

*Universidad de Matanzas "Camilo Cienfuegos"*  
*Facultad de Ciencias Económicas e Informática*  
*Departamento de Ingeniería Industrial*



*Tesis en opción al título de Ingeniería Industrial*

**Título:** *Valorar la Variabilidad de la Frecuencia Cardíaca como un indicador "casi absoluto" de carga mental.*

**Autor:** *Yanedis Salgado Troya*

**Tutor:** *Ing. Dayron López Hernández*

## Pensamiento

*“...La misión del hombre en la vida, no está en llegar a ser rico, si no en descubrir algo importante, algo novedoso para la humanidad...”*

*José Martí.*

## Dedicatoria

*Este trabajo no podría ser dedicado de manera tan especial a otras personas que no sean mis padres, quienes aunque no estén presentes son el sustento de mi vida. A ellos las gracias por apoyarme siempre y hoy poder ser quien soy.*

## Agradecimiento

*A Dios por darme la fuerza, la voluntad, y el poder, para lograr cada cosa que me he propuesto en la vida.*

*Este sueño no hubiese sido posible sin la contribución de personas importante en mi vida tanto en lo profesional como en lo personal, por lo que agradezco especialmente; a mi tutor quien dedicó su tiempo y esfuerzo para la realización de este trabajo, a mi abuela Ana, quien es más que mi abuela, es mi otra mamá y sin su amor, comprensión, apoyo, y dedicación, no sería capaz de alcanzar las metas que me he propuesto, a mi hermano, que es mi fortaleza, y mi razón de ser, a mi tío y su familia por estar siempre presentes.*

*A mi familia, mis amigas, mis compañeros y a todos aquellos de una forma u otra han contribuido a mi formación como profesional.*

*Muchas gracias.*

## *Declaración de autoridad*

Yo, **Yanedis Salgado Troya** declaro que soy el único autor de este Trabajo de Diploma y autorizo a la Universidad de Matanzas a hacer uso del mismo con los fines que estime pertinente.

Firma del autor \_\_\_\_\_

Firma del tutor \_\_\_\_\_

Nota de Aceptación:

---

---

---

---

---

---

---

---

---

Presidente del Tribunal

---

Miembro del Tribunal

---

Miembro del Tribunal

## **Resumen**

La siguiente investigación se realizó en los laboratorios de Ergonomía de la Universidad de Matanzas Camilo Cienfuegos y lleva por título, “Valorar la Variabilidad de Frecuencia Cardíaca como indicador casi absoluto de carga mental”. Cuyo objetivo es precisamente determinar a través de un experimento cognitivo si la Variabilidad de Frecuencia Cardíaca puede ser un indicador absoluto de la carga mental; reforzando la hipótesis planteada por Almirall (1995). Como resultado de la investigación mostraron correlaciones moderadamente fuerte con la Variabilidad de Frecuencia Cardíaca los indicadores: Resistencia Galvánica Cutánea (RGC), Frecuencia Cardíaca (FC) y Percepción de Profundidad (PP) para el caso del sexo femenino. Como herramienta se utilizó el software Statgraphics Centurion 15.0, para el procesamiento estadístico de los datos donde se realizaron las pruebas de regresión simple con un factor para muestras pareadas, y el EndNote X4 para gestionar la bibliografía.

## **Summary**

The following investigation was carried out in the Ergonomics' laboratories of the Matanzas University Camilo Cienfuegos and it takes for title, "To Value the Heart Frequency Variability as almost the absolute indicator for mental load". Whose objective is in fact to determine through a cognitive experiment if the Heart Frequency Variability (HFV) can be an absolute indicator of mental load; reinforcing the hypothesis outlined by Almirall (1995). As a result of the investigation the indicators that showed correlations moderately strong with the HFV were: Galvanic Cutaneous Resistance (GCR), Heart Frequency (HF) and Depth Perception (DP) for the case of the feminine sex. As tool was used the software Statgraphics Centurion 15.0, for the statistical processing where were carried out the simple regression tests with a factor for paired samples, and EndNote X4 to manage the bibliography.

## Índice

<b>Introducción</b> .....	1
Capítulo I. Fundamentación Teórica.....	6
1.1. Surgimiento de la Ergonomía.....	6
1.2. Fundamentos fisiológicos y psicológicos del trabajo mental.....	7
1.3. Síntomas de la aparición de carga mental .....	8
1.3.1. Efectos negativos del trabajo mental para el hombre .....	9
1.4. Métodos de valoración del trabajo mental .....	11
1.4.1. Algunos indicadores utilizados para valorar trabajo mental .....	11
1.4.2. Análisis de los indicadores de uso más limitados .....	17
1.4.3. Técnicas utilizadas para abordar el problema.....	18
1.4.4. Herramientas utilizadas en Cuba .....	20
1.4.5. Tabla Resumen .....	1
1.5. Evaluación psicológica.....	21
1.6. Software Statgraphics Centurion 15.0.....	21
1.7. Conclusiones parciales del capítulo .....	22
Capítulo II. Procedimiento para determinar correlación entre indicadores de carga mental.....	23
2.1. Características generales de la muestra .....	23
2.2. Premisas.....	23
2.2.1. Selección de la muestra .....	23
2.2.2. Control de condiciones estandarizadas del laboratorio.....	27
2.3. Realización de las pruebas experimentales seleccionadas.....	27
2.3.1. Test de Ravens .....	27
2.3.2. Técnicas experimentales seguidas en cada indicador seleccionado .....	28
2.4. Procedimiento estadístico para la obtención de los resultados .....	36
2.5. Procedimiento para determinar correlación.....	37
2.6. Conclusiones parciales del capítulo .....	40

Capítulo III. Análisis del despliegue de la tecnología propuesta .....	41
3.1. Caracterización de la muestra.....	41
3.2. Cumplimiento de las Premisas.....	41
3.2.1. Selección de la muestra .....	41
3.2.2. Condiciones de microclima establecidas en el laboratorio.....	41
3.3. Realización y procesamiento de las pruebas experimentales seleccionadas .....	42
3.3.1. Valores utilizados para determinar correlación .....	42
3.4. Resultados.....	43
3.5. Tabla resumen.....	52
3.6. Cálculo del error humano.....	53
3.7. Conclusiones parciales del capítulo. ....	53
Conclusiones generales .....	54
Recomendaciones.....	55
Bibliografía .....	56
Anexos .....	58

## **Introducción**

En la segunda mitad del siglo XVIII, con el surgimiento de la máquina de vapor, como instrumento principal, se da inicio a la Revolución Industrial; y es cuando el trabajo mecánico sustituye al trabajo manual. Esta Revolución provocó grandes cambios en la producción de equipos y mecanismos; en muchos casos incómodos para el operario, ya que a veces eran construidas por estos mismos a su conveniencia y posibilidades, y por tanto eran difíciles e inseguros de maniobrar y los errores humanos eran excesivos.

Surge entonces una nueva ciencia: la Ergonomía; que pretende adecuar las condiciones de trabajo al hombre. El término Ergonomía se deriva de las palabras griegas “ergos”, que significa trabajo, y “nomos”, leyes; por lo que literalmente significa “leyes del trabajo”.

En la actualidad resulta más común para el obrero enfrentarse a profesiones que no solo demandan esfuerzo físico sino mental, es decir, atención, vigilancia y control de procesos. Estas vienen seguidas de la toma de decisiones y exigen una gran responsabilidad, por ello se necesita ajustar los requerimientos que le impone el trabajo al hombre de forma que no se excedan sus capacidades.

La situación creada con las exigencias laborales mentales es un fenómeno de carácter mundial de tendencia ascendente y lo que parece aún peor es que el ritmo de aceleración del mismo es cada vez mayor, amparados en el falso concepto que la sustitución del trabajo físico por el mental, en todos los casos y bajo todas las circunstancias, humaniza el trabajo.

Nuestro país no está ajeno a esta situación, a pesar que el desarrollo de sus medios de producción no alcanza el nivel de los países desarrollados existen profesiones como: médicos, profesores, ingenieros, deportistas, etc, con elevados componentes mentales.

Las características de la tarea que el individuo desarrolle, las condiciones ambientales presentes en la zona donde se desenvuelve la actividad, así como el factor humano y social, condicionan la fatiga: expresada en el agotamiento en las esferas sensoriales, mental y físico, que impide el desempeño óptimo o rendimiento en la labor que realiza.

Rosa (2010) insiste en aclarar dos cosas: uno “...la fatiga no siempre está motivada por el trabajo”, segundo, “nunca está motivada solo por el trabajo”. [1]

Como refiere García (1988): La tensión adicional creada a consecuencia de la inevitable atención a las necesidades extra laborales: superación técnica o profesional, atención a

niños pequeños y familia en general, etc., pudiera representar una carga adicional para el obrero, cuya magnitud dependerá del apremio de la situación. [2]

La Norma de Protección del Trabajo (NTP 179)(1986) distingue dos tipos de fatiga [3].

- ✓ En primer lugar la fatiga aparece como una reacción homeostática del organismo para adaptarse al medio y su principal síntoma es una reducción de la actividad.
- ✓ Por otra parte, cuando existe un desequilibrio prolongado entre la capacidad del organismo y el esfuerzo que debe realizar para dar respuesta a las necesidades del ambiente, puede aparecer la fatiga crónica. Se da, no por una sobrecarga de trabajo accidental, sino por una determinada carga que se va repitiendo. Sus síntomas, no sólo se sienten durante o después del trabajo sino que pueden ser permanentes

Al debilitarse las defensas del organismo, las actividades del cuerpo se desaceleran y pueden cesar totalmente, generando problemas psicológicos, una enfermedad física o incluso la muerte.

La fatiga repercute en tres niveles esenciales diferentes, destacándose su unidad de acción:

1. Nivel fisiológico, con disminución de la actividad del organismo y disminución del rendimiento en el plano de trabajo.
2. Nivel psicológico, con sensación de malestar acompañado de un cortejo de alteraciones funcionales.
3. Nivel psicofisiológico, considerado como un estado intermedio entre los dos anteriores.

Varios autores (2011) coinciden que las principales consecuencias negativas producidos por causa del estrés son [4] :

- ansiedad
- apatía
- incremento del ritmo cardiaco
- dificultades para respirar
- arranques emocionales
- excesiva ingestión de alimentos o pérdida de apetito
- consumo excesivo de alcohol o tabaco
- incapacidad para tomar decisiones
- olvidos frecuentes
- bloqueo mental.

- baja productividad laboral

Está demostrado que no solo la carga de trabajo que se establece para un obrero influye en él. Los factores psicológicos, anatómicos, del ambiente y sociales se entrelazan en la personalidad del trabajador, el cual refracta las múltiples variables y ofrece un determinado patrón de respuesta. Es por ello que existen disímiles herramientas que intentan integrar las múltiples variables que intervienen en este complejo proceso para ofrecer una valoración del mismo.

Según Aguilera (2010): Dentro de los aspectos que se han tratado de integrar en los modelos están los factores psicosociales laborales, las condiciones de la organización y gestión del trabajo, así como de las relaciones interpersonales al ser percibidas y valoradas como inadecuadas por parte de los trabajadores . [5]

La carga de trabajo mental puede ser inadecuada cuando uno o más de los factores identificados son desfavorables y la persona no dispone de los mecanismos adecuados para afrontarlos.

Sobre una encuesta europea aplicada a 36 000 empresarios de países sobre los nuevos riesgos emergentes Takala (2010) refiere: que los riesgos psicosociales como el estrés, el acoso y la violencia están en aumento. Con la actual crisis económica en pleno apogeo, el 79% de los gerentes europeos manifestaron su preocupación por el estrés laboral, al que reconocen como una importante carga para la productividad del trabajo.[6]

El estudio revela que el 42% de las organizaciones de la Unión Europea considera más difícil gestionar los riesgos psicosociales que otros temas de salud y seguridad.

Según Takala (2010): El estrés laboral es uno de los mayores riesgos para la salud y es probable que aumente el número de personas que sufren dolencias relacionadas con el estrés provocadas o agravadas por el trabajo. Las investigaciones sugieren que entre el 50% y el 60% del total de jornadas laborales perdidas está vinculado al estrés .[6]

Como ya se ha mencionado al exceder las capacidades mentales, se altera el funcionamiento habitual del individuo, lo cual se puede traducir en fallos dentro de la organización que pueden representar desde error más leve hasta el que generaría graves consecuencias. Por tanto desde el punto de vista económico, como para la salud y en general para la sociedad, la adecuación del trabajo mental a las capacidades intelectuales del hombre se traduce en grandes beneficios.

Es significativo considerar que actualmente la mayoría de las profesiones en el mundo están tendiendo hacia la automatización lo que hace que el trabajo físico en las organizaciones sea sustituido por los robots, y cada vez haya una mayor tendencia a que tareas vayan hacia el trabajo mental, principalmente las de oficina. Por tanto el trabajo a nivel mundial se inclina hacia el trabajo mental, y se ha comprobado que este causa tanto o más daño q el trabajo físico, lo que se convierte en una preocupación para todos identificar cuando hay presencia de carga mental o no en los trabajadores, ya que a la hora de tomar decisiones la carga mental provoca que todos los sentidos no estén al máximo. Siendo de gran importancia, poder estimar la carga mental de las personas a partir de un solo indicador y que a la vez sea un indicador fácil de estimar, que no se complejice, no lleve equipo, sea practico y que funcione bien.

**Situación problemática:** La determinación de la carga mental a partir de un indicador absoluto es un tema poco tratado en la literatura, autores como Almirall (1995) encausaron sus investigaciones para establecer correlaciones entre algunos de los indicadores con la Variabilidad de la Frecuencia Cardiaca, demostrado así que este pudiera ser un indicador absoluto de carga mental, por tanto el nivel práctico que tiene esto es fundamental para aplicaciones posteriores de esta investigación donde pudiera diseñarse dispositivos portátiles que alertaran sobre la carga mental a partir de dicho indicador. Es por esto la importancia de reafirmar la hipótesis de Almirall con un procedimiento similar pero esta vez con los indicadores que él no trabajó.

**Problema Científico:** Reforzar la hipótesis de Pedro Almirall (1995) de la Variabilidad de la Frecuencia Cardiaca como indicador **“casi absoluto”** de carga mental, utilizando el resto de los indicadores.

**Preguntas Científicas:**

1. ¿Cuáles serán los indicadores de carga mental que serán utilizados en el procedimiento del experimento a realizar?
2. ¿Cómo quedaría elaborado el procedimiento que permita determinar correlación entre los indicadores seleccionados?
3. ¿Existe correlación o no entre los indicadores de carga mental y la VFC?

**Objetivo General:** Determinar a través de un experimento cognitivo si la VFC puede ser un indicador **“casi absoluto”** de la carga mental.

### **Objetivos Específicos:**

1. Seleccionar los indicadores de carga mental que serán evaluados en un procedimiento experimental.
2. Elaborar un procedimiento donde quede diseñado las pruebas para el arribo de la conclusión sobre la Variabilidad de Frecuencia Cardiaca como indicador “***casi absoluto***” de carga mental.
3. Implementar el experimento donde queden determinadas las correlaciones entre la Variabilidad de Frecuencia Cardiaca y el resto de los indicadores.

La estructura organizativa del presente trabajo de diploma queda definida de la manera siguiente:

- ❖ **Introducción.**
- ❖ **Capítulo I:** Se definen los elementos teóricos sobre la carga mental, así como algunos indicadores, técnicas y herramientas para medirlo.
- ❖ **Capítulo II:** Se expone la descripción de todas las pruebas a realizar, además los pasos del procedimiento para determinar correlación.
- ❖ **Capítulo III:** Se presentan los resultados de la aplicación del procedimiento para determinar correlación.
- ❖ Se presentan también las conclusiones y recomendaciones de la investigación, además de los anexos necesarios para su comprensión.

## **Capítulo I. Fundamentación Teórica**

En este capítulo se abordarán aspectos relacionados con la temática de la investigación desde el punto de vista teórico. Se recogen experiencias pasadas y lo referido por diferentes autores respecto al contenido, especialmente los clásicos. Le recomendamos seguir adelante con la lectura para profundizar en estos conocimientos debido a la importancia que representa tanto para la salud del trabajador como para el buen funcionamiento de la organización.

### **1.1. Surgimiento de la Ergonomía**

En la segunda mitad del siglo XVIII, con el surgimiento de la máquina de vapor, como instrumento principal, se da inicio a la Revolución Industrial; y es cuando el trabajo mecánico sustituye al trabajo manual. Esta Revolución provocó grandes cambios en la producción de equipos y mecanismos; en muchos casos incómodos para el operario, ya que a veces eran construidas por estos mismos a su conveniencia y posibilidades, por tanto eran difíciles e inseguros de maniobrar y los errores humanos eran excesivos.

Según Alonso (2010) las consecuencias del trabajo bajo las condiciones descritas; sobre el estado físico de los obreros se manifestaba principalmente en desviación de la columna, deformaciones en los pies, inválidos, multitud de lisiados y constitución débil y enfermiza. [7]

Como refiere Apud (2003) gracias a las reuniones del 12 de julio de 1949 en Almirantazgo, Inglaterra y el 16 de febrero de 1950 donde se reúne un grupo de científicos interesados en los problemas laborales humanos, llamándose la Sociedad de Investigaciones Ergonómicas, donde el psicólogo británico K.F.H Murrell hace mención del término Ergonomía, con el fin de ser utilizado para llamar la nueva ciencia que comenzaba a surgir. [8]

El término Ergonomía se deriva de las palabras griegas "ergos", que significa trabajo y "nomos", leyes; por lo que literalmente significa "leyes del trabajo".

Las relaciones que se establecen entre el obrero que opera la máquina y ésta, se hicieron tan complejas en elementos tales como la determinación de la capacidad intelectual del hombre para dominar la nueva tecnología, o el estudio de las dimensiones con que son construidos los medios de producción para que puedan ser utilizados con comodidad por la mayoría de la población y otros aspectos de este orden, aunque están relacionadas con la salud del trabajador, constituyen esta nueva disciplina con objetivos más lejanos, de cierto modo solapado con la protección del trabajo. Sobre

esta queda la gran tarea de ponerse a la altura de su tiempo y enfrentar los riesgos que tenemos hoy en la industria.

## **1.2. Fundamentos fisiológicos y psicológicos del trabajo mental**

En relación con la importancia del estudio de la fatiga mental, se puede plantear que existe un creciente interés por investigar su origen, evolución, efecto en el hombre y soluciones tendientes a evitarla.

La predisposición a la acción ha sido fundamentalmente la forma con que filogenéticamente ha respondido el hombre ante las situaciones que ha puesto en riesgo, de algún modo, su seguridad a la satisfacción de sus necesidades.

El hombre ante situaciones emergentes moviliza su aparato vascular cuya terminación natural es el efecto muscular, pero que, en las emociones emergentes del hombre moderno, esto último no ocurre, manteniéndose como un estado de suspensión, de prolongamiento, sin su neutralización por aquellos mecanismos fisiológicos para cuyo aseguramiento estaba destinado.

Autores como Vidal (2011) expresan que es un estado de defensa primario que está representado por el agotamiento en las esferas sensoriales, mental y física, planteando más adelante que impide el desempeño óptimo o rendimiento en la labor que realiza. [9]

Como refiere Cuixart (2011) la respuesta que tiene el organismo a consecuencias del estrés, analizando desde el punto de vista biológico y señalando que la respuesta del organismo varía según la fase en que se encuentre, bien sea la fase de tensión inicial (ocurre una activación general del organismo, donde las alteraciones que se producen son fácilmente remisibles, si se suprime o mejora la causa), o fase de tensión crónica o estrés prolongado (los síntomas se convierten en permanentes y se desencadena la enfermedad). [10]

El ajuste de los requerimientos que le impone el trabajo al hombre de forma que no se excedan sus capacidades constituye la piedra angular del problema.

Existe coincidencia en afirmar que en el surgimiento de la fatiga intervienen, no solo las características de la tarea que el individuo desarrolle, sino que, además, es importante considerar las condiciones ambientales presentes en la zona donde se desarrolla la actividad del obrero, así como el factor humano y social. Entre los autores que coinciden en ello está Rosa (2010) que insiste en aclarar dos cosas; uno “...la fatiga no siempre está motivada por el trabajo“, segundo, “nunca está motivada solo por el trabajo”. [1]

La NTP 138 plantea que la tensión adicional creada como consecuencia de la precisa atención a las necesidades extra laborales: superación técnica o profesional, atención a niños pequeños y familia en general, etc., pudiera representar una carga adicional para el obrero, cuya magnitud dependerá del apremio de la situación, [11].

La fatiga repercute en tres niveles esenciales diferentes, destacándose su unidad de acción:

1. Nivel fisiológico, con su disminución de la actividad del organismo y disminución del rendimiento en el plano de trabajo.
2. Nivel psicológico, con sensación de malestar acompañado de un cortejo de alteraciones funcionales.
3. Nivel psicofisiológico, considerado como un estado intermedio entre los dos anteriores.

### **1.3. Síntomas de la aparición de carga mental**

La NTP 179 (1986) distingue dos tipos de fatiga [3]:

- ❖ En primer lugar la fatiga aparece como una reacción homeostática del organismo para adaptarse al medio. El principal síntoma de este tipo de fatiga es una reducción de la actividad que se da como consecuencia de:
  - Disminución de la atención.
  - Lentitud del pensamiento.
  - Disminución de la motivación.
- ❖ Por otra parte, cuando existe un desequilibrio prolongado entre la capacidad del organismo y el esfuerzo que debe realizar para dar respuesta a las necesidades del ambiente, puede aparecer la fatiga crónica. Se da, no por una sobrecarga de trabajo accidental, sino por una determinada carga que se va repitiendo. Sus síntomas, que no sólo se sienten durante o después del trabajo sino que pueden ser permanentes, son los siguientes:
  - Inestabilidad emocional: irritabilidad, ansiedad, estados depresivos...
  - Alteraciones del sueño.
  - Alteraciones psicósomáticas: mareos, alteraciones cardíacas, problemas digestivos

### 1.3.1. Efectos negativos del trabajo mental para el hombre

Los estilos de vida actuales son cada día más demandantes, esto lleva al hombre moderno a incrementar notablemente en mucho sus cargas tensionales y esto produce la aparición de diversas patologías.

Al debilitarse las defensas del organismo, las actividades del cuerpo se desaceleran y pueden cesar totalmente, generando problemas psicológicos, una enfermedad física o incluso la muerte.

Algunos autores coinciden que las principales consecuencias negativas que son producidos por causa del estrés son [4]:

- Psicológicas: ansiedad, apatía, depresión, fatiga, frustración, baja autoestima y nerviosismo.
- Fisiológicas: aumento de corticoides en sangre y orina, la elevación de los niveles de glucosa, incremento en el ritmo cardiaco, dificultades para respirar o entumecimiento.
- Duplica el riesgo de muerte por cardiopatía, las personas saludables que trabajan durante muchas horas pero obtienen poca satisfacción en su trabajo tienen el doble de riesgo de morir de cardiopatía que los empleados más satisfechos.
- En la conducta: propensión a sufrir accidentes, arranques emocionales, excesiva ingestión de alimentos o pérdida de apetito, consumo excesivo de alcohol o tabaco, excitabilidad o inquietud.
- Cognoscitivas: incapacidad para tomar decisiones y concentrarse, olvidos frecuentes, hipersensibilidad a la crítica y bloqueo mental.
- En la organización del trabajo: ausencias, baja productividad, alto índice de accidentes, enfrentamientos e insatisfacción laboral.

Según García (1988) el mantenimiento constante de la tensión emocional o estrés, repercute de forma desfavorable en el organismo, provocando trastornos cardiovasculares, arteriosclerosis, diabetes mellitus, trastornos digestivos, siquiátricos y otras. [2]

#### Otras consecuencias de la fatiga mental:

Otra arista de abordaje de los efectos negativos que el trabajo mental produce en el hombre viene dado por los síndromes que aparecen. Varias clasificaciones han sido realizadas en función de sus características:

- ▲ **Síndrome de desgaste profesional (Burnout):** Se caracteriza por extremo agotamiento físico y mental, bajo rendimiento laboral y pérdida de interés hacia el

trabajo. Es más frecuente en personas cuya profesión se basa en el trato directo con gente: médicos, psicólogos, trabajadores sociales, profesores, policías, bomberos, guardias de cárceles, comerciantes y encargados de brindar información o atención al público.

Según Browling (2010) los síntomas que se observan con mayor frecuencia son: falta de realización personal, agotamiento, deshumanización, problemas de conducta. [12]

- ▲ **Síndrome de acoso (bullying o mobbing):** Como refiere Browling (2010) se produce cuando una persona es sometida a fuerte presión psicológica por parte de varios miembros del grupo al que pertenece o por sus superiores, quienes buscan que renuncie a su empleo. [12]

Se observa cada vez con más frecuencia y se caracteriza por depresión o estado de estrés y ansiedad que, de no atenderse a tiempo, derivan en complicaciones severas.

Algunas experiencias recogidas en la literatura al tratar el término del mobbing son:

- Según Fichtel (2011) el mobbing es un fenómeno no claramente definido.[13]
  - Como refiere Leymann (1996) no existe una definición unitaria de mobbing. Algunos refieren la misma a la psicopatología de la víctima, otros hablan de las relaciones que establece el victimario sobre ésta. [14]
  - Otros autores como Magnavita (2011) y Wolfberg (2010) coinciden que no se cuenta con técnicas e instrumentos en cada contexto capaz de evaluar el mobbing con criterios de validez establecida. [15] y [16]
- ▲ **Síndrome de fatiga crónica (gripe del yuppie):** Esta afección también se conoce con nombres tan complicados como encefalomielitis miálgica y síndrome de disfunción inmunológica, pero en todos los casos se hace referencia a un cuadro de estrés laboral.

Como refiere Browling (2010) se caracteriza por dolor de cabeza, irritabilidad, sensación de cansancio permanente, pérdida de memoria y disminución en la capacidad del sistema de defensas contra enfermedades (inmunológico), por lo que el paciente suele manifestar síntomas similares a los de un resfriado .[12]

- ▲ **Síndrome de fatiga informativa (tecno estrés):** Aparece en personas que deben trabajar largas jornadas con computadoras y novedosas tecnologías las que

adquieren una dependencia de estos medios. El tema ha comenzado a difundirse hace poco debido a que la masificación de estos sistemas es más reciente.

Según Agervold (2010) la manera en que cada individuo, cada sector y en general la sociedad responde ante el estrés, identifica la complejidad del fenómeno y la necesidad de plantear ante sus efectos estrategias de confrontación en las diversas instancias. [17]

#### **1.4. Métodos de valoración del trabajo mental**

##### **1.4.1. Algunos indicadores utilizados para valorar trabajo mental**

La necesidad de lograr en los sistemas hombre - máquina altos grados de satisfacción, eficacia, bienestar, y seguridad en el desarrollo del trabajo, es lo que ha llevado a lo largo de la historia a investigar sobre las formas de evaluación de la carga mental.

Muy diversos y variados indicadores para valorar la fatiga mental han sido aplicados con más o menos frecuencia por los investigadores; sin embargo, existe coincidencia en que estos se agrupan en tres niveles: fisiológicos, psicológicos y psicofisiológicos, según el criterio de Almora (2011), llamándolos procedimientos basados en el rendimiento; procedimientos subjetivos, y medidas fisiológicas. [18]

##### **❖ Nivel fisiológico**

Los indicadores fisiológicos son utilizados bajo el supuesto que la carga mental de una tarea se puede valorar a través del grado de activación fisiológico. Presentan algunas desventajas donde se destacan sus enormes requisitos de implementación, la mala aceptación que reciben por parte de los sujetos que participan en la evaluación y, lo más importante, las dudas sobre su validez como índices de la carga mental del trabajo.

Según Almora (2011) entre ellos destacan la medida del componente P300 de los potenciales evocados, el diámetro pupilar y la frecuencia cardíaca.[18]

##### **➤ Frecuencia cardíaca (F.C.)**

Villavicencio (2004) comenta que ante situaciones estresantes ocurre un aumento de la FC, que según Selye, no sigue un aumento uniforme, por estar estrechamente relacionado con determinados rasgos de la personalidad. Harvey y Hirschman encontraron variabilidad de respuestas de este indicador cuando compararon la respuesta en sujetos extrovertidos y sujetos neuróticos, lo cual corrobora lo planteado por Selye.[19]

Estudios relacionados con el tema arrojaron que el leve incremento de la FC se debe a ligeros movimientos y al mantenimiento de posturas específicas, las que demandan una determinada actividad muscular (Lehman, 1960) .[20]

García (1988), realiza prueba a 25 sujetos que laboraban en los puestos de trabajo que más carga mental demandaban en los centrales azucareros, no evidenciándose diferencias significativas antes de comenzar a laborar y al concluir. [2]

Autores como Lin-Chen-Shan (1979) no encontraron correlación entre ansiedad y FC y Almirall (1995) obtuvo en resultados de laboratorio que la FC nunca aumentó más del 10% en comparación con el reposo. [21], [22]

Este indicador es posible medirlo con un pulsómetro digital con radio frecuencia integrada y la sensibilidad es moderada.

#### ➤ **Variabilidad de la frecuencia cardíaca (V.F.C.)**

Es el indicador fisiológico más asociado al esfuerzo mental, aunque también ha sido controvertido. La V.F.C. es una alteración en el grado de excitabilidad de los tejidos cardíacos producto de una variación en el origen del estímulo eléctrico excitado o en su condición.

El origen fisiológico de la disminución de VFC ante esta situación es debido a diversos reflejos circulatorios. Otra de las causas son distintos reflejos vasomotores, que como consecuencia de variación en el tono vagal, pueden ser la causa de la arritmia sinusal y sugieren que dichas variaciones pueden ser originadas por una ataxia de SNC, tal vez influenciada por la acción de la Formación Reticular.

Sin embargo, a diferencia de lo que ocurre con la frecuencia cardíaca, existe un consenso general sobre la sensibilidad al esfuerzo mental de la V.F.C.

Una serie de estudios realizados por García (1988) encuentra diferencias significativas en este indicador Según Almirall (1995) confirma a la VFC como indicador de un nivel general de activación, además de una significativa correlación de este con otros indicadores psicofisiológicos históricamente reconocidos. [2], [22]

Puede llegar a reflejar la intensidad del esfuerzo mental antes que cualquier otro indicador, incluso momentáneamente. Guarda estrecha relación con diferentes niveles de carga. Se conoce que debido a elementos que intervienen durante su medición, ya sean acciones efectuadas por la persona a la cual se le está midiendo la VFC, las condiciones del entorno

donde se realiza o dificultades que surjan con el equipo usado para medir, los resultados no son exactos, sin embargo siguen siendo confiables. Entre sus instrumentos de medición se encuentra el electrocardiógrafo.

### ➤ **El electroencefalograma**

La actividad eléctrica de la corteza cerebral tiene una relación directa con los procesos de adquisición y tratamiento de la información.

Según Ferrer (2006) en la actividad cortical se han identificado cuatro diferentes ritmos de frecuencia [23]:

- Beta: entre 14 y 30 c.p.s.
- Alpha: entre 8 y 13 c.p.s.
- Theta: entre 4 y 7 c.p.s.
- Delta: entre 0,5 y 3,5 c.p.s.

En estos estudios se ha observado que las ondas Alpha están muy disminuidas e incluso desaparecen cuando el sujeto tiene una actividad mental y aumentan cuando entra en un estado de relajación próximo a la somnolencia.

La onda Delta aparece cuando el trabajo está vinculado a una situación de hipovigilia. No obstante Ferrer (2006) plantea que su validez no es muy alta por [23]:

- No siempre está disminuido durante tareas mentales. A veces aumenta.
- Los diferentes niveles de carga mental no quedan establecidos.
- Las variaciones a largo plazo son difíciles de interpretar.

### ➤ **Variación de colesterol**

El colesterol, a diferencia de otras fracciones lipídicas, se altera específicamente cuando la actividad demanda el concurso de las capacidades y rendimiento del hombre, así como cuando pone en riesgo los planes futuros de su desarrollo intelectual. Otros aspectos relativos a los hábitos de vida, fundamentalmente el fumar y la ingestión de bebidas alcohólicas, también incrementan la concentración de lipoproteínas, por ello estas variables distorsionantes deben ser controladas. Aunque existen algunas discrepancias, algunos estudios señalan un aumento de colesterol en hombres con respecto a mujeres, así como que la herencia juega un papel importante en la concentración de las lipoproteínas en el plasma.

Según Ferrer (2006) no se ha encontrado una relación proporcional entre el parámetro medido y el nivel de carga mental, la dieta y su estrecha relación con el peso corporal parecen ser factores decisivos en ello. Tampoco parecen existir dudas de la influencia que en ello ejerce las características de la personalidad. [23].

Un estudio realizado por García (1988) obtiene valores opuestos a lo esperado, argumentando que tal vez el grado de esfuerzo no fue suficiente para comprometer el metabolismo lipídico. [2]

### ❖ Nivel Psicofisiológico

Los principales indicadores que se encuentran en este nivel son:

#### ➤ Tiempo de Reacción Simple (TRS)

El TR es capaz de evidenciar el déficit funcional producido como consecuencia de prolongadas actividades con elevada carga emocional y con participación del analizador visual. Registra el tiempo que transcurre desde la aparición del estímulo hasta que se ejecuta la acción de respuesta.

Además de los retrasos en que puede descomponerse el TR este está influenciado por características individuales, además que precisa entrenamiento. El TR se incrementa cuando la actividad requiere una carga mental considerable y por consiguiente la fatiga es mayor. Para la medición de este indicador se puede utilizar un software con señal luminosa.

En sus investigaciones García (1988) refiere que encuentra evidencias significativas en este indicador. (De 26.6 cs a 35.4 cs). [2]

Según Almirall (1995), alcanza diferencias significativas en los hombres y no en las mujeres. [22]

#### ➤ Tiempo de Reacción Complejo (TRC)

El sujeto recibe dos estímulos que portan un mismo mensaje. Generalmente son utilizados los visuales y auditivos para obtener una única respuesta que frecuentemente es a través de la mano o del pie. Es capaz de evidenciar el déficit funcional producido como consecuencia de prolongadas actividades con elevada carga emocional y con participación del analizador visual

En los estudios de García (1988) se encuentran evidencias significativas en este indicador. (De 31.6 cs a 38.4 cs con entrenamiento en el indicador anterior) y Carvalho (2011) las corrobora al utilizar su propuesta de equipo integral para medirlo.[2] ,[24]

Este indicador es posible evaluarlo mediante un software que emite diferentes señales y capte el espacio de tiempo que demora el individuo en reaccionar.

➤ **Umbral de Discriminación Táctil (UDT)**

Es la mínima distancia en la que es posible la distinción de dos estímulos táctiles. Los receptores básicos son notablemente sensibles a los cambios en el nivel de actividad del SNC, lo cual permite introducirlo como indicador de fatiga mental, tal y como han demostrado numerosas investigaciones.

Como refiere Almirall (1995) se asegura lo planteado por Selye en virtud de experiencias realizadas en trabajadores expuestos a carga física y mental, confirmando el criterio de que este indicador puede resultar de inestable valor práctico, cuando se compara un “antes” con un “después”. [22]

Un estudio realizado por García (1988) demuestra que existen diferencia significativas (de 23.5 a 28.7).[2]

La sensibilidad táctil varía considerablemente en diferentes regiones de la piel, por lo que, por razones prácticas, se ha utilizado el dorso de la mano para su medición. Será utilizada como variable de comprobación. Para evaluarlo se puede utilizar la conversión de un pie de rey con dos puntas romas, adaptado a un estesiómetro. Podría dificultar su medición la presencia de pelos en la zona elegida.

➤ **Frecuencia de Discriminación Cromática (FDC)**

Consiste en determinar la mínima frecuencia a la cual se discrimina la composición cromática de un disco que disminuye su velocidad paulatinamente.

La FDC es un parámetro de excitabilidad de las vías visuales y presumiblemente de todo el SNC, pues aunque solo ha sido utilizado hasta el presente en trabajadores cuyas profesiones demandan del concurso del analizador visual, tal vez sea capaz de reflejar la disfunción general de este sistema, ya que según Luria (1978), la característica no específica de la formación reticular afecta todas las funciones sensoriales y motoras del organismo. [25]

La ONIITEN en el año 1980 presentó un equipo con software y escala digital que puede ser utilizado para medirla. Pueden existir imprecisiones por parte del sujeto puesto a prueba, producto de las diferentes velocidades lineales, no obstante puede ser eliminado.

Solo existe una referencia previa del uso de este indicador, después de haber sido patentado por García (1988), que realiza prueba a 25 sujetos expuestos a carga mental y 23 disminuyeron los valores tomados después de la JL, con elevada significación estadística.[2]

Más adelante Almirall (1995) refiere alcanzar diferencias estadísticas significativas entre el “antes” y el “después”. [22]

Un estudio realizado por Carvalho (2011) alcanza resultados favorables en actividades donde el analizador visual no es determinante superando así a FCF, según [24].

#### ➤ **Resistencia Galvánica Cutánea (RGC)**

Consiste en determinar el nivel de disminución de la resistencia eléctrica de la piel, como consecuencia del incremento de la sudoración, la cual, al ser un electrolito, reduce su resistencia. Dos electrodos colocados en la palma y el dorso de la mano, detectan el incremento de la intensidad de la corriente eléctrica, lo cual podría ser un multímetro.

La sudoración puede deberse a condiciones desfavorables de intercambio térmico. Por lo que debe controlarse esta variable; lo cual es una posibilidad real.

No existen resultados de investigaciones previas de este indicador.

#### ➤ **Frecuencia crítica de fusión (FCF):**

Consiste en determinar la mínima frecuencia a la cual los estímulos luminosos intermitentes se perciben como un estímulo continuo. Para su medición se utiliza un Flicker analógico con software.

Es un parámetro de excitabilidad de las vías visuales y presumiblemente de todo el SNC, pues aunque solo ha sido utilizado hasta el presente en trabajadores cuyas profesiones demandan del concurso del analizador visual, tal vez sea capaz de reflejar la disfunción general de este sistema, pues según Luria (1978), la característica no específica de la formación reticular afecta todas las funciones sensoriales y motoras del organismo. [25]

Como refiere Viña (1987) existen opiniones contradictorias sobre si la FCF aumenta con la fatiga mental.[26]

En su estudio relacionado con el tema García (1988) encontró de: 25 sujetos expuestos a carga mental que 23 disminuyeron los valores tomados después de la JL, con elevada significación estadística. Esto se corrobora más adelante ya que Almirall (1995) alcanza diferencias estadísticas significativas entre el “antes” y el “después”. [2], [22]

### ➤ **Percepción de profundidad:**

Es la habilidad del observador visual de: relacionar el objeto y percibir el mundo en tres dimensiones. Pretende medir la distancia hasta un objeto basado principalmente en el procesamiento dentro del cerebro de la persona, al ver un campo total de vista con ambos ojos a través de la explotación del paralelaje en movimiento.

Este indicador ha sido poco recurrente en la literatura. No obstante, no existe criterio adverso sobre el mismo, es decir, que a pesar de su pobre aval empírico ha mostrado resultados satisfactorios.

Como refiere Carvalho (2011) en investigaciones relacionadas con el tema donde utiliza la Caja Gover para su medición, la diferencia no fue significativa, aunque tuvo una ligera disminución de 0,1 mm. Las desviaciones típicas disminuyeron sensiblemente después de la actividad. Este resultado se contradice con experiencias previas, a pesar de lo limitadas que son las incursiones en el contenido. [24]

### ❖ **Nivel Psicológico**

Existe una gran variedad de procedimientos subjetivos y/o psicológicos que son útiles para valorar la carga mental, entre ellos se pueden mencionar : la prueba de Yoshitake, la escala de Cooper Harper, SWAT (Subjective Work Load Assessment Technique), NASA-TLX (Task Load Index) y WP (Workload Profile), algunos de ellos serán tratados más adelante. Como refiere Almora (2011) es necesario conocer que una de las principales desventajas que presentan, está relacionada con el momento de elegir entre las distintas técnicas, cuál será la utilizada, en función de cuál sea el objetivo y/o el ámbito de investigación.[18]

#### **1.4.2. Análisis de los indicadores de uso más limitados**

Uno de los aspectos de mayor importancia lo constituye el análisis de aquellos indicadores que han tenido un aval empírico menos frecuente. Ello permite la selección de aquellos que han tenido resultados más fiables, ya que la validez de algunos de ellos es discutida. Resulta oportuno señalar que en esta ciencia por lo nuevo de la temática que aborda, por lo costoso de los equipos que utiliza, por la relativamente poca cantidad de instituciones que estudian el problema y por el nivel de especialización de los recursos humanos que exige, la literatura no recoge una gran cantidad de estudios prácticos.

Por ello se realizará según Villavicencio (2004) un análisis de las causas que han limitado su uso , [19].

❖ Por responder a otras exigencias del organismo (esfuerzo físico, estados patológicos, etc.):

- Ritmo Cardíaco,
- Frecuencia Respiratoria
- Tensión arterial

❖ Por dificultades en el control experimental (ya que resulta difícil lograr un control de la dieta en los sujetos evaluados):

- Variación de colesterol

❖ Por ser técnicas que limitan el desarrollo normal de la actividad (ya que para realizar estas pruebas se hace necesario alterar el desarrollo de la actividad cognitiva porque la técnica lo impone)

- Potenciales evocados.
- La electroencefalografía.
- La Resistencia Galvánica Cutánea.
- Actividad ocular
- Diámetro pupilar
- Frecuencia de parpadeo

❖ Por constituir técnicas que están incluidas en niveles funcionales que la actual tecnología ya incorpora:

- Percepción del Tiempo
- Tiempo de Reacción Simple
- Destreza Manual
- Frecuencia Crítica de Fusión.

### **1.4.3. Técnicas utilizadas para abordar el problema**

La medida de la carga mental no puede basarse en factores perfectamente definibles y medibles, de tal manera que, dado el resultado de esas mediciones, pueda deducirse de forma precisa el nivel de carga mental o si ese nivel sobrepasa el umbral del individuo.

No obstante para el abordaje del problema hay que tomar algunas decisiones para poder enfrentarlo, según Ferrer (2006) las técnicas de evaluación que se utilizan para evaluar la carga mental pueden clasificarse en [23] :

1. Indicadores fisiológicos.

2. Estimación subjetiva de los sujetos.
3. Método de la Doble Tarea.
4. Análisis de las variaciones del comportamiento operativo

Por otra parte Leplant (1980), considera que para el abordaje del problema deben considerarse de manera integral los siguientes factores [27]:

- Fisiológicos: están de alguna manera relacionados con la actividad mental.
- De comportamiento: variaciones en el comportamiento operativo de la capacidad límite para tratar la información.
- Subjetivos: donde los índices influyentes en la carga mental se recogen a través de cuestionarios directos o mediante una forma indirecta, como refiere Viña (1987) hay que estudiar tres niveles funcionales [26]:
  - ✓ Fisiológicos
  - ✓ Psicofisiológico
  - ✓ Psicológicos

Por otra parte según García (2009) se han desarrollado un grupo de herramientas para evaluar de manera integral los factores ergonómicos, donde se incluyen la carga mental [28]. Las más relevantes son:

❖ **SWAT "Subjective Workl Load Assessment Technique"**: recoge datos de manera poco intrusiva y utiliza un procedimiento de escalado conocido como escalado conjunto. Sin embargo, presenta dos problemas: no es muy sensible para cargas de trabajo mental bajas y necesita mucho tiempo para la primera fase, de construcción de la escala.

❖ **NASA-TLX (Task Load Index)**: es la técnica que se utiliza en la NASA para evaluar la carga mental, en ella se distinguen seis dimensiones de carga mental. Consta de dos fases donde se recogen datos para luego calcular un índice global de la carga mental de la tarea.

❖ **El WP (Workload Profile)**: se encuentra todavía en fase de desarrollo, y como las propias autoras reconocen, todavía es necesario investigar más en profundidad las propiedades de este procedimiento antes de establecer conclusiones definitivas sobre su utilidad y aplicabilidad. A pesar de ello, los resultados obtenidos hasta el momento permiten pensar que se trata de un procedimiento subjetivo bastante prometedor.

❖ **Método LEST (Laboratorio de Economía y Sociología del Trabajo)**: tiene por propósito elaborar un diagnóstico de las condiciones de trabajo a partir de la información que se obtiene de una guía de observación. Además de eso permite la comparación entre los

resultados predichos a través de la matriz de LEST (lo subjetivo) y la expresión de los trabajadores respecto a su puesto de trabajo (lo objetivo). La información sirve de base para elaborar los histogramas que muestran las condiciones insatisfactorias existentes en el puesto que se analiza.

❖ **Método de la Doble Tarea de la MAPFRE** : persigue medir, de forma indirecta, cual es la fracción de capacidad mental que no es utilizada en una tarea determinada (tarea principal). Referente a esto Ferrer (2006) plantea que el método se basa en la noción de “capacidad residual” o no utilizada durante un trabajo que exige una carga inferior a la capacidad máxima del sujeto. Consiste en dar un segundo trabajo (tarea secundaria) hasta saturar la capacidad del operador, evaluando el deterioro de la prueba. [23]

❖ **Método tabulado**: consiste en recoger todos aquellos factores que, en mayor o menor grado, puedan intervenir en la carga y/o fatiga mental y darles forma de cuestionario para que se pueda responder a cada uno de ellos en una escala valorativa de intervención en nuestra tarea (muchísimo, mucho, normal, poco y muy poco). Por tanto consiste en determinar cuáles son aquellos factores (de los que ya ha sido evaluado su nivel de intervención en la tarea analizada) que pensamos que puedan estar influyendo en mayor grado para lo que se dará un “peso” según su importancia en la intervención.

❖ **Escala de Cooper Harper** : En el **anexo 1** se presenta el esquema de valoración de la carga mental por Cooper Harper (modificada por Skipper), con la cual se puede establecer una valoración rápida de la carga mental de trabajo a la que están sometidos los trabajadores.

#### **1.4.4. Herramientas utilizadas en Cuba**

✓ **Programa para la evaluación de los efectos negativos del trabajo en profesiones con exigencias mentales (Almirall, 2000).** [29]

Los resultados corresponden a un programa de investigaciones realizadas por el Departamento de Psicología del Instituto de Medicina del Trabajo de Cuba, hoy INSAT (Instituto Nacional de Salud de los Trabajadores), que contó con el asesoramiento metodológico y material del Instituto Central de Medicina del Trabajo de Berlín, en sus dos últimas etapas. Los objetivos del Programa pueden ser clasificados en órdenes diferentes:

- Desarrollar un modelo teórico metodológico para la evaluación de los efectos negativos en profesiones con altas cargas neuropsíquicas.
- Estudiar la confiabilidad de indicadores que puedan ser a corto y mediano plazo utilizados para la evaluación de los efectos del esfuerzo mental en condiciones de laboratorio y terreno.

- Crear métodos (a partir del análisis estructural y funcional sistemático del objeto de estudio) que permitan la caracterización de puestos de trabajo que generen altas cargas neuropsíquicas.

- Contribuir a lograr procedimientos que eviten, disminuyan o eliminen los efectos negativos del esfuerzo mental.

- ✓ **Determinación del efecto de la carga mental por variables psicofisiológicas.**  
(Almirall, 2000).[29]

Investigadores del INSAT plantearon una metodología para medir el efecto de la carga mental en condiciones de laboratorio y obtuvieron alentadores resultados.

- ✓ Variabilidad de Frecuencia Cardíaca (VFC), así como un trastorno del ritmo conocido por arritmia sinusual.

- ✓ Umbral de Discriminación Táctil (UDT).

- ✓ Destreza y expresión subjetiva de la fatiga, bajo condiciones controladas de terreno.

Se estudia igualmente la posible relación de esta variabilidad con un aspecto principal de la individualidad: el sexo.

### 1.4.5. Tabla Resumen

	Indicador	Breve caracterización	Elementos a favor	Elementos en contra	Resultados en investigaciones previas	Posibilidad tecnológica para su uso
Nivel Fisiológico	Frecuencia cardíaca (FC)	Ante situaciones estresantes ocurre un <b>aumento</b> de la FC	<ol style="list-style-type: none"> <li>1) Sensibilidad moderada.</li> <li>2) Fácil medición</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1) Según Selye, no sigue un aumento uniforme, por estar estrechamente relacionado con determinados rasgos de la personalidad.</li> <li>2) Lin-Chen-Shan (1979) no encontró correlación entre ansiedad y FC.</li> <li>3) Según Lehman (1960), el incremento en la FC se debe a ligeros movimientos y el mantenimiento de posturas</li> </ol>	<p>García Dihigo (1988) realiza prueba a 25 sujetos que laboraban en los puestos de trabajo que más carga mental demandaban en los centrales azucareros, <b>NO</b> evidenciándose diferencias significativas antes de comenzar a laboral y al concluir.</p> <p>Almirall (1995) refiere resultados de laboratorio donde la FC <b>nunca</b> aumentó más del 10% en comparación con el reposo.</p>	Se cuenta con un pulsómetro digital con radio frecuencia integrada
	Variabilidad de la frecuencia cardíaca (VFC)	El origen fisiológico de la <b>disminución</b> de VFC ante situaciones de stress (arritmia sinusual), es	<ol style="list-style-type: none"> <li>1) Existe un consenso general sobre su alta sensibilidad al esfuerzo mental.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1) Está comprometido por factores individuales, externos y la dificultad para medirlo. (errores humanos). Todos pueden ser controlados</li> </ol>	<p>En las investigaciones de García Dihigo (1988) encuentra diferencias significativas en este indicador.</p> <p>Almirall (1995) confirma a la VFC</p>	Se cuenta con un electrocardiógrafo japonés marca Nihon Kohden, calibrado y en buenas condiciones

	debido a diversos reflejos circulatorios por la variación del tono vagal	<p>2) Puede llegar a reflejar antes que cualquier otro indicador la intensidad del esfuerzo mental, incluso momentáneamente</p> <p>3) Guarda una relación estrecha con diferentes niveles de carga</p>		como indicador de un nivel general de activación, además de una significativa correlación de este con otros indicadores psicofisiológicos históricamente reconocidos.	
<b>Variación del colesterol</b>	Bajo situaciones de stress, se ha observado evidencias de <b>incrementos</b> del nivel de colesterol, como consecuencias de alteraciones del metabolismo lipídico	1) Este indicador se altera, específicamente (si las variables distorsionantes están controladas), cuando la actividad demanda el concurso de las capacidades y rendimiento del hombre.	<p>1) Discrepancia de resultados entre sexos.</p> <p>2) La herencia es una variable distorsionadora.</p> <p>3) La dieta, los hábitos de vida y las características individuales, juegan un papel determinante.</p>	García Dihigo (1988) obtiene <b>valores opuestos a lo esperado</b> . Refiere que tal vez el grado de esfuerzo no fue suficiente para comprometer el metabolismo lipídico	No se cuenta con la posibilidad de realizar el respectivo complementario que permita la medición de este indicador.

	<b>Electro-encefalograma</b>	La actividad eléctrica de la corteza cerebral tiene una relación directa con los procesos de adquisición y tratamiento de la información. ( <b>Disminución</b> de las ondas <u>Alpha</u> )	1) medición directa de la actividad cerebral.	1) Poca validez porque no siempre disminuyen dichas ondas y las variaciones a largo plazo son difíciles de interpretar	Ferrer (2006) realiza estudios en este campo y demuestra la <b>poca validez</b> del indicador	No se cuenta con los electrodos ni con el sistema informático para el procesamiento de la información eléctrica
<b>Nivel Psicofisiológico</b>	<b>Tiempo de reacción simple (TRS)</b>	Es el registro del tiempo que transcurre desde la aparición del estímulo hasta que se ejecuta la acción de respuesta. El TRS se <b>incrementa</b> cuando la actividad requiere una carga mental considerable.	1) El TRS es capaz de evidenciar el déficit funcional producido como consecuencia de prolongadas actividades con elevada carga emocional y con participación del analizador visual.	1) Además de los retrasos en que puede descomponerse el TRS; este está influenciado por características individuales. 2) Precisa entrenamiento	En las investigaciones de García Dihigo (1988) encuentra evidencias significativas en este indicador. (de 26.6 cs a 35.4 cs)  Almirall (1995) alcanza diferencias significativas en los hombres y <b>no en las mujeres</b>	Software con señal luminosa
	<b>Tiempo de reacción</b>	A diferencia del TRS, el sujeto	Ídem a TRS	Ídem a TRS	En las investigaciones de García Dihigo (1988) encuentra	Software con señal

<p><b>complejo (TRC)</b></p>	<p>recibe dos estímulos que portan un mismo mensaje. Generalmente son utilizados los visuales y auditivos para obtener una única respuesta que frecuentemente es a través de la mano o del pie.</p>	<p>Mucho más integral</p>	<p>Es evidentemente que el retraso en el tiempo del procesamiento de la información es decisivo</p>	<p>evidencias significativas en este indicador. (De 31.6 cs a 38.4 cs con entrenamiento en el indicador anterior).</p> <p>Jo de Carvalho (2011) también las corrobora</p>	<p>luminosa y sonora</p>
<p><b>Umbral de discriminación táctil (UDT)</b></p>	<p>Es la mínima distancia en la que es posible la distinción de dos estímulos táctiles. Selye establece que existe una <b>disminución</b> significativa de la agudeza del tacto cuando hay una sobrecarga del analizador visual.</p>	<p>1) Los receptores básicos son notablemente sensibles a los cambios en el nivel de actividad del SNC, lo cual permite introducirlo como indicador de fatiga mental, tal y como han demostrado numerosas</p>	<p>Podría dificultar su medición la presencia de bellos en la zona elegida.</p>	<p>García Dihigo (1988) encuentra diferencia significativas (de 23.5 a 28.7)</p> <p>Almirall (1995) confirma el criterio de que este indicador puede resultar de <b>inestable</b> valor práctico, cuando se compara un “antes” con un “después”</p>	<p>Se cuenta con la innovación de la conversión de un pie de rey con dos puntas romas, adaptado a un estesiómetro.</p>

			investigaciones.			
	<b>Frecuencia de discriminación cromática (FDC)</b>	Consiste en determinar la mínima frecuencia a la cual se discrimina la composición cromática de un disco que disminuye su velocidad paulatinamente. <b>Disminuye</b> ante la fatiga mental	1) La FDC es un parámetro de excitabilidad de las vías visuales y presumiblemente de todo el SNC, pues según (Luria, 1978), la característica no específica de la formación reticular afecta todas las funciones sensoriales y motoras del organismo.	1) Pueden existir imprecisiones por parte del sujeto puesto a prueba, producto de las diferentes velocidades lineales. Pero esto puede ser eliminado	García Dihigo (1988) realiza prueba a 25 sujetos expuestos a carga mental y 23 disminuyeron los valores tomados después de la JL, con elevada significación estadística.  Jo de Carvalho (2011), obtiene resultados favorables en actividades donde el analizador visual no es determinante; superando así a FCF	Se cuenta con equipo patentado por la ONIITEN en el año 1980.  Se cuenta con software, con escala digital
	<b>Frecuencia crítica de fusión (FCF)</b>	Consiste en determinar la mínima frecuencia a la cual los estímulos luminosos intermitentes se perciben como un estímulo continuo	Ídem a FDC	Según Viña (1987) existen opiniones contradictorias sobre si la FCF aumenta con la fatiga mental	García Dihigo (1988) realiza prueba a 25 sujetos expuestos a carga mental y 23 disminuyeron los valores tomados después de la JL, con elevada significación estadística.  Almirall (1995) alcanza	Se cuenta con un equipo creado en los laboratorios de la UMCC en similitud a un Flicker analógico.  Se cuenta con software, con escala

					diferencias estadísticas significativas entre el “antes” y el “después”.	digital
	<b>Resistencia galvánica cutánea (RGC)</b>	Consiste en determinar el nivel de <b>disminución</b> de la resistencia eléctrica de la piel, como consecuencia del incremento de la sudoración, la cual, al ser un electrolito, reduce su resistencia.	1) Prueba pragmática	1) La sudoración puede deberse a condiciones desfavorables de intercambio térmico. Por lo que debe controlarse esta variable; lo cual es una posibilidad real.	-	Se cuenta con un multímetro.
	<b>Percepción de Profundidad</b>	Consiste en medir la distancia hasta un objeto basado principalmente en el procesamiento dentro del cerebro de la persona, al ver un	1) Resulta de fácil medición	Pobre aval empírico	Según Jo de Carvalho en 2011 la diferencia no fue significativa, aunque tuvo una ligera disminución de 0,1 mm.	Se cuenta con un equipo diseñado y construido en la UMCC llamado Caja Gover.

		campo total de vista con ambos ojos a través de la explotación del paralelaje en movimiento.				
<b>Nivel Psicológico</b>	<b>Patrones subjetivos de fatiga (PSF)</b>	Una de las pruebas más difundidas, es la propuesta por Yoshitake; donde el sujeto evalúa las sensaciones subjetivas de los efectos negativos de la carga de trabajo. Encuesta que tiene como límite superior un coeficiente % de 23; con la fatiga mental, este se sobrepasa de forma significativa	1) Muy pragmática	1) Demasiado permeado por la subjetividad	García Dihigo (1988) realiza prueba a 25 sujetos que laboraban en los puestos de trabajo que más carga mental demandaban en los centrales azucareros, evidenciando diferencias significativas (23 % es normal y se obtiene un 40% como promedio)	Posibilidad de aplicación de encuestas

Por la elevada sensibilidad y factibilidad de su medición y los buenos resultados alcanzados en investigaciones previas, posibilidades tecnológicas de los mismos a nuestro alcance y los elementos a favor que tiene declarado para nuestra investigación, se seleccionaron los indicadores siguientes: VFC, FC, UDT, PP, TRC, RGC.

### **1.5. Evaluación psicológica**

Ha resultado de suma importancia para diferentes investigadores el conocimiento del estado mental de los individuos, por lo que no se detienen en la búsqueda de procedimientos que lo revelen. Los instrumentos de evaluación psicológica son las técnicas mediante las cuales se recogen los datos referentes a las características psicológicas de las personas estudiadas. Los resultados de los mismos se integran al proceso evaluativo y a la toma de decisiones en relación a la persona en estudio. El uso correcto o incorrecto de los instrumento de medida determinan la calidad de la información que se obtiene, y por ende de las conclusiones finales a las que se arriban partiendo de dichos datos.

Según González (2010) la personalidad, igual que la inteligencia, es un constructo teórico inferido a partir de la observación de la conducta. Es un término del cual existen muchas definiciones y por tanto se deduce que se trata de un asunto muy complejo y abordado desde diferentes perspectivas, sobre las cuales los investigadores aún no se han puesto de acuerdo, esto ha dado lugar a la existencia de un número considerable de instrumentos que intentan medir la personalidad desde diferentes criterios teóricos.[30]

### **1.6. Software Statgraphics Centurion 15.0**

Este software contiene una variedad amplia de procedimientos estadísticos para satisfacer la mayoría de las necesidades de análisis de datos.

- ▲ Archivo: actividades de archivo básicas, incluyendo imprimir y publicación en la Web.
- ▲ Editar: editado de texto, caligrafía y establecimiento de las preferencias del sistema.
- ▲ Definir: procedimientos estadísticos para definir su proceso y establecer metas de su proyecto de mejora de calidad.
- ▲ Medir: procedimientos estadísticos para medir su desempeño actual.
- ▲ Analizar: procedimientos estadísticos para analizar data que usted ha recolectado.
- ▲ Mejorar: procedimientos estadísticos para determinar cómo mejorar su proceso.
- ▲ Controlar: procedimientos estadísticos para asegurar que cualquier mejora en el proceso quede en su lugar.

- ▲ Pronosticar: procedimientos estadísticos para pronosticar cambios en el proceso a tiempo para tomar acciones.
- ▲ Snap Stats!!!: procedimientos de-una-página y fáciles-de-usar para análisis estadísticos comunes.
- ▲ Herramientas: procedimientos estadísticos varios.
- ▲ Ver: opciones básicas para la interface del usuario.
- ▲ Ventana: de ventanas abiertas.
- ▲ Ayuda: acceso a este sistema de ayuda y al sitio Web de Statgraphics.

### **Regresión Simple**

El procedimiento de Regresión Simple incluye la posibilidad de ajustar una amplia variedad de modelos no lineales. Para determinar la mejora relativa que varios modelos pueden hacer, elija Comparación de Modelos Alternativos del cuadro de diálogo Tablas.

### **Correlación**

Se presenta el coeficiente de correlación para cada par de variables, el número de observaciones usado para obtener el estimado y un valor-P. Un coeficiente de correlación  $r$  es un número entre  $-1$  y  $+1$ , que mide la fuerza de la relación lineal entre dos variables. Entre más cercana sea la correlación a  $-1$  ó  $+1$ , más fuerte será la relación. El signo de la correlación indica la dirección de la relación. Un valor positivo significa que  $Y$  va hacia arriba cuando  $X$  va hacia arriba. Un valor negativo significa que  $Y$  va hacia abajo cuando  $X$  va hacia abajo.

#### **1.7. Conclusiones parciales del capítulo**

1. Se seleccionarán para determinar correlación los indicadores: VFC, FC, UDT, PP, TRC, RGC por la elevada sensibilidad y factibilidad de su medición, los buenos resultados alcanzados en investigaciones previas, posibilidades tecnológicas de los mismos a nuestro alcance y los elementos a favor que tiene declarado para nuestra investigación.

## Capítulo II. Procedimiento para determinar correlación entre indicadores de carga mental

En el presente capítulo se expondrán aspectos generales respecto a la investigación realizada. Se tendrá en cuenta como premisas fundamentales, el control de las condiciones estandarizadas del laboratorio, teniendo en cuenta, condiciones micro climáticas, control del ruido y control de iluminación. Se explican además las principales técnicas utilizadas para la determinación de la muestra necesaria, así como el procedimiento a seguir para alcanzar los resultados.

### 2.1. Características generales de la muestra

Para la realización de esta investigación se tomará un grupo de sujetos, teniendo en cuenta las variables: sexo y edad, buscando la mayor homogeneidad entre ellos.

### 2.2. Premisas

#### 2.2.1. Selección de la muestra

Con el objetivo de seleccionar la muestra necesaria se utilizarán dos recursos, permitiendo excluir los individuos que no cumplan con los requisitos exigidos como se muestran a continuación:

- Examen físico: con énfasis en el sistema cardiorrespiratorio.
- Examen psicológico: a partir de la aplicación del Inventario de Personalidad de Eysenck.( *Ver anexo 2*)

#### Examen Físico

Se realizará un examen físico general y por aparatos donde se revise: la piel, la mucosa, el abdomen, el tejido celular cutáneo, los sistemas: osteomio articular y el nervioso central, así como los aparatos: respiratorio y cardiovascular. En la tabla 2.1 se muestra el modelo a seguir:

**Tabla 2.1:** resumen clínico-psicológico

<b>Nombre(s) y Apellidos:</b>				<b>Grupo:</b>	
<b>Peso (Kg):</b>	<b>Talla (m):</b>	<b>Sexo: __M __F</b>	<b>Edad:</b>	<b>Long. cint. o cad. (cm):</b>	
APP:	Antecedentes patológicos, se señala si posee alguno.				
Examen físico general y por aparatos					
Piel:	Se especifica si existe alguna alteración que presente la piel.				

Mucosa:	Se especifica si existe alguna alteración que presente la mucosa.
Respiratorio:	Se debe especificar si existe alteración en el Aparato Respiratorio y medir la Frecuencia Respiratoria.
Cardiovascular:	Se debe especificar si existe alteración en el Aparato Cardiovascular, además medir la Tensión Arterial y la Frecuencia Cardíaca.
Abdomen:	Se especifica si existe alguna alteración que presente el abdomen.
SOMA:	Se especifica si existe alguna alteración que presente el Sistema Osteomio Articular.
TCS:	Se especifica si existe alguna alteración que presente el Tejido Celular Subcutáneo.
SNC:	Se especifica si existe alguna alteración que presente el Sistema Nervioso Central.
Resultado del inventario de personalidad de <u>Eysenck</u>	
Diagnóstico: la personalidad que arroje el test	Observaciones: algo que se desee agregar
_____Apto    _____No Apto	Firma y cuño: del médico que efectuó el chequeo.

**Fuente:** elaboración Propia

### **Inventario de Personalidad de Eysenck (EPI)**

Se elige este inventario en su forma B que consta de 57 ítems de con-testación Sí / No, ya que posee dos factores con dos polos: Extraversión versus Introversión y Neuroticismo versus Control, tiene añadida una escala de sinceridad para contrarrestar las respuestas deseables y se aplica sin límite de tiempo a partir de los 16 años de edad.

En la figura 2.1 se muestra el comportamiento que alcanza dicha concepción de personalidad.



**Figura 2.1:** esquema de comportamiento de la personalidad.

**Fuente:** (González Llana, 2007).

En cada cuadrante se señala el tipo de personalidad: melancólico, colérico, sanguíneo y flemático y se establecen una serie de adjetivos que caracterizan cada uno de ellos, permitiendo descubrir qué tipo de sujeto estamos evaluando.

### Orientaciones para aplicarlo.

- Primero entrega el test y permite un fondo de tiempo para completar los datos generales, y continúa con las instrucciones de la prueba.
- Introduce el test que se aplicará diciendo que se trata de una prueba que permite conocer aspectos importantes del modo de proceder habitual en las personas, por tanto, no hay respuestas buenas o malas, y para ello debe dar respuesta a algunas preguntas a las cuales debe responder Si o No, según su modo personal de proceder.
- Después, orienta seguir con la mirada las instrucciones que aparecen en la prueba mientras él da lectura a las mismas.

Calificación: La calificación de la prueba requiere de una plantilla calada donde aparecen los ítems correspondientes a cada factor circulado en un color que los identifica. Los factores son: neuroticismo, extroversión y sinceridad.

Los ítems por escala aparecen a continuación. El valor de cada ítem a calificar en cada una de las escala es de 1 punto.

#### ▲ Neuroticismo / azul

- SI Ítems: 2, 4, 7, 9, 11, 14, 16, 19, 21, 23, 26, 28, 31, 33, 35, 38, 43, 45, 47, 50, 52, 55, 57

- NO ítems: 40
- ▲ Extroversión / rojo
  - SI ítems: 1, 8, 10, 13, 17, 20, 25, 27 29, 32, 34, 37, 41, 44, 46, 49, 53
  - NO ítems: 3, 5, 15, 22, 39, 51, 56
- ▲ Sinceridad / carmelita
  - SI ítems: 6, 12, 30, 42, 48, 54
  - NO ítems: 18, 24, 36
- ▲ Fiabilidad
  - Fiable de: 3 a 9
  - No fiable de: < 3 y > 9

En el siguiente perfil se aprecia:

- ✓ en la coordenada vertical: el factor Neuroticismo versus Control (a medida que aumenta la numeración aumenta el nivel de Neuroticismo).
- ✓ en la coordenada horizontal aparece el factor Extroversión versus Introversión (a medida que aumenta la numeración aumenta la extroversión).
- ✓ el punto donde convergen las puntuaciones señala el tipo de temperamento I, II, II, IV con sus características, además del comportamiento de las variables extroversión y el control, tal como se muestra en el esquema 1.1.
- ✓ también es posible valorar, de acuerdo al cuadrante donde converjan las puntuaciones brutas la posible alteración o trastorno que porta la persona, observar la leyenda para dar lectura los cuadrantes del perfil.

**Leyenda para dar lectura los cuadrantes del perfil:**

A - Neurosis mixta

B - Neurosis de ansiedad

C - Reacciones depresivas

E-F -Reacciones histéricas

D - Hipocondría

F -Psicópata y alcoholismo

**Temperamento:**

I- Melancólico

II- Colérico

III- Flemático

IV- Sanguíneo

### **2.2.2. Control de condiciones estandarizadas del laboratorio.**

- ✓ **Condiciones micro climáticas:** se debe trabajar con un Índice de Sobrecarga Calórica (ISC) entre 0 y 9 %, ya que según Viña (1987) en la tabla 18.5 de la página 208: “no hay tensión térmica significativa, el trabajador no tiene que sudar para mantener el balance térmico”. [26] Esta situación puede identificarse con la sensación de bienestar térmico. El valor estimado se puede calcular conociendo la temperatura de bulbo seco (Tbs) y húmedo (Tbh), la temperatura de globo (Tg), la velocidad del aire (Va) y el metabolismo (M) para entrar a la tabla 5 (E) del anexo 5.3 de Alonso (2010) [31].
- **Control del ruido:** se debe trabajar según la NC 19-01-04 que establece para actividades científicas por debajo de los 55 dB.
- **Control de la iluminación:** la NC 19-01-11 de 1981 para laboratorios implanta un valor superior a los 300 lux.

### **2.3. Realización de las pruebas experimentales seleccionadas.**

Como paso previo a la realización de las pruebas se describe el diseño experimental seguido:

En todos los casos a los sujetos a evaluar se les realizarán las 5 pruebas experimentales antes de iniciar el Test Mental y una vez concluido, se procede, en idénticas condiciones, a realizar las 5 pruebas finales. Esto se realizará para los 5 niveles del test, es decir un total de 6 veces.

#### **2.3.1. Test de Ravens**

Se elige este test ya que produce carga mental en los individuos a través de la agudización de la complejidad al avanzar los niveles. Como refiere González (2010) consiste en hacer coincidir alguna de las figuras presentadas con la parte que falta en la imagen que se observa. [30]

Para la determinar la duración que tendrá cada nivel se realizó un experimento donde se tomó el tiempo que tardaban los sujetos en responder cada página durante los cinco niveles del test. Luego de haber recogido los datos se halló el tiempo medio que demoraron en

contestar cada página y posteriormente la gran media de los tiempos que corresponden a todas las páginas de un nivel. Los resultados obtenidos permitieron establecer el período que necesitaban para responder el test, los cuales aumentaban a medida que lo hacían los niveles como se muestra a continuación:

- A) 1 minuto
- B) 1 minuto
- C) 2 minutos
- D) 2 minutos
- E) 3 minutos

#### Procedimiento para el Test

- 1) Copiar las fotos del test en Power Point (una en cada diapositiva).
- 2) Clic en Animaciones.
- 3) Buscar la opción **Avanzar a la diapositiva** y marcar **al hacer clic con el mouse y automáticamente después de** (se coloca el tiempo concedido para cada diapositiva en cada nivel) según las siguientes especificaciones:

- F) 1 minuto
- G) 1 minuto
- H) 2 minutos
- I) 2 minutos
- J) 3 minutos

- Para comenzar se hace clic en la opción: presentación con diapositiva y se visualiza en toda la pantalla.
- El estudiante tiene un tiempo determinado para cada diapositiva, pero si termina antes puede adelantar a la siguiente, solo con dar clic izquierdo con el mouse.
- Una vez terminado el nivel se presiona "Escape" en el teclado para detener la presentación y cuando se pase al próximo comenzará donde se terminó el anterior.

### **2.3.2. Técnicas experimentales seguidas en cada indicador seleccionado**

#### **Variabilidad de la Frecuencia Cardiaca.**

##### I. Premisas

- 1) Explicación de la medición al sujeto.
- 2) Al inicio del experimento se deben dar 5 minutos de aclimatación los cuales pueden ser usados para cumplir la premisa 1.

##### II. Herramientas

- El electrocardiógrafo



**Figura 2.1:** foto tomada del electrocardiógrafo

**Fuente:** elaboración propia

A) Mojar con agua la cara posterior de las muñecas (con cuidado de no mojar las palmas de las manos, colocar toallitas en ellas antes de ser rociadas) y la zona por encima de los tobillos internos. Esto se hará una sola vez.

B) Colocar electrodos según se especifica a continuación:

- Rojo (mano derecha)
- Amarillo (mano izquierda)
- Verde (pie izquierdo)
- Negro (pie derecho)

C) Teclas a oprimir

1) Power

2) On

3) 

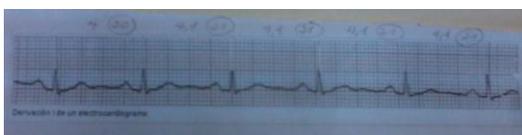
4) 

5) Start/Stop

III. Procedimiento

- Se mide con el sujeto sentado antes de iniciar el paradigma luego de los 5 min de aclimatación a las condiciones del local.
- Se realizan 6 mediciones: una al inicio luego de la aclimatación y al culminar cada nivel. Esto se le realizará a cada sujeto.
- El tiempo que se registrará en cada una de las 6 mediciones es de 20 segundos (tiempo que el equipo tomará registros en papel, Bm/persona).
- Al culminar cada medición se marca el final del papel para indicar que termina el nivel, al dorso se expresa el nombre del individuo, el nivel correspondiente y el procesamiento de la lectura que se explica a continuación.

IV. Procesamiento



**Figura 2.2:** foto de la derivación 1 de un electrocardiograma

**Fuente:** elaboración propia

$$VFC = \frac{\text{Intervalo M\u00e1ximo} - \text{Intervalo M\u00ednimo}}{\text{Intervalo Medio}} \times 100 = \frac{21 - 20}{20,8} \times 100 = 4,8\%$$

Intervalo m\u00e1ximo: 21

Intervalo m\u00ednimo: 20

$$\text{Intervalo medio} = \frac{I_1 + I_2 + \dots + I_n}{n} = \frac{20 + 21 + 21 + 21 + 21}{5} = 20,8$$

V. Registro

Se registra en la hoja: registro de Indicadores de Carga Mental, en la tabla correspondiente.

VI. Valores Esperados

- La variabilidad tiende a disminuir ante la fatiga mental.
- La Variaci\u00f3n de la Frecuencia Cardiac inicial es del 20 % y la final es del 10%.
- Hay esfuerzo mental cuando disminuye m\u00e1s del 10%.

VII. Justificaci\u00f3n de la selecci\u00f3n

- Porque tiene a su haber un consumo general favorable.
- Refleja antes de cualquier otro la intensidad de la carga mental, incluso moment\u00e1neamente.
- Tiene precedentes de aplicaci\u00f3n excelente.

**+ Frecuencia Cardiac (FC)**

I. Premisas

- 1) Explicaci\u00f3n de la medici\u00f3n al sujeto.
- 2) Al inicio del experimento se deben dar 5 minutos de aclimataci\u00f3n los cuales pueden ser usados para cumplir la premisa 1.

II. Herramientas

- El electrocardi\u00f3grafo



**Figura 2.3:** foto tomada del electrocardi\u00f3grafo

**Fuente:** elaboraci\u00f3n propia

A) Mojar con agua la cara posterior de las muñecas (con cuidado de no mojar las palmas de las manos, colocar toallitas en ellas antes de ser rociadas) y la zona por encima de los tobillos internos. Esto se hará una sola vez.

B) Colocar electrodos según se especifica a continuación:

- rojo (mano derecha)
- amarillo (mano izquierda)
- verde (pie izquierdo)
- negro (pie derecho)

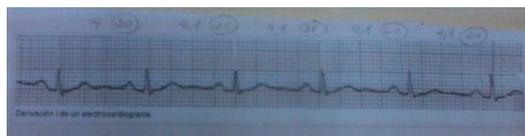
C) Teclas a oprimir

- 1) Power
- 2) On
- 3) 
- 4) 
- 5) Star/Stop

### III. Procedimiento

- Se realizan 6 mediciones: una al inicio luego de la aclimatación y al culminar cada nivel. Esto se le realizará a cada sujeto.
- El tiempo que se registrará en cada una de las 6 mediciones es de 20 segundos (tiempo que el equipo tomará registros en papel, Bm/persona).
- Al culminar cada medición se marca el final del papel para indicar que termina el nivel, al dorso se expresa el nombre del individuo, el nivel correspondiente y el procesamiento de la lectura que se explica a continuación.

### IV. Procesamiento y Registro



**Figura 2.4:** foto de la derivación 1 de un electrocardiograma

**Fuente:** elaboración propia

Se selecciona el número que más se repite:  $N, m = 4,1$

$$FC = \frac{300}{N + 2 \times m} = \frac{300}{4 + 2 \times 0,1} = 71,42$$

$$N = \text{parte entera} = 4$$

$$m = \text{parte decimal} = 0,1$$

### V. Valores Esperados

- La Frecuencia Cardiaca tiende a mantenerse constante o aumentar con la aparición de la fatiga mental.
- La Frecuencia Cardiaca inicial es de -----antes y ----- después.

### ✚ **Tiempo de Reacción Complejo (TRC)**

#### I. Premisas

- 1) Explicar prueba accediendo al menú ayuda del software (esto solo al inicio y en los cinco minutos de aclimatación).
- 2) Haber medido la Variabilidad de la Frecuencia Cardiaca.

#### II. Herramientas

- Software de TRC.



**Figura 2.5:** foto del software de TRC

**Fuente:** elaboración propia

#### III. Procedimiento

- El sujeto se someterá a cinco pruebas para la determinación de su tiempo de reacción ante estímulos visuales o auditivos, presentados de forma aleatoria.
- El sujeto dará clic en el botón PLAY y tres segundos después aparecerá el primer estímulo. El sujeto dará respuesta tocando la tecla ENTER de una laptop donde estará el software, si el estímulo es luminoso (consiste en una luz roja que se esconderá) y la tecla ESPACIO si el estímulo es sonoro (consiste en un sonido agudo)
- La aparición de los estímulos visuales y sonoros se intercalan de forma aleatoria y un cronometro con escala en los centísegundos dará el tiempo transcurrido entre la aparición del estímulo y la reacción del sujeto.
- El resultado de las cinco pruebas se irá registrando una debajo del otro con un cuadro de diálogo de la pantalla, para luego de la otra prueba ilustrar en otro cuadro de diálogo el promedio de las cinco mediciones.

#### IV. Registro

- Se registra en la hoja: registro de Indicadores de Carga Mental del sujeto, en la tabla correspondiente.

#### V. Valores Esperados

- El Tiempo de Reacción Complejo tiende a aumentar ante la presencia de la fatiga mental.
- El Tiempo de Reacción Complejo antes es de 495 milisegundos y después es 591 milisegundos.

#### VI. Justificación de la selección

- Se capta la información por dos vías sensoriales.
- Mantiene al sujeto en mayor estado de alerta ya que tiene que pensar para responder al estímulo.
- Intervienen diferentes zonas cerebrales para la interpretación de la información entre estímulo y estímulo.
- Disminuye la proporción mecanicista en el sujeto, dado que está obligado a pensar como ya se dijo.

#### ✚ Resistencia Galvánica Cutánea (RGC).

##### I. Premisas

- 1) Lavar las palmas de la mano y secar rigurosamente antes del experimento. (durante la aclimatación)
- 2) Explicar el procedimiento y sensibilizar (durante la aclimatación)

##### II. Herramientas

- Multímetro



**Figura 2.6:** foto del Multímetro

**Fuente:** elaboración propia

##### III. Procedimiento

- El individuo debe lavarse las manos antes de comenzar.
- La medición se realizara “ante” y “después” de aplicar el paradigma.
- Dos electrodos colocados en la palma de la mano, permitirán conocer la resistencia cutánea al paso de la corriente.

##### IV. Registro

- Se realizarán seis mediciones: una al inicio y las otras en cada uno de los cinco niveles.

- Se registra en la hoja: registro de Indicadores de Carga Mental del sujeto, en la tabla correspondiente.
- V. Valores Esperados
- La resistencia de la piel disminuye con la sudoración, la cual aparece al inicio de la carga mental.
  - Según Biegelmeier (2012) la resistencia de la piel antes es de 2,4K $\Omega$  y después es de 1K $\Omega$ . [32]
- VI. Justificación de la selección
- Es el indicador más pragmático de todos porque no se encontraron precedencias de su aplicación en estudios de correlación como este.
  - Las variables del entorno y psicológicas que puedan distorsionar la realidad, son controlables.
  - De cumplirse esto último, el hecho de que transpiren las manos es resultado absoluto de activación del Sistema Nervioso Central.

#### ✚ Umbral de Discriminación Táctil (UDT)

##### I. Premisas

- 1) Afeitar dos centímetros en la cara posterior de la muñeca en el sentido de los huesos (explicar en los cinco minutos de la aclimatación).
- 2) Dibujar un trazo recto en la piel con marcador permanente (explicar en los cinco minutos de la aclimatación).
- 3) Limitar la visión al individuo durante el procedimiento.
- 4) Brazo extendido.

##### II. Herramientas



**Figura 2.7:** foto del Pie de Rey y el limitador de visión

**Fuente:** elaboración propia

- Pie de Rey con puntas ramas acopladas.
- III. Procedimiento
- Se realizan seis mediciones por el Método Ascendente y seis por el Descendente, es decir, una de cada método por nivel.

- Por el Método Ascendente se comienza a estimular sobre la recta en la piel con progresivos aumentos en la separación de los puntos, cuando el individuo indique que ha dejado de percibir ambos estímulos como uno solo se registra el valor.
- Por el Método Descendente se comienza a estimular sobre la recta en la piel y se va disminuyendo la separación de los puntos, cuando el individuo indique que percibe ambos estímulos como uno solo se registra el valor.
- Para ambos casos la diferencia a aumentar o disminuir es de dos milímetros.

#### IV. Registro y Procesamiento

- En cada nivel se halla el promedio entre los datos obtenidos por cada método.
- Se registra en la hoja: Registro de Indicadores de Carga Mental del sujeto, en la tabla correspondiente.

#### V. Valores Esperados

- El Umbral de Discriminación Táctil o la agudización del tacto disminuye ante la carga mental, aumentando la distancia mínima en que dos estímulos se distinguen de forma independiente.
- El Umbral de Discriminación Táctil inicial es de trece milímetros y el final es de veinte milímetros.

### ✚ Percepción de Profundidad (PP)

#### I. Premisas

- 1) Colocar la barbilla del sujeto a dos centímetros del equipo en el mismo nivel en que se encuentra.
- 2) Verificar que el fondo sea claro dentro de la caja y halla buena iluminación con CRL.
- 3) Explicar el procedimiento al sujeto (en los cinco minutos de aclimatación).
- 4) Haber realizado la prueba del Tiempo de Reacción Complejo.

#### II. Herramientas

- Caja Gover



**Figura 2.8:** foto de la Caja Gover

**Fuente:** (García Dihigo, y otros, 2010)

#### III. Procedimiento

- La Caja Gover posee dos varillas fijas y una que se mueve, permitiendo ponerlas de forma alineada y no alineada. El sujeto podrá verlas a través de una ventanilla.
- Se realizan seis mediciones por el Método Ascendente y el Descendente, es decir, una correspondiente a cada método por nivel.
- La velocidad de traslación de la varilla debe ser de aproximadamente 25 mm/segundo.
- El Método Ascendente consiste en acercar la varilla al individuo hasta que indique que ha dejado de ver las tres alineadas.
- El Método Descendente consiste en alejar la varilla del sujeto hasta que indique que están las tres alineadas.
- Al cambiar de un método a otro se debe cerrar la ventanilla para evitar el efecto de la "post-imagen".
- Se trabajó con una iluminación interna en la caja Gover de 300 lux.

#### IV. Registro y Procesamiento

- En cada nivel se registrará la Percepción de Profundidad en milímetros para ambos métodos y se hallará el promedio.
- Se registra en la hoja: registro de Indicadores de Carga Mental del sujeto, en la tabla correspondiente.

#### V. Valores Esperados

- La Percepción de Profundidad disminuye ante la fatiga mental, aumentando la distancia de percepción de alineación.
- La Percepción de Profundidad antes es de 13,4mm y después de 15mm.

### 2.4. Procedimiento estadístico para la obtención de los resultados

- Después de realizadas todas las pruebas a los estudiantes se utilizarán los indicadores que dieron diferencia estadísticamente significativa, según Viera. [33]

#### Indicadores a correlacionar.

MASCULINO	FEMENINO
TRC	TRC
UDT	UDT
PP	PP
RGC	RGC
FC	FC
VFC	VFC

## 2.5. Procedimiento para determinar correlación

Para el análisis de las variables, será utilizado el Statgraphics Centurion 15.0

Se trabajará con la variación (antes-después).

- Paso 1: ir en la barra menú mejorar (ver figura 2.9)

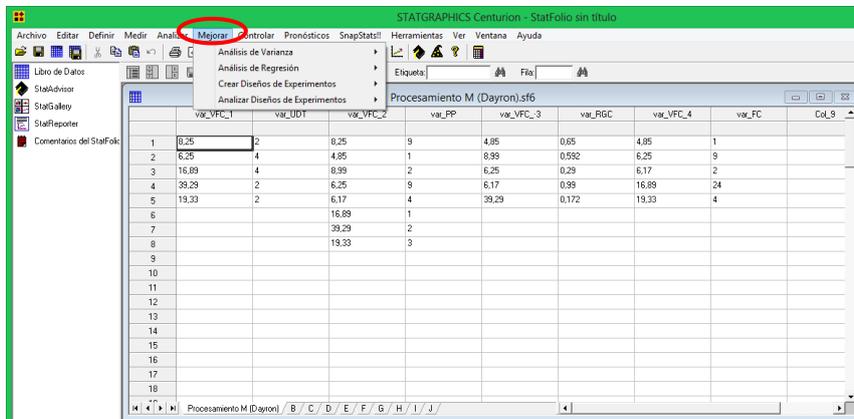


Figura 2.9: salida del Statgraphics Centurion 15.0

Fuente: elaboración propia

- Paso 2: escoger análisis de regresión (ver figura 3.10).
- Paso 3: clic en un factor (ver figura 3.10).
- Paso 4: clic en regresión simple (ver figura 3.10).

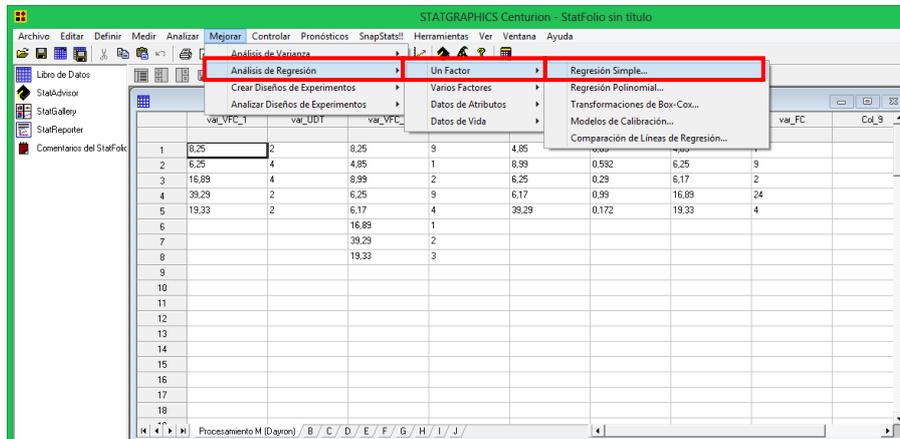
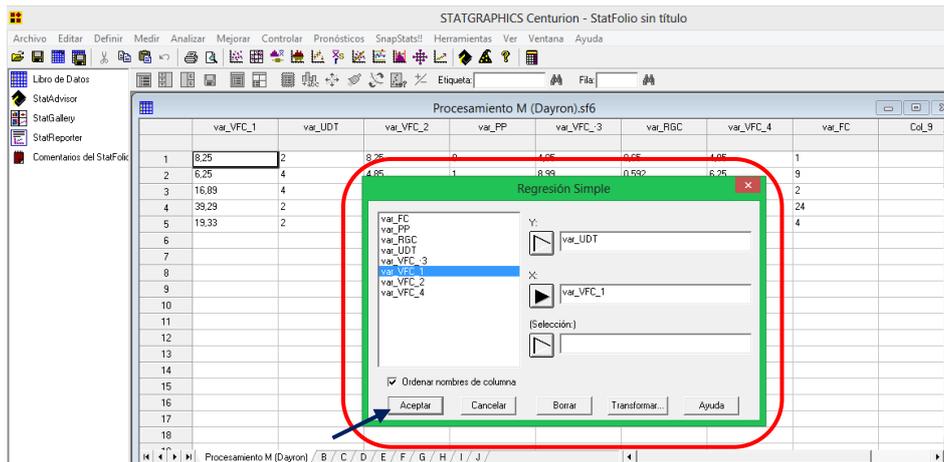


Figura 2.10: salida del Statgraphics Centurion 15.0

Fuente: elaboración propia

- Paso 5: aparecerá una nueva ventana, introducir los datos a comparar donde la variable X siempre será la VFC y la variable Y el resto de los indicadores a correlacionar, seguidamente clic en aceptar (ver figura 2.11).

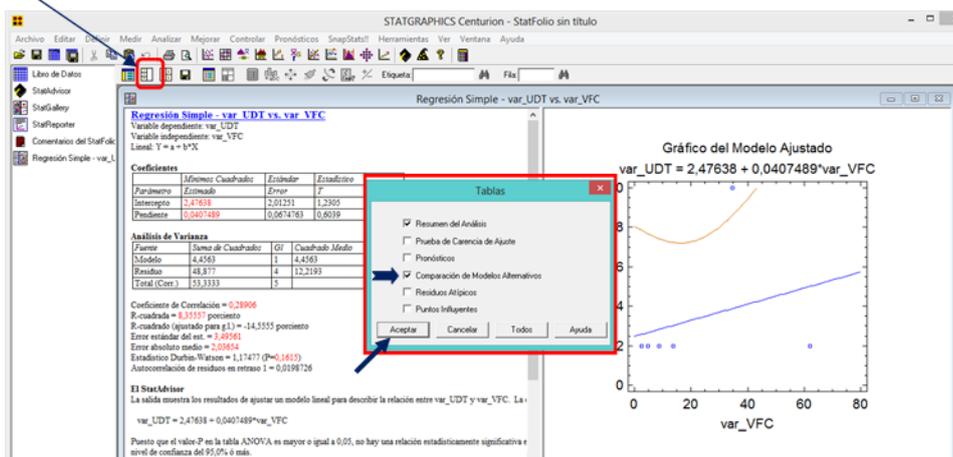


**Figura 2.11:** salida del Statgraphics Centurion 15.0

**Fuente:** elaboración propia

- Paso 6: clic en el ícono tabla aparecerá una nueva ventana, en ella marcar la opción Comparación de modelos alternativos, seguidamente clic en aceptar (ver figura 2.12).

Ícono tabla



**Figura 2.12:** salida del Statgraphics Centurion 15.0

**Fuente:** elaboración propia

- Paso 7: al aparecer la comparación de modelos alternativos, se da clic derecho y se selecciona opciones de análisis (ver figura 2.13).

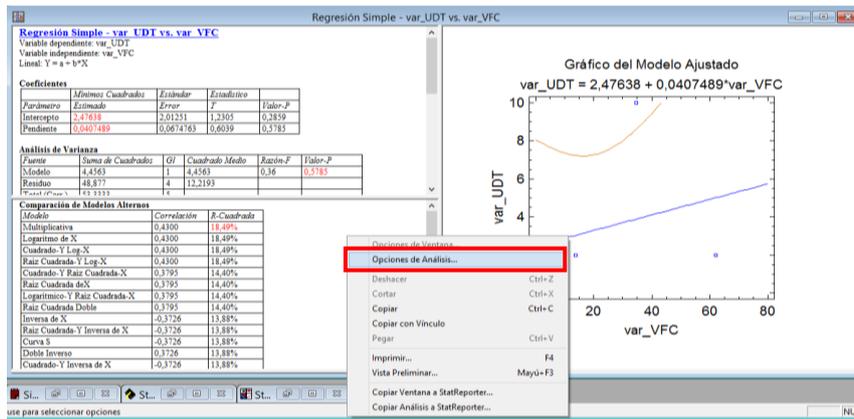


Figura 2.13: salida del Statgraphics Centurion 15.0

Fuente: elaboración propia

Paso 8: seleccionar en la tabla que aparece de opciones de regresión simple el tipo de modelo, esto aparece en la tabla comparación de modelos alternativos, seguidamente clic en aceptar (ver figura 2.14).

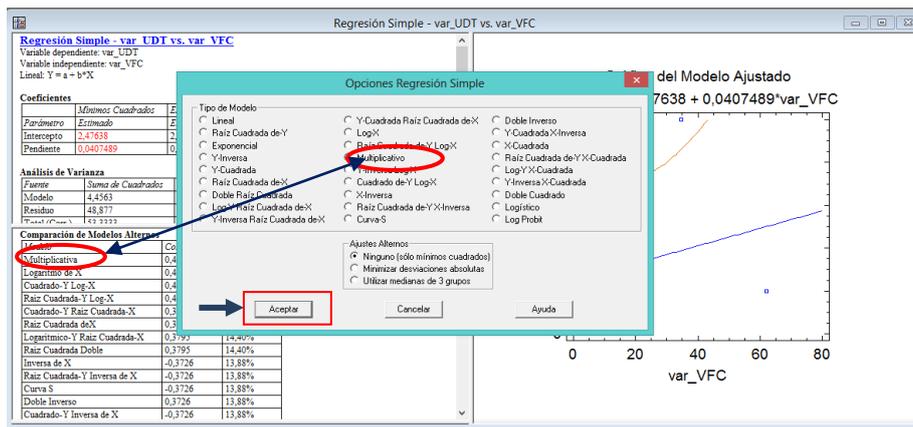
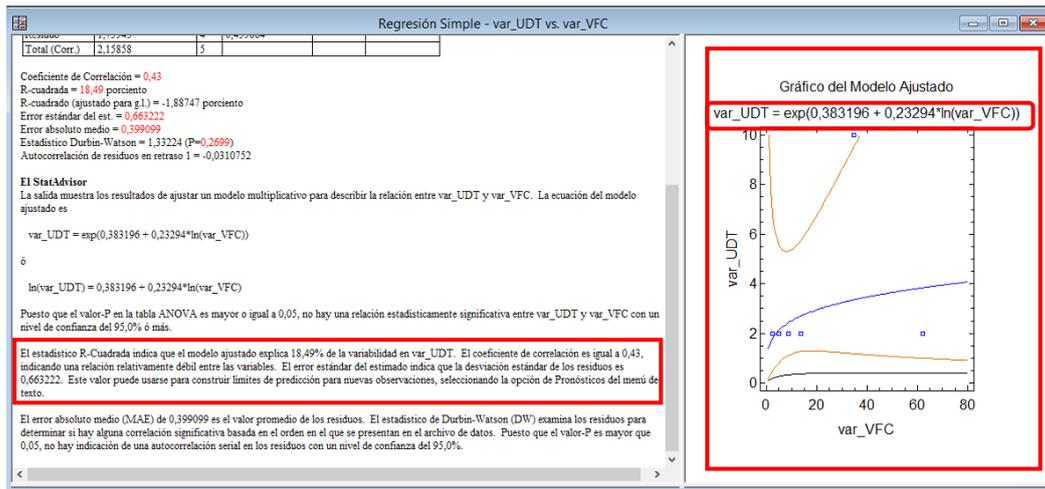


Figura 2.14: salida del Statgraphics Centurion 15.0

Fuente: elaboración propia

Paso 9: aparecerán los resultados arrojados por el Statgraphics Centurion 15.0 donde podemos determinar la correlación entre los indicadores que fueron seleccionados con su coeficiente respectivamente, así como el modelo de grafico ajustado, y la ecuación donde a través de la variable (var VFC) se puede obtener el otro indicador. (Ver figura 2.15).



**Figura 2.15:** salida del STATGRAPHICS

**Fuente:** elaboración propia

## 2.6. Conclusiones parciales del capítulo

1. Se utilizará, para determinar correlación entre los indicadores seleccionados y el indicador VFC, el Statgraphics, análisis de regresión simple con muestras pareadas.
2. Para la realización del experimento -como actividad científica- se debe trabajar con un ISC entre 0 y 9 %, en condiciones de ruido menores a los 55 dB (A) según la NC 19-01-04 y un nivel de iluminación superior a los 300 lux como establece la NC 19-01-11.

### **Capítulo III. Análisis del despliegue de la tecnología propuesta**

Para dar cumplimiento a la hipótesis planteada, a continuación se procederá a desplegar la tecnología propuesta en el capítulo anterior.

#### **3.1. Caracterización de la muestra**

La muestra está compuesta por 57 sujetos: 26 del sexo femenino y 31 del masculino. Sus edades oscilan entre 20 y 23, para un promedio de 22 años.

#### **3.2. Cumplimiento de las Premisas**

##### **3.2.1. Selección de la muestra**

Se realizan un grupo de pruebas, con el objetivo de seleccionar una muestra de 30 individuos, 15 hombres y 15 mujeres excluyendo aquellos que no cumplan con los requisitos exigidos, utilizando el examen físico y el inventario de personalidad:

Este análisis se realizará de manera conjunta, se recogerá la información necesaria y posteriormente se incluirá en una tabla. En ella se visualiza para cada uno de los 57 sujetos evaluados el resultado alcanzado. Aquellos que presentan una situación desfavorable respecto a las características de su personalidad y/o su estado de salud, según las variables consideradas, serán los eliminados. Esto se efectuará hasta llegar al grupo necesario que incluya igualdad en el tamaño de muestra para el sexo femenino y masculino. A continuación se muestran los resultados alcanzados (**Ver anexo 3**)

Un total de 35 personas resultaron aptas: 15 del sexo femenino y 20 del masculino. El examen físico eliminó 21 que padecían algún problema de salud y el examen psicológico sólo uno que presentó trastornos en su personalidad. Se obtuvo así la muestra necesaria para llevar a cabo la investigación.

##### **3.2.2. Condiciones de microclima establecidas en el laboratorio**

Como se explica en el capítulo 2 del procedimiento, para determinar las condiciones estandarizadas del laboratorio se trabajó con:

$T_{bs}=23^{\circ}\text{C}$

$T_{bh}=18,8^{\circ}\text{C}$

$T_g=25^{\circ}\text{C}$

$V_a=1\text{ m/s}$

$M=150\text{ w}$

Obteniéndose un  $\text{ISC}= 5\%$

La lectura de un decibelímetro analógico marcó 35 dB (A) lo cual está por debajo de lo estipulado por la NC 19-01-04 para actividades científicas (55 dB).

Para mantener el control de ruido se trabajó en un local con tratamiento acústico en paredes (filtro) y cielo raso (paneles de yeso) con única fuente de ruido (constante) la que provoca aire acondicionado. Una lectura de un decibelímetro analógico marcó 35 dB (A) lo cual está por debajo de lo estipulado por la NC 19-01-04 para científicos [55 dB (A)].

En cuanto la iluminación se trabajó en un local equipado con dos luminarias TD con dos lámparas fluorescentes de 40 W cada una, lo que genera un nivel de iluminación de 350 lux, el cual supera lo normado en la NC 19-01-11/1981 para laboratorios (300 lux).

### 3.3. Realización y procesamiento de las pruebas experimentales seleccionadas

Según los resultados obtenidos en la investigación realizada por Viera, de los indicadores analizados, solamente fueron utilizados para establecer correlación con la VFC, la FC, RGC, UDT, PP, pues estos presentan una eficacia entre 53,33 y 86,67% además de ser los que presentan diferencia estadísticamente significativa entre el antes y el después, ya sea por la prueba t-student o por la prueba de los signos, anteriormente fue eliminado el indicador TRC pues este comprendía valores de eficacia de 33,33% para las mujeres y 40% para los hombres, lo que provocaría valores no esperados en los resultados de la investigación. [33]

#### Nuevos indicadores a correlacionar

MASCULINO	FEMENINO
UDT	UDT
PP	PP
RGC	RGC
FC	FC
VFC	VFC

#### 3.3.1. Valores utilizados para determinar correlación

A continuación se mostrará en la tabla 3.1 los valores que fueron obtenidos de los experimentos realizados al grupo de estudiantes, solo se muestran las variaciones de los valores que mostraron diferencia estadísticamente significativa, los cuales fueron utilizados para determinar si existía correlación entre los indicadores seleccionados (VFC, UDT, FC, RGC y PP), donde la tabla azul representa a los hombres y la anaranjado claro las mujeres.

Tabla 3.1 Variabilidad de los indicadores (antes-después).

VFC		UDT		PP		RGC		FC	
$\Delta$									
	34,7	2	10		2	0,25	0,17		
8,25	2,85	2		9	1		0,07		8
4,85				1		0,65	0,34	1	8
8,99				2	5	0,59	0,36		
	4,79	2	2	1	4	0,52	0,12		
		2				0,2	0,08	8	
6,25	62	4	2	9	3	0,29	0,56	9	12
6,17	11,2			4	4	0,99	0,33	2	9
			4		1	0,08	18,7		
				2			0,81		10
	2,42		2	15	15		0,31	3	2
16,9	8,64	4	2	1			0,29	24	12
39,3	13,6	2	2	2		0,17			
19,3		2	2	3	2		1,43	4	
		4		5		0,02		10	15

**Fuente:** elaboración propia

En la tabla 3.1 se observan los valores de variación, para hombres, columna (azul) y mujeres, columna (anaranjado claro), mediante los cuales se determinó la correlación entre los indicadores antes mencionados. Los datos fueron obtenidos de los experimentos realizados a los estudiantes antes y después de completar un test mental lo cual provocaba que estos se cargaran mentalmente.

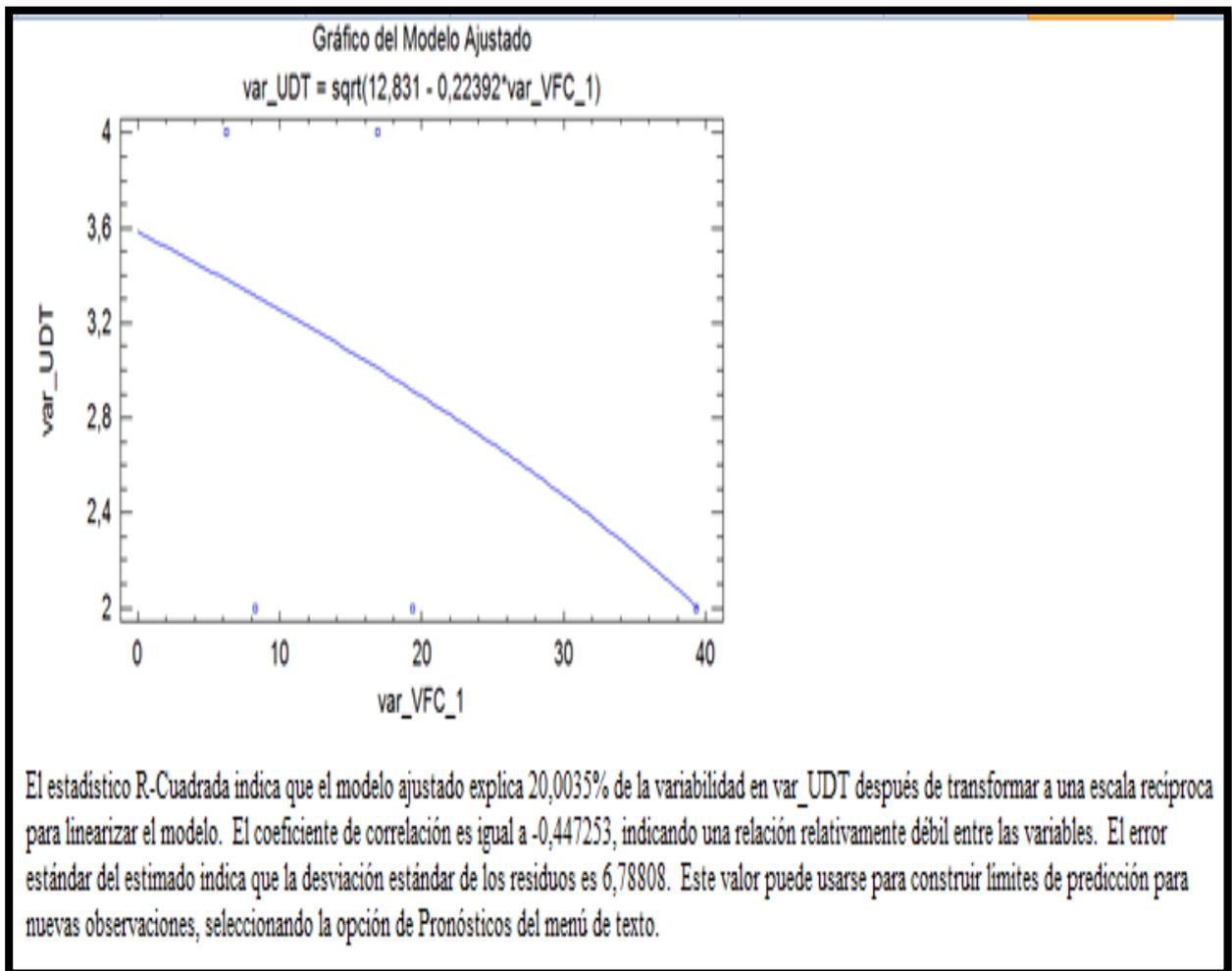
### 3.4. Resultados

Después de realizado y analizado el estudio fueron introducidos en el Statgraphics Centurion los valores de las variaciones obtenidas mostrados anteriormente en la tabla 3.1.

Los resultados obtenidos se muestran a continuación.

#### Correlación entre VFC y UDT.

A continuación se mostrará la salida del Statgraphics Centurion 15.0 del procesamiento de los hombres.

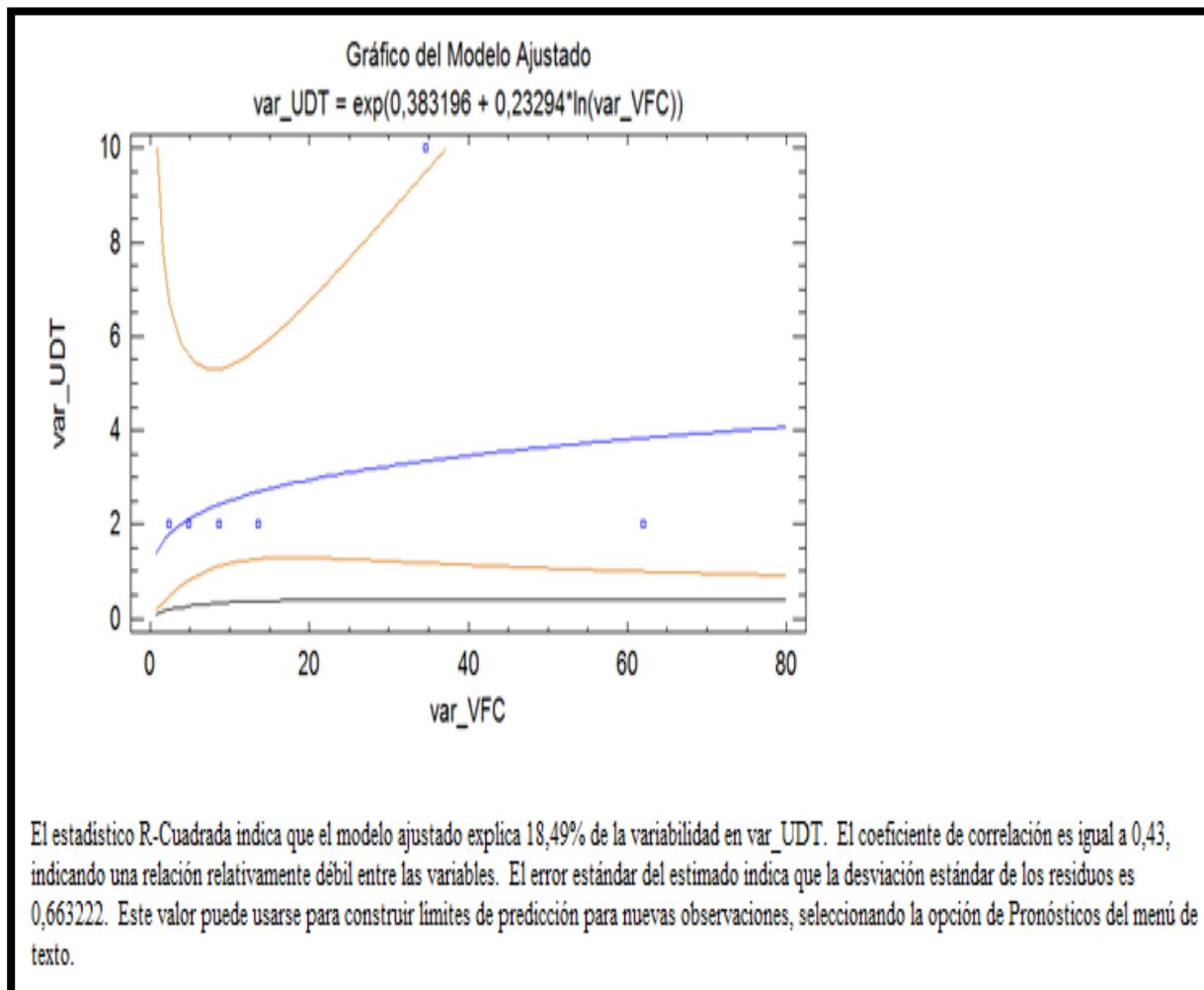


**Figura 3.1:** salida del Statgraphics Centurion 15.0

**Fuente:** elaboración propia

Como se puede observar en la figura 3.1 de la salida del Statgraphics Centurion 15.0 existe una correlación relativamente débil entre las variables, con un coeficiente de 0.447253. Por lo tanto entre estos indicadores no existe correlación.

A continuación se mostrará la salida del Statgraphics Centurion 15.0 del procesamiento de las mujeres.



**Figura 3.2:** salida del Statgraphics Centurion 15.0

**Fuente:** elaboración propia

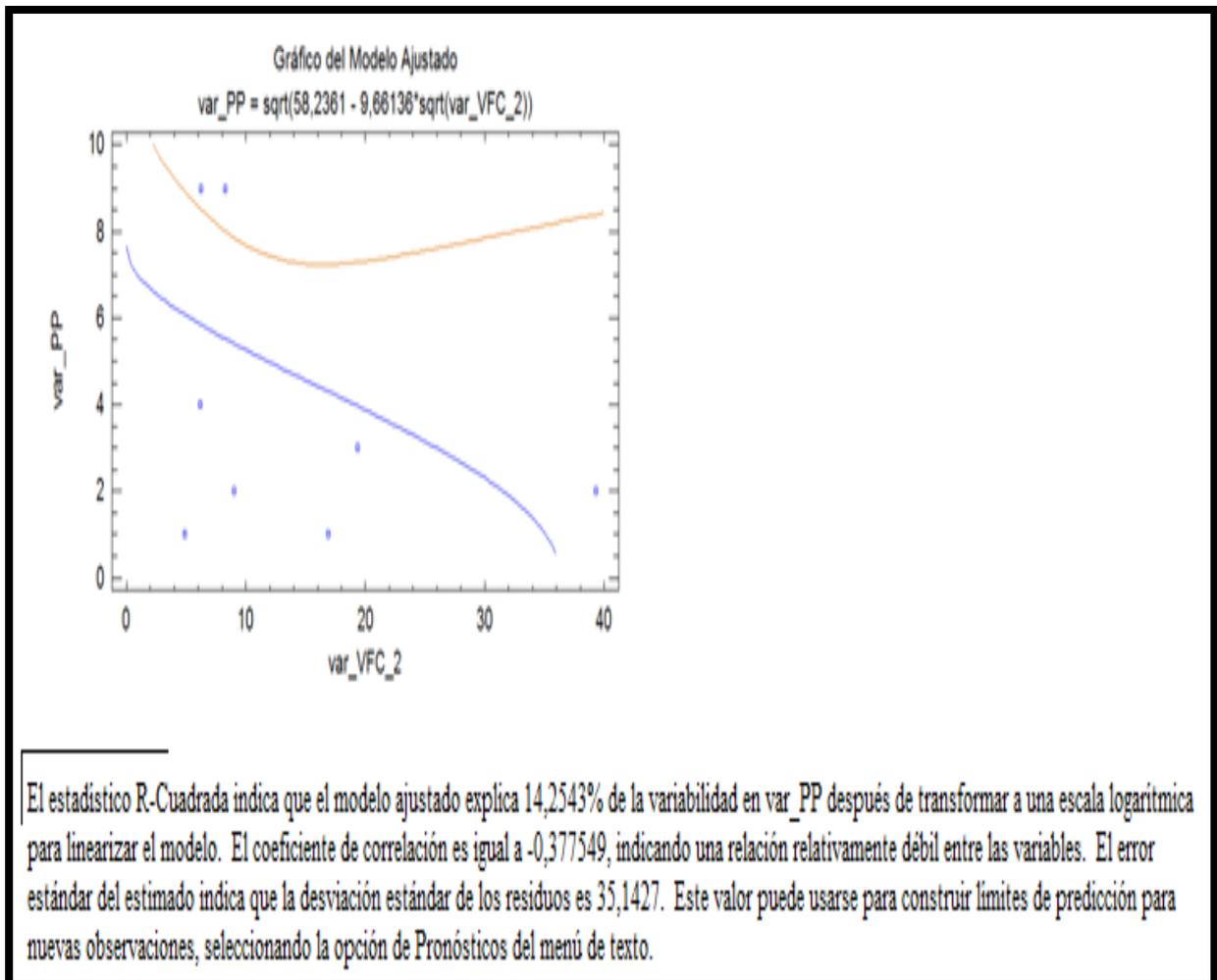
En la figura 3.2 se puede confirmar que en las mujeres existe una correlación relativamente débil entre las variables analizadas con un coeficiente igual a 0.43, lo cual demuestra que no existe correlación entre los indicadores VFC y UDT.

Es preciso decir que según la salida del Statgraphics Centurion 15.0, entre el indicador VFC y UDT no existe correlación puesto tanto en los hombres como en las mujeres se presentan coeficientes de correlación bajos y una relación relativamente débil.

Además la salida del Statgraphics Centurion 15.0 arroja una ecuación donde demuestra que a partir de la variable (var VFC) se puede estimar el indicador correlacionado, en este caso (var UDT), como variable independiente y la otra como variable dependiente.

### Correlación entre VFC y PP.

A continuación se mostrará la salida del Statgraphics Centurion 15.0 del procesamiento de los hombres.

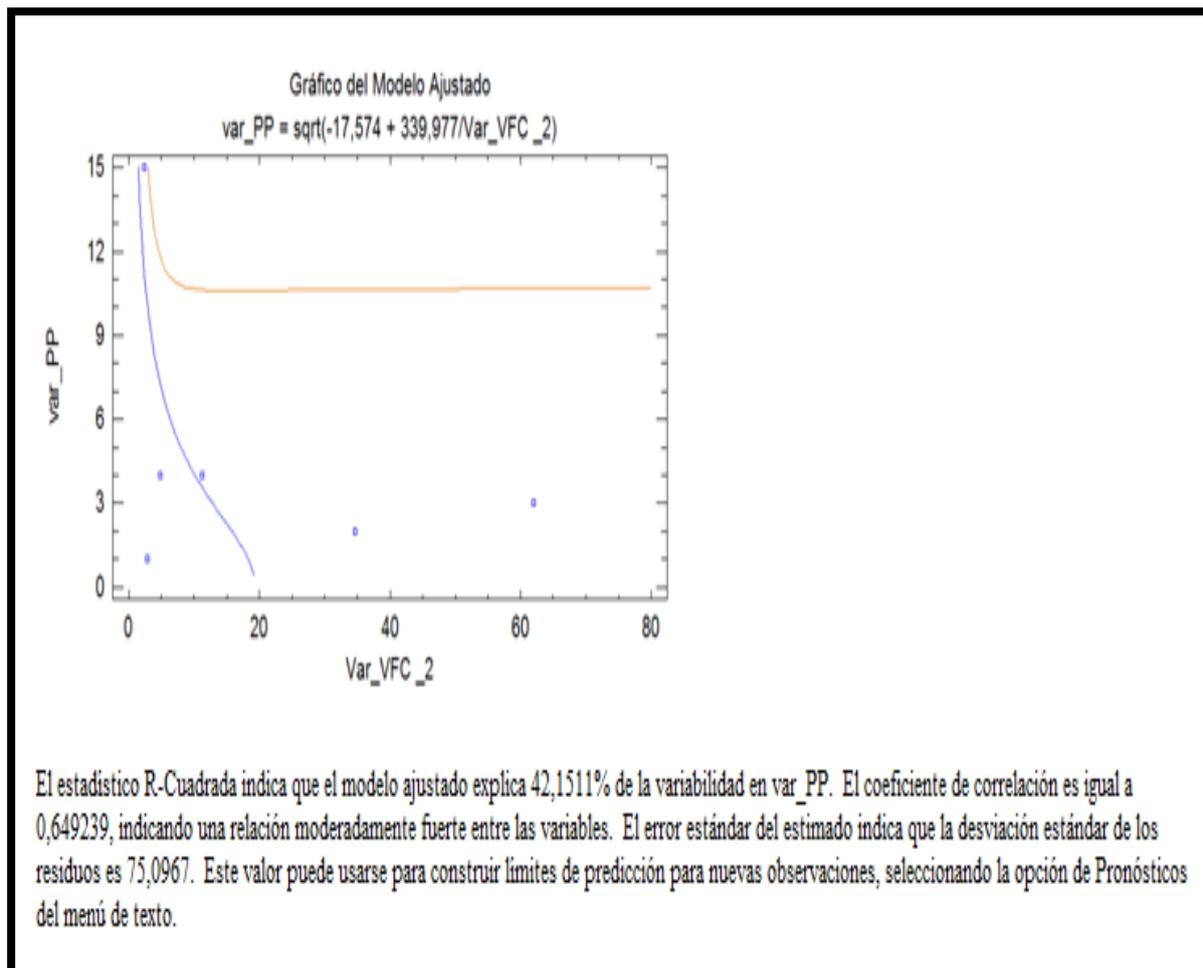


**Figura 3.3:** salida del Statgraphics Centurion 15.0

**Fuente:** elaboración propia

Como se observa en la figura 3.3 existe una correlación relativamente débil entre los indicadores VFC y PP en los hombres con coeficiente igual a 0.377549. Por lo tanto en los hombres no existe correlación entre estas variables.

A continuación se mostrará la salida del Statgraphics Centurion 15.0 del procesamiento de las mujeres.



**Figura 3.4:** salida del Statgraphics Centurion 15.0

**Fuente:** elaboración propia

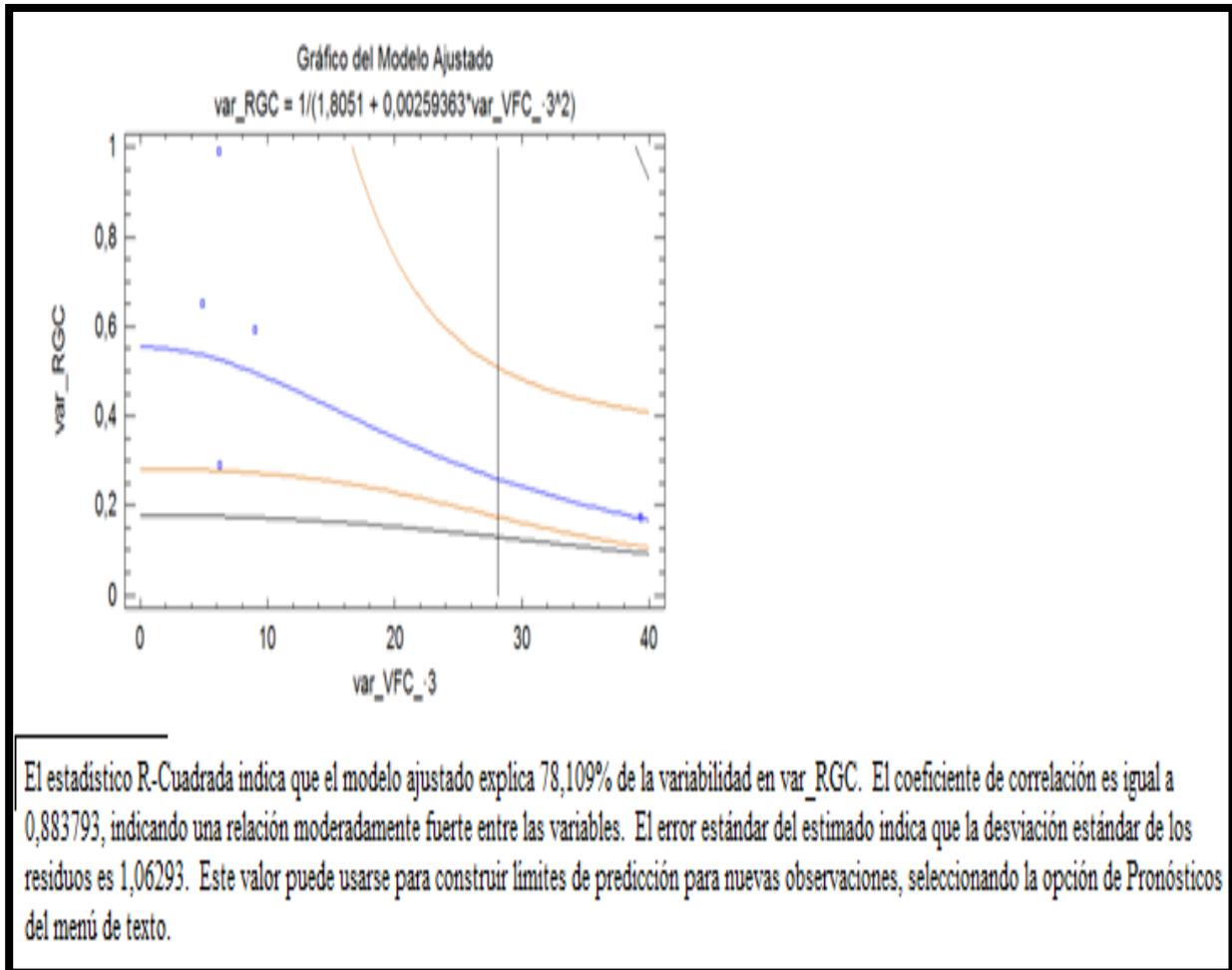
Como se demuestra en la figura 3.4 en las mujeres la correlación es moderadamente fuerte con un coeficiente igual a 0.649239. Entonces se puede afirmar que existe correlación entre los indicadores VFC y PP para las mujeres.

Como quedó demostrado el indicador VFC solo tiene correlación moderadamente fuerte con el indicador PP para el caso de las mujeres con coeficiente de correlación alto según la escala con la que trabaja el Statgraphics Centurion 15.0, lo cual no ocurrió en el caso de los hombres.

Además la salida del Statgraphics Centurion 15.0 arroja una ecuación donde demuestra que a partir de la variable (var VFC) se puede estimar cualquiera de los indicadores correlacionados, ella como variable independiente y la otra como variable dependiente.

### Correlación entre VFC y RGC

A continuación se mostrará la salida del Statgraphics Centurion 15.0 del procesamiento de los hombres.

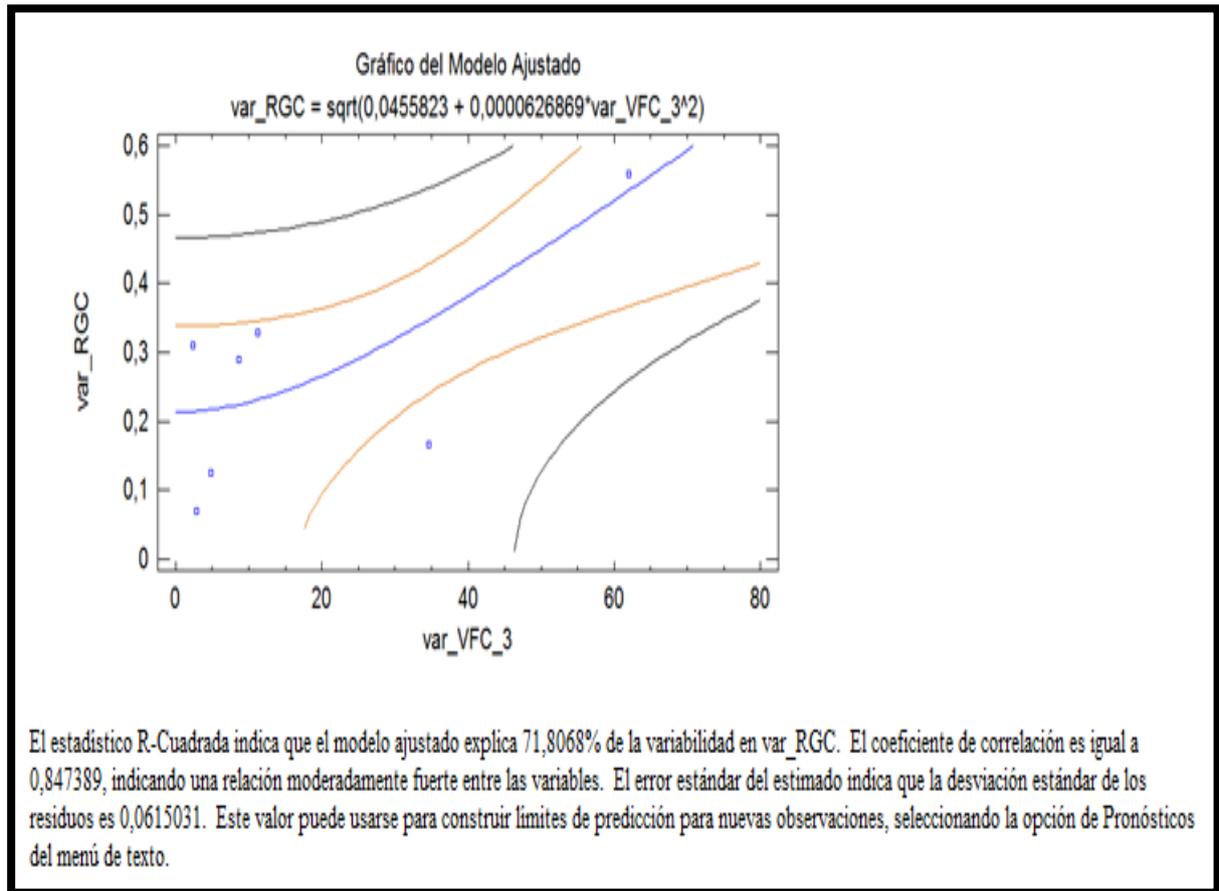


**Figura 3.5:** salida del Statgraphics Centurion 15.0

**Fuente:** elaboración propia

Como se puede observar en la figura 3.5 en la salida del Statgraphics Centurion 15.0 para los hombres existe una correlación moderadamente fuerte entre las variables con coeficiente igual a 0.883793, demostrando esto que existe correlación entre los indicadores VFC y RGC.

A continuación se mostrará la salida del Statgraphics Centurion 15.0 del procesamiento de las mujeres.



**Figura 3.6:** salida del Statgraphics Centurion 15.0

**Fuente:** elaboración propia

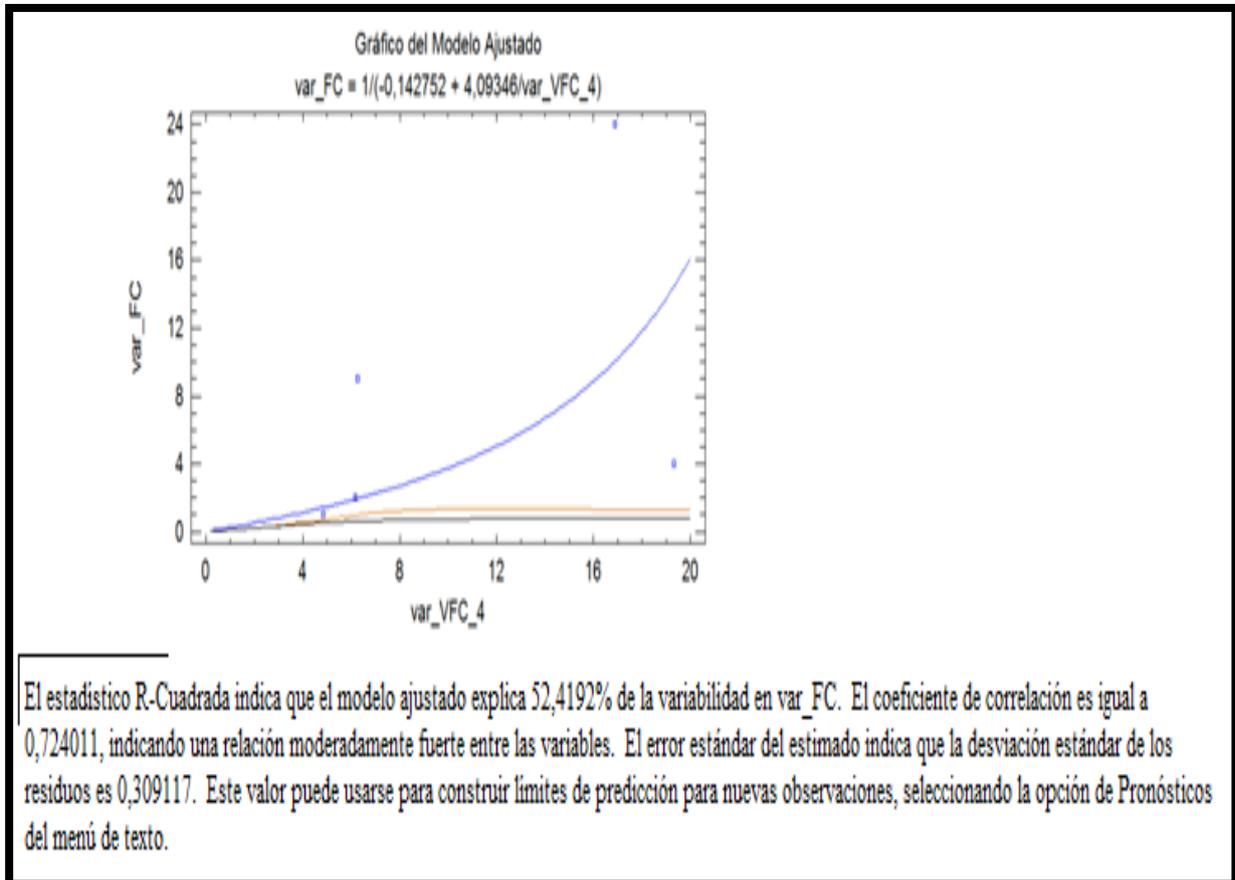
Como se demuestra en la figura 3.6 en las mujeres hay una correlación moderadamente entre los indicadores con un coeficiente igual a 0.84389, demostrando que si existe correlación entre la VFC y RGC.

Queda demostrado según las figuras 3.5 y 3.6 de las salidas del Statgraphics Centurion 15.0, que existe una correlación aproximadamente fuerte entre los indicadores VFC y RGC, tanto en los hombres como en las mujeres según sus coeficientes de correlación.

La salida del Statgraphics Centurion 15.0 arroja además una ecuación donde demuestra que a partir de la variable (var VFC) se puede estimar el indicador (var RGC), ella como variable independiente y la otra como variable dependiente.

### Correlación entre VFC y FC

A continuación se mostrará la salida del Statgraphics Centurion 15.0 del procesamiento de los hombres.

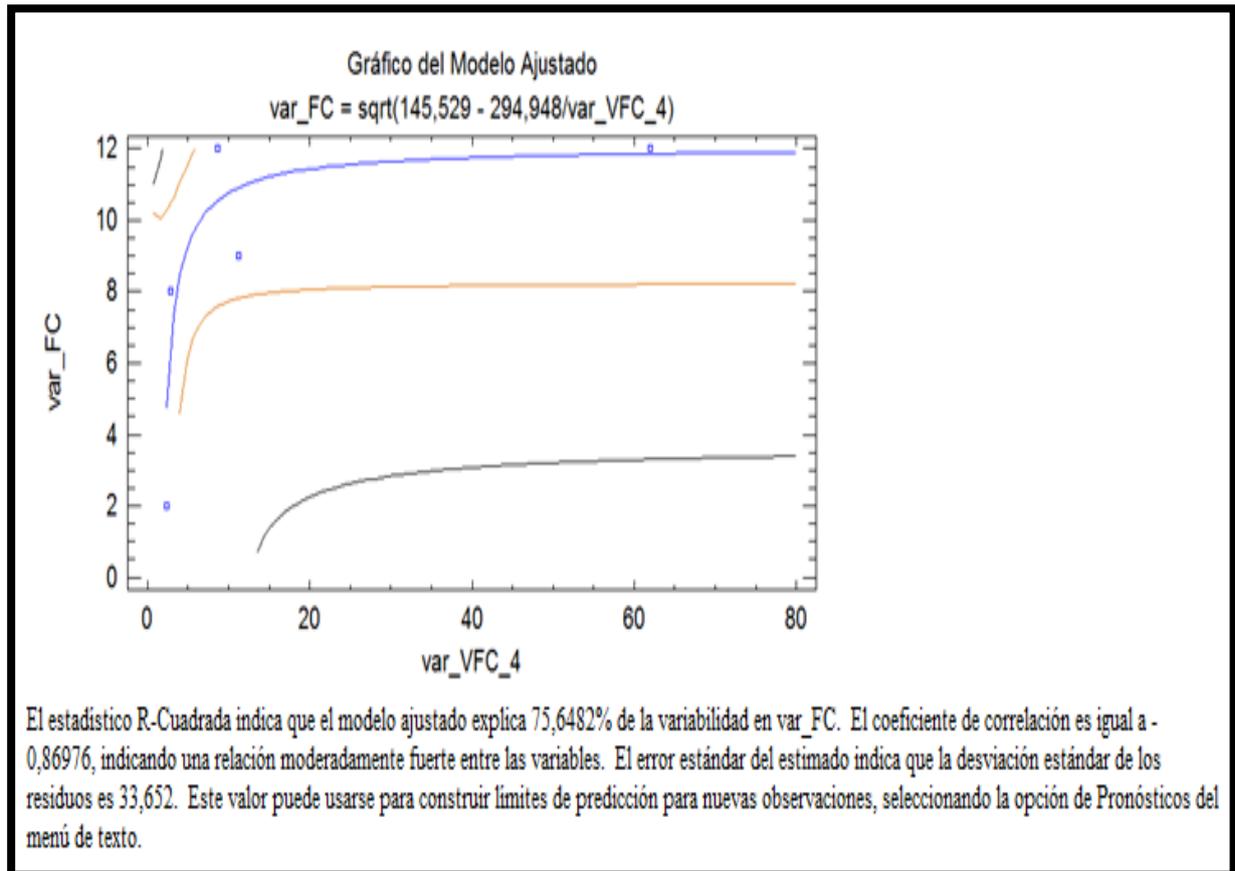


**Figura 3.7:** salida del Statgraphics Centurion 15.0

**Fuente:** elaboración propia

Como se puede observar en la figura 3.7 en la salida del Statgraphics Centurion 15.0 para los hombres existe una correlación moderadamente fuerte entre las variables con coeficiente igual a 0.724011, demostrando que existe correlación entre los indicadores VFC y FC.

A continuación se mostrará la salida del Statgraphics Centurion 15.0 del procesamiento de las mujeres.



**Figura 3.8:** salida del Statgraphics Centurion 15.0

**Fuente:** elaboración propia

Como se ve en la figura 3.8 de la salida del Statgraphics Centurion 15.0, en las mujeres existe una correlación moderadamente fuerte entre las variables con un coeficiente igual a 0.86976. Afirmandose que existe correlación entre los indicadores VFC y FC.

Queda demostrado según las figuras 3.7 y 3.8 de las salidas del Statgraphics Centurion 15.0, que existe una correlación aproximadamente fuerte entre los indicadores VFC y FC, tanto en los hombres como en las mujeres según sus coeficientes de correlación.

La salida del Statgraphics Centurion 15.0 arroja además una ecuación donde demuestra que a partir de la variable (var VFC) se puede estimar el indicador (var RGC), ella como variable independiente y la otra como variable dependiente.

### 3.5. Tabla resumen

A continuación se mostrarán los resultados que fueron conseguidos de la salida del Statgraphics Centurion 15.0, donde se ven los indicadores que tienen correlación con el indicador VFC y su coeficiente de correlación respectivamente.

Tabla 3.2. Tabla resumen

MASCULINO	R	FEMENINO	R
		PP	0.649
RGC	0.883	RGC	0.847
FC	0.724	FC	0.869

**Fuente:** elaboración propia

En la tabla 3.2 mostrada anteriormente se observan de manera resumida los resultados obtenidos en la investigación, en la misma solo se muestran los indicadores que tienen correlación con el indicador VFC, siendo estos RGC y FC para hombres y mujeres, y PP para las mujeres, con coeficientes de correlación entre 0.649 y 0.883.

El indicador UDT no tiene correlación con la VFC pues tanto para hombres como para mujeres la correlación es relativamente débil, con coeficientes por debajo del 50%, lo mismo para el indicador PP en los hombres.

Por lo tanto se logra determinar que la VFC puede ser considerado como eficaz y casi absoluto método de evaluación psicofisiológico de los efectos del esfuerzo mental, pues el mismo tiene correlación moderadamente fuerte con más de la mitad de los indicadores analizados.

### 3.6. Cálculo del error humano

Se efectuó un estudio superficial con el objetivo de verificar las interpretaciones de las 3600 mediciones de los electros, realizadas por el equipo de trabajo, concluyéndose que 138 fueron equivocadas. Estos fallos representan aproximadamente un 4% del total, lo que significa que cada 100 mediciones se cometió un error. Acertar un 96 % resulta muy bueno ya que contiene pocos errores humanos. En la figura 3.9 aparece un gráfico para su mejor comprensión y a continuación se muestra la realización de los cálculos:

$$M = N \times m \times n = 6 \times 20 \text{ med/suj} \times 30 \text{ suj} = 3600 \text{ med}$$

M: mediciones totales

N: niveles del test = 6

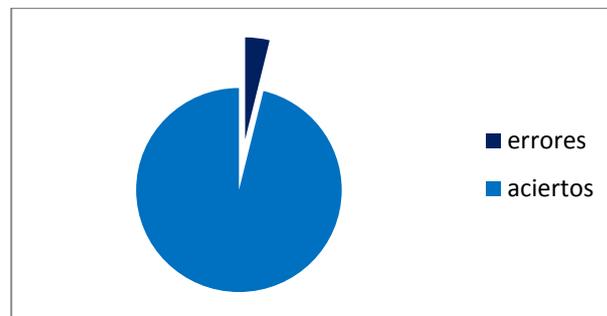
m: mediciones de electro a una persona = 20

n: muestra = 30 sujetos

$$P = \frac{E}{M} \times 100 = \frac{138}{3600} \times 100 = 3,83\% \approx 4\%$$

P: porcentaje de error

E: errores cometidos



**Figura 3.9:** mediciones de los electros

**Fuente:** elaboración propia

### 3.7. Conclusiones parciales del capítulo.

1. Se determinó que la VFC puede ser considerado como eficaz y “*casi absoluto*” método de evaluación psicofisiológico de los efectos del esfuerzo mental, pues el mismo mostró correlación moderadamente fuerte con los indicadores UDT, FC y PP para las mujeres, los cuales tienen coeficiente de correlación entre 0.649 y 0.883.

## Conclusiones generales

1. Fueron seleccionados para determinar correlación los indicadores: VFC, FC, UDT, PP, TRC, RGC por la elevada sensibilidad y factibilidad de su medición, los buenos resultados alcanzados en investigaciones previas, posibilidades tecnológicas de los mismos a nuestro alcance y los elementos a favor que tiene declarado para nuestra investigación.
2. Se utilizaron para determinar correlación los indicadores: VFC, FC, UDT, PP, RGC, pues los mismos presentaban diferencia estadísticamente significativa entre el antes y el después de ser realizado el test mental.
3. Se utilizó, para determinar correlación entre los indicadores seleccionados y el indicador VFC, el Statgraphics, análisis de regresión simple con muestras pareadas.
4. Se establecieron las normas de estandarización del laboratorio para la realización de los experimentos y la selección de la muestra, partiendo de dos herramientas: el Inventario de Personalidad de Eysenck y el examen médico, donde a partir de ellas se redujo del universo existente a la muestra necesaria.
5. Se determinó que la VFC puede ser considerado como eficaz y *“casi absoluto”* método de evaluación psicofisiológico de los efectos del esfuerzo mental, pues el mismo mostró correlación moderadamente fuerte con los indicadores UDT, FC y PP para las mujeres, con coeficiente de correlación entre 0.649 y 0.883.

## **Recomendaciones**

1. Replicar el experimento ampliando el rango etario.
2. Poder verificar correlación con los resultados que se obtienen en un momento intermedio del experimento.
3. Validar el experimento realizado fuera del laboratorio, en las profesiones reales donde los trabajadores se carguen mentalmente, antes de empezar la Jornada Laboral y después de concluir la Jornada Laboral.

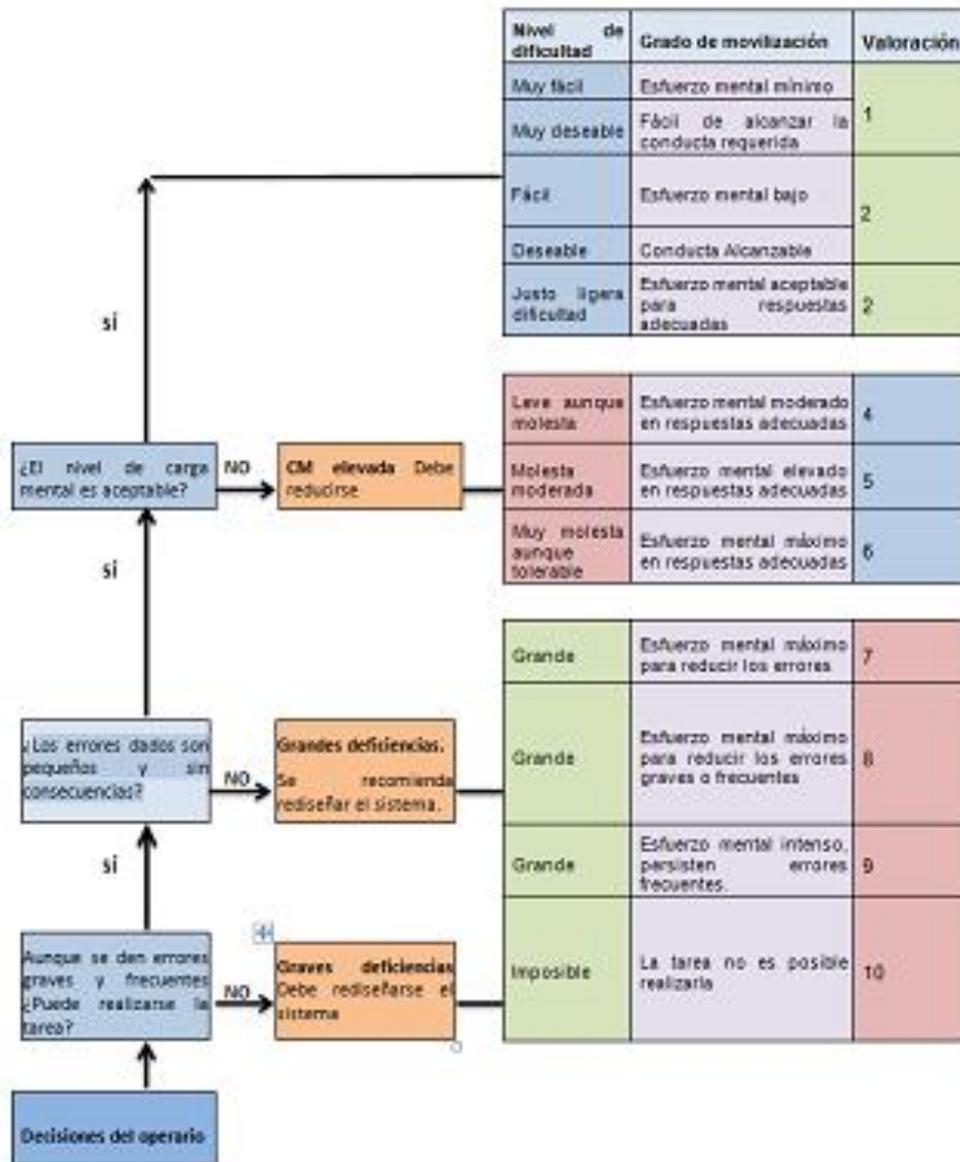
## Bibliografía

1. Rosa, J M, «Fatiga mental: Cuando el trabajo nos supera» *En línea*, 15 de septiembre 2010,
2. García Dihingo, Joaquín, «La Ergonomía del personal dedicado a tareas intelectuales vinculado a la industria azucarera», [en opción al grado científico de candidato a doctor en Ciencias Técnicas], Matanzas, Camilo Cienfuegos, Departamento de Organización del Trabajo y la Producción, 1988.
3. España, NTP 179. La carga mental del trabajo: definición y evaluación, 1986,
4. Autores, Colectivo de, *Selección de lecturas*, Editorial Félix Varela, 2011.
5. Abordaje participativo de los factores psicosociales en una empresa petrolera de Venezuela. , 2010,
6. Takala, Jukka, «La inversión en seguridad y salud Laboral. Clave para La inversión en seguridad y salud Laboral. Clave para superar la crisis.» *Fundación MAPFRE*, 2 de septiembre 2010, 119, 6-11,
7. Alonso Becerra, Alicia, «El impacto sobre el hombre de la evolución de los sistemas hombre-técnica-ambiente» *En línea*, 25 de diciembre 2010, ,
8. Apud, E, La importancia de la Ergonomía para los profesionales de la salud La Habana, 2003 -, publ. -[consulta: Disponible en:
9. Vidal, M T, «Ergonomía Aplicada a la Podología» *En línea*, 23 de julio 2011,
10. Cuixart, S N, «NTP 355: Fisiología del estrés.» *En línea*, 16 de mayo 2011,
11. «NTP 318. El estrés: proceso de generación en el ámbito laboral.»,
12. Browling, N A. *Workplace harassment from the victim's perspective: A theoretical model and meta-analysis. s.l.: Journal of Applied Psychology*, 2010. 998-1012
13. Fichtel, C. y Hammerschmidt, K, «Responses of squirrel monkeys to their experimentally modified Mobbing calls» *J Acoust Soc Am.*, 2011, 29-32,
14. Leymann, H, «The content and development of mobbing at work. *European Journal of Work and Organization Psychology*», 1996,
15. Magnavita, «Mobbing, considerations on a paradigm case. » *En línea*, 30 de marzo 2011,
16. Wolfberg, E, «Social crisis and occupational fatigue among health professionals: warnings and resources. s.l.» 3 de junio 2010,
17. Agervold, M Mikkelsen, E G, «Relationship between bullying psychological work and environment and individual stress reaction. *Work and Stress*» *En línea*, 18 de mayo 2010,
18. Almora, Uruella Cortadaa, «Disfunción sinusal atípica. Utilidad del Holter implantable. A propósito de un caso» *En línea*, 15 de abril 2011,
19. Villavicencio, F N, «Estrés. Respuesta integral del organismo.» 5 de diciembre 2004,
20. Lehman, 1960,
21. Lin-Chen-Shan, 1979,
22. Almirall Hernández, Pedro, 1995,
23. Ferrer, F, *Manual de Ergonomía*. (Félix Varela), España, 2006 (Fundación MAPFRE).
24. Jo de Carvalho, Jovelina Noemia, «Tecnología para la valoración del trabajo mental en profesores de la Educación Superior. Caso Facultad de Derecho de Ipatinga, Brasil», [Tesis presentada en opción al Grado Científico de Doctor en Ciencias Técnicas], Matanzas UMCC, 2011.
25. Luria, A, *El cerebro en acción.*, Ciudad de La Habana, Revolucionaria, 1978.
26. Viña Brito, Silvio y otros, *Ergonomía*, Ciudad de La Habana, Departamento de ediciones internas del IPSJAE, 1987.
27. Leplant, J., «La sicología ergonómica. . s.l. » *Oikos-Tan*, 1980,
28. García Dihingo, Joaquín y otros, Selección de Métodos de Evaluación Ergonómica. Matanzas, 2009 -, publ. -[consulta: Disponible en:
29. Almirall, Pedro, *Ergonomía cognitiva apuntes para su aplicación en trabajo y salud.*, Ciudad de La Habana, 2000.

30. González Llana, Felicia Miriam *Instrumentos de Evaluación Psicológica*, Editorial Ciencias Médicas, Ciudad de La Habana, 2010, 978-959-212-221-5.
31. Alonso Becerra, Alicia, *Ergonomía*, La Habana, Félix Varela, 2010.
32. Biegelmeier, Gottfried *Wirkungen des elektrischen Stroms auf Menschen und Nutztiere. Lehrbuch der Elektropathologie.*, Berlin 2012, 3-8007-1452-3.
33. Viera Barceló, Maylin, «Diseño de un experimento cognitivo para la selección de indicadores de carga mental», Matanzas, UMCC, Ingeniería Industrial, 2014.

## Anexos

**Anexo 1:** Escala Cooper Harper (modificada por Skipper). Valoración rápida de la Carga Mental.



## Anexo 2: Inventario de personalidad de Eysenck Forma B

Nombre \_\_\_\_\_ Edad \_\_\_\_\_ Sexo \_\_\_\_\_

Estado

civil \_\_\_\_\_ Escolaridad \_\_\_\_\_ Ocupación \_\_\_\_\_

Instrucciones:

A continuación encontrará algunas preguntas que hacen referencia a su manera de proceder, de sentir y de actuar. Después de cada pregunta hay un espacio para contestar SI o NO.

Lea cada una de las preguntas y decida si, aplicada a usted mismo, indica su modo habitual de actuar o de sentir. Si usted quiere contestar SI, trace una cruz en la casilla encabezada por el SI. Si desea contestar NO, trace una cruz en la casilla encabezada por NO.

Trabaje rápidamente, y no emplee demasiado tiempo en cada pregunta; es preferible su primera reacción, espontánea, y no una contestación largamente meditada y pensada. Conteste todas las preguntas sin omitir ninguna. Trabaje rápidamente y recuerde contestar todas las preguntas.

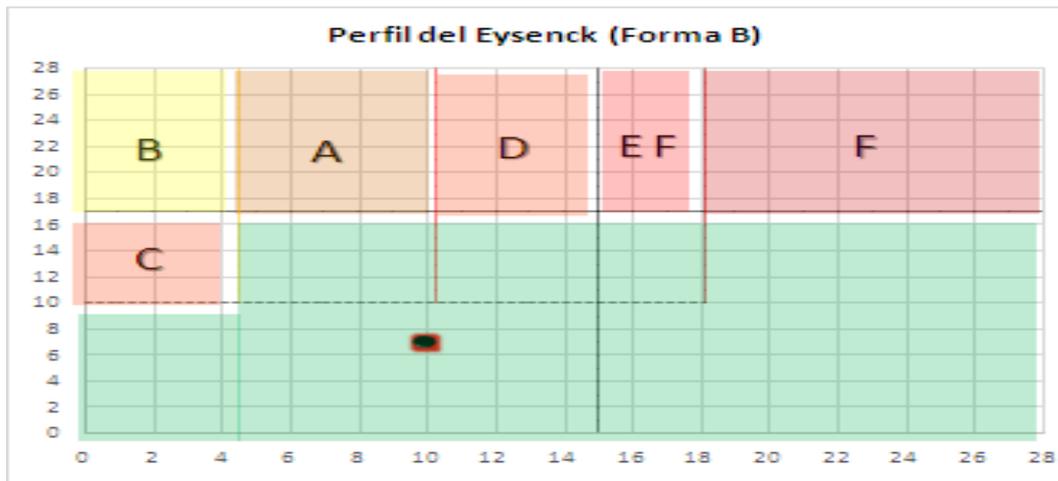
No hay respuestas correctas o incorrectas; esta no es una prueba de inteligencia o habilidad, sino simplemente una apreciación de su modo de actuar.

1	¿Le gusta mucho salir?		X
2	¿Se siente unas veces rebosante de energía y decaído otras?	X	
3	¿Se queda usted apartado o aislado de los demás en las fiestas o reuniones?		X
4	¿Necesita a menudo amistades comprensivas que lo animen?		X
5	¿Le agradan las tareas en que debe trabajar aislado?	X	
6	¿Habla algunas veces sobre cosas que desconoce completamente?		X
7	¿Se preocupa a menudo por las cosas que no debería haber hecho o dicho?		X
8	¿Le agradan a usted las bromas entre amigos?	X	
9	¿Se preocupa usted durante mucho tiempo después de haber sufrido una experiencia desagradable?	X	
10	¿Es usted activo y emprendedor?	X	
11	¿Se despierta varias veces en la noche?		X
12	¿Ha hecho alguna vez algo de lo que tenga que avergonzarse?		X
13	¿Se siente molesto cuando no se viste como los demás?		X
14	¿Piensa usted con frecuencia en su pasado?		X
15	¿Se detiene muy a menudo a meditar y analizar sus pensamientos y sentimientos?		X
16	Cuando está disgustado ¿necesita algún amigo para contárselo?		X
17	¿Generalmente, puede usted "soltarse" y divertirse mucho en una fiesta alegre?	X	
18	Si en una compra le despacharan de más por equivocación, ¿lo devolvería aunque supiera que nadie podría descubrirlo?	X	
19	¿Se siente usted a menudo cansado e indiferente, sin ninguna razón para ello?		X
20	¿Acostumbra usted a decir la primera cosa que se le ocurra?		X

21	¿Se siente de pronto tímido cuando desea hablar a una persona atractiva que le es desconocida?	X	
22	¿Prefiere usted planear las cosas mejor que hacerlas?	X	
23	¿Siente usted palpitaciones o latidos en el corazón?	X	
24	¿Son todos sus hábitos buenos y deseables?	X	
25	Cuando se ve envuelto en una discusión, ¿prefiere, "llevarla hasta el final" antes permanecer callado, esperando que de alguna forma se calme?	X	
26	¿Se considera usted una persona nerviosa?		X
27	¿Le gusta a menudo conversar con personas que no conoce y que encuentra casualmente?		X
28	¿Ocurre con frecuencia que toma usted sus decisiones demasiado tarde?		X
29	¿Se siente seguro de si cuando tiene que hablar en público?		X
30	¿Chismeas algunas veces?		X
31	¿Ha perdido usted a menudo horas de sueño, a causa de sus preocupaciones?		x
32	¿Es usted vivaracho?	x	
33	¿Está usted con frecuencia en la luna?	x	
34	Cuando hace nuevas amistades, ¿es normalmente usted quien da el primer paso, o el primero que invita?	x	
35	¿Se siente molesto o preocupado con frecuencia por sentimientos de culpabilidad?		x
36	¿Es usted una persona que nunca está de mal humor?		X
37	¿Se llamaría a sí mismo una persona afortunada?	X	
38	¿Se preocupa por cosas terribles que pudieran sucederle?		X
39	¿Prefiere quedarse en casa a asistir a una fiesta o reunión aburrida?	x	
40	¿Se mete usted en líos con frecuencia, por hacer las cosas sin pensar?		x
41	¿Su osadía lo llevaría a hacer casi siempre cualquier cosa?		x
42	¿Ha llegado alguna vez tarde a una cita o al trabajo?	x	
43	¿Es usted una persona irritable?	x	
44	¿Por lo general hace y dice las cosas rápidamente, sin detenerse a pensar?		x
45	¿Se siente usted algunas veces triste y otras, alegre, sin motivo aparente?		x
46	¿Le gusta a usted hacer bromas a otras personas?	x	
47	¿Cuándo se despierta por las mañanas se siente agotado?		x
48	¿Ha sentido usted en alguna ocasión deseos de no asistir al trabajo?	x	
49	¿Se sentiría mal si no estuviera rodeado de otras personas la mayor parte del tiempo?		x
50	¿Le cuesta trabajo conciliar el sueño por las noches?		x
51	¿Le gusta trabajar solo?	x	

52	¿Le dan ataques de temblores o estremecimientos?		X
53	¿Le agrada mucho bullicio y agitación a su alrededor?		X
54	¿Se siente usted algunas veces enfadado?		X
55	¿Realiza sin deseos la mayor parte de las cosas que hace diariamente?		X
56	¿Prefiere tener pocos amigos pero selectos?	X	
57	¿Tiene usted vértigos?		X

**ENCUESTA FIABLE**



**Diagnóstico:** Introverso-Controlado-Flemático  
**Observaciones:** **NO PORTA TRASTORNOS PSICOLÓGICOS**

**Anexo 3:** Selección de la muestra.

No	Sexo	Examen Físico		Examen Psicológicos		Selección	
		apto	no apto	NPTP	PTP	Acepto	Rechazo
1	F	x			x		x
2	F	x		x		x	
3	M	x		x		x	
4	F		x	x			x
5	F		x	x			x
6	F		x	x			x
7	F	x		x		x	
8	M		x	x			x
9	M	x		x		x	
10	M	x		x		x	

11	F		x	x			x
12	M	x		x		x	
13	M	x		x		x	
14	F	x		x		x	
15	F		x	x			x
16	F		x	x			x
17	M		x	x			x
18	F		x	x			x
19	M		x	x			x
20	F	x		x		x	
21	F	x		x		x	
22	M		x	x			x
23	F	x		x		x	
24	F	x		x		x	
25	M		x	x			x
26	M		x	x			x
27	F	x		x		x	
28	F	x		x		x	
29	F	x		x		x	
30	M	x		x		x	
31	M	x		x		x	
32	F		x	x			x
33	M		x	x			x
34	F	x		x		x	
35	F	x		x		x	
36	F	x		x		x	
37	M		x	x			x
38	M	x		x		x	
39	M	x		x		x	
40	M	x		x		x	
41	F		x	x			x
42	F		x	x			x
43	F	x		x		x	
44	M		x	x			x
45	M	x		x		x	

46	M	x		x		x	
47	M		x	x			x
48	M	x		x		x	
49	F	x		x		x	
50	M	x		x		x	
51	M	x		x		x	
52	M	x		x		x	
53	M	x		x		x	
54	M	x		x		x	
55	M	x		x		x	
56	M		x	x			x
57	M	x		x		x	

NPRP: no porta trastornos psicológicos.

PTP: porta trastornos psicológicos.