaje*, UAM Atzacapozalco, GG, México, 1996, pp 110, 115.
- [WW90] Wong Wucius, *Principios del diseño en color*, Gustavo Gili, España, 1990, pp 33, 35, 55, 50.

## REFERENCIAS

[URL01] Sociedad Española para la Ansiedad y el Estrés, Gabinete psicopedagógico UGR. España. Consultada Junio 25, 2007 desde: <http://www.ugr.es/~ve/pdf/estres.pdf>

[URL02] Dr. Samuel Bravo Williams, Maltrato a Ancianos secreto a voces, Sociedad de Geriátría y Gerontología de México, Salud y Medicina. México. Consultada Julio 1, 2007 desde: <http://www.saludymedicinas.com.mx/nota.asp?id=1272>

[URL03] Dr. Rosario Girardi, Interfaces de usuario inteligentes, Centro Regional de Nuevas Tecnologías de Información. Uruguay. Consultada Julio 3 2007 desde: <http://www.crnti.edu.uy/pagina1.htm>

[URL04] Lüscher Farb Diagnostik, Santiago del Chile, Consultada Noviembre 27, 2007 desde: <http://www.luscher-color.com/>

[URL05] Diccionario de la Lengua Española, Consultada 28 de Noviembre del 2007] <http://www.rae.es/>

[URL06] Usabilidad y diseño centrado en el usuario. España. Consultada en Enero 29, 2007. desde: <http://www.cps.unizar.es/~isf/html/itusa01.html#secc2>

[URL07] User-Centered Design Principles. Microsoft Corporation. 2005. Consultada en Septiembre 23, 2007. desde: <http://msdn.microsoft.com/library/default.asp?url=/library/en-us/dnwue/html/ch02b.asp>

[URL08] José del R. Millán, Interfaces Cerebrales, IDIAP Research Institute. Consultada Julio 3 2007 desde: [http://www.idiap.ch/ftp/reports/2005/millan\\_2005\\_mente-cerebro.pdf](http://www.idiap.ch/ftp/reports/2005/millan_2005_mente-cerebro.pdf)

[URL09] Miguel Nicolelis, Learning to control a brain-machine interface for reaching and grasping by primates, Hospital Sirio-Libanés de Sao Paolo en Brazil. Consultada Julio 10 2007 desde: <http://www.dukeresearch.duke.edu/database/pagemaker.cgi?992636242.txt>

[URL10] José del R. Millán, Interfaces Cerebrales, IDIAP Research Institute. Consultada Julio 3 2007 desde: [http://www.idiap.ch/ftp/reports/2005/millan\\_2005\\_mente-cerebro.pdf](http://www.idiap.ch/ftp/reports/2005/millan_2005_mente-cerebro.pdf)



[URL11] GSR2 Biofeedback, Thought Technology Ltd, Canada. Consultada en Mayo 10 2007 desde: <http://www.i-doser.com/>

[URL12] Biofeedback, The Journey to Wild Divine, The Wild Divine Project. Consultada Mayo 10 2007 desde: <http://www.wilddivine.com>

[URL13] I-Doser ,Relaxation Software, Binaural Brainwave technology. Consultada Enero 6 2007 desde: <http://www.i-doser.com/>

[URL14] Natura, Relaxation Software, Blissive software. Consultada Enero 23 2007 desde: <http://www.blissive.com/>

[URL15] Pzizz, Relaxation Software, Brainwave Enterprises. Consultada Enero 12 2007 desde: <http://www.blissive.com/>

[URL16] Operatng System Market Share. Consultada Noviembre 20, 2007 desde: <http://marketshare.hitslink.com/report.aspx?qprid=0>

[URL17] Centro de Psicoterapia & Investigación Psicosomática, índice de reactividad al estrés. España. Consultada Junio 27, 2007 desde: <http://www.psicoter.es/estres.htm>

[URL18] PsíTec Servicios Psicológicos Limitada, monitor de estrés. Chile. Consultada Junio 28, 2007 desde: <http://www.psitec.cl/estres/autoevaluacion/>

## **Anexo A. Tests de estrés aplicados [URL17]**

### INSTRUCCIONES

A continuación encontrará una serie de preguntas relacionadas con las manifestaciones del estrés en la persona.

Por favor lea cada pregunta y responda de manera espontánea, marcando la alternativa correspondiente.

Si se ha equivocado en alguna respuesta y quiere modificarla, simplemente marque la nueva alternativa.

No hay respuestas buenas ni malas, correctas o incorrectas.

Por favor no omita respuestas, en caso de duda, elija la alternativa con la que se sienta más identificado(a).

Evite interrupciones mientras conteste las preguntas, para así garantizar una máxima concentración y fiabilidad.

Por favor proporcione los siguientes datos:

Edad: años

Sexo: m      f

A continuación encontrará una serie de síntomas que pueden producirse cuando alguien está bajo presión. Por favor léalos y decida en qué medida le han afectado en el último mes.

Marque la respuesta que mejor corresponda a su juicio:

0. Nada en absoluto
1. Un poco
2. Moderadamente
3. Bastante
4. Mucho o extremadamente

1. Inquietud, incapacidad de relajarme y estar tranquilo.
2. Pérdida de apetito.
3. Desentenderme del problema y pensar en otra cosa.
4. Ganas de suspirar, opresión en el pecho, sensación de ahogo.
5. Palpitaciones, taquicardia.
6. Sentimientos de depresión y tristeza.
7. Mayor necesidad de comer, aumento del apetito.
8. Tembúres, tics o calambres musculares.
9. Aumento de actividad.
10. Náuseas, mareos, inestabilidad.
11. Esfuerzo por razonar y mantener la calma.
12. Hormigueo o adormecimiento en las manos, cara, etc.
13. Molestias digestivas, dolor abdominal, etc.
14. Dolores de cabeza.
15. Entusiasmo, mayor energía o disfrutar con la situación.
16. Disminución de la actividad.
17. Pérdida del apetito sexual o dificultades sexuales.
18. Tendencia a echar la culpa a alguien o a algo.
19. Somnolencia o mayor necesidad de dormir.
20. Aprensión, sensación de estar poniéndome enfermo.
21. Agotamiento o excesiva fatiga.
22. Urinación frecuente.
23. Rascarme, morderme las uñas, frotarme, etc.

24. Sentimientos de agresividad o aumento de irritabilidad.
25. Diarrea.
26. Beber, fumar o tomar algo (chicle, pastillas, etc.).
27. Necesidad de estar solo sin que nadie me moleste.
28. Aumento del apetito sexual.
29. Ansiedad, mayor predisposición a miedos, temores, etc.
30. Tendencia a comprobar repetidamente si todo está en orden.
31. Mayor dificultad en dormir.
32. Necesidad de estar acompañado y de ser aconsejado.

SU NIVEL DE ESTRÉS ES

Alto, Medio, Bajo

Su índice de reactividad al estrés total es:

Su índice vegetativo de reactividad al estrés es:

Su índice cognitivo de reactividad al estrés es:

Su índice conductual de reactividad al estrés es:

Su índice emocional de reactividad al estrés es:

## **Anexo B. Monitor de Estrés [URL18]**

### INSTRUCCIONES

A continuación encontrará una serie de preguntas relacionadas con las manifestaciones del estrés en la persona.

Por favor lea cada pregunta y responda de manera espontánea, marcando la alternativa correspondiente.

Si se ha equivocado en alguna respuesta y quiere modificarla, simplemente marque la nueva alternativa.

No hay respuestas buenas ni malas, correctas o incorrectas.

Por favor no omita respuestas, en caso de duda, elija la alternativa con la que se sienta más identificado(a).

Evite interrupciones mientras conteste las preguntas, para así garantizar una máxima concentración y fiabilidad.

Por favor ingrese los siguientes datos:

Edad: años

Sexo:        m        f

Educación:

País:

A continuación encontrará una serie de síntomas que pueden producirse cuando alguien está bajo presión. Por favor léalos y decida en qué medida le han afectado en el último mes.

Marque la respuesta que mejor corresponda a su juicio:

- Nada en absoluto
- Un poco
- Bastante
- Fuertemente

- .Ataques de pánico (sensación de angustia, terror y/o catástrofe inminente e incontrolable)
- .Hiperventilación (respiración rápida y corta)
- .Pérdida de apetito
- .Trastornos del sueño
- .Fatiga crónica
- .Dolores de cabeza o migraña
- .Incremento en el ritmo cardíaco (taquicardia)
- .Nauseas
- .Problemas de digestión o diarrea
- .Mareos
- .Sensación de tener apretado el pecho
- .Pesadillas
- .Músculos tensos
- .Sequedad en la boca
- .Animo depresivo (decaído)
- .Irritabilidad
- .Ansiedad
- .Confusión
- .Rabia
- .Agresiones injustificadas hacia los demás
- .Desamparo
- .Sentirse "bajo presión"
- .Cambios bruscos de ánimo

- .Apatía
- .Problemas de concentración
- .Problemas de memoria
- .Baja del rendimiento
- .No poder dejar de pensar en una cosa (rumiación)
- .Sensación de tener la mente "vacía" o bloqueo mental
- .Pensamientos catastróficos (p.ej. "esto va a salir mal", "nunca lo lograré", etc.)
- .Incapacidad para tomar decisiones (importantes)
- .Exceso de responsabilidad
- .Sobrecarga de tareas y funciones laborales
- .Interrupciones del trabajo
- .Ambiente físico desagradable (p.ej. exceso de ruido)
- .Falta de incentivos
- .Poca motivación
- .Tiempo limitado para realizar el trabajo
- .Malas relaciones con los colegas (problemas, conflictos, etc.)
- .Malas relaciones con superiores (problemas, conflictos, etc.)
- .Bajo ingreso
- .Falta de reconocimiento
- .Presión de tiempo
- .Subexigencia laboral, aburrimiento
- .Críticas no justificadas
- .Desempleo

- .Trabajar lejos de la casa
- .Tipo de trabajo (por lo ingrato que es)
- .Horario del trabajo o cambio del mismo
- .Ritmo del trabajo
- .Supervisión constante del trabajo
- .Reproches constantes
- .Inseguridad en el puesto de trabajo
- .Falta de capacitación
- .Viajar con frecuencia por razones laborales
- .Pérdida de autoridad
- .Falta de variedad
- .Falta de apoyo
- .Exámenes médicos
- .Cambio de residencia
- .Problemas económicos propios o familiares
- .Enfermedades propias o de familiares
- .Problemas o conflictos de pareja o con familiares
- .Falta de apoyo de familiares o de amigos
- .Separación de la pareja
- .Muerte de un familiar o un(a) amigo(a)
- .Nacimiento de un(a) hijo(a)
- .Preocupaciones constantes
- .Soledad



## Anexo C. Legibilidad de los Colores

Orden de Clasificación	Colores
1	Negro-amarillo
2	Amarillo-negro
3	Verde-blanco
4	Rojo-blanco
5	Negro-blanco
6	Blanco-azul
7	Azul-amarillo
8	Azul-blanco
9	Blanco-negro
10	Verde-amarillo
11	Negro-naranja
12	Rojo-naranja
13	Naranja-negro
14	Amarillo-azul
15	Blanco-verde
16	Negro-rojo
17	Azul-naranja
18	Amarillo-verde
19	Azul-rojo
20	Amarillo-rojo
21	Blanco-rojo

22	Rojo-negro
23	Blanco-naranja
24	Negro-verde
25	Naranja-blanco
26	Naranja-azul
27	Amarillo-naranja
28	Rojo-naranja
29	Rojo-verde
30	Verde-naranja

## Anexo D. Significado de los Colores

Azul	Significado
	<p>Privación, sombra, oscuridad, sensibilidad, lejanía, repulsión, inquietud, Idealismo, serenidad.</p> <p>Simpatía, armonía, amistad, confianza, fidelidad, lejanía, infinitud, inteligencia, ciencia, concentración, independencia, deportividad, masculinidad, practicidad, descanso, pasividad, anhelo, tranquilidad, lo perceptivo, lo unificador, ternura, sensibilidad, afecto, satisfacción, logro, humanidad, verdad, unidad, dedicación, entrega, atemporalidad, pureza, sinceridad, sacrificio, religión, devoción, inocencia, frescura, serenidad, introspección, sabiduría, soledad, paz, castidad, lealtad, realeza, pureza, limpieza, frialdad, comunicación, eficiencia, deber, lógica, reflexión, calma, frialdad, falta de emoción, enemistad.</p>

Rojo	Significado
	<p>Amor, odio, fuerza, valor, atracción, calor, energía, pasión, deseo, alegría, felicidad, cercanía, ira, agresividad, excitación, prohibido, seducción, sexualidad, erotismo, dinamismo y actividad, calidez, vigor, masculinidad, placer, sangre, belicismo, crueldad, martirio, salud, anhelo, excitación, autoridad, peligro, coraje, rivalidad, lucha, virilidad, brutalidad, exaltación, violencia, explosividad, impulsos vitales, enojo, fuego, instinto de supervivencia, estimulación, desafío, agresión, impacto visual, tensión.</p>

Amarillo	Significado
	<p>Luz, fuerza, cercanía, atracción, honor, placer, diversión, placer, amabilidad, optimismo, envidia, celos, avaricia, egoísmo, acidez, espontaneidad, impertinencia, presuntuosidad, alegría, calor, sol, envidia, celos, mentira, otoño, deleite, dignidad, madurez, claridad, reflexión, brillo, alegría, desinhibición, laxitud, relajación, excentricidad, regocijo, arrogancia, poder, idealismo, atracción, gloria divina, mal, indecencia, cobardía, engaño, traición, dispersión, generalización, comprensión, generosidad, intención, intelecto, intuición, presentimiento, fecundidad, vida, timidez, cobardía, emoción, vitalidad, calidez, energía, enfermedad, optimismo, confianza, autoestima, extroversión, fuerza emocional, amistad, creatividad, irritabilidad, miedo, fragilidad emocional, depresión, ansiedad, suicidio.</p>

Verde	Significado
	Inmovilidad, tranquilidad total, reposo, naturaleza, agrado, tolerancia, vivacidad, salud, refrescante, juventud, esperanza, venenoso ,confianza, austeridad, pasividad, lo concéntrico, autonomía, autoestima, impulso, acumulación, protección, equilibrio, inmadurez, apertura social, sensibilidad, extroversión, introversión, crecimiento, crisis, pubertad, primavera, suerte, prosperidad, curación, fertilidad, éxito, armonía, humedad, frescura, calma, esperanza, balance, amor universal, descanso, restauración, conocimiento ambiental, paz, aburrimiento, estancamiento, blando, enervación.

Negro	Significado
	Duelo, fin, egoísmo, infidelidad, misterio, magia, introversión, maldad, infortunio, conservador, elegancia, violencia, brutalidad, poder, dureza, desgracia, duelo, oscuridad, noche, misterio, desesperanza, terror, horror, maldad, satanismo, crimen, muerte, depresión, solemnidad, profundidad, tristeza, muerte, secreto, mal, enfermedad, angustia, amenaza, cacofonía, luto, refinamiento, compacto, unidad, sofisticación, glamour, seguridad, seguridad emocional, eficiencia, substancia, opresión, frialdad, amenaza, pesadez.

Naranja	Significado
	Choque, disturbio, fuerza, energía, ambición, determinación, alegría , triunfo, diversión, sociabilidad, aromaticidad, inadecuado, apetito, originalidad, actividad y cercanía, lo gustoso, lo aromático, íntimo, acogedor, sobresaliente, activo y capaz de afectar la digestión, imaginación, exaltación, entusiasmo, pasión incontrolable, calor, fuego, sensualidad, pasión, entusiasmo, cansancio visual en grandes superficies, lo comestible, estimula el apetito, cálido, vibrante, vivo, verano.

Rosa	Significado
	Encanto, cortesía, sensibilidad, sentimentalidad, delicadeza, infancia, mansedad, pequeñez, feminidad, ilusión, romanticismo, barato, inocencia, festividad, dulzura, vitalidad, gentileza, intimidad.

Marrón/Café	Significado
	Fealdad, antipatía, desagrado, pereza, necedad, áspero, amargo, anticuado, tristeza, vigor, fuerza, solidaridad, confianza, dignidad, madurez, sensualidad, destrucción, solidez, estabilidad, calidez, vida sana, honestidad, madera, tierra, otoño, buena salud, seriedad, naturaleza, confiabilidad, apoyo, falta de humor, pesadez, falta de sofisticación.

Gris	Significado
	Soledad, aburrimiento, desprecio, feo, reflexión, inseguridad, insensibilidad, modestia, conformismo, sobriedad, penitencia, humildad, piedad, tristeza, vejez, frío, cansancio, inconformidad, neutralidad, equilibrio, indecisión, falta de energía, miedo, vejez, monotonía, depresión, suciedad, falta de confianza, humedad, depresión, hibernación.

Dorado	Significado
	Felicidad, orgullo, mérito, belleza, solemnidad, lujo, presuntuosidad, riqueza, gloria, poder, esplendor, serenidad, santidad, dinero, seguridad, abundancia.

Plateado	Significado
	Velocidad, dinamismo, modernidad, funcionalidad, elegancia, singularidad, extravagancia, poder espiritual, alquimia, fluidez, intelecto, armonía.

## **APÉNDICE A. Diagrama a Bloques del sistema Medidor de Estrés**

El Diagrama a Bloques del sistema Medidor de Estrés, estructurado en LabView, se segmenta primordialmente en tres etapas:

Entrada: A través del puerto de entrada de audio de la computadora se realiza la captura de la señal de audio.

Procesamiento de la señal de audio: se aplica la transformada de Fourier, dividiendo la señal de audio en amplitud y frecuencia con respecto al tiempo. La frecuencia es promediada con relación a un intervalo de tiempo asignado, en segundos.

Salida de datos: Almacenamiento de la frecuencia promedia y la impresión en pantalla del nivel de estrés correspondiente a diversos intervalos de frecuencia: de 4khz a 8.8khz BAJO, mayor de 8.8khz a 14.3khz MEDIO y finalmente mayor de 14.3kzh a 20khz ALTO, las cuales fueron determinadas en pruebas experimentales, comparando instantáneamente los resultados arrojados por los test de estrés y los sistemas comerciales. Lo Niveles de estrés a su vez se segmentan en BAJO-BAJO (de 4khz a 6.1khz, let azul), BAJO-ALTO (más de 6.1khz a 8.8khz, let verde), MEDIO-BAJO (más de 8.8khz a 11.5khz, let amarillo), MEDIO-ALTO (más de 11.5khz a 14.3khz, let naranja), ALTO-BAJO (más de 14.3khz a 17khz, let rojo), ALTO-ALTO (más de 17khz a 19.7khz, let rojo-oscuro), ALTO-EXTREMO (más de 19.7khz a 20khz, let violeta).

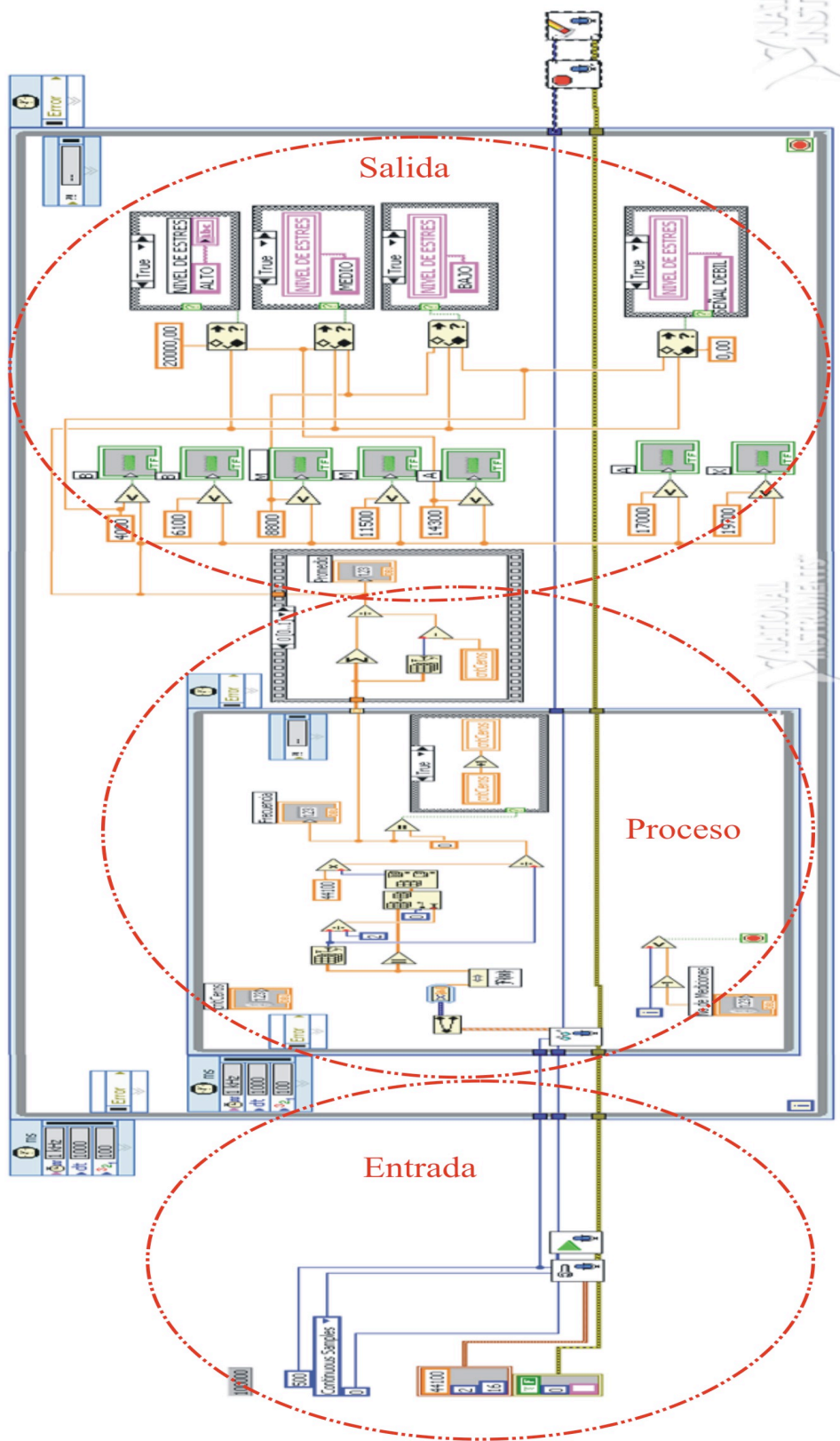


Figura 33. Diagrama a Bloques del sistema Medidor de Estrés, estructurado en LabView.

## APÉNDICE B. Diseño e Interpretación de imágenes creadas en relación al nivel de estrés aplicadas en las interfaces del sistema DesSenSis X3

### *Ira*

#### Justificación General

Los colores utilizados para representar dicha emoción fueron el rojo y el negro este último en proporciones menores. También fueron utilizadas formas geométricas (triangulares) que simularan objetos punzocortantes o afilados.

Es importante mencionar que la ira se manifiesta regularmente junto con la agresión, es por ello, que en esta propuesta se anexan elementos que representan explosiones o implosiones, en las cuales se puede percibir un movimiento rápido y con dirección en dichos elementos. En algunas ilustraciones se utilizó poco contraste de modo que fuera difícil diferenciar entre la forma y el fondo, con el objetivo de generar tensión (contrario a la teoría de la Gestalt). También se trata de evocación a la sangre.

#### Propuesta 1

Emoción: Explosión agresiva,

Objetos: Elementos geométricos terminan en punta y que pudieran llegar a causar daño.





## Propuesta 2

Emoción: Tensión

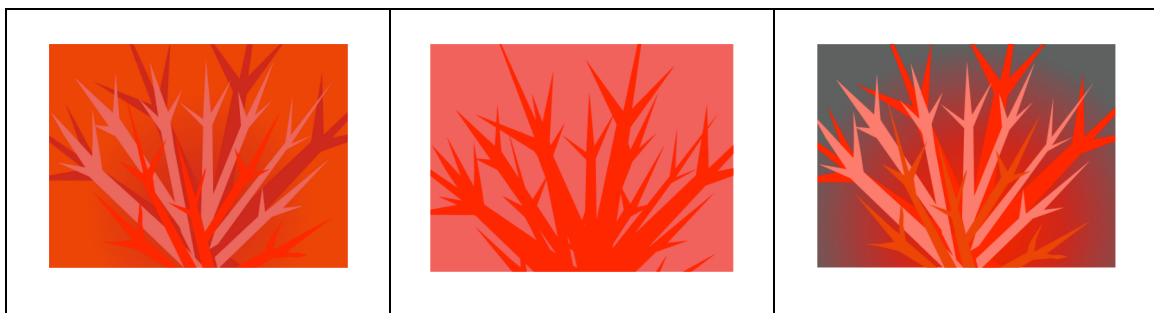
Objetos: Grupo de elementos que simulan manos con poco contraste entre ellos, de modo que fueran difíciles de identificar.



## Propuesta 3

Emoción: Caos

Objetos: Agrupación de elementos que terminan en punta y que pudieran causar daño al observador. Simular también una explosión con origen en la parte inferior.



Propuesta 4

Emoción: Caos y agresión

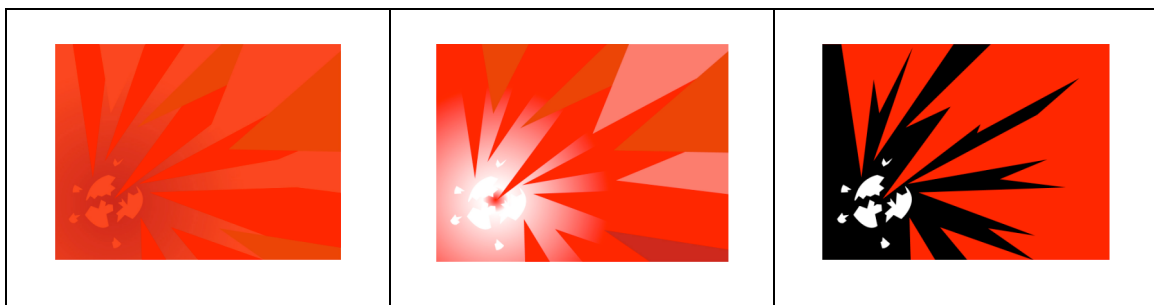
Objetos: Conjunto de elementos geométricos, triangulares y lineales, que tienen movimiento en dirección al centro.



Propuesta 5

Emoción: Reforzamiento de la agresión

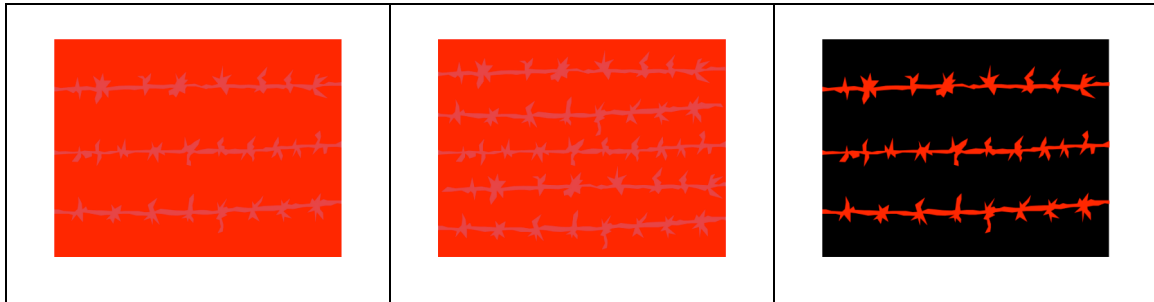
Objetos: Objetos triangulares que simulan fracturar o romper un objeto circular.



## Propuesta 6

Emoción: Caos y agresión

Objetos: Elementos irregulares que simulan un alambre de púas el cual se asocia directamente a situaciones peligrosas o prohibidas. Existe una evocación directa a la sangre.



## *Tristeza*

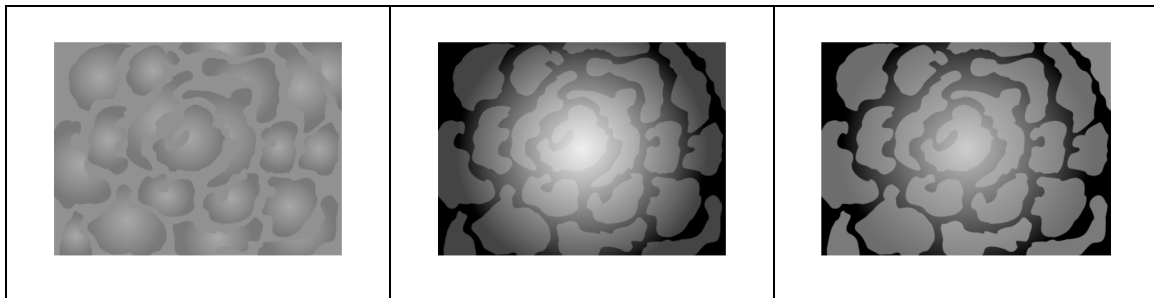
### Justificación General

El color utilizado para representar dicha emoción fue el gris, debido a que es el color que representa el desánimo, la falta de interés y el aburrimiento. El gris utilizado se obtuvo a partir de distintos porcentajes de negro y blanco.

Ahora bien en cuanto a la mayoría de las ilustraciones que aquí se presentan simulan, espacios abiertos, sin límites marcados, a manera de representar la sensación de vacío y falta de dirección que tiene una persona al estar triste. También se trató de representar el desánimo y la confusión. Las figuras son principalmente irregulares y junto con el color tratan también de mostrar profundidad espacial.

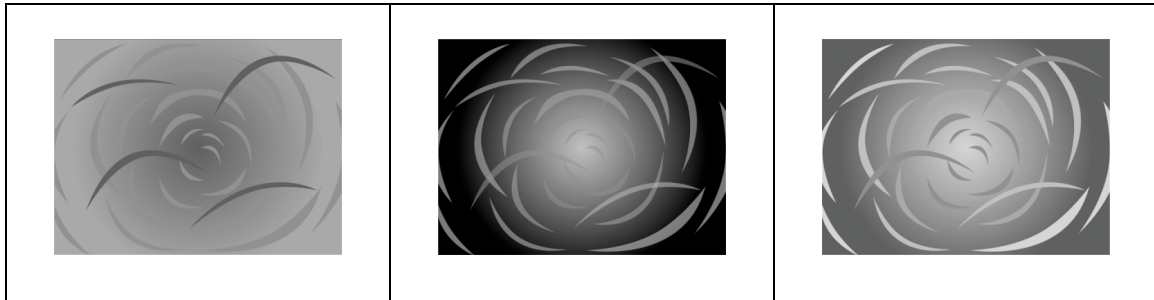
### Propuesta 1

Manchas irregulares en distintas tonalidades de gris, con movimiento concéntrico simulando un túnel o pasaje.



### Propuesta 2

Agrupación de objetos que simulan un túnel con movimiento concéntrico. El observador percibirá que recorre un camino sin fin.



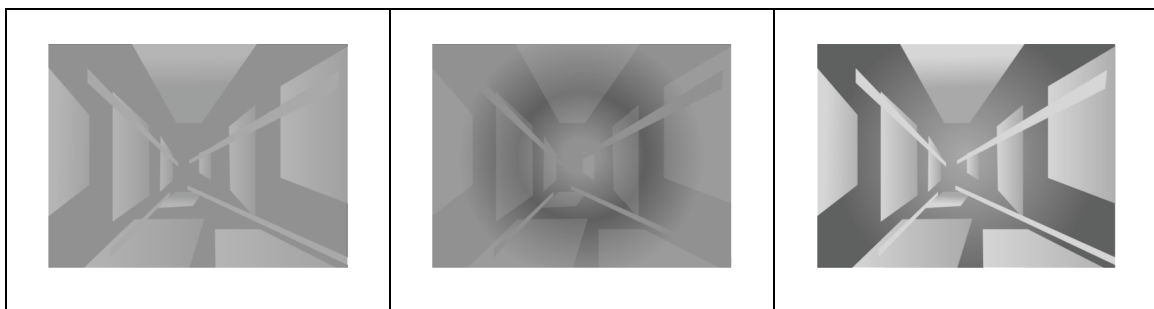
### Propuesta 3

Conjunto de figuras irregulares que tratan de evocar el movimiento del aire a causa de un fuerte viento, durante un día nublado.



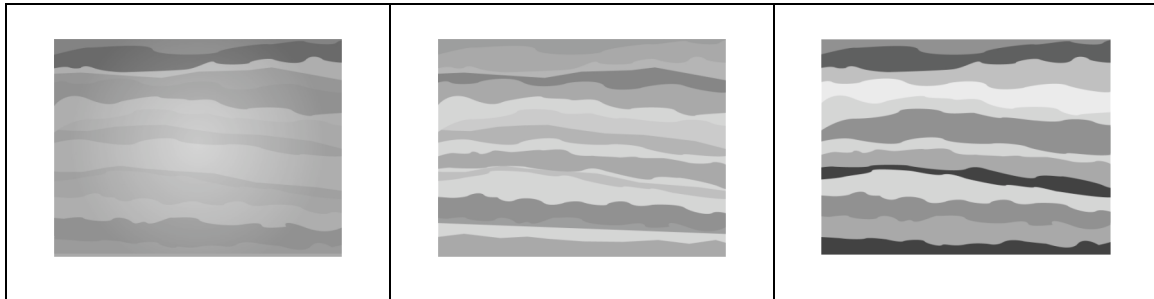
### Propuesta 4

El observador se encontrará en un gran espacio vacío, donde los objetos se desplazan hacia un punto común. Los colores y las formas ayudan a mostrar profundidad.



## Propuesta 5

Bandas irregulares que pueden simular un paisaje o una atmósfera nublada con gran movimiento.



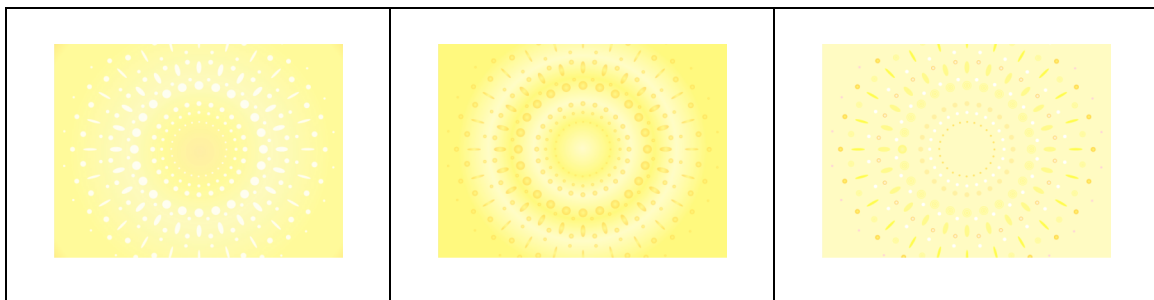
## *Alegría*

### Justificación General

Para representar la alegría se utilizó el amarillo, pues tiene connotaciones positivas que lo relacionan con el sol y el movimiento. Principalmente se utilizaron figuras circulares, así como líneas rectas y quebradas para representar movimiento o luminosidad. Las tonalidades que se utilizaron son cercanas al anaranjado y no contienen azul, de modo que el amarillo obtenido no tuviera apariencia verdosa (Debido a que los significados negativos del amarillo se relacionan con el amarillo verdoso).

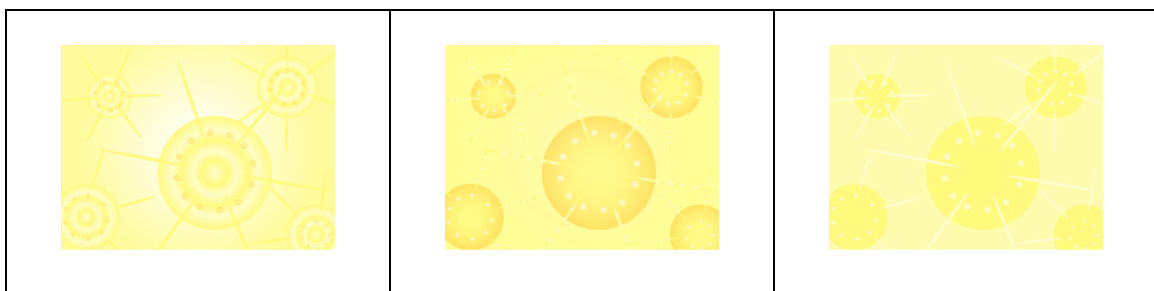
### Propuesta 1

Conjunto de elementos que simulan el dinamismo de una explosión.



### Propuesta 2

Objetos circulares y luminosos en movimiento.



Propuesta 3

Conjunto de elementos formados a partir de líneas que simulan pequeñas explosiones.  
También evocan a las semillas de los Dientes de León y su suave movimiento.



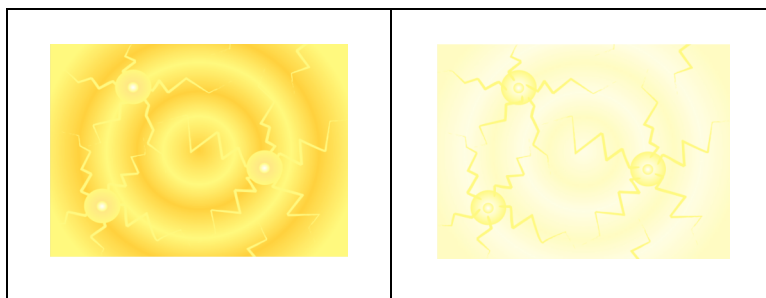
Propuesta 4

Conjunto de lazos irregulares en movimiento.



Propuesta 5

Partículas de energía.





## *Energía*

### Justificación General

Para representar a la energía y al dinamismo se recurrió al anaranjado en diversas tonalidades, algunas cercanas al rojo y también al amarillo. Se utilizaron líneas rectas que representaran movimiento, crecimiento, explosiones. Los colores además proporcionan calidez y en conjunto con degradados hacia el blanco evocan energía en forma de luz. Se utilizaron también algunas figuras triangulares para representar movimiento y dirección obedeciendo el principio de la economía visual ya que estas formas poseen mayor pregnancia.

### Propuesta 1

Líneas formadas por módulos triangulares que muestran dirección y movimiento.



### Propuesta 2

Se utiliza la estrella como un elemento que posee energía propia y que comúnmente se asocia con los sueños. El fondo evoca por los tonos, normalmente, motivación para lograrlos.



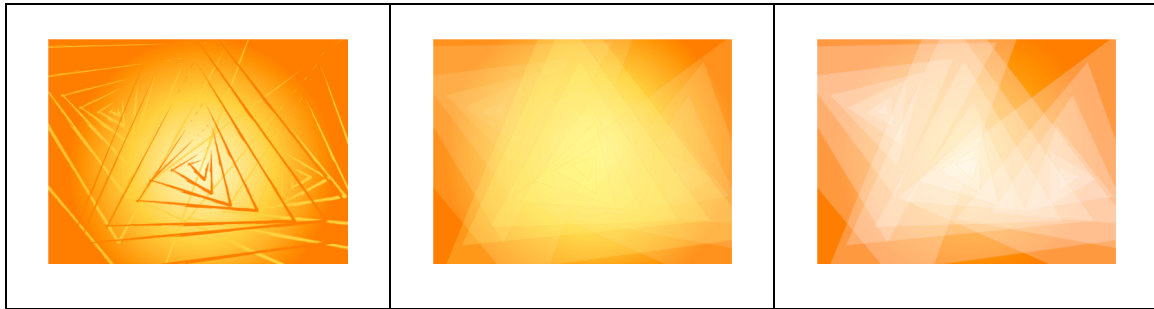
### Propuesta 3

Conjunto de líneas que evocan la energía de los rayos del sol, cargados hacia el extremo derecho inferior, lo que evoca un amanecer y con ello, el empezar de un nuevo día lleno de vitalidad.



#### Propuesta 4

Agrupaciones de triángulos crecientes que implican equilibrio, el efecto de rotación que evocan profundidad y movimiento. Al mismo tiempo que se relacionan con el manejo de energía oriental, como lo es la filosofía zen, el taoísmo, etc.



#### Propuesta 5

Elemento cargado de energía que la expulsa amorfamente, con movimiento libre y espontáneo.



## *Tranquilidad*

### Justificación General

El color utilizado para representar la tranquilidad fue el azul en diversas tonalidades y saturación. En las distintas representaciones se busco evocar a elementos de la naturaleza, como el agua, el mar o el viento. Se utilizaron líneas curvas continuas para simular el movimiento del agua, las ondas formadas en la superficie de un estanque o el movimiento de las corrientes de aire.

El objetivo es “sumergir” al observador en una atmósfera completamente azul, que evoca un lugar seguro y calmado.

### Propuesta 1

Túnel formado por delgadas líneas que simulan ondas o el movimiento del agua. Se trató de dar profundidad por medio de degradados.



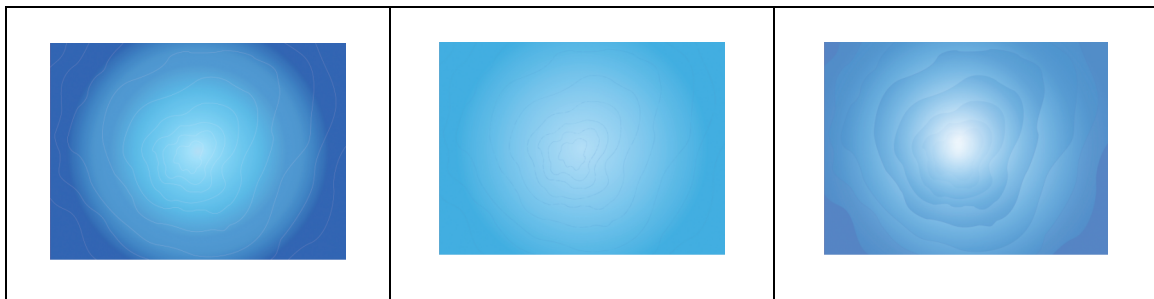
## Propuesta 2

Ondas irregulares y curvas, que simulan el movimiento de las corrientes marinas.



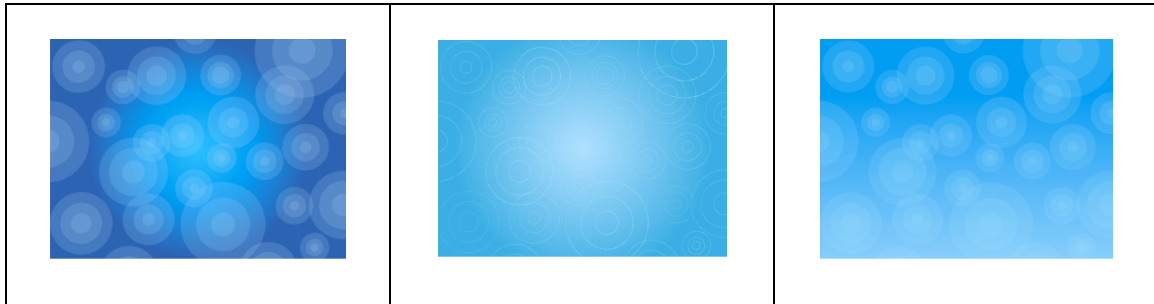
## Propuesta 3

Conjunto de formas irregulares que simulan dispersión y crecimiento. Pueden ser un túnel o un pasaje a través de un escenario de hielo, también simula al movimiento resultante de lanzar un objeto al agua. El efecto de luz al fondo, da la sensación de esperanza y calma.



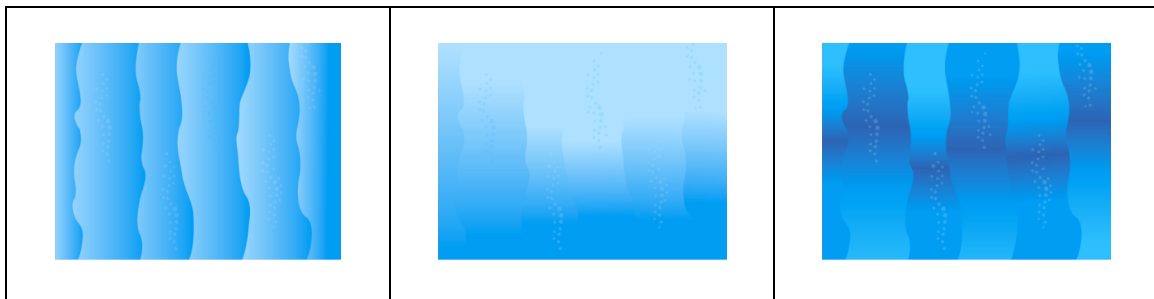
#### Propuesta 4

Grupo de figuras circulares que simulan dispersión. Cada elemento parece tener luminosidad y crean la ilusión de movimiento. Simula burbujas de jabón o movimientos de moléculas vitales en la naturaleza.



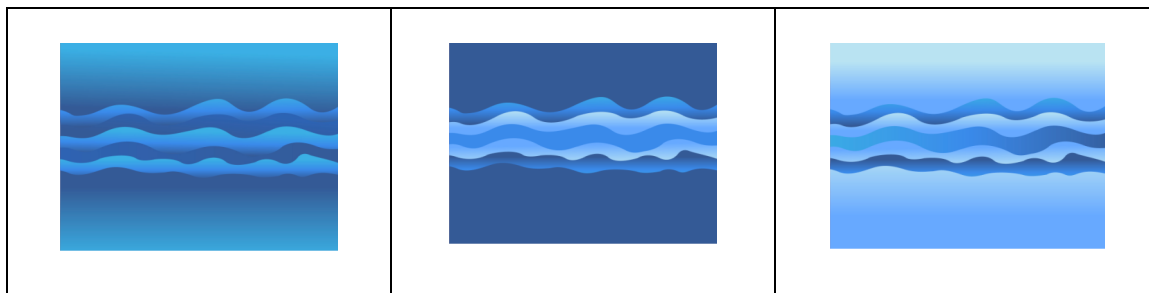
#### Propuesta 5

Conjunto de curvas verticales que simulan corrientes en lo profundo del océano.



## Propuesta 6

Figuras curvas e irregulares que simulan el movimiento de una corriente o el cauce de un río.



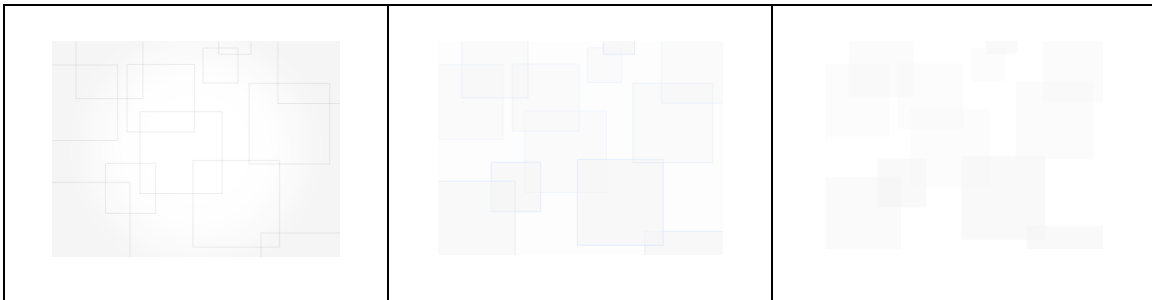
## *Estabilidad*

### Justificación General

Para representar la estabilidad se utilizó el blanco, con algunas tonalidades de gris, azul y café en pequeñas proporciones. Para la estabilidad se quiso representar la ausencia de cualquier sentimiento positivo o negativo. Un estado de purificación o catarsis con cierto grado de espiritualidad. Se utilizaron formas simétricas mediante el manejo de figura-fondo para de esta manera centrar y minimizar la confusión en la percepción del usuario reforzando así el concepto de estabilidad, pasividad y a través de tonalidades cercanas al blanco.

### Propuesta 1

Serie de cuadrados transparentes distribuidos aleatoriamente. Tratan de evocar un movimiento tranquilo a lo largo de un espacio infinito.





### Propuesta 2

Representación abstracta del Ying-Yang donde ambos elementos se encuentran en equilibrio.



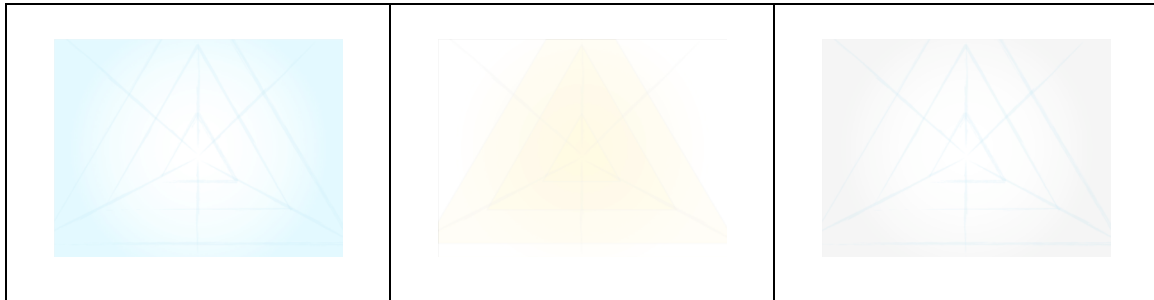
### Propuesta 3

Líneas rectas horizontales y verticales que tratan de evocar el concepto religioso de la trinidad.



#### Propuesta 4

Sucesión de triángulos que tratan de representar profundidad. Se utilizó el triángulo por ser la figura visualmente más estable.



#### Propuesta 5

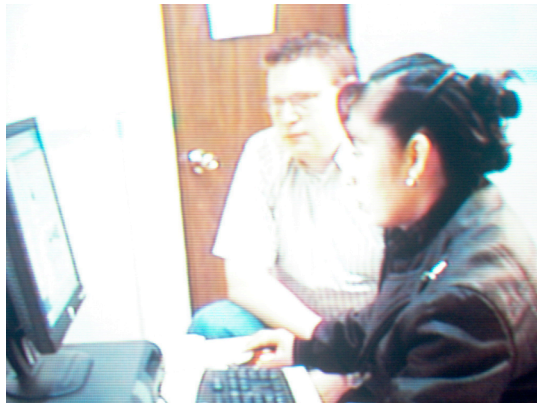
Conjunto de tres líneas irregulares que tratan de mostrar una simetría irregular. Evocan el suave movimiento del viento.



## APÉNDICE C. Pruebas de Usabilidad para determinar el Sistema Operativo más adecuado para la implementación de las interfaces

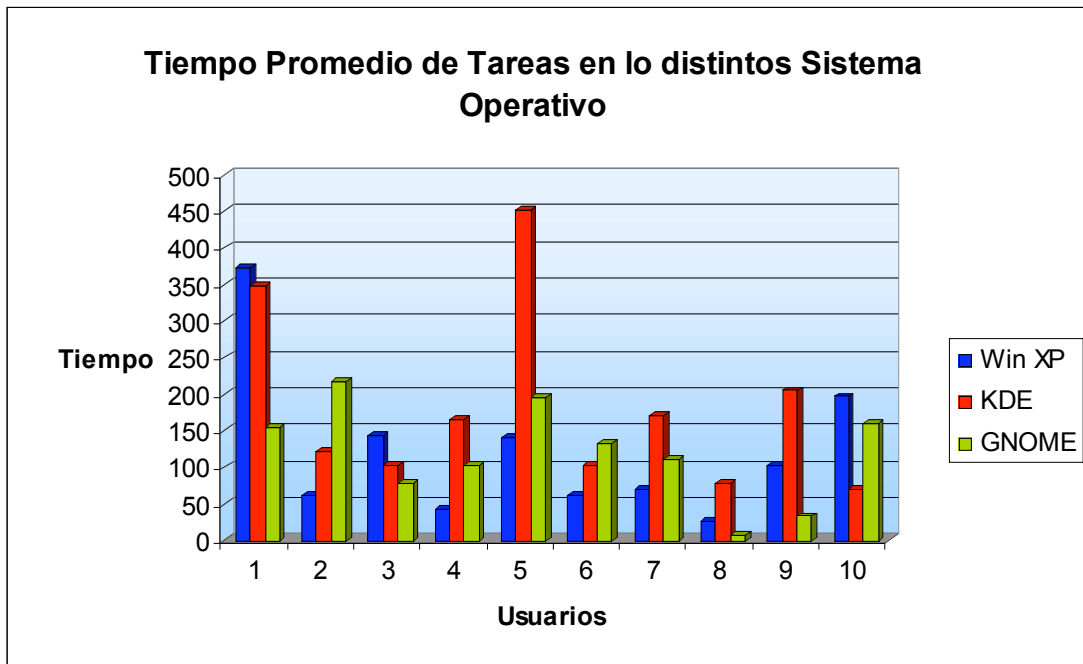
La selección de la plataforma o sistema operativo depende del usuario al cual se dirige la aplicación, por lo cual para este proyecto se tomó en cuenta, la investigación y comparación de usabilidad en distintos sistemas operativos. Dichas pruebas fueron realizadas por el Dr. Christian Sturm, en donde se probaron 5 tareas en tres distintos sistemas operativos (Win XP, Ubuntu, Kade), con 10 usuarios, siendo las tareas a evaluar las siguientes:

1. Encender la máquina e ingresar usuario y contraseña
2. Cambiar el tema(fondo de escritorio, iconos, fuente y sonidos)
3. Copiar archivos de un CD a una nueva carpeta en el escritorio
4. Ingresar al correo electrónico \*\*\*\*\*@hotmail.com y leer el correo más reciente
5. Ingresar al editor de texto y copiar unas líneas de texto, proporcionadas por el facilitador. (Aclarar en base a que se determinaron las tareas a evaluar)



**Figura 34** Pruebas realizadas con el Dr. Christian Sturm Laboratorio de Usabilidad (UsaLab).

Finalmente las pruebas de usabilidad arrojaron que el sistema con mejor facilidad de uso es el Ubuntu, seguido del Windows XP y por último KDE, como muestra la Grafica 1, esto sin tomar en cuenta que la mayor parte de los usuarios tiene una familiaridad de uso con Windows, por ser este un sistema muy comercial y de uso común en casa o en el trabajo.



Grafica 1. Tiempo promedio de las tareas