00169
1-A
2ej

ASPECTOS ERGONOMICOS DE LA COMPLEJIDAD VISUAL

LUIS BOSSANO RIVADENEIRA

TESIS PARA
OBTENER EL GRADO DE
MAESTRO EN DISEÑO INDUSTRIAL.

POSGRADO EN DISEÑO INDUSTRIAL
FACULTAD DE ARQUITECTURA
UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO
MEXICO D.F. 1988

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Universidad Nacional Autónoma de México
UNAM
Biblioteca Central
Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

ESTA TESIS NO DEBE
SALIR DE LA BIBLIOTECA

Luis Bossano Rivadeneira.

'Aspectos ergonómicos de la complejidad visual'.

Posgrado en diseño industrial.
Universidad nacional autónoma de México.
México D.F., Mayo 1988.

Diseño de portada y diagramación DG María Isabel Castro.
Edición Centro de investigación, diseño, comunicación y experimentación INDICE.

ASPECTOS ERGONOMICOS
DE LA COMPLEJIDAD VISUAL

0. ADVERTENCIA

El propósito de estas líneas no planeadas, recoge la inquietud de aclarar incomprensiones en el camino de la elaboración del documento que se presenta. Con ellas se manifiesta el deseo de que la presente tesis sea más bien entendida como cuaderno de trabajo para advertir al interlocutor la necesidad permanente de ampliar ciertas áreas que se encuentran limitadas. No se quiere cumplir con el requisito, sino más bien evidenciar un compromiso y redundar lo más que sea posible en beneficio de él, usando un tiempo y un espacio que se considera a la zaga: la investigación en diseño y ergonomía.

La intención de elaborar una tesis en el campo teórico-experimental en las áreas de ergonomía y de diseño es encontrar nuevas rutas para el conocimiento de ellas. En medios como los latinoamericanos puede considerarse un reto o una lucha en inferioridad de condiciones a pesar de la realidad de dependencia en que se encuentra ésta. No siempre los momentos y los espacios fueron los propicios para el desarrollo de aquellos conceptos que se vierten aqui. Se considera que en nuestros medios el principal problema comienza por plantear a la ergonomía como un área a ser estudiada y de aplicar soluciones latinoamericanas a problemas del mismo contexto.

El presente trabajo es un conjunto de ideas, hipótesis y conceptos que han ayudado al autor a entender nuevas formas de observar la realidad y de detectar su dinámica, usando para ello el concepto fundamental de **complejidad**. Al intentar estos

análisis, el trabajo requirió de involucrar conceptos de disciplinas que en el momento aparecen como alejadas a las prácticas del diseño y de la ergonomía. Se advierte en este sentido al lector, que requerirá de mayor tiempo y paciencia para una comprensión total, adicionalmente de pensar que las traducciones no son -pero buscan- ser nítidas.

Dentro de las propuestas del trabajo se presentan líneas experimentales, recientemente iniciadas, con las que se abren espectativas respecto a las posibilidades y potencialidades que puede tener ésta nueva observación de la realidad. Las líneas experimentales tienen objetivos específicos. Los experimentos representativos de cada una de ellas, que aparecen en la parte final de la tesis, son muestras a medio camino de la posible integración del conocimiento de la realidad con sus procesos de cambio y evolución. El compromiso nuevamente queda evidente tanto con las áreas que dan origen al estudio como del propio autor con la realidad. No interesó en este caso ser lo más riguroso en cuanto a presentación de reportes experimentales, más bien interesa exponer aquellos avances en el camino del estudio.

Por último cabe señalar que el aporte importante al trabajo requirió de la paciencia y la comprensión, del Dr. Javier Covarrubias quien ha dedicado su tiempo al fértil campo de la investigación y que sin su apoyo ésta tesis no hubiera tenido sentido.

Luis Bossano R.

1. INTRODUCCIÓN

1 INTRODUCCION

1.1 La Ergonomía como una opción para mejorar la relación Hombre-Medio ambiente diseñado.

En la actualidad, los sistemas hombre-medio ambiente diseñado han sufrido modificaciones sustanciales en sus estructuras y en sus funciones; con ello han determinado cambios y diversificación en las formas o flujos de relación en este sistema y, sobre todo en el comportamiento de los seres humanos. Cualquier cambio en uno de los componentes diversos que conforman este sistema, por pequeño que sea, puede modificarlo totalmente y por ende influir en el hombre. Coexisten formas tan diversas de relación, desde aquellas manuales e inclusive primitivas (faenas agrícolas, tareas artesanales, etc.) hasta las totalmente automatizadas (operaciones de control en los complejos de producción electrónica o genética, etc.) y no por ello dejan de estar relacionadas e interinfluidas.

Los ambientes también han cambiado, posibilitando su crecimiento en tamaño, forma y función; se encuentran grandes urbes donde vive un número ilimitado de personas, o espacios totalmente especializados en su uso para determinada función. El medio ambiente natural fue el espacio de la primera relación del hombre; en la actualidad no se mantiene como tal, y más bien los permanentes cambios introducidos en él han orientado las relaciones humanas hacia una forma artificial en su conformación. Las condiciones actuales de este nuevo ambiente no son las

óptimas, debido sobre [illegible] malas relaciones en sus componentes. Los prob[illegible] que estos ambientes presentan para el desarrollo de la vida se manifiestan básicamente en aquellos extremos de monotonía o caos, en donde los hombres se desenvuelven y que son los más frecuentes en la realidad.

En escalas menores, los puestos de trabajo presentan problemas de relación similares a los que se plantean en las grandes urbes, con la agravante en los dos casos que es ahí donde el hombre ejecuta sus tareas. Estas tareas no tienen las mejores condiciones, en cuanto a su contexto, para desarrollarse; pero tampoco son por sí mismas óptimas para el ser humano. Los casos conocidos de aburrimiento o de angustia extremos son en gran medida causa de las tareas y de sus condiciones. También se han ido ubicando, en formas frecuentes, hacia extremos peligrosos: o altamente repetitivas o totalmente desconocidas, caóticas e ininteligibles.

En este nuevo medio o habitat del hombre se han multiplicado los objetos, en número, en tamaño, en características o en funciones; igualmente sucede con el tiempo destinado para determinada acción: se conocen tiempos más pequeños y gigantescos, simétricos y asimétricos, objetivos y subjetivos, geológicos y biológicos; muy lejanos de la comprensión y capacidades humanas. El contexto de análisis y sus condiciones es entonces amplio y crece cada vez más, se encuentra en todo tipo de actividades que se realizan, inclusive en las más cotidianas.

Es muy frecuente en la actualidad encontrarse con relaciones hombre-máquina (H<>M) al estilo del funcionamiento de una máquina cibernética, en donde los algoritmos de ejecución son estables y permanecen sin modificaciones, por periodos largos. La solución planteada para el operador puede ser muy eficiente y funcional, pero al mismo tiempo rutinaria, es decir una actividad compuesta por algunas tareas que se repiten incansablemente. Existe otro tipo de relaciones extremadamente difíciles, cuya decisión rebasa las opciones que tiene el individuo para entenderlas y que resultan siempre cambiantes, siempre novedosas. Estas son condiciones presentes en todos los niveles y en todos los ámbitos de la vida contemporánea.

Los efectos de los malos procesos en la conformación del medio ambiente artificial y la orientación de las tareas humanas conducen a muchos accidentes, errores u omisiones, algunos de los cuales podrían ser previsibles. Ya sea en

la gran ciudad como peatón o conductor de vehículo, o en el pequeño espacio de una habitación como usuario, se puede estar participando en la prevención de accidentes de distinta índole. También en espacios más especializados y que han requerido el estudio más detenido de diversos especialistas como en la gran industria, en el pequeño taller, en la cabina de un avión, etc., la ergonomía y el diseño tienen un campo amplio para aportar.

Frente a esta perspectiva de constantes transformaciones y de distintas relaciones, el hombre necesita de la misma manera adaptaciones permanentes. Este proceso de adaptaciones es una de las causas de los constantes errores o accidentes que se producen cotidianamente. La premisa para intentar determinar sus causas, se podrá encontrar entonces en los cambios de conducta provocados por las condiciones externas, evaluando con ello beneficios y perjuicios de la nueva realidad. Se desea entonces mejorar las condiciones de calidad de vida a través de detectar determinadas condiciones del puesto de trabajo y de la ejecución de tareas, para lograr integrar al operador en una búsqueda de sus mejores oportunidades de relación con la máquina, permitiéndole mayor libertad y en donde primen en igual magnitud las perspectivas futuras: físicas, de salud y psíquicas del operador.

En la práctica cotidiana del diseño se establece una relación instrumental con la ergonomía, se asume que su papel es el planteamiento de normas generalmente bi o monodimensionales, referidas al ser humano como promedio de una población; o al objeto de diseño, como una suma cuantitativa de procesos analizados independientemente. Esta relación se plantea así debido a una carencia en la vinculación de ambas prácticas; a pesar de que la ergonomía posibilita más opciones en el planteamiento y producción de objetos, y el diseño, por su parte, debe dar mejores alternativas en la conformación de los objetos. En esta instancia se puede decir que muy poco ha hecho la una con respecto a la otra y viceversa.

Se ha acostumbrado ver a la ergonomía como una técnica que parte del análisis físico del ser humano y concluye con planteamientos dimensionales de una interrelación del hombre con la máquina. Obviamente el planteamiento depende de las formas de producción y de consumo actuales, en donde no es importante conocer otros elementos que condicionan las características de la [illegible] del medio o [illegible] individuo. Los resultados logrados en la ergonomía no son sólo aquellos datos normativos y de uso generalizado, que se encuentran en

12

tablas, y que se usan frecuentemente. Se propondria más bien que los conceptos que soportan los estudios de ergonomia trasciendan para la solución de problemas, evidenciando que para cada uno de éstos existe un grupo de conceptos que lo definen y una solución muy particular. De antemano se sabe que la interrelación H<M está influida por un sinnúmero de aspectos y que con la sola variación de uno de ellos, el estado de esta relación tiene que variar, descartándose la norma como uno de los objetivos de la ergonomia.

Este trabajo intenta establecer el puente entre dos áreas: la ergonomia y el diseño, interdependientes y comprometidas con la estructuración y funcionamiento del medio ambiente artificial y el consecuente comportamiento humano. Ubicando ambas problemáticas en el momento actual y enfrentando con ello la situación existente, la misma que se entiende como muy dificil mas de ninguna manera insuperable.

Uno de los primeros pasos es el de ampliar el horizonte de acción de la ergonomia, reducida a resolver casos demasiado exclusivos y que abarcan poblaciones muy pequeñas, tanto es así que éste concepto no es conocido plenamente en la actualidad. Este hecho no es exclusivo de poblaciones como las latinoamericanas. Zinchenko y Munipov (1985, 8), ergónomos soviéticos, plantean la necesidad de ampliar la ergonomia en niveles teóricos y prácticos y expresan: «La tendencia del desarrollo de la Ergonomia lleva a la conclusión sobre la conveniencia de no limitar el problema de la interaccion del sistema "hombre-medio industrial" al marco de la actividad laboral, sino de aplicar los métodos y criterios elaborados por la ergonomia a cualquier esfera de la actividad humana, tanto en la producción como en la vida cotidiana».

Tres son los aspectos que deben ampliarse en la practica de la ergonomia:
el hombre no es un promedio de una población, sino por bien el conjunto de [illegible] que difieren unos de otros individual y socialmente.
La actividad o tarea que debe analizar la ergonomia [illegible] sólo aquella que tiene que ver con aspectos de mejo[illegible] económico, sino también toda forma de relación de actividadd en cualquier medio ambiente.
La máquina no es sólo aquella que tiene propiedades [illegible] problemas [illegible] objetivos un cambio perceptible, en este sentido [illegible] integrarse todos objetos que tienen contacto con el ser humano y que [illegible] o de otra manera influyen en él.

 13

La principal causa de análisis de ergonomía es aquella que permite el estudio del hombre ejecutando una tarea. Tarea en el presente caso es toda actividad involucrada con el quehacer humano que modifica su estado o el de su contexto. El trabajo productivo, el trabajo enajenado, la reproducción de la fuerza de trabajo, la fuerza de trabajo consumida, el ocio, el deporte, son formas distintas de actividad humana que la ergonomía analiza y que el diseño adecúa. Cada una de estas formas de actividad, ejecutadas de una manera singular determinan la personalidad o rasgos personales de cada individuo; al igual que cierta condición de una etnia hacia la eficiencia en una determinada tarea.

A partir de un conocimiento completo que surge directamente del estudio del trabajo y de su medio ambiente laboral, se pueden gestar mayores y mejores posibilidades tanto de ambientes como de tareas para que aquellos grupos de seres (autoidentificados como homo sapiens), escojan y usen las alternativas que más les benefician. No se intenta influir vía diseño o ergonomía en forma de vida para cada individuo, tampoco se intenta resolver la problemática del trabajo humano con su simple eliminación, alejándolo de cualquier actividad o decisión. Se considera que los niveles de vida óptimos están dados en aquellos sitios donde el ser humano puede satisfacer plenamente sus necesidades, participando activamente, siendo creativo y con menor grado de alienación. Las características humanas serán las que determinen las condiciones de actividad, que sin estar reñidas con las formas de desarrollo social, permitan su participación activa y mejores perspectivas para el futuro.

Las tareas al ser analizadas por la ergonomía expresan con que actos u operaciones se ejecutan, cómo se concatenan, cómo se entienden, cómo se estructuran, en qué medios se desarrollan y cómo motiva al individuo que las ejecuta. Se pretende entender [illegible], a partir de una nueva lectura de las tareas, cuáles y de qué manera cada individuo debe escogerlas y ejecutarlas; también es facilitar encontrar su ubicación más adecuada en un ambiente determinado.

La idea fundamental de este nuevo planteamiento es generar otro flujo de investigación o de conocimiento de las relaciones ergonómicas entre el hombre y la máquina o su medio. Tratar de entender la problemática de la llamada [illegible] HOMM como un conjunto de ellas en [illegible] los factores [illegible], hacia su ejecución, los más importantes. Los [illegible] de análisis físicos del ser humano -para el presente [illegible] no dejan de ser

importantes y necesarios, debiendo intervenir en aquellos aspectos donde el bienestar del hombre está en peligro, o en donde la relación afecta el comportamiento de operarios, tareas o ambientes de trabajo.

La interrelación hombre-máquina al entenderse como sistémica y dinámica incluye no solo a esos dos componentes objetivos (H-M), sino que en su interpretación, análisis y conformación -aspectos más importantes- intervienen tres grandes áreas del conocimiento, que aportan con el conjunto de planteamientos ergonómicos:

- las que evalúan al hombre, en sus aspectos social, sicológico, cultural, físico y fisiológico; y que definen condiciones o capacidades humanas hacia el trabajo,
- las que tienen que ver con procesos productivos, ejecución de tareas o trabajo, referidas básicamente a aquellas condiciones tecnológicas de transformación eficiente del medio y,
- las que estudian el medio ambiente y sus transformaciones producto de la intervención de los dos anteriores y que permiten determinar cuales son los elementos que lo conforman, lo dinamizan y lo orientan. Adicionalmente entender cuáles son las condiciones del medio para una mejor calidad de vida.

El estudio de estas áreas del conocimiento y su posible lectura sistémica, requiere de conceptos generales que ayuden a entender la funcion de la ergonomía y del diseño, tomando como punto de partida una realidad cambiante producto del trabajo humano. Se propone a la **COMPLEJIDAD**, entendida como la calidad y la cantidad de orden, organización o información de un sistema, como un concepto que propicie esa lectura y cuya participación estará orientada a:

- Entender las relaciones de la ergonomía con el diseño a un nivel más general en donde puedan ser objeto de estudio las formas de vida actuales y sus problemas frecuentes.
- Encontrar una manera de evaluar o identificar a través de una nueva lectura, ciertos ambientes y ciertas tareas.

15

- Demostrar la posibilidad de enfrentar este concepto con otros de difícil acceso en los campos del diseño y de la ergonomía; como los de objetividad y subjetividad, información-redundancia, preferencia, estrés, salud, activación, motivación, etc.
- Interpretar ciertos fenómenos cognoscitivos, como los de la percepción del mundo exterior, que son fuente necesaria de conocimiento y recursos para las decisiones en diseño y ergonomía.

Se considera que la complejidad es un concepto más amplio que otros, un concepto con el que se intenta encontrar explicación en el actual orden. La complejidad permite la dimensión de los sistemas (entre los cuales está el sistema hombre-tarea- medio ambiente artificial), en sus aspectos esenciales. Esta dimensión permitirá entender el desenvolvimiento de la actividad humana, incluso en los eventos cotidianos igual de importantes que aquellos de contextos más amplios. La explicación de este concepto se presenta durante el desarrollo de esta tesis donde será un apoyo permanente y recurrente.

El gran reto que se plantea, para la ergonomía y el diseño, está en la necesidad de entender el actual caos o el actual orden para, a partir de esa comprensión establecer aquellas formas de vida que en oposición a las actuales sean mejores para más personas. Existen ya demasiadas evidencias de una practica del diseño dirigida exclusivamente a la construcción de apariencias; dejando de lado factores del medio ambiente o de los objetos que inciden en sus usos. Por otro lado la conformación de los ambientes, no es tarea exclusiva de diseñadores, es una opción interdisciplinaria de trabajo, que la ergonomía propone como una de sus metas.

Al plantearse estas premisas en este estudio se formula la necesidad de generar mecanismos que indiquen que; los tiempos de reacción, productividad o eficiencia, comunes en los análisis del sistema hombre-máquina, no son solamente datos obtenidos a través de un conteo o la lectura de un cronómetro, sino también respuestas subjetivas perceptuales que modifican aquellas dimensiones obtenidas, supuestamente en un máximo de objetividad. Se pretende entonces encontrar espacios de objetividad, de orden y de bienestar, ahí donde aparentemente existe subjetividad, caos y nocividad. Esto de ninguna manera genera una visión limitada del problema, sino que la amplia y se intenta que con ella se enriquezca.

 16

Al igual que a nivel de la relación del hombre con su medio biológico, Covarrubias (1986, 123)habla de una dimensión ecológica, en esta tesis se intentaría buscar una dimensión que relaciona al hombre con sus tareas, la dimensión ergonómica. Intentando con ello encontrar una respuesta al conocimiento de las nuevas relaciones del hombre con su medio y de las transformaciones resultado del trabajo o de la consecución de tareas. Esta necesidad de transportar en una dimensión la problemática actual es debido a la búsqueda de una explicación del fenómeno. Las evidencias se observan permanentemente en la realidad cuando el hombre se enfrenta a tareas o ambientes aversivos y nocivos, cada vez más frecuentes.

Al ser este estudio de tesis un estudio experimental, fue necesario limitar su campo de acción. El modelo de análisis establece a la percepción visual como su conejillo de indias. A sabiendas de que es una forma de limitar el problema, no se pierden o caen en el vacío aquellas fronteras hacia donde el presente estudio podría llegar. Estas fronteras son otras formas de comunicación que posee el ser humano para entender su medio ambiente, el problema en ese momento será integral, por tanto también lo serán los resultados de las especulaciones.

El planteamiento básico y fundamental que está presente y se desarrolla en este trabajo se remite permanentemente a aquellos conceptos y modelos planteados con anterioridad por Covarrubias (1983,1984,1985,1986,1987) referidos al ámbito de la arquitectura, pero no reducidos a ella, cuya modificación para el presente estudio es el uso del modelo (que se describe posteriormente) en los ámbitos de la ergonomía y del diseño industrial.

1.2 Estructura de la tesis

El presente estudio consta de tres partes importantes:

a. En la primera se exponen a un nivel sintético y general los principales conceptos y teorías que sustentan el modelo y los criterios que en este trabajo se plantean permanentemente. A través del modelo cuya base es el concepto de complejidad se plantean distintas relaciones con otros conceptos y de sus posibilidades de aplicación en la ergonomía y el diseño.

Para esta tesis adquiere singular importancia, como elemento de juicio y de definición, la teoría matemática de la información, con la que se explica de una manera objetiva el concepto de complejidad, primordial en este trabajo para el análisis de los objetos u elementos percibidos visualmente. Se presentarán algunos ejemplos con los que se intentará explicar la generación de esta nueva dimensión en una relación ergonómica. Las tareas y los ambientes diseñados adquieren un papel importante sobre todo en la definición de la organización del sistema hombre-máquina.

Se presenta un análisis, también a un nivel general, de distintas formas de evaluación en la relación del hombre con la máquina tratando de que la explicación de este aspecto se vincule al objeto del presente estudio: la complejidad visual. Esta relación será estudiada a partir del análisis de los ambientes laborales y de las tareas ejecutadas, con los que -siendo factores objetivos de la relación- se pretende encontrar formas de evaluación.

Al cambiar las formas de relación en los sistemas hombre-máquina es necesario integrar en los análisis varios aspectos cuya participación es evidente en el cambio de las condiciones, sobre todo en las nuevas formas de ejecución de tareas. Es necesario explicar aquellos aspectos cognitivos de la relación H-M no muy frecuentes en los estudios de ergonomía relacionados con la conformación y percepción del medio ambiente.

El factor cultural siempre presente en los estudios de ergonomía intencionada o inintencionadamente, se trata en este estudio como un elemento conformador del modelo de análisis, intentando romper aquel tabú sobre todo en diseño de zona prohibida o inaccesible. En el presente caso se plantea a nivel exploratorio intentando relacionarlo con los criterios de ergonomía.

Al ser un estudio experimental, se plantean las hipótesis de trabajo que han llevado a proponer los experimentos y a ejecutarlos; las formas de ejecución de los mencionados experimentos están vinculadas a aquellas que plantea el método experimental y que han sido enriquecidas y usadas desde hace algún tiempo por la psicología experimental y la ergonomía.

 18

b. Como un corte a los estudios se presentan a nivel de reportes, el estado de avance en que se encuentran y los resultados de tres líneas experimentales. Como todo proceso experimental, se abre una puerta a la discusión de la validez o no del uso del modelo en la búsqueda de una mejor comprensión del medio ambiente diseñado y de los objetos que lo componen. El motivo de este hecho se debe más a la intención de divulgar una serie de conceptos y criterios que del planteamiento de ellos se pueden desprender. Los experimentos se vinculan a aquellas relaciones que se pueden establecer con la variable independiente planteada como el paradigma del estudio: la complejidad visual. Las principales tendencias de estos experimentos intentan la verificación de ciertas hipótesis muchas veces planteadas en ergonomía o en diseño y de las que no existe una explicación clara. En estos tres estudios experimentales se relaciona la variable independiente complejidad visual con:

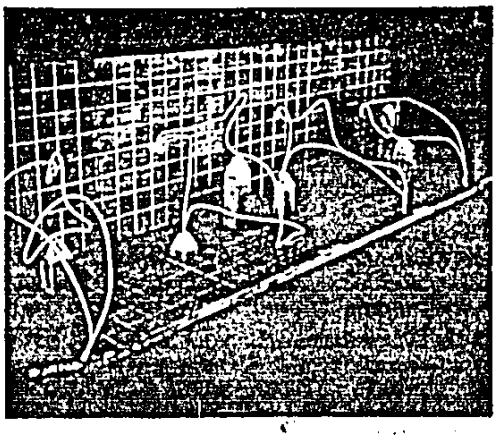
- tiempos de búsqueda y lectura de elementos de una complejidad creciente utilizando para ello dígitos o formas, para iniciar con ello la lectura del mensaje visual. El estudio está en proceso intentando destacar la participación de los tiempos de reacción en la lectura del medio ambiente, tareas o indicadores. La discusión en este caso plantea la participación del diseño y de la ergonomía en decisiones que mejoren la relación del hombre con su medio ambiente y con las tareas que debe ejecutar.
- en la segunda línea de investigación se presentan varios análisis para establecer la correlación entre la legibilidad y eficiencia utilizando para ello la percepción visual de ejecuciones de tareas visuales y de ambientes de trabajo de distintas complejidades, y,
- en el tercer caso la relación con una de las variables de difícil acceso, la preferencia hacia objetos diseñados o tareas; tratando con ello de encontrar alguna forma de relación entre la complejidad con ella.

c. En la tercera parte se presentan las conclusiones a los enigmas o preguntas que se fueron formulando en el transcurso del desarrollo de la tesis. Estas conclusiones en realidad no son necesariamente la respuesta a todas las preguntas que se establecen; en muchos de los casos serán la apertura a otras nuevas o simplemente la evidencia de la participación de los aspectos analizados en el fenómeno de la percepción [illegible] complejidad visual en el diseño y la ergonomía.

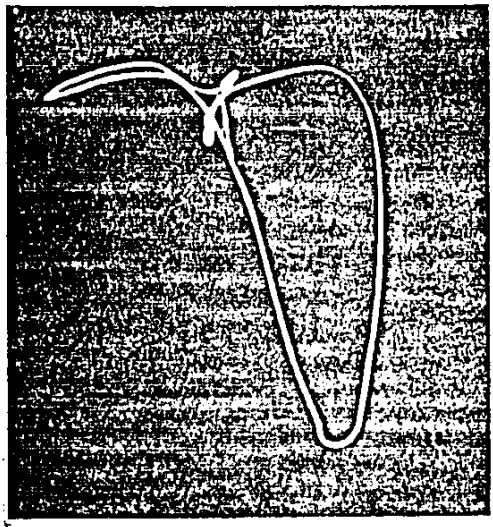
1.3 Referencias Bibliográficas

1. COVARRUBIAS, J.C. MERCADO, S.J.D. y MORSOME, Ch. 1985; Efectos de la complejidad percibida sobre la efectividad y las emociones. La enseñanza de la ergonomía en México, UNAM/México.
2. COVARRUBIAS, Javier. 1986; Complejidad y conducta en la arquitectura. modelo vol.1. UAM-Azcapotzalco.
3. COVARRUBIAS, Javier. 1986; Complejidad y conducta en la arquitectura. estudios vol.3. UAM-Azcapotzalco.
4. MOLES, Abraham. 1976; Teoría de la Información y percepción estética. 1e. Júcar/Sindéresis,1./Madrid.
5. PRIGOGINE, Ilya. 1983. ¿Tan solo una ilusión?,una exploración del caos al orden. 1e., Tusquets/Infimos, 111/Barcelona.
6. SCHRöDINGER, Erwin. 1984; ¿Qué es la vida? 2e., Tusquets/Infimos, 107/Barcelona.
7. WAGENSBERG, Jorge. 1985; Ideas sobre la complejidad del mundo. 1e., Tusquets/Superinfimos, 3./Barcelona.
8. ZINCHENKO, V. MUNIPOV, V. 1985; Fundamentos de Ergonomía. 1e., Progreso/URSS.

56. Frank B. Gilbreth: *Cronociclografía de un movimiento.* (Cortesía de Lillian M. Gilbreth.)



52. Frank B. Gilbreth: *Movimiento traducido en modelos de alambre, c.1912.* Gilbreth modeló el trayecto del movimiento en construcciones de alambre. El obrero, al poder ver sus propios gestos en representación espacio-tiempo, debía llegar a ser lo que Gilbreth llama "consciente del movimiento". (Cortesía de Lillian M. Gilbreth.)



54. Frank B. Gilbreth: *Movimiento perfecto. Modelo de alambre, c.1912.* (Cortesía de Lillian M. Gilbreth.)

Estudios de movimientos de determinadas tareas idealizados por F. Gilbreth en modelos. (tomados de S. Giedion, 1978).

2. ERGONOMiA y COMPLEJIDAD VISUAL

2.1 LA INTERACCION HOMBRE-TAREA-MEDIO AMBIENTE COMO UN SISTEMA DE INFORMACION

2.1.1 La Información

Ciertas consideraciones en los inicios de la ergonomía estaban limitadas a redundar en elementos de análisis de condiciones mecánicas o físicas, en las relaciones de los seres humanos con su ambiente; allí donde era la fuerza, la resistencia a la carga física de trabajo la que asumía el papel prioritario en las tareas. Poco a poco, con el desarrollo de la tecnología, esta relación se modifica hasta llegar a los momentos actuales en donde el ser humano es un ente que sustituido en sus cualidades de destreza y capacidades físicas por las máquinas, se interrelaciona con su medio a través de procesos cognoscitivos o informativos. Estas nuevas formas de relación hombre-tarea-medio ambiente, han evidenciado aspectos que: o se minimizaban o directamente pasaban desapercibidos, pero que de todas maneras son necesarios de ser estudiados. Estos nuevos factores de análisis se manifiestan cotidianamente en distintas formas de malestar laboral como son: la carga sicológica de trabajo, estrés, enfermedades sicosomáticas, aburrimiento, angustia, y, muchas otras relativas a procesos de actividad mental del operario; en las nuevas formas de relación con su medio y en la ejecución de tareas.

22

Es entonces cuando para la ergonomía y para el diseño es importante introducir el concepto de la información en el conocimiento de las tareas humanas, para entenderlas en su momento y ambiente y con ello intentar su mejoramiento. Considerando que el hombre al relacionarse con su entorno se comunica; esto es intercambia información y la genera, se puede entender como permanente la participación de éste concepto en la vida cotidiana. El hombre satisface vía la información, una de sus necesidades de relación: conocer cuanto acontece a su alrededor. Pero no solamente es una necesidad de relación sino que también es una necesidad de supervivencia, pues a través del conocimiento de aquello que acontece a su alrededor, se puede entender como actuar mejor. Las características específicas de cada medio condicionan las muy diversas formas de vida que existen y con ellas distintas formas de entenderlo y de relacionarse, de actuar y de organizarse.

Se puede advertir que existe una interacción hombre-medio ambiente a todo nivel, con una secuencia illimitada de tareas o actividades de distinta índole ejecutadas. Inclusive en los niveles de vida más simples o en las acciones más infimas o limitadas existe un mínimo de comunicación con el medio. Por ejemplo, el nivel de metabolismo basal: aquel estado que permite la vida del ser humano con el mínimo consumo de energía, y que, al mismo tiempo no deteriora ninguno de sus órganos, ni sus funciones; expresa que en esas condiciones existe intercambio no sólo de energía sino también de información como consecuencia de la primera. De todas maneras y aún en las peores condiciones presentadas tanto por el medio cuanto por el hombre existe un intercambio o un estado de participación mutua y permanente entre ellos.

En esa casi totalidad de intercambio entre hombre y medio ambiente está la información como su relación, la misma que no hace otra cosa más que comunicar distintas condiciones referidas a distintos niveles, estados o fenómenos tanto del mundo exterior como del mundo interior de cada ser. A partir de ella es como el hombre se estimula, o responde a un estado determinado de la realidad, y actúa. Al mismo tiempo el hombre conoce o aprende permanentemente sobre algo que hasta el momento le era desconocido, ubicándose mejor en el problema o utilizando aquello que pueda servirle para resolverlo en ese momento o en el futuro.

Otra de las características de la información es la capacidad de organización o de propiciar la misma, o lo que es lo mismo de definir a determinada realidad: natural o

23

artificial, grande o pequeña, dinámica o estática (bosque, manada, ciudad, fábrica, casa, automóvil), como sistemas con determinado grado de organización. A través de ella el ser humano lograría entender que es lo que acontece a su alrededor y de que manera se da su participación.

A continuación se presenta un concepto amplio de información, no aquel que lo relaciona solo con una cantidad, sino más bien aquel mediante el cual se pueda definir el de complejidad (que para el presente caso aparece como sinónimo), y mediante él su vinculación con la ergonomía y el diseño de la realidad organizada: «..la información no es un término puramente matemático, sino también filosófico, que no está enlazado solamente con la cantidad, sino también con la cualidad, las cuales por lo demás están en conexión. No es, pues, únicamente una medida de la organización, sino también la organización más enlazada con el principio de orden, es decir, lo organizado -en cuanto resultado, lo organizante en tanto que factor realizador-, y la organización en tanto que proceso. La información es, pues, la cualidad de la realidad material de estar organizada (lo que representa asimismo la cualidad de conservar ese estado organizado) y su capacidad de organizar, de clasificar un sistema, de crear (lo que constituye igualmente la capacidad de aumentar la organización).» (Jiri Zeman, 1977. s.XXI)

Como identifica Zeman a la información no es solamente la capacidad de un medio de ser o estar organizado sino también la capacidad de organizarse y crearse permanentemente. La información es la opción de mantener o buscar un equilibrio, «una homeostasis» entre el hombre y su medio, sobre todo en las condiciones de permanente cambio. La interacción HOMBRE no siempre es una relación equitativa, ya que debido a las condiciones que plantea la producción o directamente a aquellas condiciones de ambientes de trabajo, conformación de maquinaria o procesos de manufactura que impiden una relación más adecuada, o que, requieren de permanentes cambios. De todas maneras a través de la propia organización de la producción con aquellas capacidades del ser humano de organizarse o de poner orden en un sistema, se es tendiente una mejor y siempre creciente relación del hombre con su ambiente y con las condiciones de trabajo, mejorándolo esto es organizando o ampliando su organización.

Se puede entender [illegible] claramente una [illegible]ción entre la interacción HOMBRE con aquello que se [illegible] como un sistema de [illegible]ización; en donde se [illegible]

alternativa de descripción, de un mejor conocimiento o reconocimiento de un proceso, o una interacción estimulos-respuestas de la relación H<>T<>MA. De todas maneras en la teoría de la información se encuentran elementos muy similares a los que existen en la ergonomía o interrelación del sistema hombre-máquina en un proceso de trabajo. Estos elementos básicos son tres: fuente, canal y destino.

Fuente » Canal » Destino

« Retroalimentación «

Con estos tres elementos se puede hablar ya de comunicación entendiéndose que en el proceso mismo de ella deberá existir un código común tanto a fuente como a destino. Tanto el primero como el segundo van a constituirse fuente y destino indistintamente para cada proceso de interrelación, dependiendo de los distintos procesos o acciones que se establezcan para la ejecución de una tarea. Pero a pesar de que con estos elementos ya se puede establecer la comunicación no siempre los mensajes serán entendidos y es necesario aclarar que entre fuente y destino existen diversidad de códigos que no siempre se parecen, por ejemplo dos personas hablando en distinta lengua, debido a esto es necesario plantear que el canal de comunicación deberá verse reforzado por dos elementos el transmisor y el receptor que hacen las veces de codificador y decodificador de los mensajes transmitidos y los mensajes recibidos, según el siguiente esquema:

FUENTE DE » TRANSMISOR » CANAL » RECEPTOR » DESTINATARIO
INFORMACION

^ ^ ^ ^

mensaje transmitido — señal transmitida — señal recibida — mensaje recibido

RUIDO Y DISTORSION

25

En la relación Hombre-Tarea-Medio ambiente, se puede apreciar esquemáticamente los caminos que sigue la información en la ejecución de tareas. Cuando estas son bastante específicas y en donde la tarea que ejecuta el hombre u operador está muy bien definida y sobre todo limitada, se puede observar esta acción como un sistema cerrado en la instancia de operación. Los elementos que se usan para ejemplificar están referidos a una comunicación visual en los términos de una relación ergonómica, en la que actúan tanto hombre como máquina.

FUENTE DE INFORMACION	» TRANSMISOR	» CANAL	» RECEPTOR	» DESTINATARIO
máquina	controles	atmósfera	visión	hombre
^	^	^	^	
mensaje transmitido	señal transmitida	señal recibida	mensaje recibido	
código	luz	luz visible	código visual	

RUIDO Y DISTORSION
mensajes ininteligibles

Ahora bien en este sistema el elemento circulante es información, que como se explica anteriormente, transformada indistintamente de los estímulos es de diversa índole. Igualmente la información puede llegar directamente o indirectamente a través de alguna interfase donde los estímulos pueden ser reproducidos o codificados.

En este sistema establecido en la interacción entre hombre, medio ambiente y tarea se pueden conocer los elementos discretos conformadores de un repertorio de n elementos, n acciones, n [illegible], n operaciones, n máquinas, etc. diferenciables y [illegible] entre sí. Esta variedad presente en un sistema [illegible] a la medida de la cantidad de información o la cantidad de organización del mismo. Por ejemplo en el caso de una fotografía en blanco y negro que inicialmente tiene dos estados blanco total o negro total, la información [illegible] es la mínima posible [illegible] el [illegible] visual; en cambio a medida que [illegible] las opciones [illegible] grises entre el blanco y negro aumenta [illegible] información y se puede encontrar con un

26

mensaje más rico, más informativo (gráfica 2). En el presente caso, según la teoría matemática de la información puede transformarse en valores objetivos, de la manera como lo plantean Shanon y Weaver (1949) y Wiener (1948). Una vez conocidos los elementos conformadores del sistema se pueden transformarlos a procesos numéricos de lógica binaria, cuya explicación se intentará a continuación.

La unidad básica de información (no la única, pero aceptada como patrón) es el bit y consiste en la cantidad mínima de información que se puede obtener cuando una de dos alternativas o preguntas es contestada, tras de las cuales está la mejor opción para decidir u obtener una respuesta. A través de una formulación bastante simple se pueden generar opciones de lectura de ciertos parámetros algo confusos o complicados de decodificar o codificar. La fórmula básica para obtener la cantidad de información de un evento dado, donde se conocen sus elementos y son todos probables es:

$$I=\log_2 n \quad o$$
$$I=\log_2 n=3.322 \log_{10} n$$

n = número de alternativas o elementos posibles
log2 = logaritmo cuya base es 2
H = información en unidades binarias

En la gráfica 3 se presenta un esquema de lo que es una cadena de eventos, que según esta teoría todos son probables en la misma proporción siempre y cuando sean comparables, esto es están en el mismo plano o nivel de comparación, o sean entre sí relacionables. El sistema de cuantificación es binario por considerarla más simple, pues la opción para entender un evento o resolver un problema o contestar una pregunta es Sí o No, no se toman ni opciones intermedias ni otras diferentes, esto par es un bit.

Para ejemplificar y ampliar este concepto se utilizan varios ejemplos: el caso de una fuente de luz cuyas probabilidades en igualdad de condiciones son 2, aquella que presenta la fuente de luz encendida o aquella que la presenta apagada. Otro caso que pone en uso el ejemplo anterior es el de la telegrafía que quizás es la operación que dio origen a la teoría de la información, en ella los impulsos que deberán ser transmitidos se convierten a un código previamente establecidos de una combinación de espacios llenos y

espacios en blanco con los cuales se homologa un alfabeto haciendo factible la construcción de mensajes comprensibles tanto para el emisor como para el receptor.

Finalmente, y haciendo la analogía del mecanismo de transmisión de la información en máquinas con los seres vivos, se propone el de la descarga neuronal tipo todo o nada que corresponde a la elección simple en la determinación de un dígito en la escala binaria. La sinapsis en el sistema nervioso es un mecanismo que se usa para determinar si una combinación concreta de impulsos de salida -procedentes de un elemento precedente- van o no a actuar de estímulo adecuado para la descarga en el siguiente elemento de la secuencia nerviosa.

Ahora bien, cuando el número de elementos, acciones u objetos crece la información aumenta, el mensaje que tiene que procesar el receptor se complica y por tanto aumenta la dificultad para su comprensión. Paralelamente a este aumento de elementos en un mensaje, la certeza de que determinado mensaje sea entendido o no, disminuye. La cantidad de información establece la relación para determinar si un mensaje puede ser entendido correctamente, creando así una certidumbre respecto a dicho mensaje. La incertidumbre crece en el momento en que la posibilidad de información disminuye, por ejemplo el caso de un conductor en un vehículo que se enfrenta a distintas clases de maniobras en distintas vías:

- un autódromo cerrado en el que es el único que conduce,
- un crucero común y ortogonal en una calle de un barrio tranquilo de la ciudad,
- un crucero en la conjunción de tres o más vías importantes de la ciudad con alto flujo vehicular, o,
- una vía estrecha y muy sinuosa que atraviesa varios poblados de una zona montañosa.

Para cada uno de los casos la cantidad de información que incide sobre las reacciones del conductor van a ser distintas; el orden en que han sido colocados los ejemplos determinan una tendencia a aumentar el nivel de información que deberá procesar el conductor. Se llega a niveles máximos de incertidumbre por que es tanta la información que se debe procesar y tan inespecífica que se plantean muchas alternativas de decisión no siempre las mas adecuadas. En términos de probabilidades de que en uno de los ejemplos expuestos ocurra un percance aumentan conforme aumenta el grado de incertidumbre, las respuestas o reacciones ante cada

vez más casuales y por tanto cada v
errores también aumentan, los tiempo
también. Este ejemplo introduce en
elemento en el proceso de comunicaci

En el caso de que las condiciones d
intervienen en el sistema no sean i
equiprobables, la ocurrencia de un e
y exclusivamente de los casos posibl
dependerán de los casos probables d
eventos. Cuando la ocurrencia de
no son equiprobables, la informaci
sistema disminuye. La informaci
del evento más probable (más redun
posibilidades que tiene para aparec
probabilidades esa información tien
aumentando con ello la redundancia d

Al variar las condiciones del siste
en caso de equiprobabilidad del event
El cálculo se basa entonces en el d
ocurrencia o aparición de cada uno d
sistema, cuya sumatoria necesariamen
en éste caso es la misma que se plan
para el cálculo de la entropía, o
dificultad de generar información
variante está en el hecho que en lu
de desorden, se calcula el orden o i
considerándose al valor obtenido con
información o neg-entropía es igual
sumatorias del producto del logaritm
de ocurrencia de cada evento por el
probabilidad.

$$I = -\Sigma\ pi \log_2 pi$$

Para aclarar más esto se presenta u
capítulo, en donde a partir de un
una tarea se procesan los datos en l
planteado anteriormente. Igualmen
presenta una curva que relaciona la
evento con la información que de es
obtiene, como se manifestó anterior
novedoso es el evento emite más info
también puede ser usada como
se puede encontrar la cantidad de in
evento, sabiendo su probabilidad.(g

29

2.1.2 Hombre Procesador de Información.

En el mundo actual la información llega indistintamente a través de modelos: o bien en el texto de un libro, o en el panel de una máquina, o en los controles de un aparato, o en el ambiente circundante; a manera de imágenes visuales, táctiles, olfativas, etc. Estos sistemas de comunicación de la información tienen sus normas o reglas específicas a las que el hombre debe acceder, tratando que en la comprensión del evento corra el menor riesgo posible de perderse o de volverse inintelligible.

No siempre todo aquello que interviene en el proceso de la comunicación puede ser entendido, a pesar de que la información existe. Tal es el caso de los avances en la ciencia o en el arte, entre otras formas actuales, cuyos únicos interlocutores representan un grupo bastante reducido. Igual más se puede decir que la realidad no esconde ningún secreto, pero que sin embargo, no se aprehende completamente. Se detectan entonces dos factores importantes en las relaciones informacionales, a partir de las cuales se puede entender la categoría del mensaje:

- El nivel informativo, que puede darse tanto a instancias del emisor como a las del receptor y del mensaje, analizados como cantidad, calidad y tiempo de información. El nivel informacional más accesible para el ser humano será aquel que tenga un mensaje seleccionado con una cantidad o tiempo determinado para su comprensión.

  Esta información que todo ser humano escoge para emitirla o para recibirla, en un proceso de comunicación requiere de un tiempo determinado para su conocimiento, que se debe básicamente a la cantidad y cualidad de la información. Esta condición de selectividad es quizás una de las características más interesantes del ser humano; Broadbent (1983) manifiesta que en el proceso de comunicación el ser humano es selectivo y que en todo caso ese es un problema de sistema nervioso central y no de los órganos sensoriales, que han tenido que estructurarse de acuerdo a ello. Es así porque si el ser humano recibiera la misma cantidad de información que su contexto le ofrece, no podría asimilarla. Los rangos de información recibidos por el ser humano conforman una parte de la información existente en la realidad.

 30

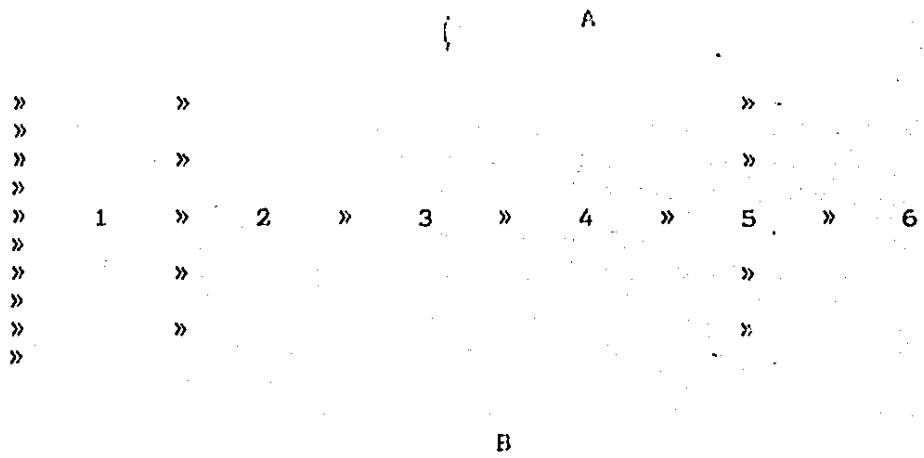
Zeman aclara algo más el nivel de información para el ser humano y de la mecánica que tienen otros factores: "El reflejo de la información está enlazado con la cuestion del tiempo y de la densidad de la información, y por lo tanto también con la cuestion de la redundancia. El proceso de adquisición de la información está enlazado con el tiempo. En toda situación particular es posible adquirir durante cierto tiempo sólo una cantidad máxima de información." (J.Zeman,1977.pag.203)

El canal de información, o de otra manera que mecanismos utiliza el ser humano tanto para descifrar una información como para transmitirla. Estos mecanismos son externos al hombre y sirven para tener un acercamiento más fidedigno de la realidad, sobre todo a aquella a la que no puede acceder directamente.

El desarrollo de la ciencia es al mismo tiempo el desarrollo de los instrumentos o canales con los que se posibilita comprender los fenómenos. Por ejemplo, la óptica sirve a la astronomía y a la biología y con ellas y por ellas tiene su desarrollo; al mismo tiempo que posibilita un acercamiento a la realidad ella mismo entiende mejor la realidad y se transforma. Igual acontece con la ergonomía que requiere ajustar sus canales para entender mejor la realidad, por ejemplo estudios de monitoreo en operarios que realizan su tarea.

Los canales de información se han especializado para servir al ser humano pero paralelamente se han desarrollado para conocer mejor la realidad. El piloto de avión actual tiene mejores posibilidades en la conducción por las características de su nave, que uno de los primeros pilotos que condujeron la primera nave. Las condiciones de operación para los dos son distintas; para el caso actual las naves son más complejas se maneja mayor información de la nave y de ella se puede controlar mejor a la misma, prácticamente todo el diagnóstico de ella lo tiene en cuestión de segundos. En el caso de las primeras naves estas resultan más elementales; la información sobre ella misma era muy limitada, el contacto del piloto con la nave era directo, la fiabilidad de sus órganos sensoriales era la que daba el diagnóstico de la condición de vuelo, igual acontece con el diagnóstico de las condiciones del clima (viento, temperatura, humedad, visibilidad, altitud).

Las características fisiológicas del ser humano le permiten convertirse o ser un procesador de información.
Inicialmente en la captación de estímulos a través de los órganos de percepción y posteriormente, en el procesamiento de la misma como función intelectiva superior. Para aclarar mejor este aspecto se presenta un esquema del sistema sensoriomotor humano según Broadbent (1.43) y modificado por Welford.



A Objeto externo
B Almacenamiento a largo plazo
1 Organos sensoriales
2 Percepción
3 Almacenamiento a corto plazo
4 Conversión de la percepción en acción: elección de la respuesta
5 Control de la respuesta
6 Efectores

En estos procesos continuos de captación de información se van aconteciendo sucesivamente unos circuitos como en el esquema que precede. El recorrido va desde los procesos de captación hasta el momento de respuesta. En este circuito se contemplan procesos internos como la percepción, transformación de los estímulos, almacenamiento del estímulo codificado, respuesta al estímulo, elección y ejecución, almacenamiento final a largo plazo y procesos de retroalimentación permanentes. Reiterándose nuevamente la utilidad del ser humano un circuito a procesador de información.

32

2.1.3 Capacidad de Canal Humana.

Se entiende por capacidad de canal humana, la condición que lo posibilita para establecer comunicación con el contexto, sin que para ello intervenga ningún instrumento de por medio. El ser humano puede conocer a partir de la información que el mismo puede captar. Se entiende por lo tanto que el hombre es un ser limitado, y que, en muchos casos estas limitaciones impositibilitarán un proceso de comunicación o de entendimiento del contexto y una mejor adaptación con el.

- ¿Cómo se podría determinar la información que puede ser procesada y comprendida por el ser humano, sin que sobrepase o afecte las cualidades de éste?

- ¿De qué manera podemos identificar las tareas como factibles de ser analizadas a través de la teoría de la información?

Algunos autores mencionan que el hombre se comunica con el entorno y que en ese intercambio lo que ha habido es un intercambio energético. (Fitts y Posner,1973. Forgus,1982. Broadbent,1958. Moles,1971). Este intercambio, en todas esas formas de contacto energético, está limitada a los órganos sensoriales por un lado y por otro a las diferentes formas de procesar; esto es de codificar y decodificar la información hasta que sea comprensible al ser humano. Esto es, lo que se conoce como capacidad de canal humana y que se refiere a la capacidad (cualitativa,cuantitativa y temporal) que tiene el hombre para recibir estímulos, procesarlos, utilizarlos, almacenarlos, etc. en circunstancias y momentos determinados.

Para entender las capacidades de cada uno de los procesos de adquisición de información ha sido necesario establecer parámetros dimensionales a través de pruebas experimentales. Con estos parámetros se ha logrado las posibilidades que presenta el ser humano en el contexto de aprehender del medio.

Para cada uno de los procesos conocidos en la percepción y procesamiento de información existen formas de expresarlos, como unidades físicas de [illegible] de percepción, ya sea por ej.: [illegible], brillo, luminosidad, nivel sonoro de intensidad, etc..

33

Las formas de conseguir las evidencias de la capacidad de canal humana, han sido valoradas experimentalmente y a través de discriminaciones, en algunos de los casos subjetivas por no existir al momento de la medición una evidencia fisiológica o de otro tipo que la sustente. Estas pueden ser de dos clases aquellas que se hacen bajo una distinción comparativa, esto es que a partir de presentar dos estímulos simultáneamente al experimentado establezca una diferencia se la llama **Juicio Relativo**, en cambio aquella cuya detección tiene que darse única y exclusivamente a partir de un estímulo se la llama **Juicio Absoluto**. De la misma manera los estímulos pueden clasificarse como **unidimensionales** y **multidimensionales** según el estímulo integre una o varias dimensiones sensoriales.

En los estudios de ergonomía, sobre todo aquellos que posibilitan la experimentación con seres humanos, estos aspectos presentan mayor importancia de ser analizados y sobre todo usados en las instancias de interrelación hombre-tarea-medio ambiente. Con estas evaluaciones se obtienen datos fiables y concretos sobre la capacidad humana en las instancias de comunicación con su medio. Es decir aquellas capacidades perceptuales, sobre todo en los actuales momentos, donde la mayor cantidad de tareas que el hombre debe realizar están dirigidas al procesamiento de información, provenientes de distintos sistemas de procesamiento o control. Estos sistemas son las máquinas que por lo general traen información muy especializada, difícil de ser entendida indistintamente por cualquier operador. Estas máquinas difieren de las condiciones de percepción humana de información, tanto en la forma de presentación como en la cantidad que deben procesar en un tiempo también muy distinto al que precisa el ser humano.

La capacidad del ser humano de distinguir a partir de juicios absolutos es muy limitada y se encuentra según algunos análisis entre límites de 4 a 7 o 10 elementos diferenciables que en bits son de 2 a 3. Miller utiliza la sentencia de "número mágico 7 ± 2" lo que es lo mismo 2.8 bits, para ubicar el nivel de capacidad o de información más acorde por el hombre en donde el tiene mayores opciones de discriminar. Se presentan a continuación ciertos ejemplos de la capacidad de canal tomados de Ernest J. McCormick (1970) y Zeman (1983), realizados de experimentos con varios valores:

34

Dimensiones del estímulo	# medio de discriminaciones	# de bits
Tonos puros	. 5	2.3
Sonoridad	4 - 5	2.0 - 2.3
Dimensión de los objetos vistos	5 - 7	2.3 - 2.8
Brillo	3 - 5	1.7 - 2.3

Capacidad de los receptores

Organo	Número de receptores	Número de vías nerviosas	Capacid l informacional
Vista	2x10+8	2x10+6	3x10+6 bits/s
Oido	3x10+4	2x10+4	3.5x10+4 bits/s
Gusto	10+7	2.10+2	
Olfato	10+7	2x10+3	
Presión	5x10+5	10+6	
Dolor	3x10+6	10+6	
Calor	10+4	10+6	
Frio	10+5	10+6	

Flujo informacional en una tarea humana

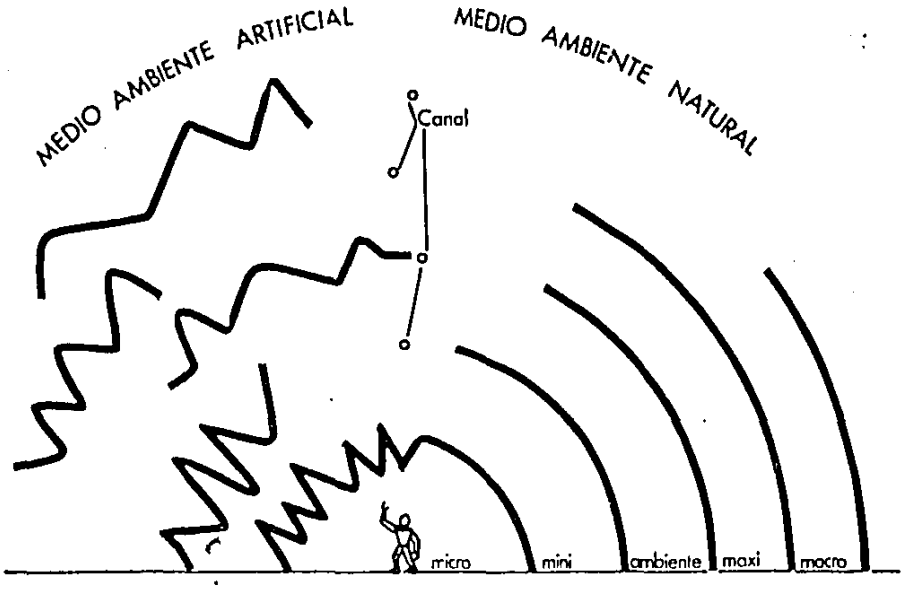
Actividad	Capacidad
Leer	18 - 45 bits/seg.
Escribir en máquina	16 bits/seg.
Tocar el piano	23 bits/seg.
Con[illegible]	12 bits/seg.

En estos ejemplos se advierte que, una dimensión importante en la co[illegible] es el conocimiento de la cantidad de información [illegible] que debe tener el medio ambiente o la tarea, para [illegible] al hombre. Los datos de las tablas [illegible] al presentar datos de ciertos límites

en la capacidad del ser humano en el procesamiento de información. Como se plantea existen zonas ininteligibles para el ser humano a menos que para ello:

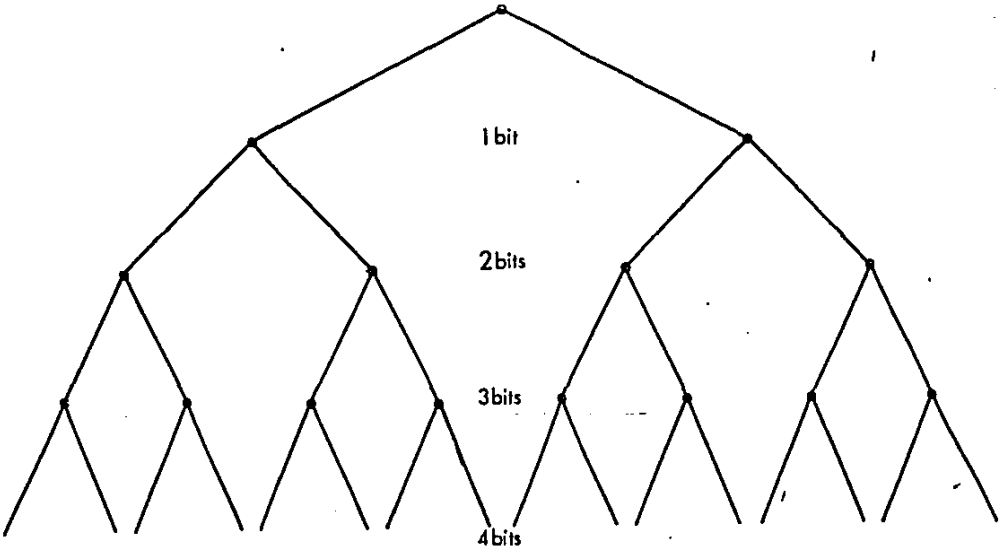
- se simplifique el contenido total del mensaje, esto es se generen códigos, y,
- exista disminución de la cantidad de información o pérdida de la misma.

Son dos condiciones a las que el hombre se enfrenta ante su limitada capacidad, que usa su cualidad de comunicación solamente con una parte de la realidad.



GRAFICA 1

Las relaciones del hombre con su medio ambiente (natural o artificial) dependen de la escala de relación en la que se encuentre. A medida que la escala crece el hombre requiere de mejores canales para su comprensión. La necesidad de entender al medio ambiente posibilita mejorar las tareas que el hombre ejecuta ahí.



GRAFICA 2

El camino de la información en el sistema binario puede semejarse a un árbol que va ramificándose siempre en dos posibilidades.

GRAFICA 3

Ejemplo de la cantidad de información que puede obtenerse al variar solamente una de los factores que posibilitan la definición de una fotografía. Se presenta el rostro de Clara Porset, que a partir de un procesador de imagen ha sido factible adecuar la cantidad de información que se puede emitir. La secuencia va de la opción 1 blanco o negro, hasta aquella que presenta 6 posibilidades de grises entre blanco y negro, siendo ésta última más informativa que la primera.

ANALISIS INFORMACIONAL DE TAREAS A PARTIR DE ELEMENTOS VISUALES DE LA MISMA

Estudio de caso.

Se presenta como ejemplo el siguiente análisis informacional de una tarea ejecutada que servirá básicamente para:

- intentar medir a partir de la teoría matemática de la información una tarea cualquiera que esta sea, a través de su mensaje emitido.
- encontrar una relación entre la tarea ejecutada y el mensaje visual de la misma.
- posibilitar una forma de acceso al conocimiento de la tarea encontrando diferencias entre cada una de ellas.

Se escogió como ejemplo para ser analizado las tareas que tiene que ejecutar un gimnasta al realizar una rutina. Dentro de las pruebas de los juegos o competencias deportivos, esta prueba se integra en el grupo de las denominadas de apreciación. Otras de las pruebas que se conocen son: las de 'marcas y tiempos' y, las de 'exhibición'. Las pruebas de apreciación incluyen a todos aquellos deportes en donde la ejecución del atleta o equipo depende del criterio y apreciación de un juez o grupo de jueces, que otorgan una calificación o puntuación basada en parámetros de dificultad y perfección previamente establecidos, sin tomar en consideración unidades de medida, ya que dicha ejecución no se presta para ello. (Subsecretaría del Deporte SEP, 1984, 22). Ya que el juez o jueces deben leer y calificar inmediatamente una tarea ejecutada por un gimnasta, se la considera válida para el análisis de complejidad visual.

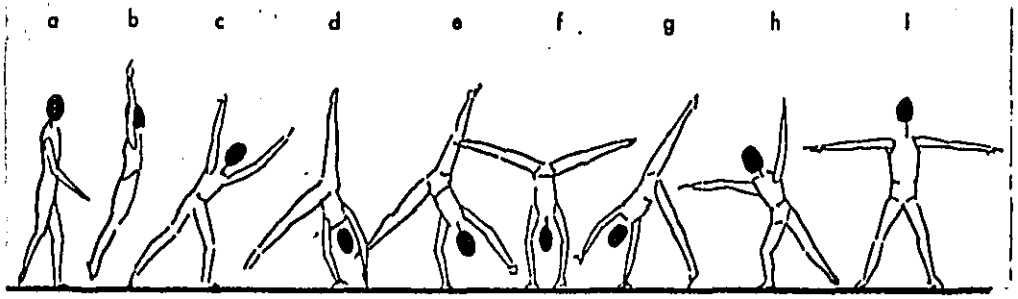
La gimnasia por otro lado, es una disciplina física que requiere de mucho trabajo sobre todo en el campo de las aptitudes físicas y del mejoramiento de la expresión corporal, por lo que cada vez se perfecciona y se amplían sus posibilidades. Esto hace pensar que son actividades que se encuentran en el límite de las capacidades humanas, tanto en el momento en el que el gimnasta ejecuta, como en el hecho de que un juez o espectador debe realizar una lectura de ella. Puede en este sentido compararse a esta tarea física con otras como el caso del teatro, el cine, la danza; en donde la expresión visual recibida por el espectador es tan importante como aquella emitida a través de gestos muy estudiados. Ambas formas tratan de identificarse tratando permanentemente de ser lo más parecidas.

En el desarrollo del análisis informacional, se presenta la comparación de las evaluaciones preestablecidas de tareas ejecutadas por el gimnasta al integrar las acciones en una rutina conocida con los datos obtenidos al analizar a través de la teoría matemática de la información aquello que es factible percibir tanto por jueces como por el público especializado. Los datos referidos a los actos que conforman las tareas se establecieron en base a la experiencia de varios jueces de la especialidad. El ejemplo es un primer intento de acercamiento y no se considera definitivo, por tanto la relación que se plantea entre una y otra evaluación pueden sufrir modificaciones a futuro.

ANALISIS INFORMACIONAL DE TAREAS A PARTIR DE ELEMENTOS VISUALES DE LA MISMA
-COMPARACION ENTRE LA VALORACION EN COMPETENCIA Y SU COMPLEJIDAD PERCIBIDA-

EJERCICIOS EN EL PISO A MANOS LIBRES DE GIMNASIA.
Parte II

Gráfica

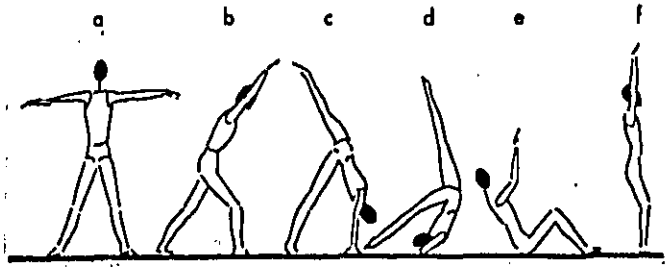


Calculo

			p	-plog2p
número de supersignos = 9	pa	= 1/9	0.11	0.3522
numero de piezas = 9	pb	= 1/9	0.11	0.3522
	pc	= 1/9	0.11	0.3522
Imáx = 3.17	pd	= 1/9	0.11	0.3522
Imáx = 3.17	pe	= 1/9	0.11	0.3522
	pf	= 1/9	0.11	0.3522
R = 0%	pg	= 1/9	0.11	0.3522
	ph	= 1/9	0.11	0.3522
La tarea es compleja,	pi	= 1/9	0.11	0.3522
el mensaje es DIONISIACO				
>2.585bits <5bits	I	=	1.0	3.17 bits/seg

EJERCICIOS EN EL PISO A MANOS LIBRES DE GIMNASIA.
Parte III

Gráfica



Calculo

			p	-plog2
número de supersignos = 6	pa	= 1/6	0.167	1.4305
número de piezas = 6	pb	= 1/6	0.167	1.4305
	pc	= 1/6	0.167	1.4305
Imáx = 2.585	pd	= 1/6	0.167	1.4305
Itot = 2.585	pe	= 1/6	0.167	1.4305
	pf	= 1/6	0.167	1.4305
R= 0%				
La tarea visual es simple.	I	=	1.0	2.585
el mensaje es APOLINEO				
>0.3712 bits <2.585bits				

ANALISIS INFORMACIONAL DE TAREAS A PARTIR DE ELEMENTOS VISUALES DE LA MISMA
-COMPARACION ENTRE LA VALORACION EN COMPETENCIA Y SU COMPLEJIDAD PERCIBIDA

EJERCICIOS EN EL PISO A MANOS LIBRES DE GIMNASIA.

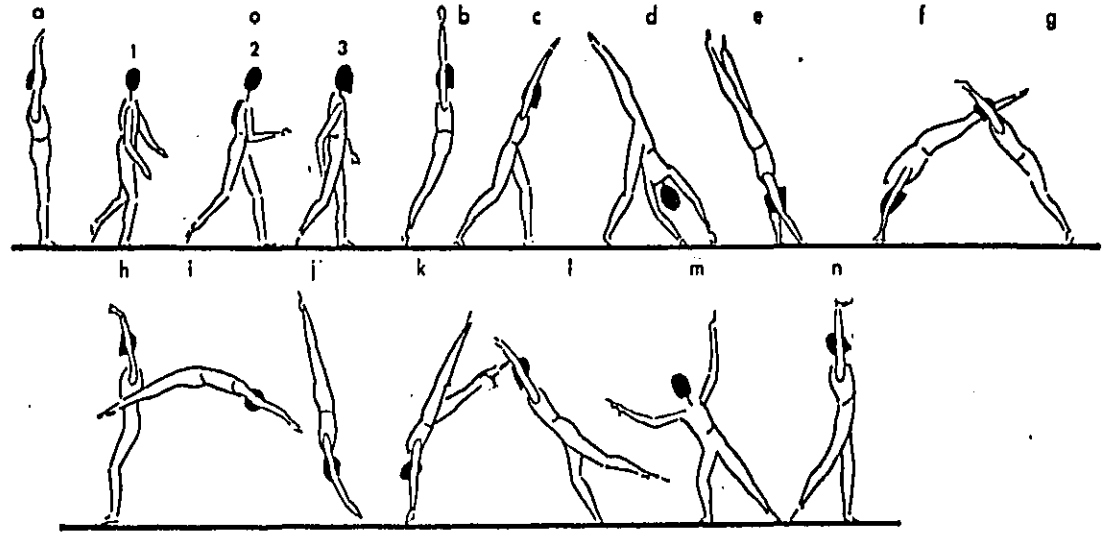
PARTE #	DESCRIPCION	VALOR EN COMPETENCIA	INFORMACION bits/seg
I	De la posición de firmes en la esquina A y mirando a la esquina C, elevar los brazos y carrera de 2 a 3 pasos redondilla resorte atrás a un pie ejecutando ½ giro.	1.5	3.8077
II	Rueda lateral saltada.	1.0	3.17
III	½ de giro pasando la pierna detras al frente, brazos laterales rodada al frente, vertical brazos arriba.	0.5	2.3219
IV	Salto vertical con ½ de giro para cambiar de direccion de C-D brazos arriba.	0.3	1.585
V	Rodada atras a vertical de manos.	0.7	2.801
VI	Bajar un pie para realizar ½ de giro y realizar rueda lateral izquierda.	0.7	2.801
VII	Movimiento circular de los brazos y pasando la pierna de atras al frente y realizar rueda lateral derecha.	0.7	3.0
VIII	Arabesco lateral 2 segs. (viendo hacia adentro del area)	0.7	(2.8011 1.0
IX	Vertical de manos pasajera y rodar al frente a la posición de piernas separadas brazos al frente, pegando el pecho al piso (Desp. Desq. Squat).	1.2	(3.61 2.0
X	Cerrar piernas y subir brazos. Bajar brazos apoyando las manos en el piso y extender brazos y cuerpo en apoyo dorsal y realizar ½ giro al apoyo facial para muellar y, abrir las piernas a los brazos realizando ½ de giro. Quedar viendo a la direccion B.	0.5	2.3219
XI	De la posición de pie carrera de 2 o 3 pasos, redondilla, mortal atrás	2.0	3.9052

ANALISIS INFORMACIONAL DE TAREAS A PARTIR DE ELEMENTOS VISUALES DE LA MISMA
-COMPARACION ENTRE LA VALORACION EN COMPETENCIA Y SU COMPLEJIDAD PERCIBIDA-

EJERCICIOS EN EL PISO A MANOS LIBRES DE GIMNASIA.

Parte I

Gráfica



Calculo

número de supersignos =14
numero de piezas =17

Imax log2 17= 4.08747 bits
Itotal = 3.8077 bits
P = 3.8077-1.8077 / 3.8077 = 7.258

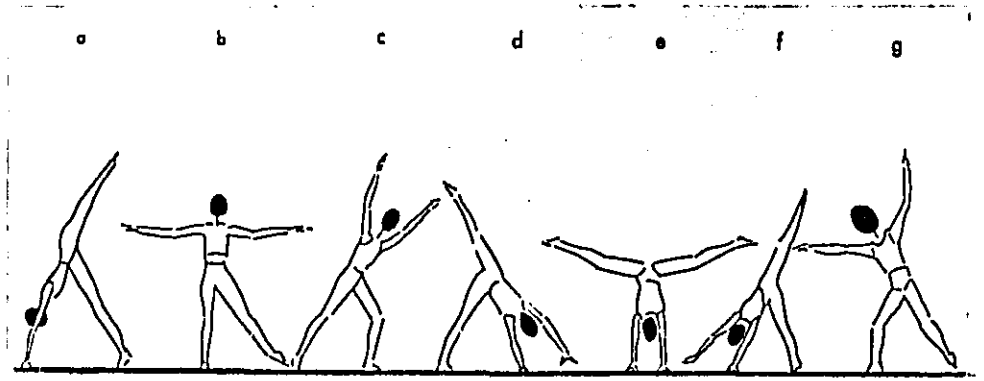
La tarea es compleja.
el mensaje es DIONISIACO
(2.585bits (5bits

			p	plog2p
pa	=	1/17	0.0588	0.24045
pb	=	1/17	0.0588	0.24045
pc	=	1/17	0.0588	0.24045
pd	=	1/17	0.0588	0.24045
pe	=	1/17	0.0588	0.24045
pf	=	1/17	0.0588	0.24045
pg	=	1/17	0.0588	0.24045
ph	=	1/17	0.0588	0.24045
pi	=	1/17	0.0588	0.24045
pj	=	1/17	0.0588	0.24045
pk	=	1/17	0.0588	0.24045
pl	=	1/17	0.0588	0.24045
pm	=	1/17	0.0588	0.24045
pn	=	1/17	0.0588	0.24045
po	=	3/17	0.1765	0.4413
I	=		1.0	3.8077 bits/seg

ANALISIS INFORMACIONAL DE TAREAS A PARTIR DE ELEMENTOS VISUALES DE LA MISMA
-COMPARACION ENTRE LA VALORACION EN COMPETENCIA Y SU COMPLEJIDAD PERCIBIDA

EJERCICIOS EN EL PISO A MANOS LIBRES DE GIMNASIA.
Parte VI

Grafica



Calculo

numero de supersignos = 7
numero de piezas = 7

Imax = 2.801
Itot = 2.801

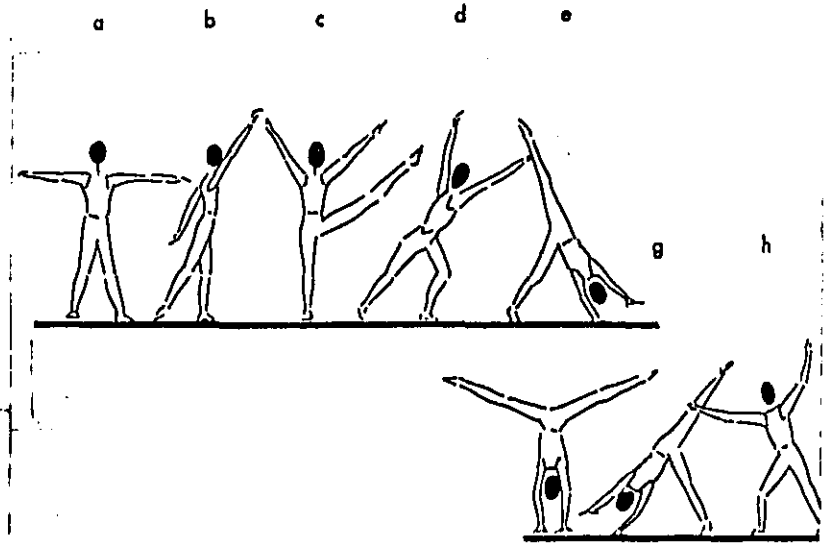
R = 0%

La tarea es compleja.
el mensaje es DIONISIACO
>2.585bits <5bits

			p	-plog2p
pa	=	1/7	0.1429	0.4
pb	=	1/7	0.1429	0.4
pc	=	1/7	0.1429	0.4
pd	=	1/7	0.1429	0.4
pe	=	1/7	0.1429	0.4
pf	=	1/7	0.1429	0.4
pg	=	1/7	0.1429	0.4
I	=		1.0	2.801 bits/seg

EJERCICIOS EN EL PISO A MANOS LIBRES DE GIMNASIA.
Parte VII

Gráfica



Calculo

numero de supersignos = 8
numero de piezas = 8

Imax = 3.00
Itot = 3.00

R = 0%

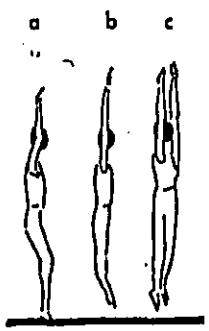
La tarea es compleja.
el mensaje es DIONISIACO
>2.585bits <5bits

			p	-plog2p
pa	=	1/8	0.125	0.375
pb	=	1/8	0.125	0.375
pc	=	1/8	0.125	0.375
pd	=	1/8	0.125	0.375
pe	=	1/8	0.125	0.375
pf	=	1/8	0.125	0.375
pg	=	1/8	0.125	0.375
ph	=	1/8	0.125	0.375
I	=		1.0	3.00 bits

ANALISIS INFORMACIONAL DE TAREAS A PARTIR DE ELEMENTOS VISUALES DE LA MISMA
-COMPARACION ENTRE LA VALORACION EN COMPETENCIA Y SU COMPLEJIDAD PERCIBIDA

EJERCICIOS EN EL PISO A MANOS LIBRES DE GIMNASIA.
Parte IV

Gráfica



Cálculo

numero de supersignos = 3
numero de piezas = 3

Imáx = 1.585
Itot = 1.585

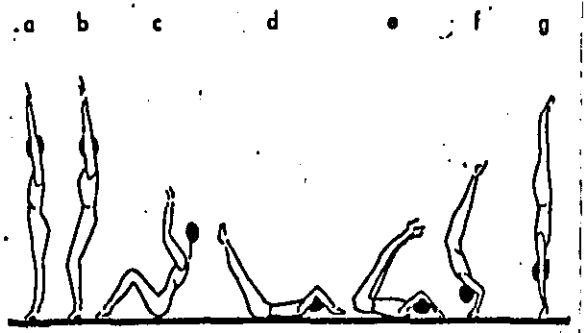
R = 0%

		p	-plog2p
pa	= 1/3	0.333	0.5283
pb	= 1/3	0.333	0.5283
pc	= 1/3	0.333	0.5283
I	=	1.0	1.585 bits/seg

La tarea es simple,
el mensaje es APOLINEO
>0.3712 bits <2.585 bits

EJERCICIOS EN EL PISO A MANOS LIBRES DE GIMNASIA.
Parte V

Gráfica



Cálculo

número de supersignos = 7
número de piezas = 7

Imáx = 2.801
Itot = 2.801

R = 0%

		p	-plog2p
pa	= 1/7	0.1429	[illegible]
pb	= 1/7	0.1429	[illegible]
pc	= 1/7	0.1429	[illegible]
pd	= 1/7	0.1429	[illegible]
pe	= 1/7	0.1429	[illegible]
pf	= 1/7	0.1429	[illegible]
pg	= 1/7	0.1429	[illegible]
I	=	1.[illegible]	2.801 bits

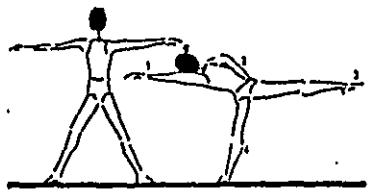
La tarea es compleja,
el mensaje es DIONISIACO
>2.585bits <5bits

ANALISIS INFORMACIONAL DE TAREAS A PARTIR DE ELEMENTOS VISUALES DE LA MISMA
-COMPARACION ENTRE LA VALORACION EN COMPETENCIA Y SU COMPLEJIDAD PERCIBIDA

EJERCICIOS EN EL PISO A MANOS LIBRES DE GIMNASIA.
Parte VIII

Grafica

a b



Calculo

numero de supersignos = 2
numero de piezas = 2
Imax = 1.0 pins
Itot = 1.0 pins
La tarea visual es simple.
el mensaje es APOLINEO

		p	-plog2p
pa	= 1/2	0.5	0.5
pb	= 1/2	0.5	0.5
I	=	1.0	1.0 bits/seg

Informacion decodificada en la evaluacion de los jueces.

numero de signos = 7
numero de piezas = 7

Imax = 2.801
Itot = 2.801

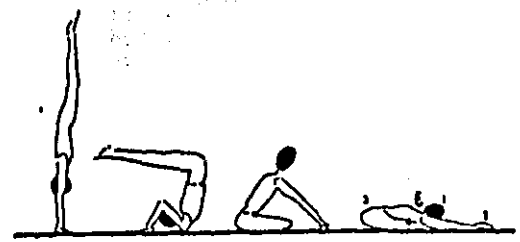
R = 0%
La tarea visual es compleja.
el mensaje es DIONISIACO
>2.585bits (5bits

		p	-plog2p
pa	= 1/7	0.1428	0.4
pb1	= 1/7	0.1428	0.4
pb2	= 1/7	0.1428	0.4
pb3	= 1/7	0.1428	0.4
pb4	= 1/7	0.1428	0.4
pb5	= 1/7	0.1428	0.4
pb6	= 1/7	0.1428	0.4
I	=	1.0	2.801 bits/seg

EJERCICIOS EN EL PISO A MANOS LIBRES DE GIMNASIA.
Parte IX

Grafica

a b c d



Calculo

numero de supersignos = 4
numero de piezas = 4

Imax = 2.0 bits
Itot = 2.0 bits

La tarea visual es simple.
el mensaje es APOLINEO

		p	-plog2p
pa	= 1/4	0.25	0.5
pb	= 1/4	0.25	0.5
pc	= 1/4	0.25	0.5
pd	= 1/4	0.25	0.5
I	=	1.0	2.0 bits/

Informacion decodificada en la evaluacion de los jueces.

numero de signos = 8
numero de piezas = 8

Imax = 3.0
Itot = 3.0

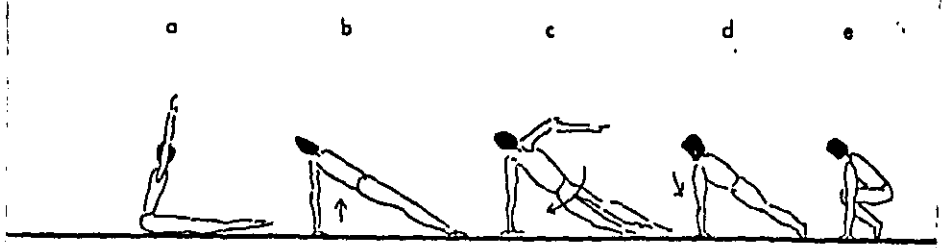
R = 0%
La tarea visual es compleja.
el mensaje es DIONISIACO
>2.585bits (5bits

		p	-plogi
pa	= 1/8	0.125	0.375
pb	= 1/8	0.125	0.375
pc	= 1/8	0.125	0.375
pd1	= 1/8	0.125	0.375
pd2	= 1/8	0.125	0.375
pd3	= 1/8	0.125	0.375
pd4	= 1/8	0.125	0.375
pd5	= 1/8	0.125	0.375
I	=	1.0	2.80: bits/seg

ANALISIS INFORMACIONAL DE TAREAS A PARTIR DE ELEMENTOS VISUALES DE LA MISMA
-COMPARACION ENTRE LA VALORACION EN COMPETENCIA Y SU COMPLEJIDAD PERCIBIDA

EJERCICIOS EN EL PISO A MANOS LIBRES DE GIMNASIA.
Parte X

Grafica



Calculo

numero de supersignos = 5
numero de piezas = 5

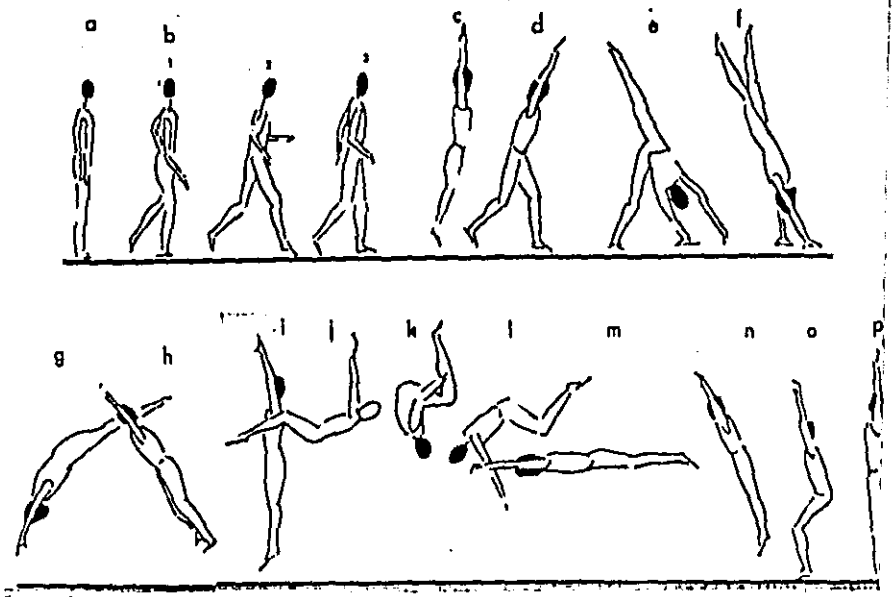
Imax = 2.322
Itot = 2.322
R = 0%

La tarea visual es simple.
el mensaje es APOLINEO
>0.3712 bits <2.585bits

		p	plog2p
pa	= 1/5	0.2	0.4644
pb	= 1/5	0.2	0.4644
pc	= 1/5	0.2	0.4644
pd	= 1/5	0.2	0.4644
pe	= 1/5	0.2	0.4644
I	=	1.0	2.322 bits

EJERCICIOS EN EL PISO A MANOS LIBRES DE GIMNASIA.
Parte XI

Grafica



Calculo

numero de supersignos =14
numero de piezas =18

Imax log2 18= 4.17 bits
Itotal = 3.9062 bits
R = (4.17-3.9062) / 3.9062 = 6.75%

La tarea es compleja.
el mensaje es DIONISIACO
>2.585bits <5bits

			plog2p
pa	= 1/18	0.0556	0.2317
pb	= 3/17	0.1667	0.2318
pc	= 1/17	0.0556	0.2317
pd	= 1/17	0.0556	0.2317
pe	= 1/17	0.0556	0.2317
pf	= 1/17	0.0556	0.2317
pg	= 1/17	0.0556	0.2317
ph	= 1/17	0.0556	0.2317
pi	= 1/17	0.0556	0.2317
pj	= 1/17	0.0556	0.2317
pk	= 1/17	0.0556	0.2317
pl	= 1/17	0.0556	0.2317
pm	= 1/17	0.0556	0.2317
pn	= 1/17	0.0556	0.2317
po	= 1/18	0.0556	0.2317
I	=	1.0	3.9062

2.2 ALGUNAS FORMAS DE EVALUACION EN LA RELACION HOMBRE-TAREA-MEDIO AMBIENTE

En la introducción se comentó algo respecto a la necesidad de establecer mecanismos de evaluación que se ajusten a la interrelación Hombre-tarea-medio ambiente. Se trata de involucrar simultáneamente a los factores que conforman este sistema, y adicionalmente encontrar un vínculo más formal con el diseño. No se trata de evaluar una adaptación forzada del hombre al ambiente de trabajo, y mucho menos, a la máquina en operación a través de una tarea. Tampoco se intenta en la evaluación generar el mecanismo que, mejorando las máquinas y utilizando todo el potencial de las cualidades humanas, se refleje única y exclusivamente en un aumento de la producción, descuidando aquellos valores -por mínimos que sean- del ser humano. La intención del presente estudio es entender otras variables que intervienen en la relación HOMBRE-TAREA y que puedan servir no sólo para entenderla mejor sino también para proponer soluciones.

Al recurrir a estudios anteriores sobre trabajo humano se encuentran datos que establecen parámetros independientes de la interrelación que se busca. Por un lado vienen los datos del ser humano o del representante promedio de un grupo humano, con sus características por lo general físicas e incompletas. El otro dato: la máquina, descifrada como una suma de elementos en cada uno de los cuales debe existir un problema específico por resolver. [illegible] aspectos referidos a situaciones físicas generalmente de tamaño, de visibilidad, de alcance, de esfuerzo, de movilidad, etc.

46

Uno de los objetivos de la ergonomía es el de establecer los nexos entre las distintas formas de evaluación del ser humano, de su ambiente y de su desempeño en él, intentando con ello relacionar de la mejor manera los datos obtenidos y unificando criterios de solución.

Una y otra instancia del proceso de ejecución de una tarea (hombre-máquina) son presentados polarizadamente. Si bien existen diferencias entre el hombre y la máquina se trata de establecer el mejor momento de unión entre estos dos factores; generando un tercero con mejores opciones, tanto para los actuantes como para los posibles beneficios de esta interrelación. Para el presente caso y ya que el estudio no pretende ser de ninguna manera metodológico, se plantea la relación ergonómica como un sistema que lo componen tres aspectos importantes cuyos análisis independientes son diferentes pero que se intentan correlacionar a futuro:

- El Hombre
- La Tarea
- El Medio Ambiente

Estos tres aspectos están estrechamente interrelacionados y la conjunción de ellos es la que da forma a una máquina, un puesto de trabajo, un ambiente de trabajo, un operario, un especialista, un técnico, un grupo de trabajo, etc. El estudio de estos aspectos que intentan ser vistos sistémicamente es inter y multidisciplinario, que de ninguna manera en el caso de la ergonomía aisla los aspectos y los analiza por separado. Cada uno de estos aspectos es por si solo analizado rigurosamente por distintas disciplinas, de las que la ergonomía toma aquello que permita una comunicación con cada uno de los factores.

En este estudio se propone el uso de la complejidad, cuya dimensión es la cantidad de información, para establecer los nexos entre cada uno de los factores del sistema planteado. Si bien en un inicio esta relación se presenta a un nivel netamente clasificatorio o tipológico, referido tanto a tareas como a medio ambientes, es a partir de ella como se puede explicar su organización, su estructura, su función y su flujo. Se considera primordial el encontrar una relación de causa-efecto que producen las tareas y los ambientes sobre el ser humano.

Al intentar evaluar por medio de la complejidad ciertos aspectos relacionados con la ergonomía como son: las tareas o los ambientes de trabajo, se parte del hecho que en ningún caso cualquiera de los dos aspectos son estáticos sino más bien dinámicos y cambiantes. Los efectos sobre el hombre (también cambiante), se deben considerar como algo aleatorio en donde cualquier posible modificación o alteración en las relaciones de los tres factores, transformar al sistema en su totalidad. El factor tiempo en estas relaciones es fundamental, y su consideración debe ser permanente, en todas aquellas posibles formas de evaluación que impliquen uso u operación. La apreciación de un momento puede ser vista en el futuro de otra manera, los cambios producidos en el sistema no siempre podrán ser analizados o evaluados, pero de todas maneras requerirán ajustes.

Como un análisis complementario en este capítulo se presenta un estudio corto sobre percepción visual. Este análisis de visión parte de ciertos elementos de neurofisiología y se explican a través de la complejidad. No intenta ser un estudio acabado, sino más bien un referenciamiento en el que se pueden encontrar bases para explicar ciertos efectos de ciertos estímulos ópticos en el comportamiento humano. Se analizan aquellas relaciones en las que la percepción visual cumple un papel importante en la detección o reconocimiento de determinados estímulos; a través de ellas se entenderán mejor cuales son las posibilidades del modelo de análisis.

2.2.1 EL HOMBRE.

Se podría considerar -como en estudios anteriores se lo ha hecho- al hombre como un ente analizable a partir de tres aspectos diferentes: Físico-biológicos, Sicológicos y Socio-culturales. Estos tres aspectos dan una idea global de lo que el ser humano es, cada forma de visión del ser humano tiene sus particularidades y los resultados que se obtienen no son establecidos a partir de los mismos mecanismos.

a. En el primer caso, cuando se habla del ser humano como un ente Físico-Biológico, la información que esta visión proporciona está orientada a expresar situaciones de [illegible] funcionales y de movimiento. El interés de este estudio no se enfoca al desarrollo de esta aspecto, más bien intenta encontrar relaciones o traducciones de estudios existentes

con aquellos criterios que sobre complejidad se manejan. Los datos que se obtienen de estos estudios son básicamente los que se proponen en estos tres grupos:

Físicos

- estaturas (total y parciales)
- anchos (totales y parciales)
- forma
- superficie corporal (total y parciales)
- masa corporal (total y parciales)
- composición corporal
- centros de gravedad (total y parciales)
- simetría y ángulos formados por las articulaciones
- edad
- peso (total y parciales)

Funcionales

- alcances
- zonas de confort u óptimas
- esfuerzo
- flexibilidad corporal
- capacidad aeróbica
- capacidad anaeróbica
- estabilidad en base a equilibrio
- ritmo y presión cardiaca
- capacidad perceptual
- implantación
- dextricidad

De movimiento

- tiempos de reacción
- eficiencia
- número de errores
- respuesta a carga física de trabajo o de fuerza (en conjunto o parciales)
- tensión
- biomecánica
- actividad o trabajo ejercitado

b. Los aspectos psicológicos se establecen a partir de métodos experimentales, clínicos y matemáticos. Estos definen el perfil del [illegible] en relación a sus distintos [illegible] las que [illegible] en general muy variados. Los resultados en estas pruebas

son en su mayoría subjetivos y de manejo muy delicado, por lo que no se han podido establecer todavía parámetros que definan claramente un estado o situación determinada.

Muchos de los estudios en Sicología son experimentales intentando por ejemplo, encontrar una mejor relación del ser humano con sus ambientes y con las tareas que ejecuta. Una de sus funciones es interpretar -en base a análisis de conducta- cuales son las condiciones a las que se enfrenta el ser humano. Para el presente caso, los estudios de interés están vinculados a la conformación de ambientes o a la determinación de tareas. Este análisis es importante ante la evidencia de ambientes cada vez más complejos, no solo por la cantidad de elementos nuevos que aparecen sino también, por la diversidad de tareas que se multiplican. Adicionalmente los constantes cambios en la conformación del medio sobre todo en la época actual son elementos que determinan igualmente cambios de comportamiento en el ser humano, quien requiere de nuevos y sucesivos aprendizajes para mejorar su eficiencia a través de un mejor conocimiento y entendimiento del medio.

En el caso del aspecto sicológico es frecuente su uso como una herramienta del conocimiento ergonómico, más no, del ámbito del diseño, a pesar de que áreas sicológicas como la industrial o la ambiental son un fuerte material de apoyo. El análisis sicológico permite adecuar las cualidades de cada ser humano en beneficio de las mejores condiciones de trabajo, y de esta manera satisfacer mejor una producción. El hecho de existir diferencias entre individuos determina la necesidad de integrar de la mejor manera posible tanto tareas como medio ambientes a los distintos comportamientos que se puedan prever.

c. El tercer aspecto es el socio-cultural, que ubica al hombre como "[illegible] de un grupo o conjunto de hombres" del que conserva ciertas cualidades y con el que se identifica. Este es otro de los [illegible] reconocido como importante en los ámbitos de la ergonomía y del diseño, sin embargo no ha tenido el suficiente nivel de estudio como para incorporarse en las formulaciones. El criterio fundamental para definición en las prácticas del diseño y de ergonomía es el que se refiere a las diferencias culturales entre [illegible] a; para las que obviamente hay que establecer condiciones específicas [illegible] la [illegible] de sus ambientes [illegible] en la definición [illegible] tareas.

50

Las tareas y los medios ambientes son condicionados y condicionan notablemente las distintas formas de comportamiento de los grupos humanos que las ejecutan o los usan. De todas maneras existen ciertas formas en el comportamiento de los grupos humanos que al ser similares en todos los ámbitos, pueden dar pautas para una comparación y un análisis. En el caso específico de la ergonomía y del diseño, el interés es encontrar aquellos elementos de la cultura que permitan prever comportamientos más acordes con ciertos ambientes y tareas propuestos. El costo social que representa aventurar diseños o soluciones ergonómicas, que no contemplen este factor es muy alto, los ejemplos son frecuentes y están básicamente localizados en los países importadores de tecnología. En el presente caso se intentará entender este aspecto a través de la complejidad, con la que se espera integrar elementos de ergonomía y de diseño ajenos a estos conocimientos.

 51

2.2.2 EJECUCION DE TAREAS.

Dentro de las distintas formas de concresión en la realidad se encuentran las tareas, que no son otra cosa más que: procesos definidos que provocan cambios en las condiciones iniciales de los elementos interactuantes. Un hombre conversando con otro; un hombre conduciendo un automóvil; un grupo de personas asistiendo a una conferencia; un operador y una máquina fresadora en plena acción, un niño en pleno juego, una persona descansando, la percepción estética de una obra de arte, etc. son todos ejemplos de tareas. El criterio con respecto al presente estudio de tarea no limita su ámbito de acción, mas bien se intenta establecer el margen más amplio de ejecución de tareas en las modalidades, con los procesos o con los resultados más diversos.

El análisis en este caso se remite a definir los procesos, acciones u operaciones que se suman para conformar una tarea. Para Moles (1983, 15) acción -en el caso presente sinónimo de tarea- «es esencialmente un desplazamiento visible del ser en el espacio, que crea una modificación en el medio ambiente». En el caso de la ergonomía las modificaciones en el medio ambiente serían vistas como la ejecución de tareas con el máximo de eficiencia en el mínimo de tiempo y esfuerzo e intentando que esa ejecución sea valioso para el ser humano.

Las tareas a más de ser un conjunto de operaciones pequeñas que se integran en un todo, son manifestaciones de distintas realidades del sujeto, de sus formas totales y complejas de percibir el mundo. No se puede generalizar distintas formas de ejecución de tareas, estableciendo estereotipos. Tampoco se puede [illegible] la idea de que cada persona requiere de un tipo de tareas en particular, al igual que un tiempo específico para ejecutarla.

Uno de los principales problemas del planteamiento es determinar cuáles son los límites reales de una tarea, esto es, encontrar el momento de su inicio y el momento de su finalización. [illegible] tareas se suceden infinitamente unas tras otras; a [illegible] tarea supuestamente concluida sucede otra y así sucesivamente. Esta sucesión de tareas no es regular, a una tarea muy grande, hablando en términos de magnitud, puede suceder otra igual o quizás una de mayor o menor magnitud. [illegible] la capacidad física e intelectiva del sujeto sea [illegible] un indicador de la secuencia correcta,

52

mientras tanto a nivel de la problemática cuotidiana son las máquinas las que establecen el ritmo que el ser humano debe ejercer sobre ella.

Una tarea puede tener varias calificativos para ser entendida: puede ser grande o pequeña, directa o indirecta, rápida o demorada, individual o colectiva, interesante o aburrida, etc. Para el estudio se intentará analizarla a partir de su grado de complejidad. Con esto se propone entender una tarea a través del nivel de información , o del grado o manera de organización que tiene. Este análisis a partir de la complejidad, permitirá encontrar aquellos elementos que intervienen en la ejecución de una tarea y sobre todo aquellos que sin ser los más evidentes son también importantes.

Para el presente caso la ejecución de tareas tendrían un valor determinado por el grado de complejidad que se establezca a partir del conocimiento de sus elementos (ver cap. 2.1 y ejemplo de cálculo al final del mismo). Una tarea puede ser analizada a partir de sus componentes, que se determinarán de acuerdo a su número la complejidad de tal o cual tarea. Estos componentes son las operaciones o acciones distintos que se repiten para conformar lo que se consideraría como ejecución de una tarea. Es igual en la fábrica, en la ciudad o en la casa cuando se trata de ejecutar una tarea. Esta definición a través de un valor no contradice aquellas otras formas de análisis de esta como son: "estudio científico del trabajo"(OIT), "estudio de tiempos y movimientos" (Taylor-Gilbreth), "círculos de calidad", hombre en movimiento (Muybridge) y todos aquellos estudios de kinesis humana que integran a estudios del trabajo y de formas de reconocer las tareas a partir de los movimientos de las mismas.

Lo fundamental al analizar la tarea como la cantidad práctica de la información se garantiza un valor a las [illegible] determinadas por la capacidad de cómputo humano [illegible] del operario como de la tarea a ejecutar. La complejidad de una tarea estará determinada por la cantidad de elementos de n tipos que la componen y de la probabilidad de que la concurrencia de esos elementos se desarrolle [illegible] según la siguiente fórmula derivada de la de Shannon (1949):

$$I = -\sum p_i \log_2 p_i$$

53

En donde I es la cantidad de información o complejidad de una tarea, p es el número de operaciones que se determinan en una tarea y n el número de tipos pertenecientes a esas operaciones.

Se presenta en el presente caso el modelo de J. Covarrubias que clasifica en cuatro zonas importantes las complejidades existentes en el continuum de complejidad, cada una de las cuales tiene las siguientes condiciones:(ver cuadro adjunto)

Banal o de bajo nivel de información y muy redundante, la más baja en la escala de complejidad. Es muy poco informativa y no muy apta para el ser humano. El trabajo en troqueles puede ser un caso más claro en este tipo de tareas.

Apolíneo o de estimulación mediana, debido a su nivel de información intermedia, emitida por aquellas tareas en donde existe más orden, son más informativas y por tanto tienen una complejidad menor. El número de supersignos componente de la tarea es ligeramente menor al óptimo de capacidad de canal humano. Correlaciona mejor con la introversión.

Dionisíaco o de estimulación media superior, producida por aquellas tareas menos ordenadas, menos informativas, menos redundantes; por tanto de complejidad mayor. Se ubican en la parte superior del óptimo de capacidad de canal humano para percibir mensajes. Correlaciona mejor con la extroversión.

Ininteligible o de un altísimo nivel de información, producida por aquellas tareas en donde cada acto es novedoso, esto es, sin redundancia. Se encuentran en los límites superiores del continuum de complejidad y las tareas que se encuentran aquí se asocian frecuentemente con caos. Son tareas hacia las que se debe evitar una exposición prolongada, pues provocan exceso de carga siológica de trabajo. Las personas que ejecutan estas tareas son muy exclusivas, debiendo ser seleccionadas de antemano para su función.

2.2.3 MEDIO AMBIENTE.

Un aspecto de mucha importancia en una relación ergonómica es el medio ambiente, se considera que al hablar de trabajo o ejecución de tareas se hace referencia a una transformación que interviene en un medio; generando de este modo uno nuevo o una modificación. En el presente caso y debido a que se remite básicamente al estudio del trabajo, se abordará solamente el ámbito del ambiente artificial. Medio ambiente es el conjunto de elementos que dan forma un espacio interior o exterior donde el hombre es capaz de desarrollar y ejecutar infinidad de tareas. La característica de artificialidad de un ambiente se produce en el momento en que el hombre, parte y usuario del mismo, introduce cambios cualitativos o sintesis para establecer otras relaciones en su interior.

Las transformaciones en los ambientes [illegible] son permanentes, no se puede considerar a los ambientes como a algo estático más bien se lo podría considerar como algo histórico-natural. Este permanente cambio en los ambientes, sobre todo los de trabajo, hace necesario un estudio de las causas y efectos, sobre todo en la relación con el ser humano en el trabajo, en sus aspectos específicos y generales.

La ejecución de tareas puede realizarse indistintamente en todo un ambiente de trabajo, en uno de sus elementos u objetos componentes o incluso en una pequeña parte de esos elementos. Puede también desarrollarse en distintos ambientes cuyos elementos componentes sean distintos. La necesidad de considerar esta variable en el análisis, en entender la relación con los [illegible] y los operarios, encaminando que existen ambientes más apropiados y menos apropiados para determinada tarea y que [illegible] son las opciones para mejorar las relaciones.

El ambiente no se remite único y [illegible] a los elementos físicos que lo componen (es decir, sillas, [illegible] máquinas, etc.); incluye [illegible] elementos [illegible] de modificarlo, a [illegible] o poco observables que serían la palabra, el sonido, las distancias psicológicas íntimas, personal, social y pública que plantea Hall (1983, 16?), etc. Los ambientes también [illegible] (es decir que se [illegible] cambios [illegible]

55

informacionales. Los ambientes entonces se pueden organizar mejor o peor, se pueden mover rápida o lentamente, o pueden ser más o menos grandes.

Los ambientes de trabajo pueden ser analizados de distintas maneras y a través de distintos criterios; para el presente estudio se plantea el análisis de los ambientes a partir de la cantidad de información que él emite. Los factores temporales y espaciales del ambiente, serán analizados también a partir de la perspectiva de la información, para encontrar una relación más cercana con los procesos de ejecución de tareas.

El estudio del ambiente es determinante para establecer el grado de influencia que este tiene en el ser humano, limitándolo o proyectándolo. Se considera para el presente caso al ambiente como un emisor de información, el mismo que de acuerdo a su cantidad, establece una relación con el ser humano y estimula una respuesta específica. En el análisis ergonómico el ambiente de trabajo es uno de los factores que inciden en establecer una mejor calidad de vida del obrero y con ello una mejor calidad de trabajo en sí, al planear conformaciones específicas de los mismos.

El ambiente de trabajo puede ser analizado igual que el caso anterior de las tareas, determinando su cantidad de información o complejidad definiendo aquellos elementos que lo componen y la frecuencia con que lo hacen. El cálculo es igual que el caso anterior basado en la fórmula de la información. Para fortalecer el modelo que en cuanto a tareas se plantea, e intentar correlacionar a futuro los datos, se utiliza la medida de complejidad, o cantidad de información para localizar ciertas zonas del continuum de complejidad.

El modelo agrupa en cuatro las distintas complejidades de los ambientes de trabajo. Estos grupos al interior del espectro de ambientes es el mismo que en el caso de tareas, advirtiendo que se formulan en base a la capacidad de canal humana. Cuando se utiliza los efectos de determinados ambientes sobre el ser humano, habrá que compatibilizar con el análisis anterior para tareas y establecer una decisión al respecto.

Los cuatro tipos de [illegible] ambientes laborales son:

Banal o aquellos ambientes monótonos con escasa complejidad y muy redundantes. E muy poco informativa y no muy apta para el ser humano. Por ejemplo un túnel en las vías del metro.

Apolíneo o ambientes de estimulación mediana, debido a su nivel de información intermedia, emitida por aquellos espacios con diseños más estructurados, más redundantes y más informativas; por tanto tienen una complejidad menor. El número de supersignos componente del ambiente es ligeramente menor al óptimo de capacidad de canal humano. Este tipo de ambientes es más usual en los introvertidos. Se pueden encontrar muchos de estos casos en áreas de pequeñas magnitudes y donde se haya especializado el ambiente a un solo tipo de trabajo, ej. área de costureras, zona de pintura, etc.

Dionisíaco o de estimulación media superior, producido por aquellos ambientes menos ordenados, menos informativos, menos redundantes; por tanto de complejidad mayor. Se ubican en la parte superior del óptimo de capacidad de canal humano para percibir mensajes. Como eliminan mejor con la extroversión. Se pueden encontrar ambientes de este tipo por ej. en zonas comerciales algo organizadas y quizá en interiores, con locales no muy grandes.

Inintelígible o de un altísimo nivel de información, producido por aquellos ambientes poco redundantes. Se encuentran en los límites superiores del continuum de complejidad y se asocian frecuentemente como caóticos. Son ambientes en donde el ser humano no encuentra satisfacción. En su exposición en períodos largos, provocan exceso de carga sicológica de trabajo. Ambientes de este tipo se pueden encontrar en áreas industriales con muchos procesos o muchos elementos conformadores, por ejemplo refinerías, zonas comerciales al aire libre, túneles de explotación minera...

2.2.4 Percepción de Complejidad Visual

Para este estudio se propone el análisis de la percepción visual, como una forma de iniciar otros estudios similares que intentarán integrar otras formas de percepción, pero que se sustentarán en éste en futuros análisis. Muchas pueden ser las causas que definieron escoger esta forma de percepción y no otra, se mencionarán las importantes para efectos del uso en la ergonomía y el diseño:

- la visión es una de las percepciones con mayor información y más estudiadas,
- casi toda la información está remitida a formas de visión directa o indirectamente,
- el medio artificial que es el que interesa en este estudio se ha entendido y construido, en su casi totalidad, en base a información visual,
- a través de la visión se capta la mayor cantidad de información, o en otros casos información de otra índole traducida a información visual ej.

música	› partitura
calor	› termografía
ondas alpha, etc.	› EEG
ph	› papel sensible
tiempo	› reloj

La percepción visual que interesa y a la que se referirá permanentemente este trabajo es aquella determinada por la complejidad externa de los objetos diseñados, aquella que puede ser observada y con la que el ser humano tiene su contacto más directo (tablero de controles, crucero vial, epidermis de un objeto, etc.). A sabiendas de que existen otras formas de integración de un objeto o ambiente como aquellas internas no directamente visibles, que presentan elementos con funciones determinadas.

Para tener una idea de lo que la visión es se presenta un muy sucinto análisis de los procesos visuales más relacionados con el estudio. Una de las o[illegible] análisis es la que presenta la cibernética, donde se plantea que todos los sistemas de información [illegible] de mensajes, sufran transformaciones al someterse a diversos procedimientos que posibiliten acciones o decisiones que le dan el carácter dinámico. La cibernética apoya el concepto de organización de los sistemas de seres vivos o autómatas que permiten tener un control sobre todos los elementos de [illegible]. Esa organización interna de cada sistema se puede medir en función de su cantidad de información. Como se

veia en el análisis de información; los productos se mezclan o combinan con los nuevos mensajes y forman parte del ciclo de autoregulación o retroalimentación.

Se reconoce que la mayor utilidad derivada de la cibernética además de permitir comprender como funcionan, producen y controlan los impulsos nerviosos en los seres vivos, es lograr concebir y construir máquinas cuyas características de autoregulación les permiten autonomía y sustituyan o relevan a la actividad humana de una serie de tareas que implican una enorme inversión de tiempo, de esfuerzo y riesgo con sus respectivas consecuencias en la salud. Este es quizás uno de los objetivos importantes de la ergonomía.

Existen dos niveles fundamentales en el análisis del procesamiento de la información visual: el primero el que tiene que ver con el proceso de percepción de una imagen a estímulo de unas partículas energéticas de características luminosas llamadas fotones. El proceso aquí es el mismo para cada caso sin importar cual fue el estímulo ni cuales sus condiciones de emisión, el fenómeno visual se repite una y otra vez de la misma manera a través de su órgano receptor, este estudio no se detendrá en este nivel y más bien remite este estudio a la lectura de obras mejores.

El segundo caso es el que se refiere a los procesos internos o de transformación en donde los estímulos adquieren importancia o pueden ser entendidos. En la retina el estímulo fotoquímico se transforma en electroquímico y es trasladado a la corteza cerebral para su procesamiento, por alrededor de un millón de células nerviosas, que conforman el nervio óptico. El estímulo en la retina es previamente codificado a partir de la recepción de unas terminales nerviosas especializadas que a más de ordenar la información la disgregan en pequeños elementos dependiendo de la información recibida y de la célula nerviosa estimulada. La información recibida al momento de la estimulación es procesada en paralelo [illegible], simultáneo e independientemente por cada [illegible] receptores. Una vez codificada la información es enviada a la corteza cerebral, a través de la vía óptica, en donde se realizará el segundo proceso perceptual la recodificación de la información.

La corteza visual es una estructura de gran complejidad. Los millones de fibras [illegible] procedentes del cuerpo geniculado lateral [illegible] corticales de la cuarta capa [illegible] de la superficie. De

59

aqui la información es distribuida rápidamente a todas las capas de la corteza, mediante una extensa red de interconexiones. Muchas de estas células, en especial las de la tercera y quinta capa, envían sus fibras fuera de la corteza, proyectándolos hacia centros cerebrales profundos, o atravesando áreas cercanas a la corteza para posteriormente procesar las imágenes dependiendo de la solicitud.

Las diferentes células corticales pueden clasificarse por su función en dos grandes grupos: las simples cuya función es responder a los estímulos rectilíneos, contornos tales como ranuras, las que se definen como líneas luminosas en un campo obscuro, barras obscuras (o sea líneas obscuras en un campo luminoso) y bordes (límites rectilíneos entre campos iluminados y obscuros).

El otro tipo de células llamadas complejas, también responden bien a ranuras, barras o bordes. Ellas responden con exitación sostenida frente a las líneas en movimiento, esto último no ocurre con las células sencillas. Sin embargo estas células no discriminan con precisión la posición u orientación espacial del estímulo.

Adicionalmente y una vez conformada la imagen la corteza visual procesa los datos obtenidos y referidos a distintas zonas del cerebro, a partir de lo que se llama la imagen simbólica o el significado que la imagen tiene para el observador. En este proceso obviamente han intervenido muchos aspectos fisio-cognoscitivos del ser humano como por ej. memoria, aprendizaje, atención, etc. El observador en esta instancia compara aquella imagen obtenida con aquellas otras que son parte de su archivo de memoria y establece las correlaciones pertinentes previo a tomar decisiones y actuar. Debido a la complejidad del proceso perceptual el tiempo que demora en procesar la información es proporcional a la cantidad de elementos involucrados; esto es, mientras más elementos tenga el estímulo, más tiempo demora. La visión en entornos [illegible] demora posteriormente.

Como se vió anteriormente, cada célula [illegible] en retina con [illegible] especializados y por lo tanto en corteza visual [illegible] especializadas, la información que llega a cada una de ellas es simultánea e independiente o sea responden en paralelo. Las transformaciones que se producen al llegar la información a la corteza visual son las que dirigen [illegible] final del proceso [illegible] a la diversidad en [illegible] de información [illegible] el

60

mensaje recibido estimula en la corteza del observador. La necesidad de recodificar la información y posteriormente establecer las relaciones con el resto de información recibida, de acuerdo a las funciones corticales, está determinada por el interés del estímulo. A partir de este momento es que en primera instancia se define que tipo de objeto es y luego se determinan sus cualidades o el grado de atención que se deberá dar a determinado estímulo. El contacto con el estímulo no deja de existir considerándose el proceso como un flujo de información visual que no se detiene.

A la imagen formada en este segundo nivel se denomina pre-lo conceptual, como un proceso posterior a la recodificación. Seis son las características de la percepción en este nivel según Lómov y Vendr.

- La materialidad o cualidades del objeto (color, forma, tamaño, etc.)
- Integridad o visión del objeto como un todo o conjunto.
- Estructuración, para el presente caso la más interesante pues determina las relaciones de las sensaciones entre sí. A mayor poder de estructuración menor complejidad de la imagen observada y viceversa.
- Constancia de la imagen o la cualidad de captar la imagen a pesar de las condiciones anormales o cambios en la percepción.
- Selectividad o la cualidad de la percepción de seleccionar las imágenes que van a ser procesadas, el resto de imágenes que forman parte el estímulo global pasan a ser el fondo de la imagen.
- Apercepción o el tiempo que necesita la visión para adaptarse al nuevo estímulo, lapso en el que la imagen del anterior estímulo permanece presente.

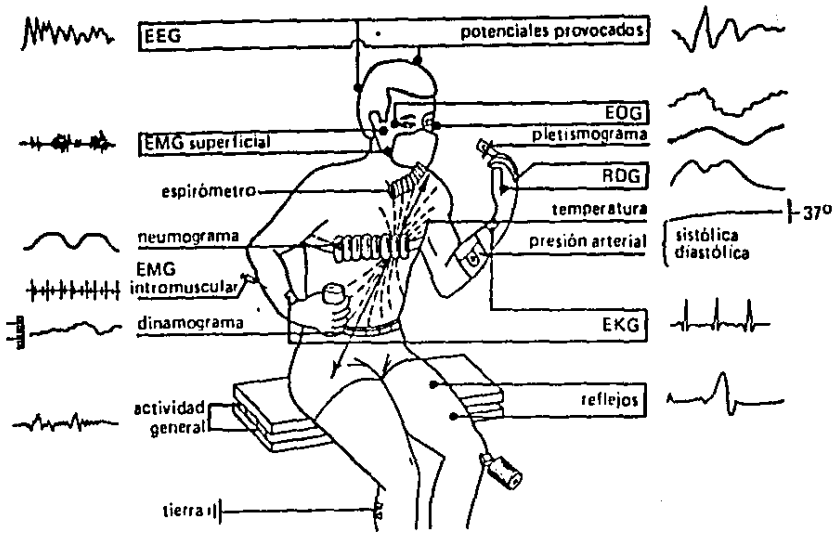
Estas características de la percepción visual, dan una idea más clara de la necesidad de indagar en la información emitida por el sistema visual. No significa que toda la información emitida por el mensaje visual es procesada, igualmente la cualidad de la información, determina la disposición de la visión para observarla. Al indagar la fisiología de la visión es factible encontrarse con ciertas conductas frente a determinados estímulos; la complejidad de dicho estímulo puede ser el parámetro de referencia.

ESTIMULO RESPUESTA

"ESTADOS PSICOLOGICOS Y SUS CORRELACIONES: EEG, CONCIENCIA Y CONDUCTA". (D.B. LINDSLEY, 1952). ( )

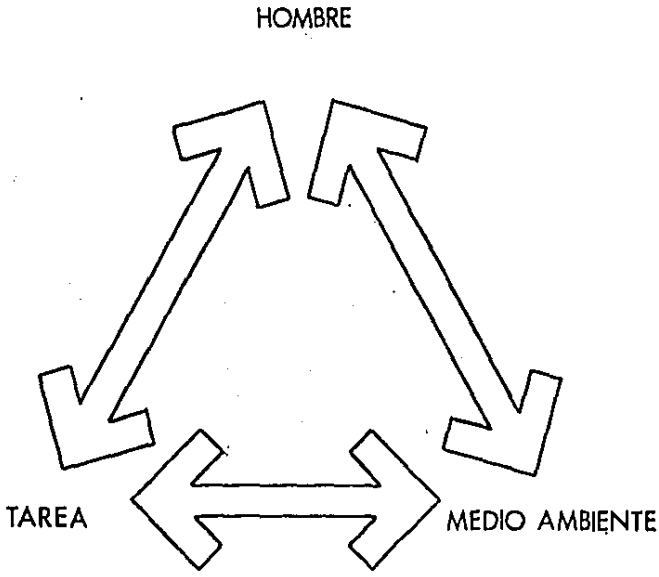
TIPO HIPOTETICO DE TAREA	INTELIGIBILIDAD DEL MENSAJE		CONTINUUM CONDUCTUAL	EEG	ESTADO DE CONCIENCIA	EFICIENCIA CONDUCTUAL	EN CASO DE EXPOSICIÓN PROLONGADA
Tareas de muchos procesos complejos. Puestos automatizados control de transporte Centrales térmicas Macrotarea.	mensaje ININTELIGIBLE supersaturación informacional H > 5 bits/seg	0%	excitado emociones intensas (miedo, rabia, ansiedad).	Desincronizado: de baja a moderada amplitud; frecuencias rápidas, mezcladas.	Conciencia restringida; atención dividida; difusa, vaga; "confusión".	Pobre: falta de control, inmovilización; desorganizada.	stress tension, angustia; desinterés, fatiga, rechazo; inefectividad; reacciones lentas, incremento de errores.
Varios procesos simultáneos. Montaje, imprenta, armado, relojero, etc. Máxitarea>tarea	m. inteligible DIONISIACO H < 5 bits/seg. H > 2.5850 b/s		alerta, atento	Parcialmente sincronizado: ondas particularmente rápidas de baja amplitud.	Atención selectiva, pero puede cambiar o mejorar, "concentración", anticipación. "set".	Buena: eficiente, selectiva, reacciones rápidas; organizada para respuestas en serie.	bienestar psicofisiológico margen para los valores estéticos. ESPACIOTERAPIA
Tareas de un sólo proceso con varias operaciones. Envase, preparar maquinaria. Tarea>minitarea	m. inteligible APOLINEO H < 2.5850 b/s H > 0.3712 b/s		despierto, relajado	Sincronizado: ritmo alfa óptimo.	Atención errática, libre; favorece la libre asociación.	Buena: reacciones de rutina y pensamiento creativo.	bienestar psicofisiológico Margen para los valores estéticos. ESPACIOTERAPIA
Tareas con una sola operación. Control visual de calidad, troquelado, radar, etc Microacción	mensaje DANAL déficit informacional H < 0.3712 b/s	100%	somnoliento	Alfa reducido y ondas lentas de baja amplitud ocasionales.	Línea de borde, conciencia parcial, fantasías, ensueños; "estados oníricos".	Pobre: no coordinada, esporádica; ausencia de medida del tiempo.	stress (ver arriba)

Cuadro [illegible] probables de los efectos subjetivos y conductuales de los cuatro tipos hipotéticos de tarea. La tabla es incompleta, [illegible] uno sólo de los parámetros fisiológicos: EEG. Supone condiciones ideales.
Después de Lindsley, 1952. [illegible] Barrubias, 1971



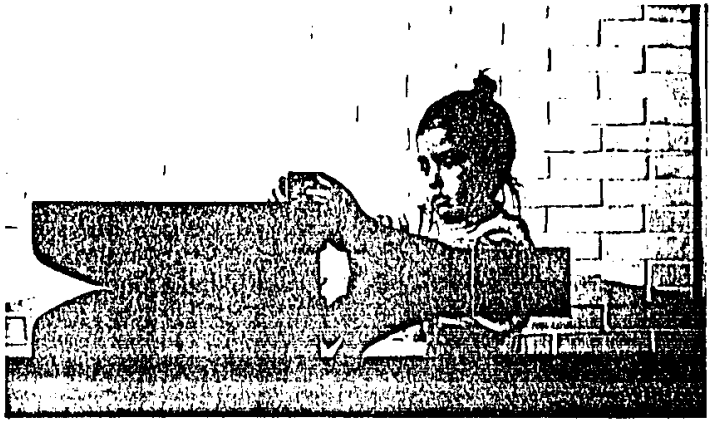
Registro multicanal de los tipos más estudiados de actividad bioeléctrica del hombre

Los análisis del hombre para uso de la ergonomía y del diseño requieren ser específicos y completos dependiendo de la tarea que se evalúa y del medio ambiente en el que se ejecuta la misma.

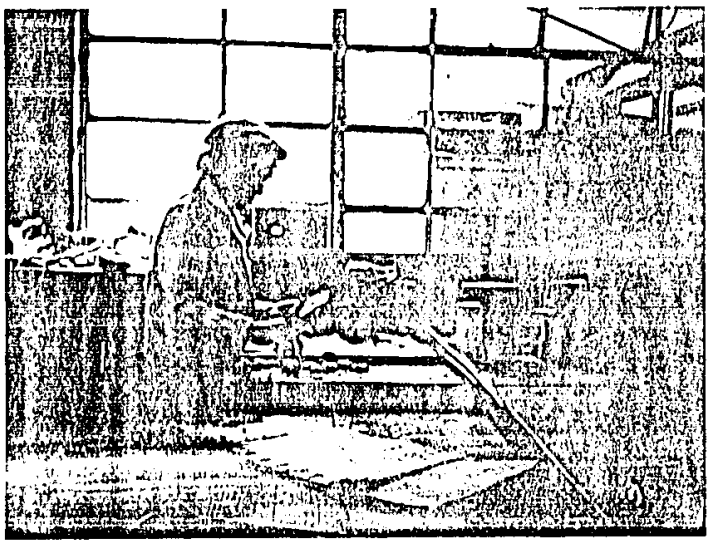


Al presentarse la relación ergonómica en función trinómica de hombre-tarea-medio ambiente, se intenta encontrar la posibilidad de una visión dinámica de la misma. La tarea en este caso es aquella que da esa posibilidad al ser analizada como un factor en constante movimiento y cambio. Procesos de retroalimentación en donde se evidencien el cambio pueden ser detectados.
Adicionalmente este trinomio posibilita la lectura de lo complejo en cada uno de sus componentes y en sus relaciones internas.

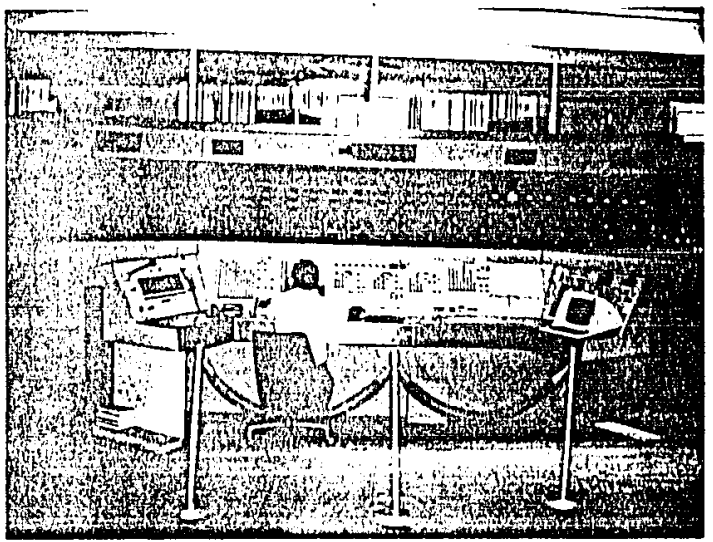
BANAL



APOLINEO



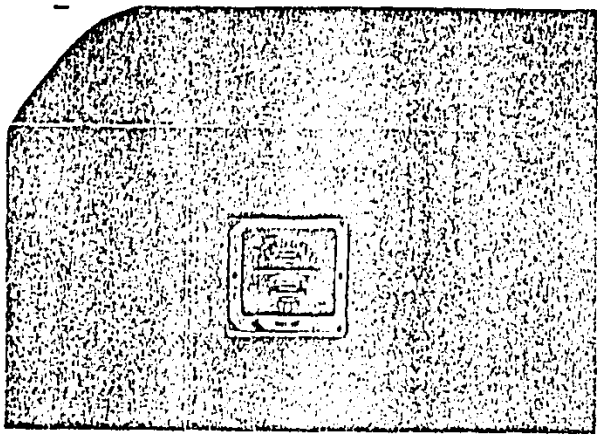
DIONISIACO



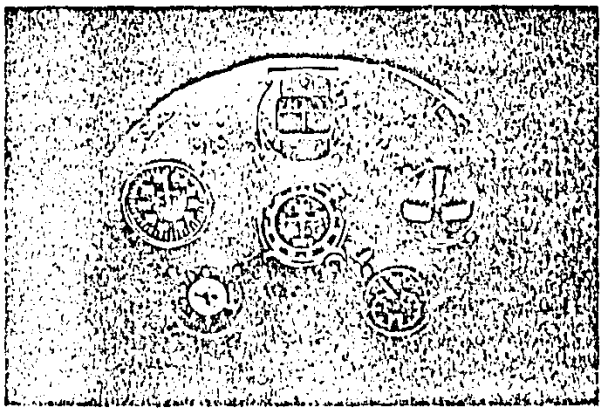
ININTELIGIBLE

E S T I M U L O			R E A C C I O N				
			"ESTADOS PSICOLOGICOS Y SUS CORRELACIONES: EEG, CONCIENCIA Y CONDUCTA". (D.B. LINDSLEY, 1952). ( )				
TIPO HIPOTETICO DE AMBIENTE DE TRABAJO	INTELIGIBILIDAD DEL MENSAJE		CONTINUUM CONDUCTUAL	EEG	ESTADO DE CONCIENCIA	EFICIENCIA CONDUCTUAL	EN CASO DE EXPOSICIÓN PROLONGADA
Industrias altamente tecnificadas. Petroquímica, térmica, Macroambiente	mensaje INTELIGIBLE supersaturación informacional H > 5 bits/seg	0% redundancia	excitado emociones intensas (miedo, rabia, ansiedad).	Desincronizado: de baja a moderada amplitud; frecuencias rápidas, mezcladas.	Conciencia restringida; atención dividida; difusa, vaga; "confusión".	Pobre: falta de control, inmovilización; desorganizada.	stress tension, angustia; desinterés, fatiga, rechazo; inefectividad; reacciones lentas, incremento de errores.
Industrias con procesos fordistas. Automotriz, textil, metalúrgica. Máxiambiente>ambiente	m. inteligible DIONISIACO H < 5 bits/seg. H > 2.5850 b/s		alerta, atento	Parcialmente sincronizado: ondas particularmente rápidas de baja amplitud.	Atención selectiva, pero puede cambiar o mejorar, "concentración", anticipación. "set".	Buena: eficiente, selectiva, reacciones rápidas; organizada para respuestas en serie.	bienestar psicofisiológico. margen para los valores estéticos. ESPACIOTERAPIA
Naves industriales pequeñas. De ropa, mueblera, cerámica. Ambiente>miniambiente	m. inteligible APOLINEO H < 2.5850 b/s H > 0.3712 b/s		despierto, relajado	Sincronizado: ritmo alfa óptimo.	Atención errática, libre; favorece la libre asociación.	Buena: reacciones de rutina y pensamiento creativo.	bienestar psicofisiológico. Margen para los valores estéticos. ESPACIOTERAPIA
Areas de trabajo destinado a una sola tarea. Radar, túnel del metro Microambiente	mensaje BANAL déficit informacional H < 0.3712 b/s	100% redundancia	somnoliento	Alfa reducido y ondas lentas de baja amplitud ocasionales.	Línea de borde, conciencia parcial, fantasías, ensueños; "estados oníricos".	Pobre: no coordinada, esporádica; ausencia de medida del tiempo.	stress (ver arriba)

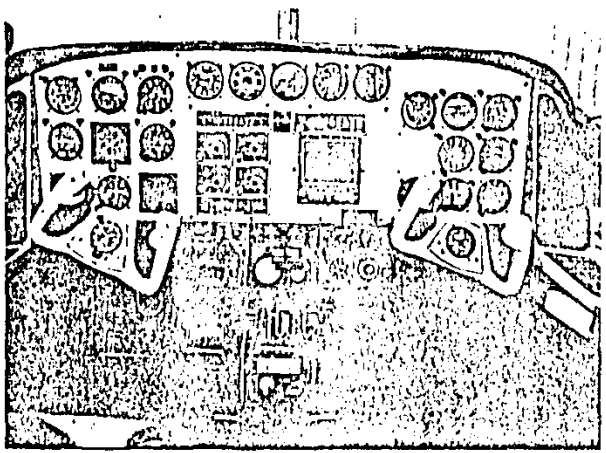
Características probables de los efectos subjetivos y conductuales de los cuatro tipos hipotéticos de ambientes de trabajo. La tabla es incompleta, tome nota sólo de los parámetros fisiológicos: EEG. Supone condiciones ideales.
Después de Lindsley, 1952 y Covarrubias, 1971



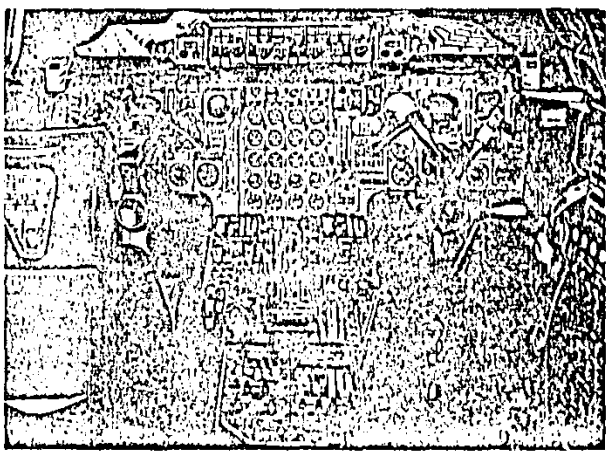
BANAL



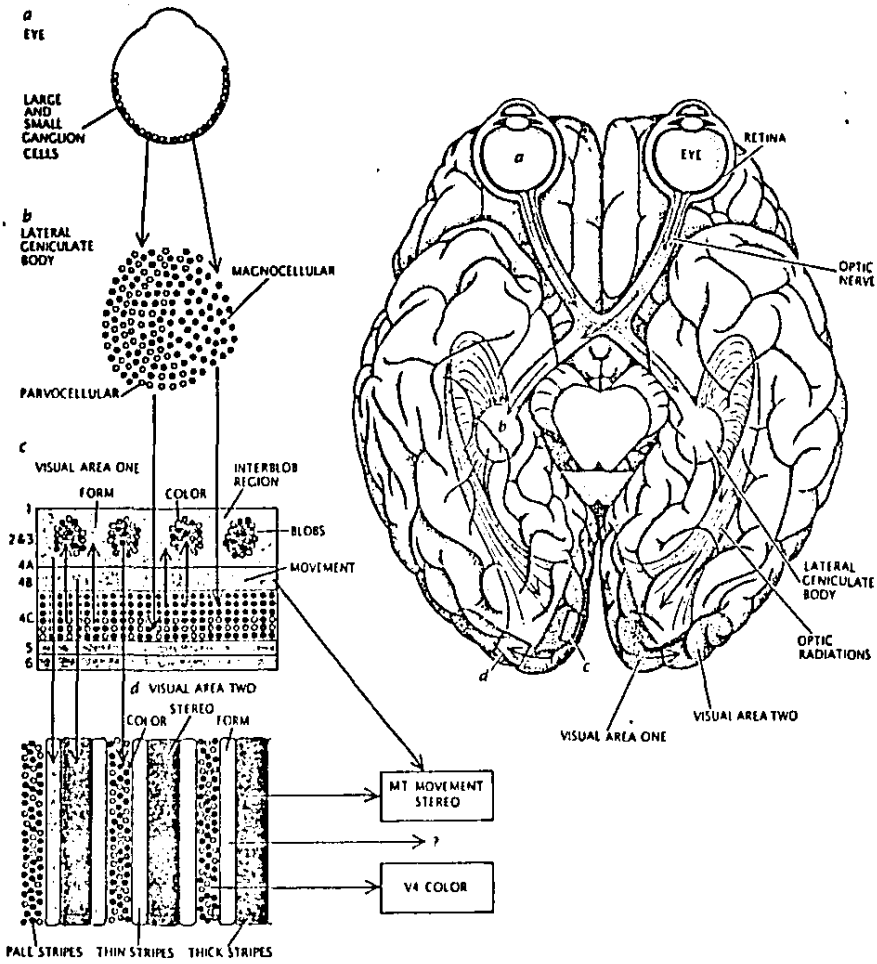
APOLINEO



DIONISIACO



ININTELIGIBLE



HUMAN VISUAL SYSTEM consists of three distinct pathways. Light entering the eye strikes the retina (*A*), where it is converted into electrical impulses that travel to the brain along the optic nerve. The first split in information processing is apparent in the lateral geniculate bodies (*B*), where the small cells of the parvo system carry information about color contrast and the large cells of the magno system carry information about luminance contrast. From the magno cells information is sent to layer 4B of visual area 1 (*C*) and then to the thick stripes in visual area 2 (*D*). There the signals are analyzed to give information about motion and depth. Input from the parvo system is sent to the interblobs of visual area 1 and then to the pale stripes in visual area 2, where it is analyzed for information about shape. Input from both the parvo and the magno systems is combined in the blobs, where it is processed for color and luminance. It then passes to the thin stripes of visual area 2 and from there to visual area 4.

LUZ ⟹ RETINA ⟹ CUERPO GENICULADO ⟹ CORTEZA CEREBRAL ⟹ IMAGEN SIMBOLICA

Codifica Transduce Decodifica

Proceso de construcción de imágenes en el ojo. La visión de un estímulo depende de la cantidad y forma en que ese estímulo llega a través de haces de luz. A medida que el estímulo es más complejo el proceso de visión es más lento.

2.3 ASPECTOS COGNOSCITIVOS EN LA RELACION HOMBRE - TAREA - MEDIO AMBIENTE

Los aspectos cognoscitivos están generalmente muy vinculados con los procesos mentales. Cuando se habla de mente humana y sobre todo de procesos que allí se desarrollan, se hace entendiéndola como un fenómeno cuya observación no es directa y cuyos resultados pueden considerarse cuestionables. Esto no significa descartar la importancia de los estudios, que están desentrañando los fenómenos del conocimiento humano y de sus procesos. Muchos de los análisis, que sobre la mente se han hecho, presentan rasgos parciales de sus capacidades; esto se debe a la dificultad de enlazar en un solo sistema aquellos conocimientos obtenidos que se dan en el cerebro en forma simultánea y que además son interactuantes. La gran mayoría de este tipo de estudios tienen un nivel experimental, las leyes que orientan el conocimiento del trabajo cerebral son resultado del conocimiento de un problema difícil, dinámico y [illegible].

La [illegible]ución de tareas o el contacto del hombre con su a[illegible] requieren de procesos cognoscitivos y esto es lo que interesa en el análisis ergonómico. La adaptación del hom[illegible] a la tarea o a su medio ambiente de trabajo dependen bá[illegible]mente de aquellos procesos intelectivos que intentan [illegible] [illegible] explicación, ubicación [illegible] [illegible] [illegible]. La adaptación a la tarea [illegible] [illegible] física ni trabajo depende sólo de procesos [illegible] o mecánicos, está en todas aquellas formas de

transformación de la realidad, objetivas o subjetivas. La posibilidad de hacer más eficiente a una tarea o a un ambiente, de cometer el menor número de errores en un tiempo óptimo, involucran a aquellas posibilidades o capacidades intelectivas del ser humano para perfeccionarlas. La relación del hombre con la tarea o su medio pueden mejorar al intervenir a través de propuestas concretas éstas capacidades.

La complejidad y diversidad de tareas y de ambientes de trabajo, así como, del desarrollo de nuevas tecnologías, orientan las relaciones HOMBRE-TAREA hacia las capacidades mentales del hombre e imponen nuevas condiciones en el sistema ergonómico. Aquellos procesos o tareas que requieran de ejecuciones con tiempos de reacción muy rápidos, y que, presentan condiciones deficientes en la transmisión del mensaje, son los puntos clave de éste tipo de análisis. El contexto actual está lleno de este tipo de comunicaciones: aquella que presiona al hombre a responder 'eficientemente', esto es en tiempos menores y con el menor número de errores (en términos de productividad), a pesar de existir una deficiente comunicación ya sea: por la falta de claridad del mensaje, por la cantidad de ruido existente, por la saturación de un canal de información o directamente porque el tiempo destinado para su lectura no es suficiente. Las respuestas al existir una mala comunicación en la recepción de los datos y producen en la misma intensidad errores.

Esta necesidad de encontrar la explicación de muchas deficiencias en la relación HOMBRE-TAREA no están ubicadas solamente con las tareas especializadas que se pueden encontrar en la gran industria con procesos altamente automatizados, también se pueden encontrar en aquellos procesos cotidianos donde la mala comunicación acarrea permanentemente graves accidentes en las labores caseras de cocina, o en la vida en la ciudad, como peatón o conductor, al atravesar un crucero, etc.).

En este estudio, de la relación [illegible] y el diseño con los aspectos cognoscitivos, se [illegible] al análisis de algunos procesos intelectivos, [illegible] la relación de comprender la ejecución de tareas o información de medio ambientes. La forma en la que se dará esta relación será a través de complejidad, en su valor objetivo y en su [illegible] material; en [illegible] otras [illegible] por ejemplo [illegible] de trabajo, nivel o intensidad de estimulación, [illegible] actividad laboral, que para el presente caso son [illegible] relevantes.

2.3.1 Complejidad Objetiva, Complejidad Subjetiva.

La complejidad es un concepto amplio mediante el cual se pueden entender diferentes categorías, elementos, tareas o formas de organización y de cambio; demostrando que existen diferencias de complejidad en cada grupo analizado, su expresión objetiva es la cantidad de información o número de elementos que conforman un sistema.

En el capítulo 2.1 (p. 26-28), se propone como posible lectura de la realidad a la teoría matemática de la información. Los datos que de ella se obtienen representan la manera de hacer objetiva una relación entre objetos, tareas, medio ambientes, como sistemas diferenciables. Esta dimensión (valor objetivo de la complejidad), posibilita encontrar en la realidad diferencias entre cada uno de los elementos que la componen y por tanto ser herramienta de análisis. A partir del grado o cantidad de información emitida por objetos, ambientes y tareas, entre otros, se pueden generar los continuos de complejidad.

Existe en la realidad para cada objeto, medio ambiente o tarea, o grupos de ellos rangos de complejidad que tienen sus límites inferiores y superiores. La complejidad entonces forma sus propios espectros al igual que la luz, el sonido, etc.. Estos espectros se conforman en base a la capacidad que tienen objetos, tareas y medio ambientes de identificarse, reconocerse y presentarse a sí mismos. Los extremos son los límites de la escala de complejidad, en los niveles bajos el objeto, tarea o medio ambiente será tal con el menor número de elementos similares organizados de la misma categoría con los que, los otros objetos han sido ubicados dentro del espectro. En el caso de los límites superiores la complejidad será mayor con mayor número de elementos. Cualquier posición por abajo o arriba de estos límites de complejidad son casos o de objetos confusos de ser definidos o tales por el ser bruscos.

Para entender mejor esto último se ejemplifican varias escalas de continuos de complejidad: caserío, poblado, ciudad, distrito, se podría pensar que es una escala, pero representa una progresión en complejidad de asentamientos humanos, los cinco elementos de esta escala están tan organizados en su interior como continua. Los límites objetivos [illegible] confuso y han reportado que [illegible] estructura más compleja, con una lectura simplificada esquematizada. Así [illegible] entre caserío y poblado.

límite es confuso y no se lo podría establecer claramente, igual acontece entre los otros elementos del sistema de asentamientos. Posteriormente se explicará mejor este hecho. adicionalmente en las gráficas al final del capítulo se concluirá con su explicación.

La premisa para iniciar el planteamiento de la relación entre complejidad objetiva y complejidad subjetiva o percibida está en la necesidad de comprobar que esta relación existe, y que se da en la realidad. Al existir la complejidad como un elemento real diferenciable en los objetos, ambientes o acciones concretas, y que, estos elementos diferenciables del mundo exterior se ubican en un continuum y pueden ser percibidos y diferenciados de acuerdo a su ubicación dentro de él. Por otro lado se intenta establecer el tipo de relación que se da entre una complejidad objetiva y una complejidad percibida, intentando con ello conocer las respuestas humanas a esos estímulos.

Inicialmente se establece que existe una complejidad propia del objeto o categoría y que su condición de mayor o menor complejidad la dan otros objetos o categorías de su misma especie que existen en la realidad y que la conforman. Por otro lado, la existencia de otra escala de complejidad formada por procesos perceptuales y que, establecen una relación entre los objetos percibidos como estos existen en la realidad. A la primera forma se le denomina complejidad real u objetiva y a la segunda, complejidad percibida o subjetiva.

El mecanismo válido para medir la complejidad objetiva es el explicado en el cap. 2.1 a través de la teoría matemática de la información y finalmente se ilustra con el ejemplo de gimnastas (p. 38). La complejidad subjetiva en cambio no puede ser cuantificada fácilmente tiene que ser analizada experimentalmente pues depende de muchos factores sobre todo los humanos que pueden alterar cualquier resultado.

Existen algunas [illegible] experimentales que llevan a la conclusión que la [illegible] entre las complejidades objetiva y subjetiva es la [illegible] y directamente proporcional (Covarrubias, 1987 VI 176-181 VII 93), que interesaría comprobar en casos de ergonomía. La dimensión complejidad puede ser evaluada [illegible] distintos métodos de los cuales se analizan los [illegible]:

- teoría matemática de la información
- diferencial semántico, en la complejidad subjetiva

- psicofísico, igual al caso anterior
- percepción ordinal, verificación espontánea del sujeto.

El resultado del análisis experimental, posibilita tener un dato concreto que servirá tanto en el diseño de un objeto como en la ordenación de tareas. A partir de medir una percepción o la capacidad humana de procesar estímulos -controlados previamente- tanto de su cantidad como de su calidad. Si a través de la teoría matemática de la información se evidencia que existen rangos de complejidad en la realidad, y que pueden ser medidos, interesa demostrar que esa complejidad existente es proporcional a aquello que de esa imagen externa abstrae el cerebro del observador. Varias pruebas se han diseñado para ello y de ellas se analizarán las siguientes.

En el primer caso el del diferencial semántico, se establece [illegible] un mecanismo experimental de selección que [illegible], la complejidad percibida por el sujeto a quien se le han presentado los estímulos; utilizando para ello la multidimensionalidad del significado que para cada concepto, objeto, ambiente o tarea se puede tener (Osgood 1952). Se pueden discriminar significados a partir de la presentación de un número de factores que definan un concepto con respecto de otros. El método consiste en que el sujeto frente a un estímulo o grupo de estímulos, a partir de varios pares de adjetivos -opuestos en significado- referidos al concepto de complejidad, defina la tendencia hacia uno u otro adjetivo. Para cada par de adjetivos debe haber una selección y para cada estímulo una lista completa de pares de adjetivos. Con estos datos se de[illegible] la ubicación de cada objeto dentro de su contexto. Para este caso el concepto que se maneja es complejidad y los valores que se obtienen se remiten a diferenciar el grado de complejidad entre un estímulo presentado con respecto a otros. (Anexo 3)

Para el segundo caso se puede desprender que el campo de acción de la psicofísica es muy amplio, en beneficio de establecer un mejor contacto con la ergonomía y con este medio, se plantean unos conceptos muy manejados en la experimentación psicofísica en términos de complejidad:

> Tiempo de Reacción (TR) o el tiempo que tarda en [illegible] un individuo desde el momento en que se emite el estímulo, cuya complejidad se establece previamente.

72

- Umbral absoluto o la capacidad de un individuo para percibir un estímulo con el menor grado de complejidad.
- Umbral diferencial o la capacidad de percibir la diferencia más pequeña de complejidad por un individuo. (Anexo 3)
- Supersigno o la capacidad humana para sintetizar información o elementos que en primera instancia aparecen como más complejos y poco comprensibles. Se posibilita gracias a la generación de códigos que pueden ser conocidos previamente antes de la emisión del estímulo, facilitando su reconocimiento.

Igualmente para el presente caso se presentan las leyes que sustentan que existe correlación entre la complejidad objetiva y la complejidad subjetiva, éstas son: (Covarrubias, 1966. p 200)

- Ley de Fechner, la complejidad percibida es proporcional a la complejidad objetiva elevada a una potencia determinada.
- Ley de Weber, la diferencia en complejidad requerida para lograr que la diferencia en complejidad entre dos objetos comparados sea apenas perceptible (jnd) es un fracción constante de la información.
- Ley de Hick, el tiempo de reacción es proporcional a la incertidumbre o complejidad de la estimulación. En uno de los estudios experimentales se intentara verificar esta ley a partir de estímulos visuales.

El otro sistema para establecer la complejidad subjetiva es más elemental que los anteriores, se denomina percepción ordinal de complejidad y consiste en presentar los estímulos juntos al sujeto para que los ordene de acuerdo a algún elemento o concepto que los identifique. Es decir, el sujeto conoce el conjunto de objetos [illegible] con las que se experimenta, se solicita que los ordene en secuencia del menos al más complejo, en este caso el criterio que se utiliza es el de complejidad. Este [illegible] de controles o [illegible] como los dos anteriores [illegible] confiar [illegible] la esta percepción ordinal, sin embargo es una de las valoraciones inmediatas obtenidas de los estímulos percibidos por el sujeto, y puede servir de apoyo a los resultados de las tres anteriores.

Estos métodos sirven entonces para [illegible] las leyes expuestas; el interés de estos estudios es [illegible] el campo de la ergonomía a través de conjuntos de las cargas ejecutadas son igualmente informativos y [illegible] que el

73

percepción visual de la misma. También se puede plantear el problema a partir de analizar o medir a las tareas, como si fuesen en sí objetos observables que se detienen un momento para el análisis que se hace. Un ejemplo al respecto es el presentado en el cap 2.1, al intentar comparar la valoración observada por un juez y aquella que se da a la tarea por su dificultad.

2.3.2 COMPLEJIDAD Y PREFERENCIA

En análisis físicos de biomecánica o goniometría referidos al ser humano se estudian entre otros, los ángulos o posiciones de comodidad de determinadas articulaciones. Con ellos se detectan zonas en las cuales el ser humano puede realizar mejor un esfuerzo o una tarea. Estos datos, obtenidos a partir de simulaciones, se pueden encontrar analizados en manuales de biomecánica o antropometría (Dreyfuss, Crosby, Pedero, Kapandji, etc.). Uno de las conclusiones a la que llegan estos autores es de indicar los ángulos óptimos para realizar esfuerzos, en la ejecución de una tarea manual o mecánica. Los ángulos están ubicados dentro de ciertos límites; esto es, ángulos que se encuentran en las zonas intermedias del movimiento. Para el caso de biomecánica, los ángulos muy muy extendidos o muy comprimidos son perjudiciales o estorbantes para los componentes de una articulación (músculo, hueso, tendones, etc.) impidiendo por tanto una buena ejecución de la tarea. Se detecta una zona óptima de movimiento en las distintas articulaciones del cuerpo humano en oposición a otras, que se podrían llamar defectuosas.

En el capítulo que se desarrolla a continuación interesa conocer cuál es el nivel óptimo en las instancias de ejecución de una tarea ya no físico-mecánica sino de índole perceptual, considerada como un intercambio de información.

Uno de los aspectos de la relación humano con su medio de difícil explicación, es el que se refiere al agrado o preferencia que un ser vivo siente por determinado objeto, actividad o tarea específica con la que establece relaciones. Este aspecto considerado como subjetivo adquiere importancia en los análisis de carácter ergonómico o de diseño, sobre todo en los momentos de decisión al momento de elegir, adquirir o tomar para ocupar de por vida. La [illegible] es un tema difícil y no [illegible] en las áreas [illegible] sin embargo las decisiones [illegible] para [illegible] poder de [illegible]. Algunos [illegible] tomar en cuenta el agrado o la preferencia son [illegible] decisiones del individuo [illegible] la aceptabilidad de la cultura [illegible] la tendencia a crear que [illegible] preferencia depende del nivel de estimulación o información que se recibe de la relación con el medio. (Munsinger y Kessen, 1967, Berlyne, 1974, Chevrubian, 1980)

Al hacer un análisis de tareas en ergonomía se presupone que existen algunas que son mayormente preferidas que otras. Dentro de las apreciaciones preliminares, se encuentra que son las condiciones de estimulación o carga de trabajo las que permiten un mejor nivel de satisfacción en su ejecución. En cambio cuando los niveles de estimulación rebasan ciertos límites, el comportamiento del operario cambia negativamente dando origen a errores en la ejecución de su tarea o pérdida de eficiencia del proceso.

En el uso de los objetos o ambientes diseñados el nivel de preferencia estaría determinado por el uso en términos de comodidad o satisfacción hacia el producto, de todas maneras se sabe que existen objetos u ambientes más preferidos unos que otros.

En otro tipo de estudios de origen bio-psicológicos cuyos estímulos son de diverso origen y forma se establece -sobre todo a partir de la capacidad de canal humana- que: las zonas medias de complejidad, aquellas cercanos al 7 (+ - 2), son las más preferidas en oposición a aquellos otros estímulos de menor o mayor complejidad. **Al relacionar complejidad y preferencia la forma de la curva es la de U-invertida, en donde los extremos de la curva: menor complejidad y mayor complejidad, son los menos preferidos.** (Covarrubias, 1981, 1986)

En estudios experimentales recientes que intentaban demostrar este tipo de relación -U invertida entre complejidad y preferencia- en espacios arquitectónicos y ambientes urbanos (J.Covarrubias, 1986), demostró que la relación entre estas dos variables se presentaba como la curva hipotética planteada para otro tipo de organismos y/o estímulos. La evidencia está en el hecho de que se prefieren ambientes más estimulantes cuya complejidad es intermedia a aquellos banales o ininteligibles. Se demuestra adicionalmente que la cantidad de estimulación o información es el primer contacto entre el sujeto y el objeto o tarea, inclusive previo a cualquier juicio de valor que sobre ellos se pueda elaborar.

En ergonomía se intenta encontrar los efectos de este tipo de relación, no solamente en la eficiencia de ejecución de la tarea y por tanto de la producción, sino también en aquello que pueda resultar nocivo al operario. Varios estudios al respecto han intentado encontrar esta correlación sin embargo no bien establecida pues se confunde básicamente la fatiga por carga física de trabajo con

aquella que tiene que ver directamente con procesos intelectivos, que como se manifestaba al inicio del capitulo son menos perceptibles pero de igual o mayor importancia que los otros.

Selye (1981) establece la relación de activación con satisfacción en la ejecución de la tarea y con grado de salud del operario, la curva obtenida es muy similar a la que se establece en otros estudios para la relación complejidad-preferencia, considerando por tanto que existiria una correlación entre el grado de preferencia de la ejecución de una tarea con el placer que siente por ella y fundamentalmente el estado de salud del operario; la activación en cambio correlacionaria directamente con la variable complejidad.

Posteriormente y al relacionar varios estudios fisiológicos se demostró que en los niveles intermedios de complejidad se podria encontrar los mejores ambientes o tareas para preservar el estado de salud. Si se observa el trabajo de un operario especializado se notará que ejecuta una tarea generalmente simple o de pocas operaciones o acciones, durante todo el tiempo de permanencia en la fábrica. El grado de estimulación del operario disminuye en la medida en que la tarea que ejecuta es redundante, aumenta la incertidumbre y por tanto su eficiencia disminuye; a nivel de salud se puede entender que los trabajos muy repetidos requerirán un mayor porcentaje de descansos en el dia de trabajo, la carga de trabajo en este caso a más de ser fisica es psicológica.(OIT, 1981. Fitts y Possner,1973)

En los estudios de tiempos y movimientos los datos que se recogen son tiempos cronometrados de las operaciones importantes de una tarea; en ningún caso esos tiempos se comparán a los tiempos internos del operario y menos aún a las condiciones globales de la tarea ejecutada. Estos tiempos internos del operario de difícil acceso podrian determinar hipotéticamente que una tarea simple ejecutada más veces haria (sicológicamente) inacabable una jornada de trabajo, en cambio una tarea más rica en estimulación a más de aumentar la eficiencia en el trabajador le traeria satisfacción y un mejor nivel de descanso.

Los males acontecidos actualmente por la frecuencia y calidad de ejecución de una tarea monótona se conoce como **síndrome del trabajo repetitivo**, que no es otra cosa que el estudio del efecto del estrés fisico y mental al ejecutar una tarea cuyo grado de repetición es alto.

Si en este aspecto se agregan las condiciones del medio ambiente para realizar la tarea, se podrá evaluar más integralmente una relación ergonómica. Como se explicaba anteriormente, el medio influye sobre la conducta de las personas generando altos niveles de estrés, en aquellos casos donde la complejidad rebase los rangos establecidos como complejidad óptima para cada ambiente. Esto significa que aquellos extremos del continuum de complejidad resultarían nocivos para la ejecución de tareas incidiendo en el nivel de eficiencia. Se podría plantear al ambiente como un factor para mejorar las condiciones de ejecución de la tarea y al mismo tiempo estimular más al operario. En los casos en donde las tareas sean monótonas o redundantes el ambiente puede ser más estimulante o informativo, en cambio, si las tareas son demasiado complejas el ambiente puede coadyuvar a disminuir esa cantidad de información, siendo en si mismo más simple.

La ergonomía puede hacer uso de ésta propuesta experimental, determinando con anterioridad ciertas condiciones del puesto de trabajo y de la tarea mismo. Los rangos de estimulación óptimos son obviamente referidos a las personas para las que se realizarán los estudios, considerando sus diferencias individuales y culturales.

2.3.3 ATENCION, MEMORIA Y APRENDIZAJE

Todo proceso de percepción es resultado de varias formas de estimulación, de acuerdo al carácter o condición de la información que se presenta generando -en condiciones dependientes del estímulo- formas cognoscitivas variadas. El análisis de estos tres aspectos cognoscitivos bastante vinculados con ergonomía y diseño se hará a partir de la complejidad del estímulo emitido; adicionalmente existen criterios de análisis que son comunes a los tres y que se presentan preliminarmente.

El tiempo como un factor constante y que interviene en los tres aspectos se relaciona con el procesamiento de la información determinado por las características de la tarea (ley de Hick). Para esta variable es necesario determinar el óptimo de tiempo que se requiere para ese proceso dependiendo de las condiciones que el estímulo tenga. Las características de las tareas, objetos o ambientes y sus distintos elementos, actos u operaciones que los conforman, determinan las especificidades para cada caso. Cierto tipo de comportamientos de los usuarios se manifiestan similares cuando el estímulo varía de acuerdo a su tamaño o a su duración. Por ejemplo existen tareas más complejas unas que otras, sin embargo, el tiempo para su aprendizaje puede ser muy alto lo que reduciría la complejidad de la misma.

Otro factor importante de analizarse y que interviene en los tres aspectos es el **ruido**, considerado técnicamente como todo aquello que no puede ser codificado por los procesos perceptuales y que está interfiriendo una comunicación normal. En relación a los criterios usados en este trabajo se establece a nivel hipotético que: cuando dos objetos o tareas en uno de los extremos del continuum de complejidad -presentados simultáneamente- requieren la decisión de encontrar la mayor similitud o la más mínima diferencia, menor al que plantea el umbral diferencial, (2.3.1 pag.72) en un tiempo límite para su lectura, van a confundir las posibles semejanzas o diferencias entre las informaciones presentadas y no van a ser entendidas. El tiempo de decodificación se considera en este caso pequeño con respecto a las necesidades reales de tiempo que requiere el proceso. **El ruido en este caso es la incapacidad de codificación del mensaje presentado, cuando en un tiempo corto se debe realizar una tarea de identificación de dos o más mensajes similares producidos simultáneamente.**

ESTA TESIS NO DEBE SALIR DE LA BIBLIOTECA

La relación de atención, memoria y aprendizaje con la ergonomía están determinadas por factores que marcan las diferencias biológicas y culturales de los seres. Para cada caso el comportamiento se verá influido por estos factores y de hecho responderá en consideración con ellos. Entre las distintas funciones de la ergonomía está la de acondicionar o preparar tanto al operario como a la tarea o tareas que debe cumplir, de tal manera que en ningún de los dos casos se produzcan deterioros o daños, haciendo importante relacionar estos aspectos con los cognoscitivos.

En los tres casos que se estudian simultáneamente las relaciones existentes entre ellos y la variable independiente de complejidad estaría dada por una U invertida, conforme a lo explicado anteriormente. Esto es, los mejores niveles de atención, memoria y aprendizaje se encontrarían en los rangos intermedios de complejidad. Esta relación de niveles óptimos de atención, memoria y aprendizaje ubicados en los valores medios de la complejidad dan una referencia para diseñar o estructurar tanto tareas como medio ambientes de trabajo y hacerlos más eficientes.

Atención. A la capacidad de seleccionar los estímulos dirigidos a las formas de percepción se conoce como **atención** o detección de señales. El conocimiento de este factor es importante en la ergonomía el momento de determinar la carga y tipo de tarea que se debe ejecutar, adicionalmente del ritmo que debe tener. Dos factores son importantes en la comprensión de este proceso:

- como se selecciona la información para procesarla inmediatamente por el operador y,
- cual es el nivel o capacidad para mantener la atención en distintos casos en los que se incluyen aquellos extremos de estimulación, muy baja o muy alta.

Si la señal es débil próxima a la del umbral el hombre deja periódicamente de verla. Como se veía en casos anteriores se supone que estas fluctuaciones se determinan por los ritmos fisiológicos del organismo.(Lómov, 1983)

De acuerdo a los planteamientos iniciales y a estudios experimentales con seres humanos y animales se encontró que, los mejores niveles de atención o vigilancia se encuentran en los niveles intermedios de estimulación o complejidad. Para la ergonomía la atención dada a una tarea dependerá entonces del grado de estimulación recibida por el

operario; hipotéticamente se pueden analizar los casos de un operador de radar y de un piloto de un concorde, en ambos casos el grado de estimulación difiere notablemente. Se podría pensar en este caso que representan los extremos de estimulación, el número de errores para ambas tareas será alto en la medida en que el grado de atención decrece ante una estimulación inadecuada; en el primero por aburrimiento, en el segundo por ser ininteligible.

Existen varias formas de estimular un proceso bueno de atención, muy vinculado con la hipótesis que plantea el presente trabajo. Al crear tareas o ambientes en los rangos intermedios de complejidad se puede obtener un grado de atención óptimo. Pero el problema de la atención no es solo un problema de estimulación inicial sino de variación, es decir, del nivel de persistencia frente a un mismo estimulo antes de que este sea modificado o cambiado. El ser humano paralelamente a su necesidad de estimulación en un rango de complejidad entendible requiere un nivel de novedad esto es de cambio, cuyo estímulo deberá presentarse en los rangos previstos para su mejor atención. Cuando se produce el cambio de estimulo habrá que considerar una de las características de la percepción visual la apercepción o posefecto de la imagen.

Memoria. El segundo factor a analizarse es el de la memoria, que se conoce como la capacidad de almacenar o mantener una información con el menor grado de alteración. Con respecto a ella hay muy pocos estudios a pesar de su notable importancia, sin embargo hasta la actualidad se sabe que: «la memorización es un proceso complejo que consiste en una serie de etapas sucesivas que difieren en su estructura psicológica, en el volumen de huellas capaces de ser fijadas y en la duración de su almacenaje, que se extiende durante un cierto tiempo.» (Luria. 1974, 280)

En la ejecución de tareas o reconocimiento de ambientes de trabajo, juega un papel importante esta capacidad humana pues es la que dará una mejor orientación a las posibles soluciones en caso de error o daño por ej. reconocer una calle de la ciudad, o recordar algún dato importante para la ejecución de una tarea ej. hora del dia o número de veces permitidas para una acción o manejo de funciones dentro de un proceso poco usadas.

Luria uno de los estudiosos de estos aspectos presenta tres elementos importantes para un buen proceso de memoria: «Los niveles de organización a los que llegue el proceso de recordación dependerán de **la tarea** que el sujeto tiene ante sí, del **carácter del material** a recordar y del **tiempo** que se de al sujeto para su registro».

La información que puede entrar a "almacenaje permanente" es decir memoria es muy limitada en el ser humano, sin embargo la capacidad de almacenarla en el cerebro es muy amplia. Se consideran dos tipos de memoria aquella que almacena a **corto plazo** y aquella que lo hace a **largo plazo**, para el primer caso se necesitan formas de almacenar información reciente o de menor importancia.

El efecto de la emisión del estímulo (tiempo, complejidad, canal y redundancia) determinan las características de memorización. Generalmente se conoce como el órgano de mayor capacidad a la vista y es a través de ella como mejor llegarían los mensajes.

Un mensaje se guardará mejor cuando más comprensible sea y adicionalmente cuando la reiteración de los elementos importantes ligados en relación directa a su complejidad se encuentren en los rangos intermedios del continuum esto es sean más reconocibles.

Igual que el caso anterior la memoria mejorará el momento en que la información requerida para su almacenaje sea comprensible o tenga un orden u organización preestablecido. El factor tiempo en este caso juega un papel muy importante pues el recuerdo de una información dependerá de él, tanto en la captación, en la ejecución o en la rememoración. Mientras más lejano en tiempo sea el uso de la información almacenada, más difícil será de recordarla. También puede suceder que esa información, al interior del cerebro, ha sido transformada en otro conjunto informacional para ser usada de distinta manera o recodificada en un mensaje más complejo.

El contexto juega un papel importante como elemento de referencia o de orientación. Mientras éste se mantiene el recuerdo se facilita y cuando cambia los procesos de rememoración deberán tener un reaprendizaje del estímulo. Tal es el caso de uno de los primeros estudios de Edholm en

los aviones de guerra que cambiaron de funciones a una misma distribución de palancas, el resultado fue permanentes errores por parte de los aviadores.

Aprendizaje. Es una de las cualidades permanentes del ser humano que guardan permanente relación con los otros aspectos. La necesidad de estructurar el aprendizaje de tal manera que la ejecución de tareas sea eficiente, tanto en tiempo como en cantidad de información y que aquel que está vinculado a este proceso pueda hacerlo por sí sólo después, han determinado una orientación en los estudios sobre él. Para los casos de ejecución de tareas -sobre todo aquellas repetitivas- es necesario su estudio, intentando con ello evitar errores.

El aprendizaje es según unos autores un continuo que al incrementar las cualidades humanas lo hace también en cuanto a la complejidad del estímulo al que debe responder (Gagné, Harlow), considerando de esta manera el aprendizaje como un proceso secuencial de adquisición de conocimientos cada que se estructuran de lo simple a lo complejo.

Al igual que en los todos los casos de procesos cognoscitivos el volumen de la información recibida determina la complejidad de la tarea. Inicialmente se concebía al aprendizaje como una curva asintótica en relación con el tiempo necesario para obtenerlo, presentando el factor aprendizaje como un proceso regular sin problemas intermedios. Actualmente los estudios se han detenido a observar el comportamiento en el proceso del aprendizaje, determinando que este es multifactorial y que cuando el valor del volumen de información es óptimo la tarea se cumple en condiciones óptimas, pero si es mayor o menor las condiciones disminuyen.

Muchos de los procesos productivos requieren de la formación o enseñanza de sus operarios en las mejores condiciones y en un lapso menor, sin embargo no siempre se puede ejecutarlo. Una de las causas es la cantidad de estímulo que se de con esta formación al operario. La otra también importante se refiere a las características del operario para determinar cual es la estimulación óptima para su aprendizaje. Se considera que en ambientes o frente a tareas cuya complejidad o grado de estimulación esté en los rangos intermedios será mejor el aprendizaje, que en aquellos en donde la estimulación sea muy baja o demasiado alta.

2.3.4 Diferencias Individuales.

Al intentar interpretar lo que acontece en la producción de algún objeto que es simultáneamente producido por distintos operarios, lo único que se ve claramente es que cada uno de los operarios ejecuta de distinta manera su tarea, a pesar de que: el producto final es el mismo y que piezas o partes para realizarlo, también fueron similares. Algunos son los datos físicos que plantean estas diferencias: tiempo, operaciones, errores, consistencia en la tarea, etc. Igual problema de interpretación sucede cuando a un grupo de personas se las enfrenta a un medio ambiente en general o a un puesto de trabajo en específico con las mismas condiciones, unos responden de una manera frente a otros; unos sentirán mayor satisfacción por unos espacios, otros menor, etc..

El presente es un estudio que intenta vincular uno de los factores del conocimiento del hombre con las distintas opciones que el análisis informacional y experimental presenta para la ergonomía y el diseño. En éste se abordará el tema del ser humano visto como individuo pero al mismo tiempo agrupado de acuerdo a un **rasgo de su personalidad**. Este rasgo no define completamente a un individuo, ni las conclusiones a las que se llegan agotan los estudios al respecto. Se considera sin embargo que, en un intento de integrar aquellos factores que diferencian a los seres humanos con estudios de ergonomía y diseño, el rasgo de personalidad escogida puede ser valioso.

Interesa encontrar cuales son las opciones que tiene el ergónomo o el diseñador para mejorar las condiciones de trabajo y de su ambiente al conocer rasgos específicos de cada individuo. La primera observación estaría encaminada a plantear que no todos los individuos actúan igual o perciben igual su medio. Las experiencias grabadas a través de sus procesos cognoscitivos marcan la diferencia.

No se puede diseñar igual para un niño, un adolescente o un anciano, de igual manera no se puede pensar que frente a una tarea, grupos distintos de personas la ejecutarían en idéntica forma. Tampoco se puede obviar condiciones de cambio que presenta el desarrollo del ser humano en función de su tiempo cronológico. Existen diferencias entre las condiciones que plantean las diferencias físicas del ser y sus características psicológicas, pudiendo relacionarse a futuro.

Se ha escrito y estudiado mucho en relación con el tema y en algunos casos incluso se ha intentado establecer relaciones de la personalidad del individuo con ciertos rasgos físicos o conductuales. Resulta de interés encontrar su relación con la ergonomía y el diseño, por ejemplo:

- relacionar la constitución física y biológica de la persona con ciertos rasgos de su personalidad, a partir de una extensa y minuciosa encuesta de la población estadounidense. (Sheldon, Kreshmer)
- Por otro lado se establecen relaciones entre rasgos de la personalidad y tendencias hacia usos de espacios, de objetos (ropa, casa, muebles) o tareas. (Shéldon)
- También se establecen relaciones del comportamiento de las personas relacionando rasgos de su personalidad con un determinado comportamiento frente a determinada carga de trabajo. (Eysenck)

Entre otros estos son buenos ejemplos de la importancia del uso de esta información en diseño y ergonomía. Al ser analizadas las formas en las que se ejecutan tareas no solamente plantean que existen diferencias entre los individuos a partir de factores como: tiempos de ejecución, movimientos que se realizan para ejecutarlas (sobre todo aquellas formas peculiares), sino en sí como perciben los individuos aquello que usan o ejecutan. Estas formas peculiares o no de resolver un problema involucra definitivamente rasgos de personalidad, entre otros, que conjunta aquellos procesos cognoscitivos relacionados con la historia de cada individuo para ser como es. El impacto que los elementos del medio causan al ser humano es definitivo, pero igualmente es definitiva la forma como cada individuo procede con el.

En realidad con lo expuesto anteriormente se podría interpretar que existen claras diferencias entre individuos, pero no se podrían plantear a estas como definitivas, ni tampoco pensar que con ellas se define a lo esencial de un ser humano. Por eso es interesante partir del hecho de que un ser humano es un ente con características físio-bio-psicológicas que lo conforman y que en cada una de estas el rango de normalidad es lo suficientemente amplio como para abarcar a toda la población.

Para efectos de los estudios que se plantean anteriormente se ha escogido la dimensión INTROVERSION-EXTROVERSION como aquella que pueda definir claramente a los individuos y al

mismo tiempo evidenciar que este factor tiene notable participación tanto en la tendencia al escoger determinados actos u objetos como en su posterior ejecución y uso.

Eysenck, psicólogo alemán es quien más tiempo ha dedicado al estudio de esta dimensión a pesar de que como se entiende han existido muchos otros que la han asumido y la han analizado. Para este autor la dimensión introversión-extroversión es una de las más claras que ha existido en la evaluación de la personalidad de los individuos, entre otras, pues ha sido encontrada permanentemente por distintos investigadores.

A continuación y para entender mejor a cada una de las personalidades estudiadas se presentan los conceptos usados para definirlas por H.J. Eysenck

«El extravertido tipico es sociable, le gustan las francachelas, tiene muchos amigos, necesita tener personas con quien charlar y no le gusta leer ni estudiar a solas. Anhela el bullicio, es dado a correr riesgos, se excede y compromete a menudo, actúa de forma espontánea e impremeditada y es generalmente un individuo impulsivo. Es aficionado a las bromas, siempre tiene una respuesta oportuna y por lo general le gusta el cambio; es despreocupado, optimista, y le gusta **la zambra y el regocijo**. Prefiere estar en movimiento y haciendo cosas, tiende a ser agresivo, y pierde los estribos enseguida. En suma, no tiene un firme dominio de sus sentimientos, y no siempre es persona de fiar».

«El introvertido tipico, por otra parte, es una persona tranquila y retraída; es introspectivo, más aficionado a los libros que al trato con la gente, reservado y distante excepto con los amigos íntimos. Tiende a planificar su vida, **mira bien antes de dar un salto**, y desconfía del impulso momentáneo. No le gusta el bullicio, se toma en serio los asuntos de la vida cotidiana, y estima una forma de vida bien ordenada. Domina perfectamente sus sentimientos, raras veces se comporta de modo agresivo, y no pierde los estribos fácilmente. Es persona de fiar, un tanto pesimista, y da inmenso valor a las normas éticas."(H.J.Eysenck, 1983,72-73)

Obviamente se trata de polos opuestos pero en realidad lo interesante es saber que el comportamiento de los seres va a diferir de acuerdo a sus tendencias o rasgos en su personalidad. A pesar de que los rasgos de la personalidad

a partir de esta dimensión son muy opuestos, y que, las personas van a tender hacia uno de los extremos, no se podría pensar que la mayoría de la población se encuentre polarizada. "Este concepto de extraversión/ introversión es una dimensión que va de un extremo al otro, pasando por una zona media en que los individuos no son lo uno ni lo otro, y los datos empíricos indican que la mayor parte de la gente cae en esta zona media". (H.J.Eysenck,1983,72)

Una de las formas usadas en psicología para intentar explicar este fenómeno, es a través de pruebas proyectivas una de las cuales elaborada por Mehrabian es usada en los análisis. (anexo 4)

Es importante este conocimiento de apoyo en ergonomía y diseño sobre todo para intentar crear ambientes y tareas especificas para los individuos y no al revés adecuar al individuo a ellas. Se presenta a continuación un ejemplo de las diferencias que existen entre dos individuos que luego de un aprendizaje sobre una tarea y su ejecución por un largo lapso, se encuentra que el operario fue adecuando la tarea a sus mejores cualidades o atributos.

Formado de tapetes de mosaicos*

Operación	Muestras parciales			M.Totales		
	t1	t2	t3	t1	t2	t3
	seg					
Tomar charola	0.5	0.5	0.5			
Vaciar material	1.57	2.07	5.56			
Mover charola	3.75	4.01	4.07			
Volteo/reempl.mat.def.	213.6	154.0	167.0	3.61	4.41	4.53
Acomodo mosaicos posic.	27.02	60.04	14.63			
Mover charola	7.33	7.60	7.09			
Rellenar huecos	17.76	27.4	45.78			
total segundos	271.5	255.6	245.8			
minutos	4.52	4.26	4.08			
		$\bar{t}$ 4.28			4.18	

Empapelado de tapetes de mosaico *

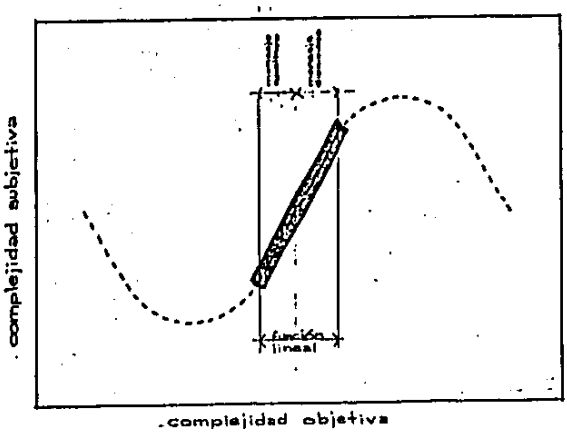
	t1	t2	t3
Tomar papel	3.59	1.93	1.70
Engomar	14.36	14.59	12.39
Colocar	5.14	1.0	4.58
Aplanar	7.45	10.06	10.05
Voltear charola	5.21	6.81	10.54
total segundos	**35.0**	**33.5**	**39.0**

$\bar{t}$ 35.6=14%

* datos elaborados y proporcionados por Ing. J. Salazar 1985

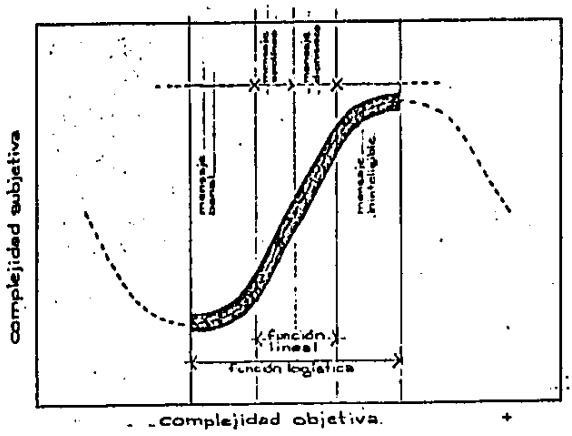
En el ejemplo anterior se puede advertir varias cosas que a pesar de que los tiempos utilizados por cada operario -tres en cada caso- no son significativamente diferentes las operaciones o actos que se ejecutan al interior de la tarea difieren entre unos y otros. Como una observación para este ejemplo hay que manifestar que el tiempo de permanencia de estos operarios en la industria es muy similar y superior a los 10 años, o sea son especializados en el trabajo. Más que a atributos físicos la diferencia en este caso se debe al temperamento de cada individuo que como se manifestó antes, intenta adecuar una tarea repetitiva a sus condiciones de personalidad, planteando que la tarea en términos generales no las tiene. En cada caso cada operario llega a un mismo resultado y ejecuta paralelamente el control de calidad del trabajo.

De acuerdo a las características del temperamento se determino que los operarios preferían unos procesos más que otros y el momento de ejecución así lo demostraban. Ejemplos como estos se pueden encontrar permanentemente en cualquier proceso productivo donde se puedan advertir las peculiaridades impuestas por cada operario a su muy especializada tarea. Existe entonces en este aspecto capacidad de tareas o ambientes para ser ejecutadas o usados por determinadas personas constantemente. Ambientes y tareas (elementos de estudio) hacen selectivos a quienes quieren usarlos y viceversa para cada individuo ciertos ambientes o tareas. Partiendo de este hecho será una opción en ergonomía encontrar el nivel de complejidad accesible de tareas o ambientes para cada individuo y con ese dato diseñarlo y producirlo.



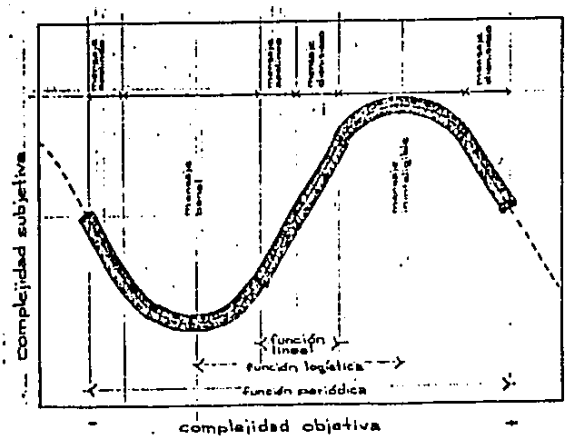
Dentro de un rango intermedio de complejidad (RIC) el gradiente simétrico y completo, la complejidad subjetiva es una función lineal de la complejidad subjetiva. Sólo un rango de tareas y ambientes son percibidas de las opciones de la realidad.

Figura 1



Cuando el gradiente de complejidad abarca dos o más posibles recodificaciones, la complejidad subjetiva se transforma en una función periódica de la complejidad objetiva, que es más amplia.

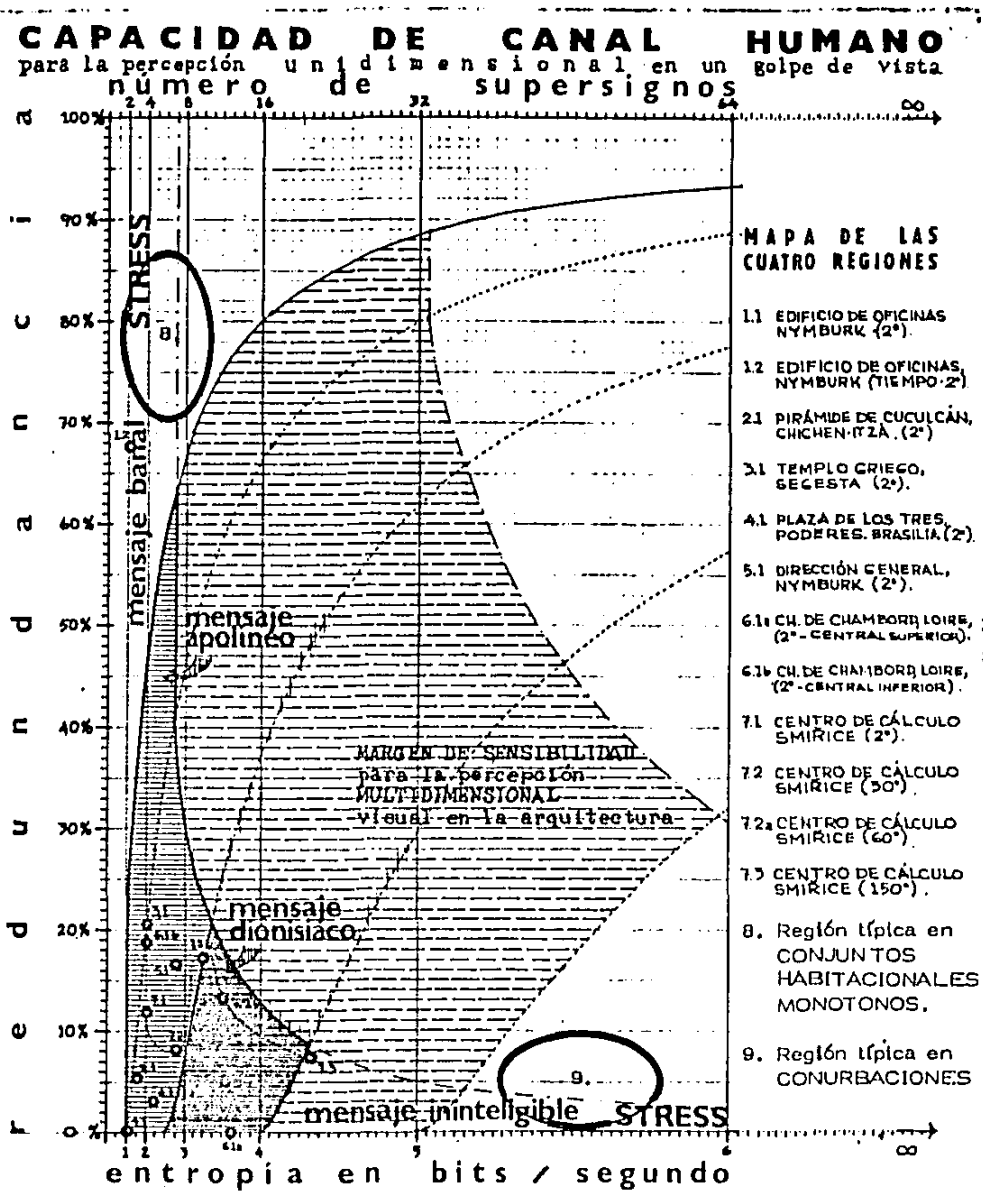
Figura 2



Más allá del RIC, la complejidad subjetiva se transforma en una función logística de la complejidad objetiva. La percepción de complejidad requiere de recodificaciones del mensaje recibido.

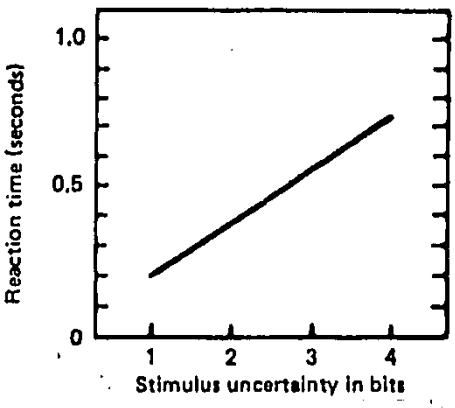
Figura 3

La necesidad de entender los estímulos visuales en conjunción con la limitada capacidad de canal humana implican ciertos procesos perceptuales de codificación permanente de la realidad. Las gráficas e hipótesis son de Covarrubias 1986/vol3/189-190.

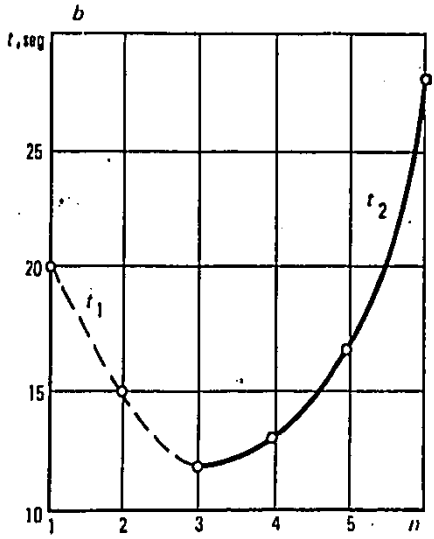


	estímulo			reacción	
	ENTROPÍA BITS/SEG.	REDUNDANCIA %	tipo de MENSAJE	PSICOFISIOLÓGICA	DE CONDUCTA
	4.0000-∞	0 - 8.66	ININTELIGIBLE	STRESS	fatiga, desinterés ineficacia
	2.5850-4.0000	0 - 20.71	DIONISIACO	MARGEN DE SENSIBILIDAD	eficacia, atención, ("queuing")
	0.3712-2.5850	0 - 62.88	APOLÍNEO	para el bienestar psicofisiológico	eficacia, atención
	0.0000-0.3712	0 - 100	BANAL	STRESS	fatiga, desinterés, ineficacia.

En los ejemplos de este estudio nos limitaremos a la "percepción unidimensional", esto es, tomaremos en cuenta un sólo parámetro: la variedad habida de supersignos contenidos en el objeto arquitectónico. Este proceso indica el sistema de análisis, pero no lo agota. Para un análisis más profundo habrá que tomar en cuenta las relaciones de probabilidad de la forma en sí misma, del área, contacto, contraste, color, textura. (Ver texto. NOTA: En este diagrama se encuentra representada únicamente la redundancia relativa. Covarrubias, 1986

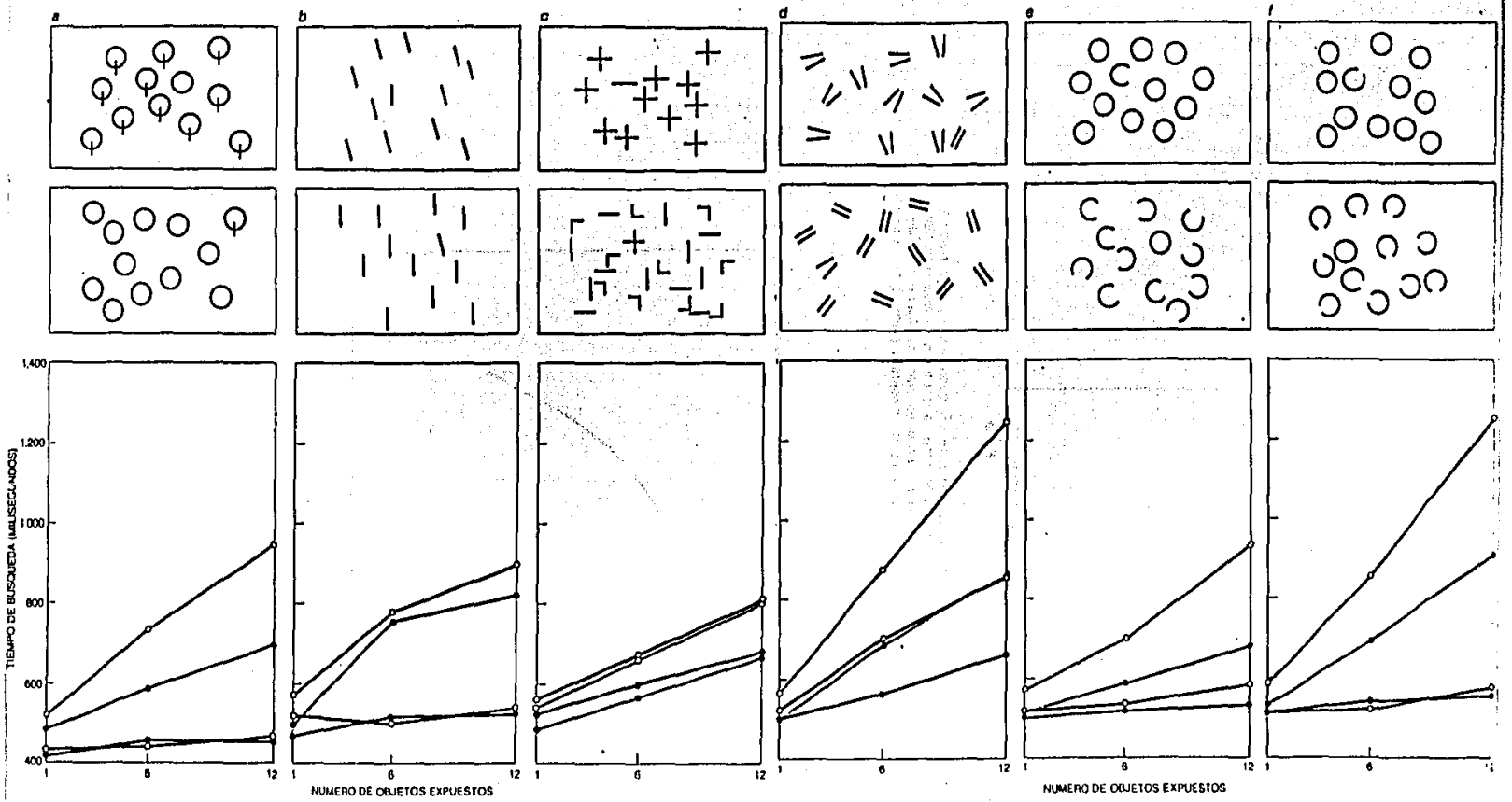


La forma general de la ley de Hick, (según Dember y Warm, 1979/121)



Tiempo medio "t" del seguimiento de una señal en función del número "n" de las señales presentadas

La relación entre tiempo de detección de una señal y su seguimiento, no es unidireccional. a medida que el estímulo es más o menos informativo el tiempo de su seguimiento es mayor y viceversa.



LA PRESENCIA O AUSENCIA de una característica puede afectar de modo muy distinto al tiempo requerido para hallar un objeto rodeado de elementos distractores. En un experimento (*a*), la figura a reconocer era un anillo cortado por una pequeña línea vertical a un anillo sin tal característica. El tiempo de búsqueda del círculo cortado (*negro*) demostró ser, en general, independiente del número de elementos de la ilustración, señal de que la característica saltaba a la vista. El tiempo de búsqueda del otro círculo (*color*) aumentaba bruscamente a medida que se añadían elementos de distracción, señal de que se realizaba una inspección en serie de las figuras. En un segundo experimento (*b*) se pedía a los participantes que buscaran una línea vertical (*color*) o una línea inclinada (*negro*). La línea inclinada se hallaba mucho más deprisa; según parece, sólo resalta ésta. En un tercer experimento (*c*) se comparaba la localización de un segmento lineal aislado (*color*) con la de dos líneas cruzadas formando un signo más (*negro*). Ninguno de los dos saltaba a la vista. En un cuarto experimento (*d*) se ensayaban líneas paralelas (*color*) frente a líneas convergentes (*negro*). Tampoco resaltaban. En la quinta prueba (*e*) se ensayaron círculos cerrados (*color*) frente a círculos con una abertura de un cuarto de su circunferencia (*negro*). En el sexto (*f*) se contrastó nuevamente la forma cerrada (*color*) con círculos de aberturas menores (*negro*). El tamaño de la abertura no parecía ejercer efecto alguno. Un anillo incompleto siempre saltaba a la vista. Por el contrario, costaba más detectar los círculos completos a medida que se reducía el tamaño de las aberturas en los elementos de distracción. En las gráficas, los puntos vacíos corresponden a datos obtenidos en ensayos en los que las presentaciones sólo incluían elementos de distracción (pruebas negativas). (Los dibujos son obra de Jerome Kubl

Algunos ejemplos de pruebas experimentales que intentan demostrar la ley de Hick. (Treisman, 1987)

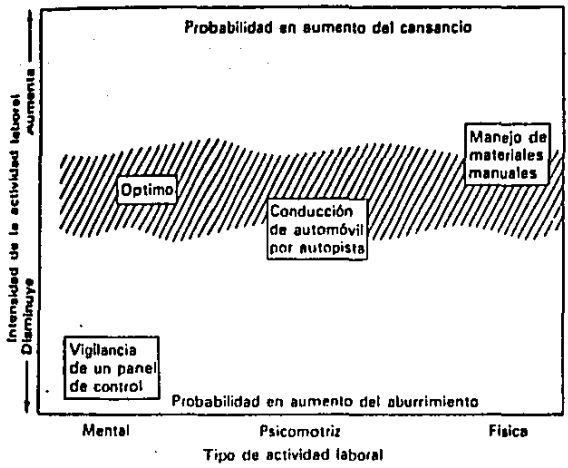


Fig. 7.1. Modelo generalizado de trabajo humano, variable en cuanto a tipo de trabajo y nivel de intensidad. La figura muestra aproximadamente la zona en la que tres tipos de trabajo se hallarían dentro de este modelo. Probablemente, para cualquier tipo de trabajo determinado existe un óptimo que resulta el más aconsejable para el ser humano.

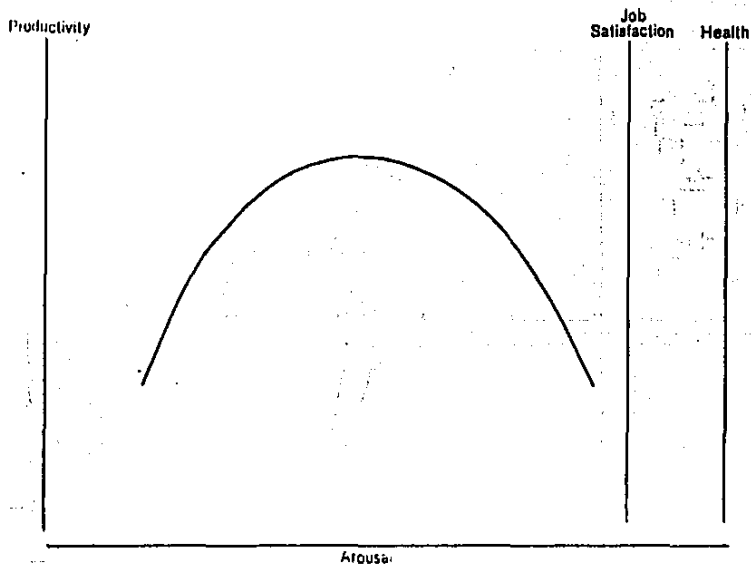
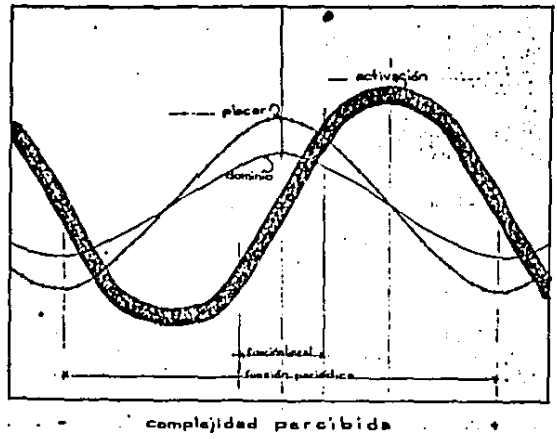
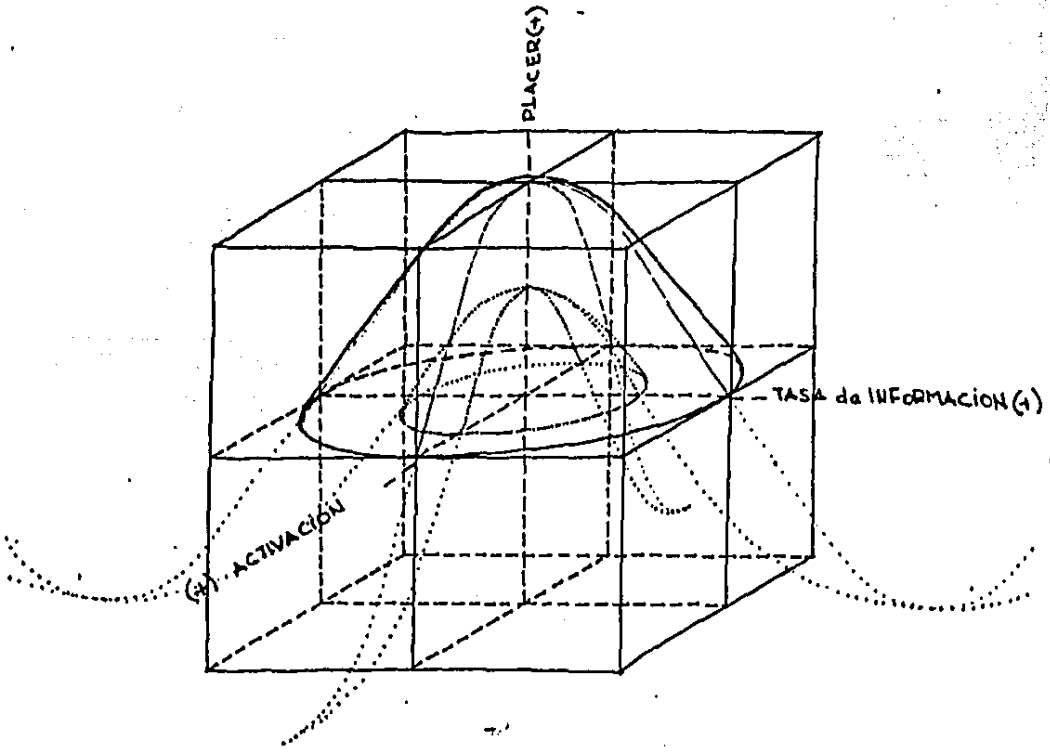


Figure 8. Too much or too little arousal for task performance results in low productivity, job satisfaction and worker's health. There is an optimal region of arousal needed for maximizing productivity, job satisfaction and worker's health. This optimal region may vary depending on the criterion to be optimized.

Distintas maneras de ver las relaciones de complejidad con otros factores, por ejemplo placer, dominio, activación, salud, estrés, etc.





Gráfica que muestra la relación de algunas variables con complejidad. La complejidad percibida o subjetiva es una función periódica del continuum total de complejidad objetiva. Dentro de un ciclo: la complejidad percibida (tasa de información, activación), el placer y el dominio son funciones periódicas de la complejidad objetiva. El placer y el dominio se encuentran desfasados de la complejidad subjetiva, van paralelos con la diferencia que el placer alcanza los valores máximos y mínimos. El placer y el dominio alcanzan sus máximos valores en el rango intermedio de activación y sus mínimos cuando la activación es muy alta o muy baja. El placer y el dominio dependen de la tasa de información y de la activación mientras que la activación depende solo de la tasa de información.
Gráfica tomada de Cavanubias, 1986, vol. I 103.

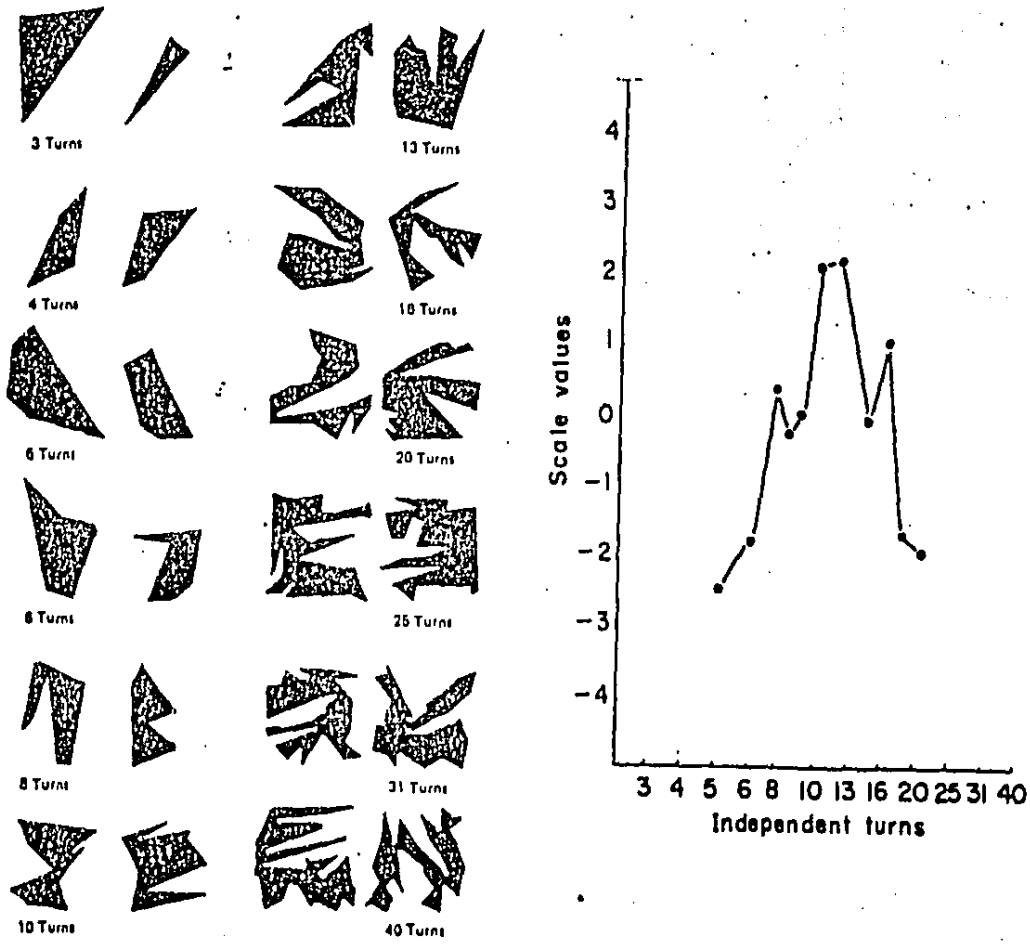


Figura 4.1.32: Ejemplos de estímulos visuales de diferente -- complejidad y su correspondiente gráfica de -- preferencia. (Según Munsinger y Kessen, 1964).

Ejemplo de un análisis experimental cuyos estímulos eran visuales. Se intentaba evaluar la preferencia hacia figuras geométricas con distinto número de lados. La curva muestra la mayor preferencia hacia los polígonos entre 13 y 25 lados, el rango presentaba 12 opciones de polígonos entre 3 y 40 lados.

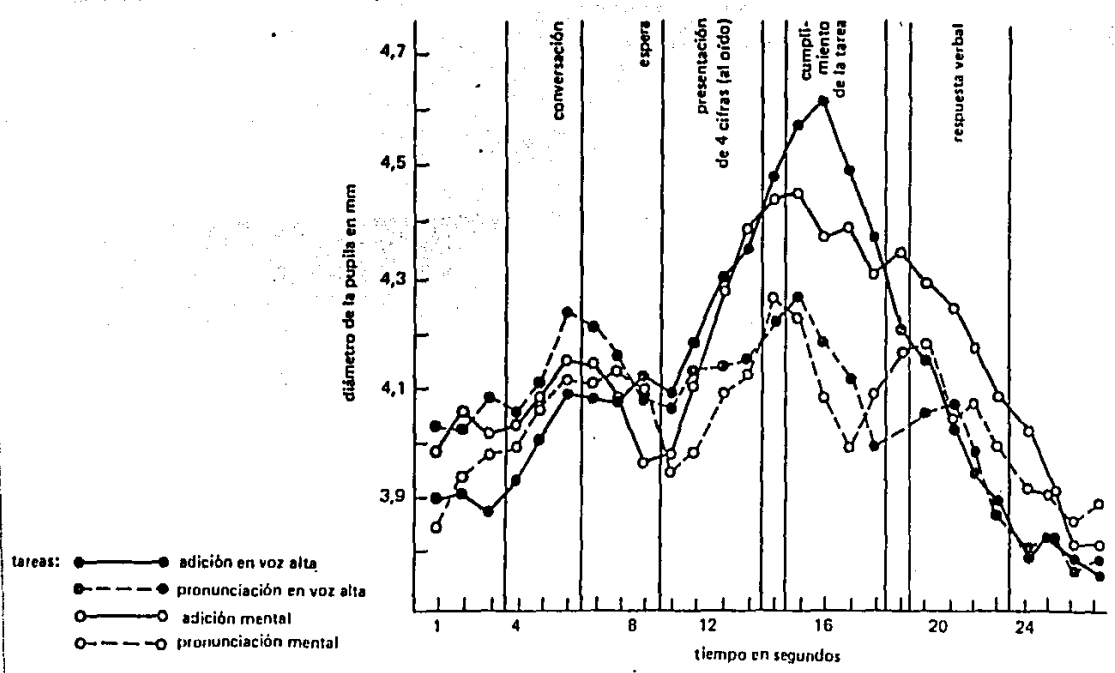
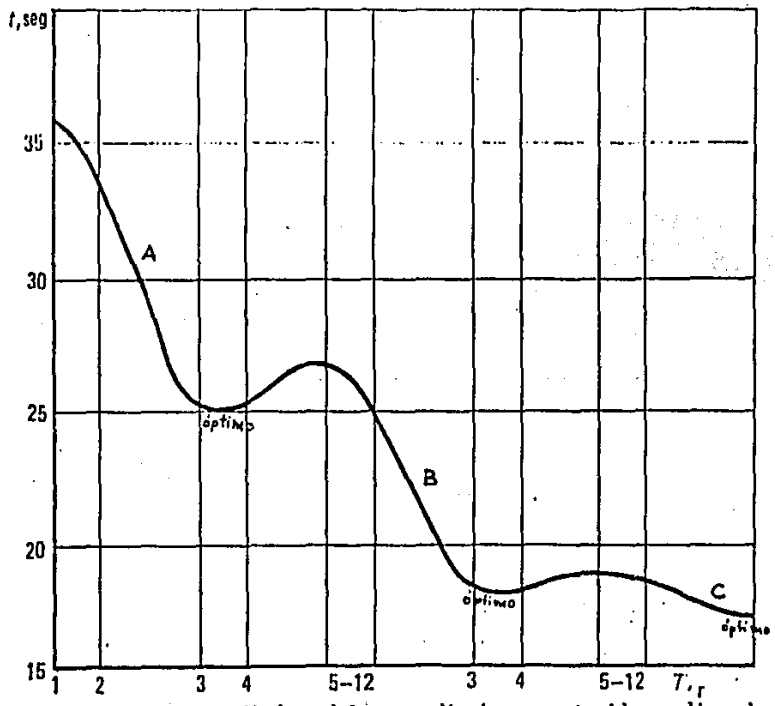
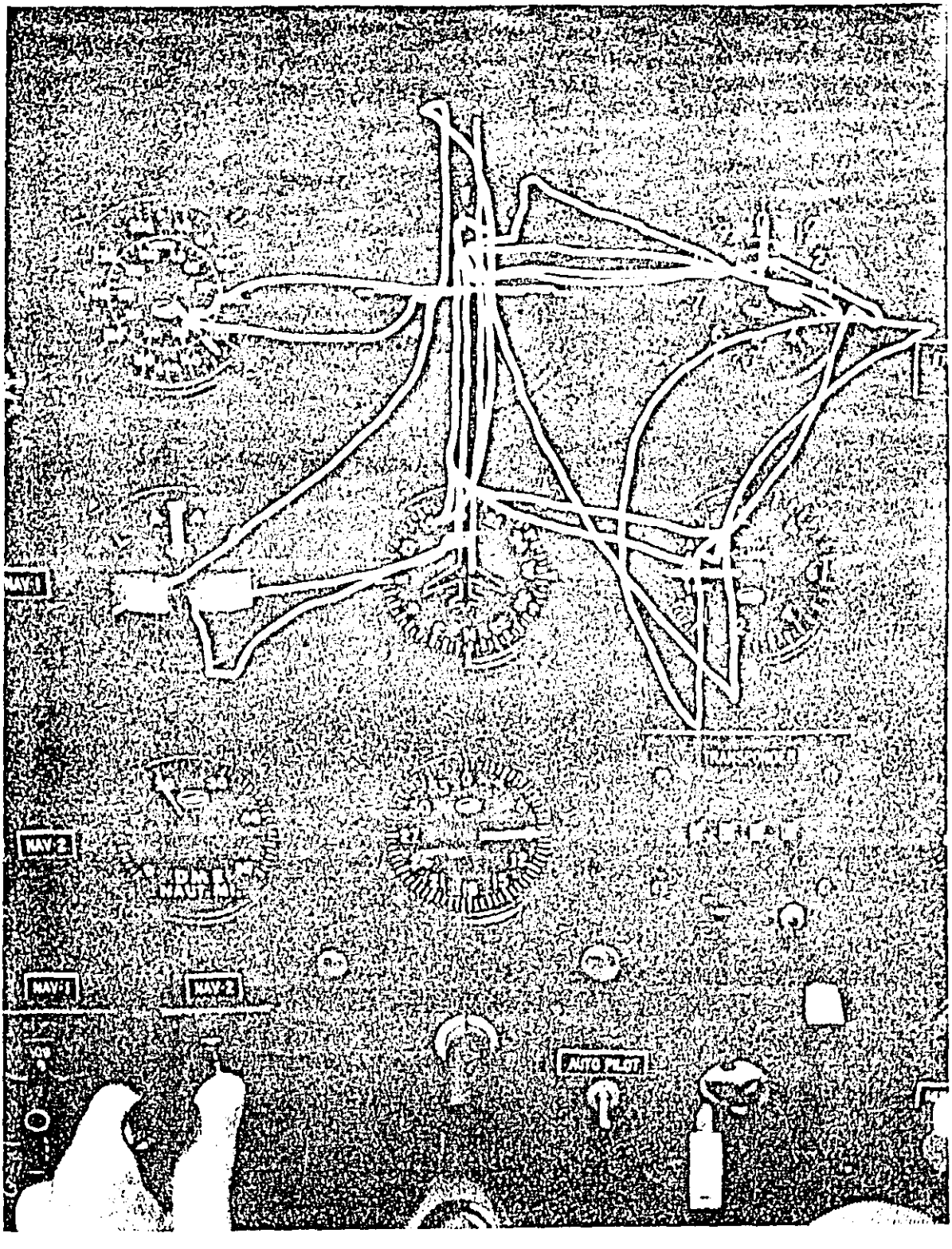


Fig. 7. Dependencia de la magnitud del diámetro de la pupila respecto a la complejidad de la tarea y del tiempo para cumplimiento (según Kanemann, Pivler y Onusk, 1968) La atención se puede evidenciar a través de la apertura del diámetro de la pupila (Zinchenko, 1985, 112)

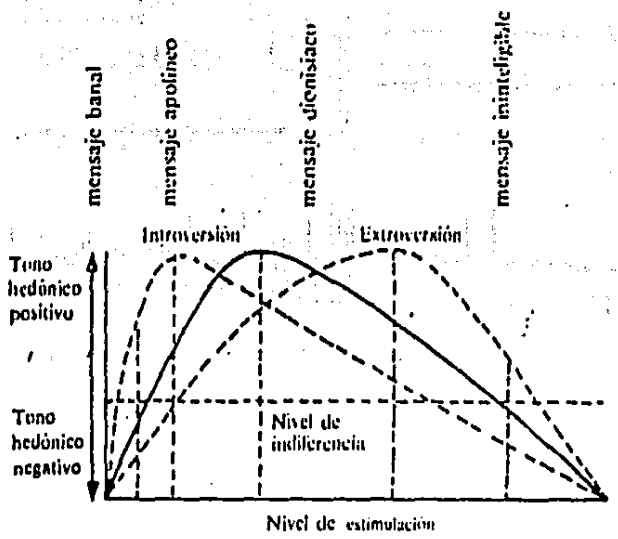


Dib. 1.1. Curva mediada del aprendizajo, construida aplicando la escala de S. Vincent.

Dependencia del tiempo 't' de la solución de los problemas en relación con las características 'T' de los diferentes tipos de información A: por elemento, B: por grupo de elementos, C: percepción integral.
Gráfico tomado de Lomov , Randa, 1980, 72



Trayectoria visual en una cabina de Avión.
La atención en el panel, presenta un aprendizaje previo.



Relación entre el nivel de estimulación y el tono hedónico en función de la dimensión introversión-extroversión. (Adaptado de H.J. Eysenck y Modsen 1973)

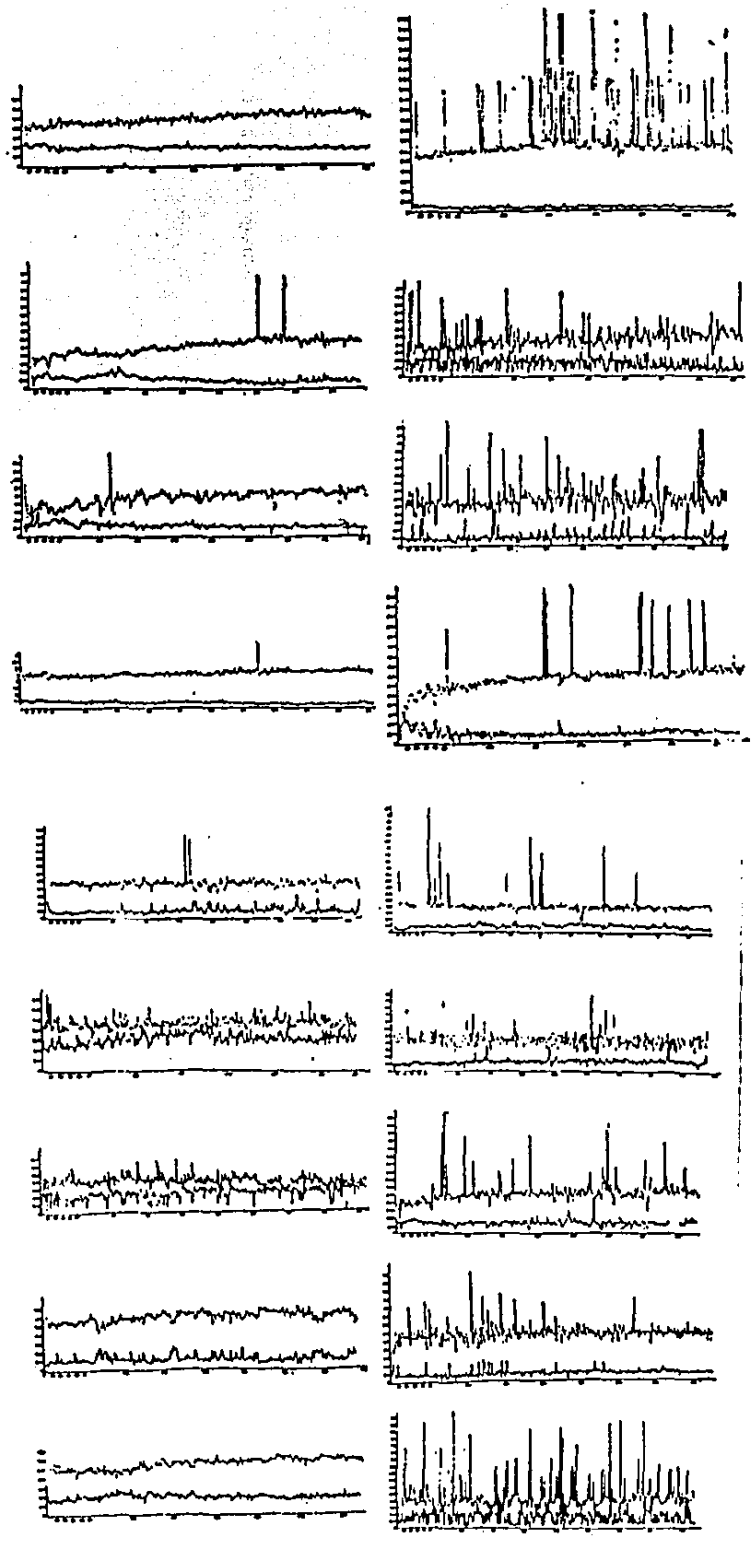
El concepto fundamental de esta gráfica es la noción del "nivel óptimo de estimulación" (OL); niveles de estimulación por debajo o por encima de éste producirán un tono hedónico positivo menor. El OL de los introvertidos se encuentra desplazado hacia la izquierda (menor estimulación o información), mientras que el OL de los extrovertidos se encuentra desplazado hacia la derecha del grupo promedio (ambivertido).

De acuerdo con la idea de que, para nosotros, "estimulación" es sinónimo de "información", se desprende que la introversión correlaciona –en principio– con el mensaje apolíneo, mientras que la extroversión correlaciona con el mensaje dionisíaco. Los mensajes banal e ininteligible se encuentran por debajo del nivel de indiferencia y condicionan un tono hedónico negativo.

Comparación establecida por Eysenck para encontrar las diferencias entre introvertidos y extrovertidos. Las tareas deben ser analizadas tomando en cuenta condiciones de respuesta de cada individuo.

En la selección para determinada tarea y vías de mejorar las condiciones de la misma es preciso hacer una selección del personal idóneo, tomando en cuenta sus cualidades para su ejecución.

Las tareas y los ambientes pueden tener sus caracteríasticas particulares determinadas por las características individuales. La dimensión introversión-extroversión puede ser una de las que ayude a encontrar esa relación.



Resultado de un experimento en el que se pidió a nueve sujetos introvertidos (izquierda) y a nueve extravertidos (derecha) que percutieran lo más rápidamente que pudiesen por espacio de un minuto. Se registró la duración de cada una de las percusiones (línea de abajo en c/diagrama), así como la de cada intervalo entre las percusiones (línea de arriba). La hipótesis formulada era que se produciría inhibición durante dicho experimento y que ésta determinaría pausas de descanso involuntarias; se anticipó además que tales pausas serían mucho más abundantes en el grupo extravertido. Como puede verse, dichas expectativas aparecen corroboradas, especialmente en lo que respecta a los intervalos. (Eysenck,1983/86-87)

2.4 ASPECTOS CULTURALES EN LA RELACION HOMBRE - TAREA - MEDIO AMBIENTE

2.4.1 Introducción

En los planteamientos de Ergonomía, sobre todo en aquellos que se generan en los países dependientes, es bastante difícil establecer la universalidad de ciertas propiedades; tanto de objetos diseñados, como de determinadas acciones o formas de ejecución de tareas generadas en otros medios. Esto se debe sobre todo a características que en muchas ocasiones no son claras de ser observadas y que su conocimiento depende de las relaciones que se establecen en un grupo social amplio. En este análisis se trata de entender un poco más el **factor cultura**, como uno de los elementos importantes para el desarrollo de estudios de ergonomía y diseño.

Se pretende establecer una línea de trabajo -no la única- respecto a las cualidades, opciones o necesidades que presentan determinadas poblaciones para determinadas tareas o diseños de productos, objetos y ambientes de trabajo. Con esto se quiere recalcar la gran importancia del estudio de estos elementos dentro de lo que es campo de acción de la ergonomía: el trabajo, como aporte al desarrollo humano dentro de una colectividad.

Si bien es cierto ésta es una área un tanto difícil de objetivizarla, pues trae consigo muchos elementos aún no resueltos; es necesario plantearla, como una de las que en un futuro aportaría a la resolución de distintos problemas referidos tanto al desarrollo del diseño como al de la ergonomía. Se trata adicionalmente de fortalecer el criterio que se pretende con respecto a una ergonomía menos normativa y dogmática para transformarla en una disciplina más flexible y analítica de un problema.

De la misma manera como los individuos se diferencian, presentan rasgos que los asemejan y los ligan a través de grupos homogéneos de población determinando que existen ciertas constantes en formas de vida, modos de pensamiento u objetos usados. Estos rasgos están determinados por una multiplicidad de factores, que intervienen en todo aquello que se denomina como **cultura** proveniente de una etnia o de un grupo étnico una de las incógnitas del conocimiento humano. «Aplicado al hombre, el **ethnos** define todo grupo humano que, sobre un mismo suelo, constituye una comunidad de vida y especialmente de vida psico-cultural. Este concepto en ningún momento es el mismo que el de sociedad o de raza con los que establece ciertas relaciones de dependencia.»(Griéger, 1966. 33)

Se plantean entonces algunas preguntas que se tratarán de contestar en el presente análisis, siempre y cuando estén referidas a los ámbitos del diseño o de la ergonomía y que adicionalmente se puedan interpretar bajo la mira de la complejidad.

¿Por qué las actitudes de las poblaciones hacia determinadas tareas o determinados objetos son unas y las de otros son distintas pero igualmente únicas?
¿Cómo se puede explicar que las civilizaciones se conformaron en base a las creaciones tan diferentes que dicen mucho de que en realidad esas formas óptimas de conformación de sus ambientes no eran fácilmente repetibles ni tan simples de ser analizadas?
¿Por qué los sucesos entre una y otra etnia se diferencian, siendo aparentemente unas más eficientes que otras?

Existen varias definiciones respecto a cultura entre las que se han escogido las siguientes por ser las más cercanas a los planteamientos del presente análisis. En algunos casos se plantea a la cultura como el resultado de una suma de elementos de diversa índole, tanto aquellos que se ven como

aquellos que aparentemente no se ven, igualmente se trata de explicar los mecanismos que utilizan las culturas para discernir, establecerse organizarse o cambiar.

En la siguiente definición se puede encontrar la diversidad de formas en las que se pueden detectar los rasgos distintivos entre las etnias y quizás una de las apreciaciones más vinculada con los hechos del diseño, su evolución, su permanencia. "..cultura es una unidad organizada, funcional, activa y eficiente, cuyo análisis debe realizarse de acuerdo con las instituciones que la integran, en sus relaciones recíprocas y con respecto a las necesidades humanas y del medio ambiente..... es un todo funcionalmente integrado que se explica en función de la manera en que se satisfacen ciertas necesidades; incluye "los objetos, bienes, procedimientos técnicos, ideas, hábitos y valores heredados". (Malinowski, 1975:86)

Otro de los factores que se debe considerar de una cultura es su acción, su eficiencia dependiente de su ambiente que le rodea, y en el de aquellas formas de organizarlos y recrearlos "...Los sistemas de la cultura pueden ser considerados, por una parte, como productos de la acción y, por otra, como elementos condicionantes de la acción". (Kroeber y Klukhohn,1952,181)

Una forma más abstracta de concebir a la cultura es quiza la que plantea que los hechos materiales y los actos de un pueblo solamente son una parte de todos los componentes de una cultura, existen otros factores que se gestaron ya no solamente en la interrelación del hombre con su medio sino del hombre con sus congéneres, a partir de una información, de una organización: "...no consiste en cosas, gente, conductas o emociones, sino que es más bien la organización de esas cosas; es la forma de las cosas en la mente del pueblo, su modelo para percibirlas, relacionarlas o interpretarlas". (Goodenough. 1964,34)

En los fenómenos culturales hay un elemento dinámico que está presente permanentemente en las distintas relaciones que se dan al interior de cada contexto y que orienta, organiza, ordena: la comunicación. "Los hechos culturales pueden examinarse ya sea como información, ya sea como el sistema de códigos que permite la expresión de está información por medio de signos para convertirla en patrimonio de la colectividad." (González. 1985, 176) Esto es la cultura se encuentra en la gran diversidad de

formas de comunicación o de transmisión de información, como una manera de organizarse o de hacer legibles los valores o elementos que la conforman.

La caracterología étnica es una de las disciplinas que intenta establecer las vías para un conocimiento más objetivo de la cultura. Para el presente caso será a partir de las observaciones que ella ha hecho de los distintos grupos étnicos como se intentará interpretar una opción orientada hacia el diseño y la ergonomía. "A través de la incesante evolución de los grupos étnicos, la observación permite descubrir cierto número de rasgos relativamente **constantes**, tanto en su modo de vivir como en su modo de pensar, e incluso en la clase de instrumentos que utilizan. La búsqueda de **constantes** pertenecerá en realidad al análisis tipológico, a la investigación de los elementos fundamentales que influyen en la formación de los tipos de organización."Griéger.1966,23)

La caracterología da una serie de elementos de análisis que permite una ubicación más clara de cada uno de los grupos analizados. Se describe a una etnia generadora de una cultura a partir de tres grupos de propiedades usadas en estudios de Caracterología Etnica y que según Griéger son: (1966,74)

- **Estructuración**. Define las principales formas de organización, estabilidad, continuidad y disciplina; o los sistemas que utiliza la etnia para establecerse o estructurarse en determinado sitio. Se plantea como el conjunto de elementos comunes por todos conocidos para su establecimiento. Es la capacidad de sintetizar los elementos importantes de las necesidades de la etnia, para con ellos actuar, establecerse o mantenerse permanentemente. En términos de complejidad iría vinculada con la cantidad de estimulación que la etnia podría manejar.

- **Reacción**. Si las propiedades anteriores definían la cantidad de elementos usados por la etnia para establecerse, en este conjunto de propiedades se definirán aquellas condiciones colectivas de emotividad o placer permanentes ante esa forma de establecimiento. En este caso aquellas propiedades van más ligadas a los elementos afectivos como: intensidad, excitabilidad, vivacidad de impresión y amplitud de expresión. Son factores entonces que, dependiendo de la estimulación determinan el comportamiento o conducta de la etnia.

- **Eficiencia.** A este nivel la definición está más vinculada a lo que se podría pensar como la forma de participación frente al momento de ejecución de tareas, es decir a evaluar las aptitudes de la etnia en hechos o actos específicos. No todas las relaciones de la etnia frente a su medio o a las tareas encomendadas son las óptimas para su desarrollo, interesa entonces hacia cuales existe más posibilidades sin que con ello el grupo se vea afectado.

A partir de estos tres grupos de propiedades P. Griéger plantea estudios de tipologías étnicas; advirtiendo que cualquier teorización que se haga no es más importante ni mejor que la realidad misma para verificar permanentemente o los resultados o las prácticas. Para él existen cuatro tipos de etnias:

Introvertidos,
fluctuantes,
perpetuantes,
extravertidos.

Esta definición es similar a aquella de las diferencias individuales. Sus conclusiones determinan que a pesar de que el factor introversión-extroversión es un continuum se pueden detectar otros grupos intermedios, que de ninguna manera significa romper esa continuidad. Para el estudio es interesante el hecho de encontrar la relación fluctuantes<>perpetuantes como una dinámica en las etnias hacia el cambio los primeros y hacia la conservación los segundos. Esa misma relación es la que se maneja al analizar los tipos de mensajes o estímulos en ambientes o tareas (cap. 2.2.2 y 2.2.3 p. 53-56) al marcar la dinámica apolíneo-dionisíaco como una forma de establecer movimiento en las relaciones de los estímulos.

Para el caso de los estudios de ergonomía es evidente que existen diferencias culturales y que deberán tomarse en consideración en las distintas instancias de la relación Hombre-Máquina o ambientes diseñados. No se ha podido establecer aún la forma como este factor influye en los hechos del diseño o en los que podrían ser los inicios de una vinculación de la ergonomía con estos problemas, no siempre evidentes en los análisis de la interacción hombre-máquina. Se plantean en el presente caso a tres aspectos muy vinculados al diseño y a la ergonomía como son las tareas, los objetos y ambientes; se considera válido el hacer un análisis de ellos para aportar de alguna manera con el fenómeno de la cultura.

2.4.2 Ambientes y Objetos diseñados.

Todas aquellas expresiones como casa, silla, mesa, embarcaciones, etc. que Malinovski los ubica como los conformadores de la **cultura material** son los que van a dar la pauta no solo de un comportamiento actual de una etnia sino que son los rastros de su evolución cultural, muy singular, que la diferenciará de otras formas de desarrollo, en otros contextos y con otros elementos.

Se encuentran muchas diferencias entre los distintos grupos humanos y consecuentemente entre sus objetos, sobre todo la forma en que esos objetos adquieren un valor especial al momento de usarlos o poseerlos. Es muy distinto el comportamiento de un mexicano frente a una ventana que la de un inglés por ejemplo. Para el primero ésta puede estar tranquilamente abierta hacia el exterior y permitir la visión del interior y viceversa, el segundo en cambio preferirá que esa ventana tenga sus cortinas perfectamente recorridas y que el paso de la visión del exterior al interior sea imposible. Igualmente acontece con el comportamiento de ambos frente al uso o estado de una puerta, para el primero la puerta puede estar abierta sin problemas para el segundo la puerta debe estar cerrada.

Los objetos son los elementos conformadores de los ambientes y se podría establecer que el comportamiento de una cultura frente a cualquiera de los dos sería similar. Si se analiza este hecho a partir del concepto de complejidad, se puede advertir que habrán culturas que necesiten de un mayor número de objetos a su alrededor y otras culturas que preferirán más bien ambientes poco cargados con menos objetos. Las complejidades que las culturas manejan si bien son notorias al compararse no se podrían considerar como distantes entre ellas pues no son extremas; se consideran como preferidas aquellas que estén en los niveles intermedios del continuum de complejidad para una población determinada, con esto se quiere decir que al hablar de un grupo étnico se presentan valores medios para representar una población; este valor medio no coincidirá necesariamente con aquel valor medio que plantea la forma de concebir sus objetos o ambientes por parte de otro grupo.

Cuál sería el comportamiento del usuario desconocedor de un objeto proveniente de otro contexto, y que, es un hecho frecuente en la actualidad. Es evidente que existen diferencias que inclusive se pueden manifestar físicamente y que responden a situaciones más complejas, como aquellas

provenientes de la cultura. En los casos de **transferencia de tecnología** la ergonomía debe estar presente para plantear los posibles cambios o condiciones tanto en la maquinaria como en la conformación de los ambientes para la buena ejecución de tareas. Estos cambios no representarán sino una reafirmación de los distintos elementos detectados como conformadores de una cultura. Permitirán adicionalmente una mejor eficiencia y mejores niveles de seguridad y de desarrollo individual de las personas destinadas a operar la máquina.

En términos generales se puede decir que existen culturas cuyas tendencias son introvertidas que necesitan un nivel menor de estimulación y en cambio otras más hacia el límite de la extroversión que requieren de una mayor estimulación. Estos datos son los que servirán en un inicio para buscar la relación cultura-ergonomía-diseño. En estas formas de estimulación se integrarían todos aquellos factores que intervienen en la comunicación con el medio, por ej. clima, topografía, objetos de uso, dimensión del asentamiento, etc.

2.4.3 Tareas.

Al analizar las actividades que se desprenden de una cultura, bajo la mira de la ergonomía, se pueden vincular más profundamente aquellos conceptos referidos a eficiencia o productividad, tiempos de reacción y desarrollo individual con aspectos tales como forma de organización de trabajo, tendencias hacia determinadas tareas, aptitudes del grupo y forma de establecerse o de ocupar los espacios.

Se podría establecer que para una misma tarea planteada existirán diferentes formas de realización, que en definitiva son una consecuencia del factor cultura-aprendizaje. Existen rutinas establecidas culturalmente para determinados actos o tareas, que son aprendidas en el transcurso del tiempo. Un ejemplo típico es el de la forma en que recorre la vista el momento de la lectura, no es que existan muchas maneras de hacerlo, pero si son diferentes.

Otros ejemplos ayudarán a determinar que existen varias formas de ejecución de las tareas, aunque el objetivo o producto final sea el mismo. La acción de cocinar no siempre es la misma en todas partes, así por ejemplo en Asia se ejecuta de un modo distinto al de los pueblos europeos o latinoamericanos; a pesar de que los componentes sean los mismos y el elemento calor sea una constante, las diferencias existentes se deben básicamente a determinados tiempos y formas de preparación y cocción de los elementos integrantes.

Cuando se instalaron en zonas campesinas aparatos sanitarios y no se les indicó su forma de uso y sobre todo la necesidad a la que servían estos aparatos, se plantearon soluciones de uso emergentes bastante dispares con las originarias, pero más afines con sus necesidades temporales. En unos casos servían como porquerizas, en otros como lavaderos de aceitunas u objetos suntuarios. Era difícil cambiar una forma de realizar una acción incluidos sus elementos físicos, cuando en la practica existe un aprendizaje de muchos años que subsiste.

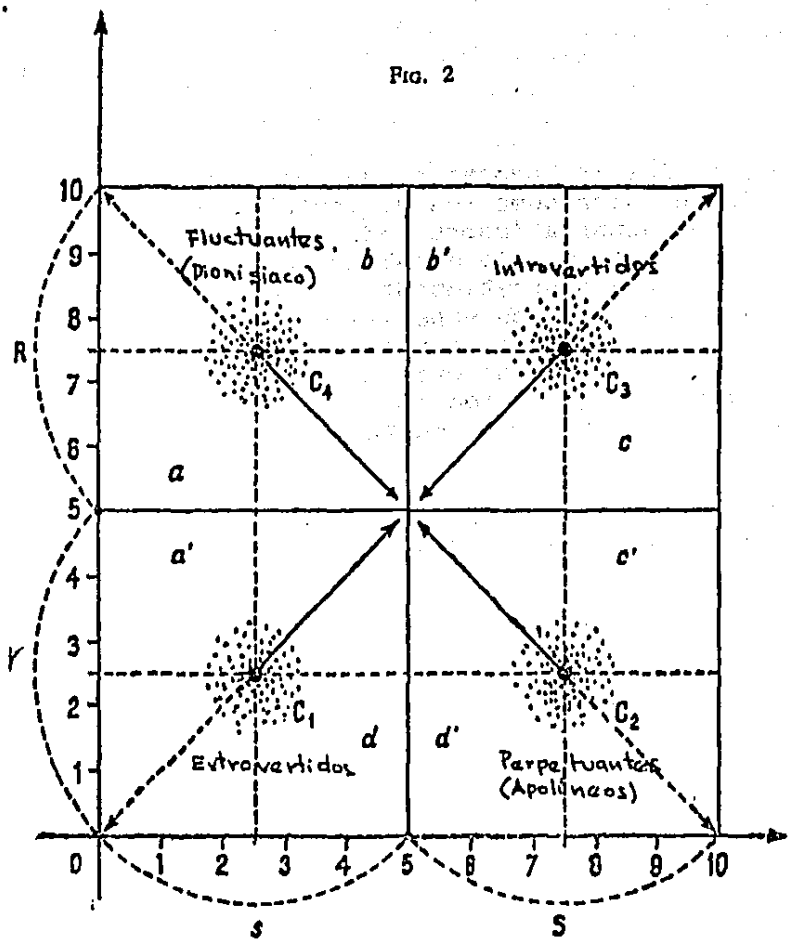
En medios como los de los países importadores de maquinaria es un hecho evidente que la concepción para su funcionamiento y uso parte de criterios muy diferentes a aquellos de donde provienen. Esto no sólo significa que las dimensiones de las máquinas no se adecuan con las características de estos nuevos usuarios, sino que, también

resultan incomprensibles los procesos que con ellas se ejecutan. Se tienen casos como los de instalación, puesta en marcha y uso de maquinaria (sobre todo en pequeños talleres) en donde; todo aquello establecido como norma por el fabricante es desbordado notablemente por el usuario o comprador. Se cambian sus usos especificos por otros con los que emulan efectos realizados por otras máquinas u otros procesos. En este caso el hecho evidente es la forma como una cultura accede a la utilización de una máquina, transformándola en beneficio de la cultura con su uso.

Como este hay muchos casos y se los encuentra cotidianamente tanto en la forma como se usan artefactos o se ejecutan tareas; en el hogar frente a un horno de microondas, que resulta hasta objeto peligroso, o en la ducha y los retardos que su uso conlleva. También se los encuentra en la ciudad, al ver como se usa ésta en distintos sitios de distinta manera y como se ubican las personas en ella, cuales son los hitos, que formas de organización se gestan para resolver los problemas de convivencia social o en el mejor de los casos cual es el deleite de ella por sus usuarios o cual es la imagen que los usuarios se forman de ella.

Todo este comportamiento parte de un aprendizaje cultural, que en los ámbitos de interés del estudio deben contemplarse. Por ahora y como intento de vinculación se puede plantear que la eficiencia en la ejecución de ciertas tareas depende de las condiciones con las que determinadas etnias responden a una cantidad de estimulación. A partir del modelo que planteaba Griéger se presenta otro modelo a comprobar. Se plantea que las etnias con mayor nivel de estructuración, esto es con una menor capacidad de estimulación al igual que aquellos con mayor capacidad de estimulación son menos reactivos, que aquellos cuyos rangos de estimulación están en los niveles intermedios.

FIG. 2



Curvas que determinan las zonas en donde se ubicarían los tipos de etnias estudiadas por Griéger y que encuentran similitud con los parámetros usados para los estudios de complejidad. Estructuración puede asimilarse como el factor de disminución de complejidad.

2.5 HIPOTESIS DE TRABAJO

Hasta la actualidad en ergonomía y en diseño hay factores que no han sido estudiados, a pesar de que en la realidad existen pruebas de un cierto tipo de reacción de los operadores-usuarios con respecto a determinadas tareas, ambientes de trabajo o en general a objetos. Es evidente la existencia de muchos de ellos que son o más fáciles, o más recordados, o más notorios, o más agradables, o más usados que otros.

Para la ergonomía o el diseño esos factores son elementos de estudios que deben analizarse posteriormente, y que más bien se debe entender a la ergonomía o al diseño como una relación física prioritariamente. Cualquier posición que se manifieste contraria a está opción de análisis ergonómico o de diseño debe demostrarse en detrimento de la otra. Esto no niega ni la validez ni las opciones que se presentan en la actualidad para un análisis ergonómico. En muchos de los estudios ergonómicos se ha encontrado gran dificultad por definir cuales son los elementos de interés de un objeto, ambiente o tarea para su conformación. A pesar de que los objetos son diseñados en una correspondencia física total con el usuario, como un traje hecho artesanalmente, no representan las aspiraciones que el usuario tenía sobre el mencionado objeto y es más hasta le resulta incómodo.

Esta necesidad en el presente estudio de cambiar el flujo de la información de partida en los estudios de ergonomía se debe no al hecho de minimizar unos datos frente a otros sino de incluir otros en el sistema de estudio. Se sabe que la incersión de un nuevo elemento en un sistema lo transforma y que su cambio debe manifestarse en una diferente lectura. Para el presente caso se considera fundamental la idea de plantear como una herramienta para el análisis ergonómico la experimentación a partir de elementos más objetivos: presupuesto de ésta disciplina. Al integrar el elemento complejidad como una medida objetiva tanto de tareas como de ambientes u objetos, estas observaciones se jerarquizan pasando a ser una de las medidas fundamentales y de partida para el anális futuro.

En este estudio, a partir de la base conceptual presentada anteriormente -que no es toda- se intenta comprobar la objetividad de esta herramienta con el diseño de experimentos que prueben o simulen en un inicio elementos de lo que será el modelo teórico, para en el futuro una vez controladas algunas variables, integrarlas.

La linea de investigación es una continuación de una linea experimental iniciada por J. Covarrubias referida a ambientes arquitectónicos y de paisaje. La explicación de esa línea abarca necesariamente áreas mayores en las que el diseño en general y la ergonomía son partes conformadoras.

Si bien es cierto la realidad de los hechos hace difícil el acceso a información relacionada con procesos productivos y sus ambientes en los que se desarrollan, por lo que se conoce como **celo industrial**; la necesidad de establecer un vinculo o ampliar el ámbito del modelo es más urgente. La tarea que se plantea el estudio es ahondar ciertas hipótesis que nacidas del modelo planteado pueden ser usadas como herramientas en el estudio de la ergonomía.

La traducción necesaria de ciertos conceptos de arquitectura a ergonomía dan en la practica una alta correlación pues al tratarse de tareas visuales da lo mismo en este caso observar un conjunto habitacional o una calle de la ciudad que observar un tablero de controles o una máquina en marcha. La eficiencia en ergonomía que es lo mismo que el número de errores se transforma en legibilidad para el caso del modelo Covarrubias, entendiéndose que son sinónimos, que pueden ser usados indistintamente y para cualquier tipo de estimulación. El camino que se escoge para la comprobación

es la experimentación muy común en el área de la ergonomía, pero muy ajena al ámbito del diseño, de todos modos enriquecedora para cualquiera de las dos.

El estudio plantea varias hipótesis fundamentales que intentan ser las interrogantes actuales y son las que se enumeran a continuación:

a- Los ambientes de trabajo y las tareas pueden ser evaluadas a través de la complejidad que presentan y con ello pueden ser analizadas indistintamente.

b- Tareas y ambientes de trabajo en un rango de complejidad intermedia son más eficientes que aquellos que se encuentran en los límites como muy monótonos o muy caóticos.

c- La preferencia puede ser analizada parcialmente a través de su relación con complejidad.

d- Los ambientes de trabajo o las tareas de complejidad intermedia tienden a ser más preferidos o más agradables que aquellos banales o ininteligibles. Existen en la relación de complejidad y preferencia, dependiendo de la categoría que se analice, variables extrañas (semánticas, estéticas, fisiológicas, etc.) que no permiten concluir plenamente con este criterio. Mientras las herramientas no sean precisas, la participación de esas variables serán observadas como una tendencia.

f- La legibilidad en una tarea visual es sinónimo de eficiencia para los casos de estudios de ergonomía, traducido a otras formas de percepción se presenta igual como legibilidad. La zona más legible o de mayor eficiencia es la que se encuentra en los rangos intermedios de complejidad.

2.6 REVISION BIBLIOGRAFICA

1. ALPERN, M. LAWRENCE, M. y WOLKS D. 1973; Procesos Sensoriales. Herder/Bibl. de Psicologia/Barcelona.
2. ARNHEIM, Rudolf. 5e. 1984; Arte y percepción visual, psicología del ojo creador. Alianza forma 3/Madrid.
3. ASHBY, W. Ross. 1977; Introducción a la cibernética. Nueva Visión/Buenos Aires.
4. BALLARD, D. BROWN, Ch. 1985; Vision, biology challenges technology. Review: Byte/vol.10 #4.
5. BARNES, Ralph. 6e. 1968; Motion and time study, design and measurement of work. /Los Angeles
6. BARTLETT, Robert. 1976; Muybridge, man in motion. University of California/Berkeley, Los Angeles, London.
7. BENSE, M. 1972; Estetica de la información. Alberto Corazón/Comunicación B 23/Madrid.
8. BERTALANFFY, Ludwig von. 1984; Teoria general de los sistemas. Fondo de Cultura Económica/México.
9. BLOOMER, Carolyn. 1976; Principles of visual perception. Van Nostrand Reinhold Company/New York.
10. BROADBENT, D.E. 1958: Perception and comunication. Pergamon/London and New York.
11. CANTER, D. y STRINGER, P. 1978: Interacción ambiental, aproximaciones psicológicas a nuestros entornos físicos. Instituto de estudios de administración local/Nuevo Urbanismo 26/Madrid.
12. COVARRUBIAS, J.C. 1979; Análisis informacional de la Arquitectura. Revista: Cuadernos de comunicación 47/México.
13. COVARRUBIAS, J.C. 1979; Conceptos de Jiri Zeman. Revista: Cuadernos de comunicación 47/México.
14. COVARRUBIAS, Javier. 1986; Complejidad y conducta en la arquitectura. estudios vol.3. UAM-Azcapotzalco.
15. COVARRUBIAS, Javier. 1986; Complejidad y conducta en la arquitectura. modelo vol.1. UAM-Azcapotzalco.
16. CHAPANIS, Alphonse. 2e. 1974; Ingeniería hombre-máquina. CECSA/México.
17. COROMINAS, Augusto. 2e. 1978; Fisiologia ambiental y espacial. EUNIBAR/Barcelona.
18. DAY, R. H. 1983; Psicologia de la percepción humana. Limusa/México.
19. DEMBER, W. & WARM, J.S. 2e. 1979; Psichology of perception. Holt & Rinehart/New York.
20. DRETFUSS, Henry. 1981; Humanscale 4/5/6. MIT Press/Massachusetts.
21. DOMINGUEZ, P. y CASAS, I. 1979; Introducción a la psicologia del trabajo. Pablo del Río/Madrid.
22. ECO, Humberto. 1983; La estructura ausente. Lúmen/Barcelona.
23. EDHOLM, O. G. 1967; La biologia del trabajo. Guadarrama/Madrid.

24. EYSENCK, H. J. 2e. 1983; Psicología: hechos y palabrería. Alianza Editorial/El libro de bolsillo 657/Madrid.
25. FITTS,P. & POSNER,M. 1973; Human performance. Prentice Hall International/London.
26. FORGUS, Ronald. 6ri. 1982; Percepción, proceso básico en el desarrollo cognoscitivo. Trillas/México.
27. GIEDION, Siegfried. 1978; La mecanización toma el mando. G. Gili/Punto y línea/Barcelona.
28. GOMBRICH, E.H. HOCHBERG, J. BLACK, M. 1983; Arte, percepción y realidad. Paidos/Comunicación/Barcelona.
29. GONZALEZ, O. César. 1985; Los sentidos del entorno. en torno al sentido del diseño. Tesis de Maestría, Posgrado en Diseño Industrial, UNAM.
30. GRIEGER, Paul. 1e. 1966; Caracterología étnica, rasgos peculiares de los pueblos y comprensión de su carácter. Luis Miracle/Barcelona.
31. HALL, Edward. 1978; Más alla de la cultura. G. Gili/ Punto y Linea/Barcelona.
32. HALL, Edward. 8e. 1983; La dimensión oculta. Siglo XXI/México.
33. HALL, C.S. y LINDSEY, G. 1980; La teoría constitucionalista de la personalidad. Paidos/Buenos Aires.
34. HEIMSTRA, N.W. & McFARLING, J.H. 1979; Psicología ambiental. El manual moderno/México.
35. HESSELGREN, Sven. 1e. 1980; El hombre y su percepción del ambiente urbano. Limusa/México.
36. JRAMOI, A.V.. 1987; Introducción e historia de la cibernética. enlace iniciación/Grijalbo/México.
37. JUNG, C.G. 11e. 1985; Tipos psicológicos. Editorial Sudamericana/Buenos Aires.
38. LOMOV, B. VENDA, V. 1983; La interrelación hombre-máquina en los sistemas de información. Progreso/Moscú.
39. LOWENSTEIN, Otto. 2ri. 1980; Los sentidos. Fondo de cultura económica/Breviarios 203/México.
40. LURIA, A. R. 1974; El cerebro en acción. Orbis/Muy Interesante/Barcelona.
41. LURIA, Alexander. 1980; Neuropsicología de la memoria. H.Blume/Madrid. 1e.
42. LURIA, Alexander. 2e. 1984; Conciencia y lenguaje. Visor libros/Madrid.
43. LURIA, A. R. 2e., 1984. Atención y Memoria. Martinez Roca/Breviarios de conducta humana No.12/Barcelona.
44. McCORMICK, Ernest. 1976; Ergonomía, factores humanos en Ingeniería y Diseño. G. Gili/Diseño/Barcelona.
45. MEHRABIAN, A. RUSSELL, J. 1e., 1974. An Approach to environmental psichology. The MIT press/Cambridge.
46. MOLES, Abraham. 1976; Teoría de la Información y percepción estética. 1e. Júcar/Sindéresis,1./Madrid.

47. MOLES, Abraham., ROHMER, Elisabeth. 1983; Micropsicologia y vida cotidiana: sociedad individual y universo colectivo. 1e. Trillas/México.
48. MOLES, Abraham., ROHMER, Elisabeth. 1983; Teoria de los actos. 1e. Trillas/méxico.
49. OIT. 1e. 1983; Las condiciones del medio ambiente de trabajo. Oficina Internacional del Trqabajo/Suiza.
50. OIT. 3e. 1983; Introducción al estudio del trabajo. Oficina Internacional del Trabajo/Suiza.
51. OSGOOD, Charles. 1980; 5e., Curso superior de psicologia experimental, método y teoría. Trillas/México.
52. PANOFSKY, Erwin. 3e. 1983; El significado de las artes visuales. Alianza/A. Forma/Madrid.
53. PIAGET, Jean. 1986; Seis estudios de Psicologia. Origen-Planeta/México.
54. PROSHANSKY, H. ITTELSON, W. RIVLIN, L. 1983; Psicologia ambiental: el hombre y su entorno fisico. Trillas/México
55. ROCK, Irvin. 1e. 1985; La percepción. Prensa Cientifica/Labor/Barcelona.
56. ROSS, A. Alan. 1985; Controversia sobre mentes y máquinas. Orbis/Barcelona.
57. SALVENDY, Gavriel. 1982; Human-computer communications with special reference to technological developments, occupational stress and education needs. Review: Ergonomics n.6 vol.25./Taylor & Francis/London.
58. SCHULTZ, D. & SCHULTZ, S.E. 4e. 1986; Psichology and industry today. Macmillan Publishing Company/New York.
59. Secretaria del Trabajo y Previsión Social. 1976; El hombre y el trabajo. La Prensa Médica Mexicana/México.
60. SHELDON, W.H. 1940; The varieties of human physique, an introduction to constitutional psychology. Harper & Brothers/New York.
61. SMITH, Anthony. 1986; La mente. Salvat/Barcelona.
62. SPERANDIO, Jean C. 1983; L'ergonomie du travail mental. Masson/Paris.
63. Subsecretaria del deporte. 1984; La representación mexicana en los XXIII juegos olimpicos. SEP/México.
64. TAYLOR, Frederick W. 5e. 1986; Management cientifico. Orbis/Biblioteca de la empresa/Barcelona.
65. TREISMAN, Anne. 1987; Caracteristicas y objetos del procesamiento visual. Revista: Investigación y ciencia 124/Prensa cientifica/Barcelona.
66. VALDES, M. y FLORES, T. 1985; Psicobiologia del estrés, conceptos y estrategias de investigación. Martinez Roca/Barcelona.

67. VARIOS Autores Coloquios de Royaumont. 4e.1977 El concepto de información en la ciencia contemporánea. Siglo XXI/México.
68. WARR, Peter. 2e. 1983; Psichology at work. Penguin Books/Great Britain.
69. WIENER, Norbert. 2e. 1981; Cibernética y sociedad. CONACYT/Ciencia y Desarrollo/México.
70. WIENER, Norbert. 1e. 1985; Cibernética o el control y comunicación en animales y máquinas. Tusquets/Superinfimos 2/Barcelona.
71. WOODSON, W. y CONOVER, D. 2e. 1964; Human Engineering guide for equipment designers. University of California/Berkeley, Los Angeles, London.
72. ZINCHENKO, V. y MUNIPOV, V. 1985; Fundamentos de Ergonomía. E. Progreso/Moscú.

3. TRES ESTUDIOS EXPERIMENTALES

3.0 TRES ESTUDIOS EXPERIMENTALES

3.1 INTRODUCCION

Los siguientes estudios experimentales están vinculados con el conjunto de revisiones teóricas planteadas anteriormente, y referidos a complejidad o cantidad de información. En este caso se tratarán de comprobar algunas hipótesis o dudas que nacieron al intentar realizar una traducción de la complejidad usada en arquitectura, a los casos de ergonomía y de diseño. Una vez determinada la validez o no de los datos obtenidos se utilizará esa información como elemento de análisis en las áreas posibles en las que podria intervenir.

El método experimental se plantea como una herramienta de verificación de la relación de la complejidad tanto con diseño como con ergonomia, intentando generar una opción más objetiva de evaluación en estas dos áreas. Los planteamientos experimentales relacionan las hipótesis planteadas con aspectos que se verifican en la realidad sobre todo referida a ambientes de trabajo y tareas ejecutadas, en el presente caso en el ámbito de la ergonomia y del diseño. No se trata con ello de reducir a una simple fórmula todo un caudal de conocimientos que involucra a la ergonomía dentro del fenómeno, mas bien es de interés adentrarse en la comprensión del problema en su verdadero nivel de complejidad, y, preparar el camino para un entendimiento amplio y completo de la realidad de ésta disciplina.

Las hipótesis planteadas en el estudio se han tenido readecuado permanentemente dependiendo tanto de los datos que se obtuvieron como de los instrumentos utilizados para obtener dichos datos. «La hipótesis, como cualquier otro conocimiento, no surge súbitamente, sino que pasa por determinadas etapas formativas, que se caracterizan por el grado de su comprobación por los datos empíricos concretos, así como la profundidad de la fundamentación que tienen los conocimientos teóricos en esta rama de la ciencia".(Academia de Ciencias de Cuba Y URSS, 1983.pag.279)

El campo experimental es amplio y sus posibilidades insospechadas, en su relación con áreas del conocimiento que se interrelacionan en este análisis, en donde se debe entender la relación del medio ambiente con el usuario, como una relación capaz de ser analizada y mejorada. El camino que siguen estos tres estudios más bien se podrían catalogar como réplicas experimentales, de otros estudios anteriores, en donde participa la teoría de la información. El interés al plantearlos así es el de demostrar en primera instancia la validez de esos métodos y posteriormente ampliar o diversificar las opciones que esos análisis experimentales presentaron.

Estos estudios son continuación y parte de una larga cadena de ellos, elaborados en el ámbito del diseño arquitectónico. El modelo que se asume como válido para las relaciones es el planteado por Javier Covarrubias, 1986, vol.3, en donde a partir del concepto y medida de la complejidad de un estímulo, se establecen relaciones con otras variables intentando con esto validar esa medida para el uso en el campo del diseño y también de la ergonomía. Las fuentes son obviamente anteriores y pueden encontrarse tanto en sicología experimental, estética experimental e inclusive en ergonomía.

La explicación de esta réplica experimental traducida a otro ámbito, se podría encontrar en la posición de Wagensberg quien propone dentro de la trayectoria del conocimiento científico un **círculo virtuoso** en oposición a otro **círculo vicioso** «..el círculo es vicioso cuando el punto de llegada coincide exactamente con el de partida, cuando la definición ensayada no logra enriquecerse en ningún sentido. Se trata entonces de un movimiento circular perfecto y por ello condenado a la eterna y boba rotación trivial. Un círculo virtuoso, en cambio no se cierra. El punto de llegada es el principio de otro círculo ligeramente desplazado. Se forma una espiral, hay precesión, hay virtud. Hay ciencia.» (Jorge Wagensberg, 1985, p.14)

fase formativa, por tanto los análisis que se hagan no se pueden cortar. La interrupción surge de la necesidad de exteriorizar en este documento la línea de investigación planteada.
- publicar el estado de avance que llevan estudios recientes y las potencialidades esperadas de ellos. Adicionalmente para establecer la relación entre cada uno de ellos, es necesario conformarlos poco a poco hasta un estado óptimo.
- Propiciar la discusión y la búsqueda de interlocutores en diseño y ergonomía, respecto al uso de la complejidad como una herramienta de análisis.

El orden en que se presentan las líneas experimentales se lo hace más que siguiendo un orden cronológico o jerárquico; intentando concatenar conceptos entre cada uno de ellos, haciéndolos dependientes. La líne va de los más objetivos a aquellos subjetivos.

En el primero, se intenta demostrar la Ley de Hick en la realización de una tarea visual, muchos autores la han comprobado anteriormente y de diferentes maneras. El interés es vincularla a variables más concretas del campo del diseño como son: forma, tamaño, proporción, etc., o de ergonomía como trayectoria visual, eficiencia, tiempos de respuesta, número de errores, etc. propiciando de esta manera la recolección de evidencias experimentales de la realidad, afines con los medios de estas áreas.

El segundo, intenta correlacionar la complejidad de tarea con la complejidad en su lectura o legibilidad; se trata de comprobar cuan entendible es una tarea con respecto a otra, usando obviamente como parámetro de evaluación a la complejidad visual. Una vez establecido este hecho se pretende encontrar los efectos buenos o malos que sobre los seres humanos producen tareas o ambientes de una complejidad determinada. Los estímulos para el caso se encontraron en diversas áreas de producción, en donde habrá que aclarar las condiciones de trabajo no eran las óptimas ni las tareas analizadas las representativas, así como aquellas maneras de ejecución de tareas, las únicas para cada proceso.

El tercero, incorpora un área bastante difícil de tratar como es la preferencia. Se intenta establecer su relación con complejidad y determinar cual es el tipo de esta relación, no se controlan en este caso variables extrañas que pueden incidir determinantemente en los resultados. Los resultados en este caso serán analizados únicamente a través de las hipótesis planteadas. Los instrumentos se

En este estudio el problema es encontrar la relación entre la complejidad o cantidad de estimulación con diversos factores que se plantean frecuentemente en ergonomía: tiempos de reacción, errores, eficiencia, estrés, salud, atención, vigilancia, etc. De igual manera con aquellos aspectos inherentes al diseño en este caso del ambiente de trabajo, legibilidad, número de elementos componentes y su calidad, relaciones con las tareas, características del usuario, tipos de estímulos emitidos y recibidos, interfase, funciones, etc.

Adicionalmente al intentar establecer rangos óptimos tanto en la conformación de ambientes como en la determinación de tareas, se presenta la necesidad de encontrar un camino de acceso a un conocimiento o un conjunto de ellos más objetivos, que puedan incidir en dichos niveles de comodidad. Los análisis experimentales -en este caso- son también herramientas que pueden validar un mecanismo de acceso a un conocimiento, y no sólo los resultados obtenidos. Para el diseño es una frecuente discusión la de encontrar una vía, el método experimental en los términos planteados en éste caso darían un elemento más de análisis y posibilitarían un mejor conocimiento del fenómeno.

El área de estudio se enmarca en la problemática visual, y de ella el aspecto de complejidad; que es la que ha sido analizada en el transcurso del presente documento. No se intenta rebazar este campo fenomenológico, concentrando mayores esfuerzos para llegar a entender y explicar de una manera más amplia este problema. La complejidad visual de los objetos diseñados (fracción cada vez mayor de nuestra realidad material cotidiana) es una dimensión que tiene efectos directos e indirectos sobre el hombre (operador). Así como en los objetos mismos, dicha complejidad es susceptible de ser cuantificada, regulada y controlada en cuanto a sus efectos sobre el hombre.»(J.Covarrubias, 1984)

Se presentan tres experimentos dos de ellos en su fase inicial y el tercero ejecutado en su totalidad. En el caso de los dos primeros las hipótesis y especulaciones teóricas fueron planteadas y sus instrumentos ajustados a las necesidades, faltando únicamente la recopilación de los datos en una muestra, y la obtención de conclusiones. La intención de plantearlos así en este documento, a sabiendas de que resulta ortodoxo, se debe fundamentalmente a ciertas razones:

- la investigación propuesta en este caso no tiene un límite cercano en tiempo para que se defina, pues apenas está en

basaron en una prueba de selección visual referida más a diseños ergonómicos de un elemento importante de un puesto o ambiente de trabajo.

Los experimentos a pesar de intentar demostrar fenómenos complicados, tuvieron que encontrar herramientas ajustadas con la realidad para facilitar por un lado el acceso a comprobaciones teóricas y por otro la aplicación indistintamente a cualquier sujeto. Se cosidera este hecho importante en las realizaciones experimentales, donde se deben controlar todos los factores que intervengan.

La presentación de cada uno de ellos se realiza a manera de reportes o de diseño experimental, de la siguiente manera:

- **Resumen**, en caso de haberse ejecutado la muestra.
- **Introducción**, en la que se plantean conceptos y referencias más importantes y se define la línea experimental abierta a discusión.
- **Método**, se analizan los elementos usados: sujetos, aparatos, diseño y procedimiento.
- **Hipótesis** o las relaciones entre las variables esperadas.
- **Resultados**, en caso de haberse corrido el estudio.
- **Conclusiones**, o la verificación de las hipótesis planteadas.

3.2 CONTADOR DIGITAL: complejidad visual - tiempo de búsqueda y lectura.

Introducción

Dentro de los problemas más frecuentes en tareas de percepción visual están: la necesidad de conocer el tiempo mínimo requerido por un individuo en detectar una señal en particular y, establecer plenamente en ese lapso las diferencias con otras de su mismo genero.

Existen varias premisas en relación a los estudios de tiempos de reacción, cronológicamente las más importantes fueron: en 1796 en Greenwich, el astrónomo Maskelyne determina el tiempo necesario para detectar el recorrido de las estrellas. En 1850 Hermann von Helmhotz, trabajó con experimentos que buscaban determinar la velocidad de conducción de la información a través del nervio, los estímulos eran visuales y sonoros. Donders (1868) denomina a este análisis **velocidad del proceso mental**. Hick (1952) y posteriormente Hyman (1953) demuestran experimentalmente que el tiempo de reacción es una función de la cantidad de información, complejidad o incertidumbre.

Muchas han sido las pruebas que en torno a dicha ley se han realizado, el afán de plantearla es el de ajustar las herramientas que el estudio propone para de esta manera hacerlas más confiables y divulgables en el ámbito del diseño y de la ergonomía.

Muchos de los errores que se producen en cualquier ejecución de tarea dependen -y esta es la comprobación más importante- del tiempo que se da a la ejecución de la misma. Es en este tiempo cuando la tarea puede asimilarse o no y cuando un operario puede ser más o menos eficiente. Si en condiciones de evaluación ergonómica un operario cambia su puesto de trabajo de un lugar a otro distinto, el tiempo que tomaría en acondicionarse en él, o mejor dicho entenderlo, sería el que establezca la profundidad de su conocimiento. Igualmente para una tarea que debe ser ejecutada en un tiempo reducido, se puede suponer que esa tarea tiene mejores opciones para entenderse de acuerdo a la complejidad de aquello que se percibe.

Otra traducción a la industria puede ser la practica frecuente de los controles visuales de calidad. El tiempo que puede demorar un operario en verificar una condición anormal será aquel que permita detectar dentro de un conjunto de elementos aquellos que no presentan las condiciones adecuadas. Posteriormente a este control el operario debe calificar si el estado del elemento calificado es bueno o es malo. Dos podrían ser las razones de error o de demora en la ejecución de esa tarea:

- el crecido número de elementos, o,
- las características de similitud existentes entre cada uno de ellos.

De todas maneras es la complejidad en los dos casos un dato importante, que determinarán la cantidad de tiempo que requerirá un operario para ejecutar la tarea sin errores.

Inicialmente este estudio se plantea como una propuesta de experimentación, en el campo de la percepción visual, en dos aspectos importantes: el primero relacionado con búsqueda y lectura digital y el segundo en el desarrollo de una tarea algo más compleja y que evalúa tiempo de trayectoria en recorrido visual. En ambos casos la complejidad es el parámetro utilizado. Tiempo y número de errores en este caso serán los indicadores.

Al analizar el proceso fisiológico de la visión se describian los procesos de transformación que seguia un estimulo antes de ser entendido. Los estimulos visuales se reciben, se codificaban y decodificaban en procesos simultáneos o en paralelo, requiriendo de la misma cantidad de tiempo para cualquier estimulo. El proceso posterior a ellos que posibilita la detección cabal de un estimulo y que dan su explicación se ejecuta en serie. Este proceso es el que está determinando la cantidad de tiempo que puede demorar el cerebro en percibir un estimulo de cualquier indole. A mayor número de elementos diferentes y desconocidos mayor será el tiempo que demore una persona en ubicarlos.

El proceso temporal entre el momento en que aparece un estimulo que exige una respuesta y el que determina una respuesta se llama **tiempo de reacción**. Todo tipo de tarea que presenta opciones de toma de información con el medio y su respuesta puede ser evaluada en forma de términos finitos de tiempos de reacción. En el tiempo de reacción se involucran dos aspectos importantes: la detección de un estimulo y la selección de una respuesta adecuada, en un tiempo adecuado,

La presentación de un estimulo esta siempre condicionada a una cantidad de ruido, sea interno o externo, este ruido es imposible de eliminarlo es más la información siempre viene con el, anteriormente se habia definido al ruido como un mensaje no detectado ya sea por la complejidad del estimulo o por el poco tiempo que se dio para que esto aconteciera, o porque el estimulo de ruido no tenia ninguna relación con el mensaje que se queria presentar.

El tiempo de reacción se puede acercar a cero si es posible para un sujeto el anticiparse con su respuesta temporal y de decisión a un evento, en los análisis experimentales sobre tiempos de reacción deben tomarse en consideración los hechos que permitan al sujeto prever la respuesta deseada. En casos donde el estimulo se manifiesta inciertamente el tiempo de reacción tendrá un valor que lo represente.

No siempre el ser humano reaccionó frente a los mismos estimulos de la misma manera, muchas veces los tiempos de reacción se han ido reduciendo, otras veces los estimulos encontraban la complejidad en su rango óptimo. "el hombre siempre ha tenido que aprender nuevas destrezas para adaptarse a su medio"(Posner 1973)

Se puede plantear que para cada individuo corresponde un tiempo de reacción distinto y que para cada tarea corresponden también tiempos de reacción diferentes. Los estímulos deberán ser similares en su categoría pero crecientes en cuanto a su número de elementos o su complejidad.

Se presentan a continuación ciertos datos que aparecen en las tablas 4/5/6 de Dreyfuss (1981) sobre TR promedios en distintas variables:

Variación del tiempo de reacción de acuerdo al tipo de percepción

1	Tocar	.11 - .15 seg.
2	Temperatura	.15 - .22 seg.
3	Dolor	.70 - 1.00 seg.
4	Oir	.12 - .22 seg.
5	Oler	.29 seg.
6	Gustar	.20 - 1.10 seg.
7	Ver	.15 - .20 seg.
8	Enfocar	.165 seg.
9	Movimiento de ojos sin enfocar a 40 "	.10 seg.

Variación del tiempo de reacción de acuerdo con la edad

1	5 años	.40 seg.
2	10 años	.30 seg.
3	20 años	.20 seg.
4	30 años	.22 seg.
5	40 años	.25 seg.
6	50 años	.28 seg.
7	55 años	.35 seg.
8	60 años	.50 seg.

Estos ejemplos reafirman la necesidad de indagar sobre las diferencias que presentan los estímulos para su presentación e igualmente las diferencias biológicas del hombre para detectarlos. Adicionalmente a los ejemplos expuestos se encuentran datos que plantean diferencias en los tiempos de reacción de acuerdo al sexo, al lado dominante en el cuerpo, al nivel de entrenamiento, etc. Determinando -sobre todo en los ámbitos de interés del diseño y de la ergonomía- que, los TR pueden encontrar su mejor nivel vía uso de la complejidad de estimulación.

Método

Sujetos. Se prepararon dos tipos de pruebas para ser usadas indistintamente con cualquier persona, diferenciando únicamente edad y sexo de los participantes.

Aparatos Debido a que fueron dos pruebas para comprobar la ley de Hick, se prepararon dos tipos de material diferente, en la primera el estímulo eran números y en la segunda una tarea de recorrido visual.

a. Lectura digital. Se prepararon series de digitos en grupos de 2, 4 , 6 y 8 cuya aparición debia ser secuencial de acuerdo a un orden creciente y cuyos valores eran aleatorios. El tiempo de permanencia de estos digitos está controlado y es creciente conforme a la necesidad del sujeto, para tener una mejor lectura de ellos. Debido a las condiciones de los estímulos fue necesario ejecutar un programa para computadora con la que se correrá el estudio.

b. Trayectoria visual. En una sala se preparó una serie de seis dibujos en dos dimensiones de laberintos. Estos laberintos difieren unos de otros por su complejidad expresada por la cantidad de cruces que tienen y adicionalmente por la longitud del recorrido en cada trayecto. Los tiempos a diferencia que en el caso anterior se tomarán con la ayuda de un cronómetro que marque por lo menos décimas de segundo.

Diseño y Procedimiento. Como son dos estímulos diferentes se preparó el experimento de dos maneras distintas como se explica a continuación:

Lectura digital

1. Se invita a una persona a ejecutar la prueba.
2. Una vez instalados en la sala preparada para el estudio se comenta las condiciones de la prueba a manera de instrucción y paralelamente se explica el funcionamiento de la computadora que se usará en el estudio.
3. Se procede a encender el monitor y a correr una prueba de entrenamiento para que el sujeto se familiarice con el mecanismo.
4. El programa trae sus propias instrucciones que el sujeto puede leer. La pregunta a la que el sujeto debe responder es referida al número visto, el mismo que debe ser anotado posteriormente a su detección.

5. La prueba inicia con la presentación de dos pares de dígitos por una fracción de tiempo muy pequeña, en la que el sujeto debe contestar la pregunta. En caso de no hacerlo correctamente la máquina procede a aumentar el tiempo de exposición del número, hasta el momento en que sin errores el individuo pueda determinar cuales fueron los dos dígitos en tres oportunidades consecutivas, después de lo cual se pasa al siguiente estímulo.
6. Una vez concluida la lectura de dos digitos se pasa a la de cuatro digitos en la que se procede de la misma manera que en el caso de dos. La condición para superar esta etapa es la de contestar acertadamente en tres oportunidades consecutivas.
7. En los casos de seis y ocho digitos se procede de la misma manera hasta obtener los datos o resultados correspondientes.
8. Concluida la prueba se agradece su participación y se invita a otra persona.

Trayectoria visual

1. Se invita a un sujeto a pasar a la sala preparada para la prueba.
2. Se le dan las instrucciones que consisten en pedirle que a partir del uso de su vista, resuelva los laberintos que se le presentarán por separado.
3. Cada laberinto tiene dos accesos y dos salidas, las trayectorias visuales tendrán que recorrer de un acceso a una salida; esto es, a cada acceso corresponde una salida que hay que encontrar.
4. El tiempo que se mide en la tarea es el que se establece entre el momento en que el sujeto está frente al laberinto y el momento en que emite su respuesta o determina que su tarea está concluida.
5. Una vez concluida la tarea se cubre la imagen, se anota el tiempo en el que obtuvo su respuesta. Posteriormente se le pide que anote su respuesta, y con esta se verifica si hubo error o no.
6. Los laberintos se presentan en forma secuencial del más simple al más complejo y para cada caso se realiza la misma rutina que la descrita anteriormente.
7. Una vez concluida la prueba se recopila toda la información y se agradece por la participación.

El experimento todavía no ha sido ejecutado para conseguir datos y con ello afirmar las hipótesis planteadas, sin embargo se han ejecutado pruebas piloto que han servido para ajustar las condiciones experimentales.

Los primeros resultados obtenidos en estas pruebas determinan que para la primera se debe observar un poco más el comportamiento de los instrumentos utilizados pues pueden traer consigo ciertas variables extrañas que condicionarían un cambio en los objetivos de la prueba.

En el segundo caso la medición de los datos es la que deberá manejarse de otra manera, o siempre por el mismo sujeto para evitar errores grandes en relación a las mediciones pequeñas que se manejan para el caso.

Se espera que los datos que se obtengan determinen que la relación entre complejidad visual y tiempos de reacción sea directamente proporcional en los casos estudiados.

Hipótesis

En este caso las hipótesis estarán referidas a reafirmar lo planteado en la ley de Hick, tratando de determinar con esto la viabilidad del uso de esta ley al enfrentar a distintos estímulos. La hipótesis fundamental por tanto será la de demostrar que los tiempos de reacción se correlacionan con la cantidad de estimulación presentada en forma logarítmica.

La siguientes consideraciones en este nivel de hipótesis será la de determinar si es que existen diferencias en la relación entre los tiempos de reacción y la cantidad de información presentada cuando los estímulos son diferentes.

Cada individuo tiene su tiempo de reacción específico para cada estímulo, al igual que presentaría su propia curva en el momento en que los estímulos aumentan de complejidad.

Los primeros resultados de las pruebas indican que para el primer caso existen variables extrañas que habría que controlar, estas variables estarían determinadas por dos aspectos el tipo de pregunta y las condiciones para su contestación; no siempre el manejo de una computadora para teclear un dato que debe ser preciso es el óptimo. Se manejaron en las pruebas dos variables de tamaños de letras que podrían incidir en las respuestas se encontró que al duplicar el tamaño de la letra los tiempos se reducían. Se acompaña a este diseño experimental los primeros resultados obtenidos.

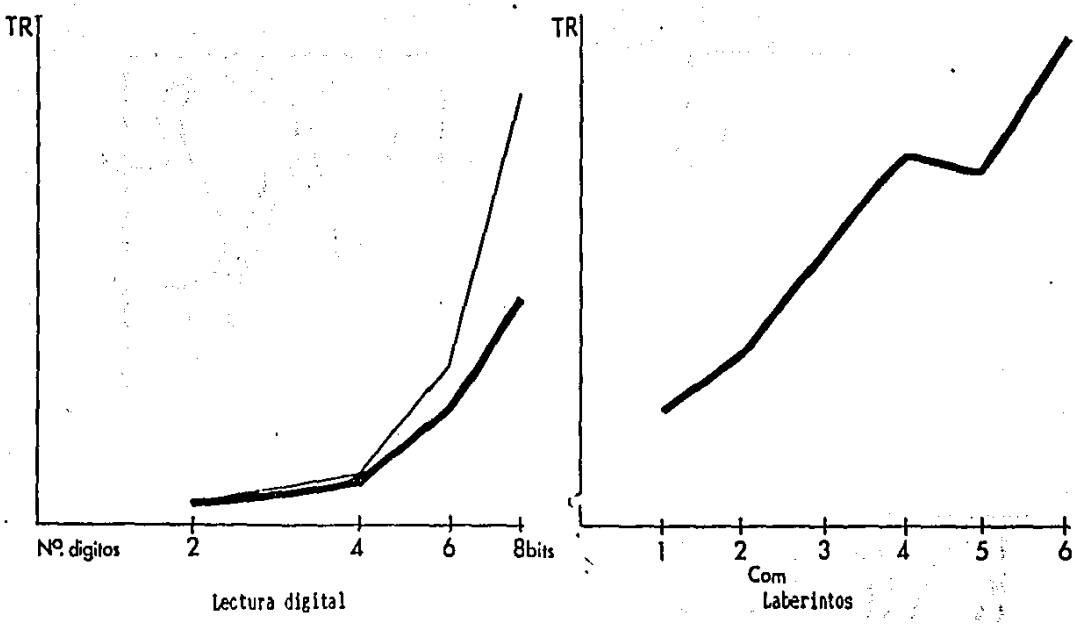
Los resultados preliminares en el primer caso fueron:

Sujetos Tamaño	Tiempo/# de digitos 2	4	6	8	# de errores 2d.	4d.	6d.	8d.
1. norm	250	250	950	2450	5	0	14	30
1. gran	150	250	700	900	3	2	9	4
2. norm	200	400	650	1700	4	4	5	21
3. norm	300	300	800	2100	6	0	10	26
3. gran	150	200	500	1100	3	1	6	12
4. norm	250	250	600	4450	5	0	7	77
4. gran	200	200	650	2300	4	0	9	33
5. norm	250	350	1750	3150	5	2	28	28
5. gran	200	250	1050	2050	4	1	16	20
6. norm	250	400	1450	2550	5	4	21	22
6. gran	200	700	1550	2100	4	10	17	11

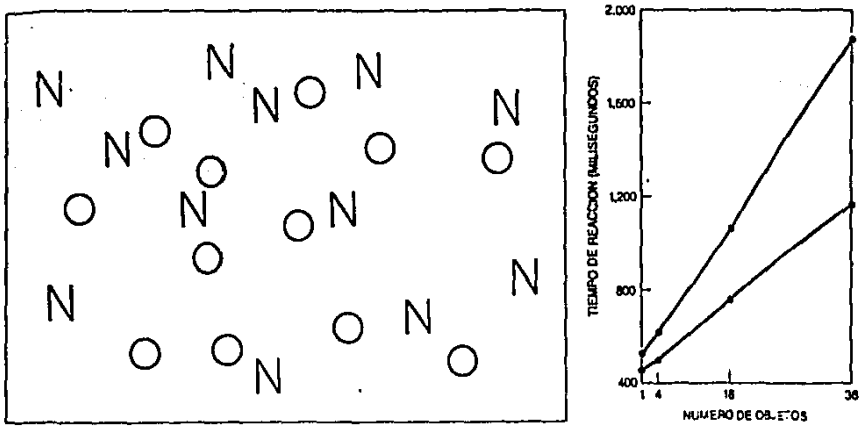
Para el segundo caso las respuestas fueron más claras que en el primero la ejecución de la prueba fue más fácil, el problema detectado es el manejo del tiempo para lo que se pretende intentar correr el estudio en una computadora que presente posibilidades de graficar las imágenes como las que acompañan a éste diseño experimental. Una vez establecidas otras condiciones de trabajo se puede plantear dos formas de trabajo para resolver estos laberintos: el primero sin tiempo limite y el segundo a partir de tiempos previamente establecidos.

Los resultados para el segundo caso fueron:

Sujetos	Tiempo/ # de laberinto (seg) 1	2	3	4	5	6
1.	1.66	2.92	6.22	6.16	6.70	7.30
2.	2.49	4.56	9.02	10.37	10.08	11.19
3.	3.55	3.13	3.59	5.41	7.03	9.02
4.	2.51	2.86	4.64	8.70	3.26	8.89
5.	1.50	3.24	6.15	6.10	7.69	11.76

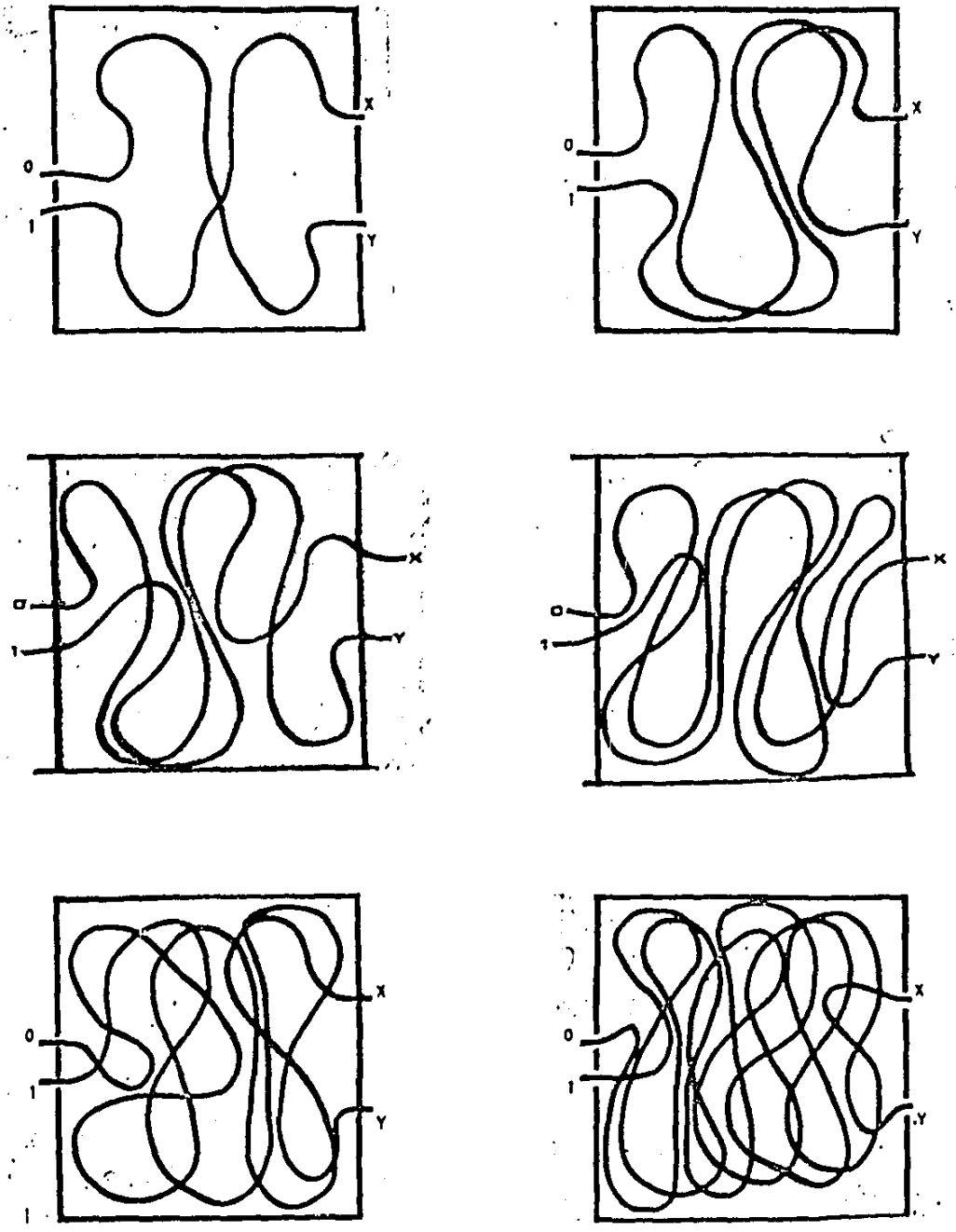


Curvas de resultados de la prueba previa para evaluar tiempos de reacción.



BUSQUEDA DE UN OBJETO definido por una combinación de características. Se tomaba tanto más tiempo cuantos más elementos "de distracción" contiene la escena. Aquí el objeto es una O roja; los señuelos son O verdes y N rojas. Por tanto, el objeto difiere de los elementos de distracción, en su combinación de forma y color. En las pruebas efectuadas sin mostrar el objeto, el tiempo medio de búsqueda aumentaba unos 40 milisegundos por cada elemento distractor añadido a la escena. En las que sí se mostraba el objeto (con lo que, por término medio, debía revisarse la mitad de las figuras para hallarlo), el incremento del tiempo de búsqueda era, aproximadamente, de la mitad: la búsqueda de un objeto caracterizado por una combinación dada de rasgos exige concentrar la atención sucesivamente en cada figura representada. Si el objeto posee forma o color únicos, el número de señuelos no afecta al tiempo de búsqueda.

Ejemplos en donde se presentan resultados obtenidos al intentar comprobar la ley de Hick.



Laberintos de trayectorias visuales para ser usados como estímulos en la prueba de tiempos de reacción.

3.3 LEGIBILIDAD DEL AMBIENTE DE TRABAJO Y DE LAS TAREAS VISUALES

Introducción

¿Por qué en algunas ocasiones no es posible sentirse satisfecho con ciertas condiciones de trabajo y en otras si? ¿Por qué resulta más cansado y errático el realizar un tipo de tarea que se considera no aporta mayormente; en oposición a otro tipo de tareas, donde sin presiones se puede dedicar un tiempo ilimitado a su ejecución, con mejores estados de satisfacción y presentando menos errores en su ejecución? ¿Por qué existen ambientes más propicios para desarrollar una actividad que otros?

Estas son quizás las preguntas básicas que siendo muy frecuentes y a todo nivel en la actualidad , se pretenden analizar a lo largo del desarrollo de una línea experimental iniciada recientemente y que busca una visión objetiva del problema.

Esta línea experimental es una desprendida de aquellas que ya se plantearon por Covarrubias (1983, 1984, 1985, 1986) y que fueron aplicadas tanto a aspectos arquitectónicos como urbanos. La traducción que se hace ahora se remite exclusivamente a tareas y ambientes de trabajo, elementos importantes en los estudios ergonómicos y de diseño.

En el presente caso la complejidad de tareas o ambientes de trabajo se contrastará con factores ergonómicos como eficiencia, legibilidad, tarea mecánica u objetiva, tarea visual o subjetiva, etc. Encontrar las relaciones posibles de otras variables o procesos con la complejidad, no con el objeto de repetir pruebas; sino más bien con el afán de enriquecer el modelo, es uno de los objetivos.

Por el momento este estudio -todavia en formación- plantea las premisas básicas mediante las cuales se puede explorar en este campo, intentando de todas maneras formular algunas hipótesis relacionadas con el hecho de que, existen relaciones que pueden ser reconocidas entre la complejidad de una tarea y su ambiente con aspectos como la legibilidad o eficiencia, tiempos de reacción, activación, número de errores, etc..

Algunos estudios se refieren a las tareas como uno de los elementos de ergonomia analizables a partir de la determinación de ciertos rangos. La tarea a partir de este análisis puede estructurarse dentro de un continuum. Estos rangos permiten agrupar tareas a pesar de que cada una de ellas es especifica y con caracteristicas muy peculiares. (OIT,1983. Moles, 1983, Covarrubias, 1983, 1984, 1986. Zinchenko y Munipov, 1985). El continuum que se planteará en este caso es el que se refiere a la complejidad de una tarea visual, llamada en otras ocasiones cantidad de carga de trabajo, o intensidad de trabajo.

Los procesos de trabajo sufren cambios permanentemente, y en ellos el continuum que se plantea puede modificarse, al modificarse cualquiera de los factores analizables: organización de la tarea, elementos componentes, tiempos destinados a ella, tipo de operador, etc. De aquel momento en donde la ejecución de tareas podia considerarse como una secuencia organizada de actos o actividades actualmente se puede manifestar lo contrario, el movimiento de las máquinas es quien organiza los actos del operador, reduciéndole a ser un participante que deja de entender los procesos, objetivos y resultados finales. Esto no siempre es lo esperado para la capacidad de respuesta humana. Se encuetra entonces desarticulación entre los procesos internos de la máquina con secuencias al alcance del operador que le permitan mayores niveles de libertad de acción o por lo menos comprensión de la tarea a ejecutar.

Según algunas comprobaciones de Fitts y Posner (1973), el hombre, en relación a sus capacidades, no es un ente que pueda ejecutar mecánicamente determinadas tareas durante lapsos largos, contínuos y periódicos; está más bien interesado en encontrar una lógica de orden en lo que hace propendiendo permanentemente hacia el cambio o evolución de esa ejecución. Muchos de los estudios referidos al trabajo exigen del ser humano mayores niveles de perfección hacia una tarea o demasiado repetitiva o muy compleja, sin presentar opciones para superarlas. Se relega lo mejor de las capacidades humanas y se influye de esta manera en mayores niveles de falla por aburrimiento o agotamiento. No siempre en los estudios sobre trabajo el resultado que se busca es una mayor eficiencia de las capacidades humanas en relación a una mejor condición del operador.

La opción en este estudio es determinar si la complejidad de una tarea ejecutada puede ser correlacionada con la complejidad visual de esa tarea ejecutada. Esta búsqueda se fundamenta en el hecho de que, tanto las tareas ejecutadas mecánicamente como aquellas generadas mediante la percepción visual de esas tareas, son producto de un tipo de organización en relación a un tiempo determinado para ellas.

Las analogías que se pretenden encontrar se fundamentan en el hecho de que la visión es parte integrante de la ejecución de una tarea y una de las más relievantes en la organización de la misma, como lo explica la cita que se presenta a continuación. «Al construir las acciones se produce la superación de los grados excesivos de libertad de las cadenas cinemáticas del cuerpo humano. Hay algo de común entre las tareas de la construcción de la acción y de la formación de la imagen visual. Al construir la imagen se superan también las variantes excesivas e inadecuadas de la representación de un mismo objeto. Desde el punto de vista de la regulación y control del cumplimiento de la acción, por lo visto no puede ser de otra manera, puesto que el sistema visual representa una parte sustancial del eslabón de regulación del acto motor. Por eso en el eslabón de regulación (por cierto no ligado obligatoriamente sólo al sistema visual) debe haber un número menor de grados de libertad que en el ejecutivo. En caso contrario, una serie de grados de libertad del eslabón ejecutivo escapará de regulación».(Zinchenko, Munipov. 1985, 153)

El esfuerzo dirigido a encontrar una opción de análisis ergonómico, llevó al presente estudio a tratar de entender en que instancia de la relación hombre-máquina es donde se establece una reunion equitativa. La respuesta y punto de

partida para determinar los efectos de ciertas variables sobre el ser humano, se presentan a través de dos factores que indican la dinámica de los componentes ergonómicos; las tareas y los ambientes de trabajo. A partir de ellos se intentará establecer el mejor contacto con la complejidad y de esta con otras variables de análisis.

Varios son los factores que en este tipo de análisis intervienen, por un lado aquellos que tienen que ver con la organización misma tanto de tareas como de ambientes de trabajo: su complejidad y su tiempo de ejecución, y por otro aquellos factores que podrían integrarse dentro de lo subjetivo como: la repetitividad de la tarea, la monotonía de la misma, los factores ambientales de mucha o poca estimulación, etc. A continuación se describen brevemente cada uno de ellos.

El nivel de estimulación o información que representa realizar una tarea. Intentando con ello encontrar factores de organización interna de la tarea. Como se analizó en el capítulo 2.2.3 las tareas tienen unos componentes que la integran de acuerdo con la escala en que esta tarea se maneje. Estos elementos conformadores de una tarea se agrupan para establecer microtareas o acciones, que están determinadas tanto por las posibilidades físicas de una ejecución (distintas posiciones del cuerpo o partes actuantes, equilibrio en las posiciones que se adoptan, niveles óptimos de ejecución), como por las condiciones de orden existentes en las tareas para poder determinar un movimiento o cambio en la tarea. Para el presente caso se propone que la visión externa de la tarea ejecutada puede conducir a su comprensión, sin que para ello tenga que mediar la ejecución de ella. La lectura de esta tarea dará la pauta para intentar su organización, cambio o adecuación.

El tiempo que se toma en ejecutar esa tarea. Este tiempo generalmente es el más atacado por los investigadores de la actividad humana, tratando de encontrar fórmulas que lo reduzcan. Si bien es cierto que la reducción de este tiempo reduce también el gasto energético, aumentando la eficiencia de un sistema, no representa el único valor temporal a considerar, ni tampoco la única opción a atacar en un estudio sobre tareas.

El tiempo subjetivo del operador para ejecutar la tarea, esto es el tiempo interno que requiere el operador para establecer las formas de resolver una tarea. En este caso en oposición a aquel tiempo que requiere una tarea para

ejecutarse, este determina si el tiempo de ejecución de una tarea está de acuerdo con las capacidaes de recepción de información o estimulación de un operador. Por otro lado es este tiempo el que incide directamente en la realización correcta de una tarea, cada persona requiere de un tiempo que es el suyo para dicha ejecución, pero igualmente y es lo que hay que integrar al análisis cada tarea tiene un tiempo -el tiempo objetivo-, para su ejecución.

La coincidencia del ritmo de una tarea con el ritmo del operador. Si se considera que la tarea se compone de varias partes que la pueden describir a través de un orden y de un tiempo, también se puede determinar hipotéticamente que cada tarea presenta una condición única para ser ejecutada. Esta condición no desvincula de ninguna manera las cualidades humanas que la puedan ejecutar, tampoco sus deficiencias. Tampoco desvinculan las opciones que una tarea debe dar como rangos de libertad a quien la ejecute.

El ritmo óptimo de una tarea permite al operario entrar en una **cadencia de ejecución** que no es otra cosa que una secuencia de movimientos regulares y periódicos, que son agradables al operador. Esta cadencia no se puede mantener durante todo el tiempo, depende de las cualidades de cada operador y de las condiciones tanto del momento de la jornada de trabajo como de la tarea misma, y sus periodos largos o cortos (en cuanto a tiempo).

Como ejemplos se presentan dos casos: una tarea, como la de control visual de calidad en el llenado de botellas, es muy repetitiva, poco informativa, de periodos en tiempo demasiado cortos, el operador intentará buscar estimulación de otras fuentes o por el contrario presentará fatiga más rápidamente. En términos de tiempo subjetivo su jornada de trabajo tenderá a prolongarse.

El caso extremo analizado en varias oportunidades se puede encontrar en los conductores de transporte colectivo, donde los niveles de estimulación son muy altos, determinados por muchos factores como la estructura urbana, el flujo vehicular, las condiciones del puesto de trabajo, los elementos del contexto por el que atraviesan (esquinas, semáforos,rótulos, edificios, etc). El operador de un vehiculo de estos alcanza niveles de fatiga o agotamiento muy rápidamente, habiéndose comprobado que su carácter y su eficiencia disminuye. (Martinez A. 1982,)

Las premisas con las que se puede contar en la realización de este análisis experimental son:

1. Se puede aceptar la existencia de rangos de complejidad tanto en el ambiente de trabajo como en las tareas que ahí se ejecutan, determinados por una cantidad de información provenientes de un orden existente en ellas. «Cualquier actividad determinada puede variar en lo que respecta a su tipo o a su nivel de intensidad» (McCormick. 1980, 149)

2. Los continua de complejidad existentes para determinados objetos, ambientes de trabajo o tareas ejecutadas, exceden aquellos límites marcados por la capacidad de canal humano para su percepción temporal. «Existen fundamentos para convenir que existe una noción de nivel **óptimo** de intensidad de trabajo, aunque este sea muy diferente entre un individuo y otro...» (McCormick. 1980, 149)

3. El procesamiento de información se realiza en una fracción de tiempo que está determinada por la complejidad tanto de la tarea como del ambiente de trabajo.

4. La complejidad tanto de la tarea como de su ambiente de trabajo, generan en el operador condiciones de activación, interés-desinteres, niveles de stress, eficiencia, etc. Generan igualmente ciertas condiciones de salud y de perspectivas a futuro. Según Snooke e Irvine (citados en McCormick. 1980) los niveles elevados de intensidad de trabajo (**extremo superior del continuum de complejidad**) aumentan las probabilidades de agotamiento y que los niveles bajos (**extremo inferior del continuum de complejidad**) aumentan las de aburrimiento, con lo que los niveles intermedios resultan ser los óptimos.

El interés en este estudio es intentar comprobar que tareas o ambientes de trabajo que rebasan los límites perceptibles de complejidad del hombre, por tanto contienen menos organización, provocan deficiencias en sus ejecuciones o contactos y demandan o mayor tiempo, o mayor número de errores en su ejecución.

Si bien los casos extremos de complejidad por si solos resultan aversivos al hombre mas aún exposiciones en periodos largos de los sujetos a estos casos. Las consecuencias pueden encontrarse en niveles de stress

bastante elevados, angustia, desinterés, falta de perspectivas a futuro, fatiga e incluso deficiencias en la salud.

En base a comprobaciones en estudios anteriores se puede determinar el primer enunciado: tareas con un rango de complejidad intermedio son más preferidas que aquellas demasiado monótonas o demasiado complejas.

Aquellas tareas que rebacen los límites de la capacidad de canal humana requerirán condiciones especiales diferentes, o en su defecto problemas en los componentes de la relación hombre-máquina.

Hipótesis

La hipótesis fundamental plantea que al tener la tarea ejecutada una complejidad adecuada, presenta características que la hacen: más legible, con menos probabilidades de errores, un nivel de stress óptimo, más eficiente, un mejor nivel de activación, etc. para la ejecución.

Al plantear está hipótesis es necesario comprobar otras que la refuercen, como es por ejemplo aquella que permita relacionar la complejidad de una tarea medida en bits con la complejidad percibida o subjetiva de dicha tarea, o sea con el proceso intelectivo de su comprensión. En el caso de los ambientes de trabajo también se debe relacionar la complejidad objetiva de cada ambiente con la complejidad percibida del mismo. Está sería la segunda hipótesis que reforzaría a la primera.

Por otro lado es necesario comprobar que al resolver la prueba experimental que es visual, el sujeto podrá demostrará que existen diferencias entre cada serie de estímulos presentados, y que estarán determinadas por:

- el número de errores cometidos, en caso de controlar tiempo.
- la facilidad o dificultad para resolver la tarea
- el tiempo en que se ejecuta la tarea en caso de plantear la prueba con tiempo libre

La segunda hipótesis que se plantea se refiere al hecho de que la complejidad visual de una tarea ejecutada, y la tarea misma se interrelacionan, pudiéndose encontrar a partir de la primera, los elementos importantes de la segunda o bien sus principales componentes o descriptores. Se puede entonces intentar comprobar si las condiciones de eficiencia de una tarea corresponden a las de legibilidad de la misma, también dentro de esta misma relación se plantea una de las hipótesis fundamentales del modelo que plantean la existencia de un óptimo de complejidad para la ejecución de una tarea o para el uso de un ambiente, el mismo que se encuentra en los rangos intermedios de complejidad (RIC). Los extremos de ese continuum hacia lo banal y lo ininteligible presentan condiciones diferentes a las del RIC, esto es en estas zonas las tareas y ambientes son aversivos y propiciadores de problemas en las relaciones del ser humano con su ambiente y con las tareas que desarrolla.

Método

La construcción del presente experimento se basa fundamentalmente en premisas que involucran tanto la complejidad de una tarea que puede ser medida (ver cap. 2.2.3) como el tiempo que requiere en la ejecución de cada una de las partes o elementos de esa tarea.

Instrumentos
Para ejecutar la prueba es necesario un proyector de diapositivas, y un salón con ciertas condiciones de iluminación para que al sujeto se le permita tanto ver claramente la imagen como contestar las preguntas que se le formulen.

Estímulos
Los casos analizados como premisas de estudio fueron localizados en la industria y en otros centros de producción, donde al azar se escogieron indistintamente los estímulos que posibilitarán después correr el estudio. Los estímulos consistirán en una serie de tomas fotográficas de determinadas tareas y ambientes de trabajo que puedan ser analizadas como secuencias ordenadas de la misma.

El experimento se plantea en base a 4 series de estímulos para tareas y 4, para ambientes de trabajo; 8 en total. Cada serie presentada en 1 diapositiva (8 en total) contiene 9 imágenes colocadas en una matriz de 3x3 en desorden.

Cada diapositiva tiene como variables:

- para tareas, el cambio entre cada acción de la tarea que sea relevante en una fracción de tiempo determinada. Inicialmente se tomaron periódicamente las imágenes, es decir en fracciones de tiempo iguales. Al observar que esto podría causar ruido en la prueba y que iba a traer problemas en la interpretación, se ha considerado usar más bien el criterio de los elementos relevantes que conforman una tarea y que se suceden en lapsos irregulares. Siendo la idea principal encontrar la relación entre complejidad y ejecución de una tarea fue necesario establecer que los rangos de tiempo iguales pueden ser una limitante, puesto que se necesitarían de tareas con tiempos iguales y adicionalmente con microtareas en tiempos iguales. La única condicionante para la realización fue el hecho de que de cada tarea se tenían, para efectos del experimento, que usar solamente 9 imágenes y que en algunos casos hubo que desechar el conseguir determinado material.
- para ambientes de trabajo, la variable considerada fue la distancia que se recorrió entre la primera imagen y las siguientes hasta la novena. Las diapositivas fueron tomadas en los casos de ambientes interiores cada 5m. de distancia y posteriormente en la matriz se alteró el orden para efectos experimentales. Al ser tomadas las diapositivas en una secuencia el tiempo juega un papel importante claro que menos evidente que en el caso anterior.

Diseño y Procedimiento

Al ser este análisis experimental réplica al planteado por Covarrubias (1984. 199), se describe en sus mismos términos, con los cambios y explicaciones pertinentes para el presente caso.

Es un análisis multivariable y multicondicional. Las variables conocidas fueron:
- **variables independientes**, en donde se presentan tres diferentes maneras de medir **la complejidad** del estímulo que se usará en la prueba.

  01 **CAP** complejidad a priori
  02 **TASAINF** tasa de información
  03 **CAPBIT** escala objetiva de complejidad medida en bits

- **variables dependientes**, o aquellas que permiten encontrar los efectos al variar la variable independiente: complejidad. Son de distinta índole, pues son varias las comprobaciones a elaborar.

03	ACTIVAC	activación	Diferencial
04	PLACER	placer o agrado	Semántico
05	DOMINIO	sensación de dominio o sumisión	
06	ERRORES	número de errores cometidos al realizar la prueba	
07	TIEMPO	tiempo empleado en realizar la prueba	

Las condiciones experimentales para cada estimulo tanto en tareas como en ambientes son cuatro y fueron elaboradas en base a un criterio de complejidad a priori.

Rango de complejidad	TAREAS		AMBIENTES DE TRABAJO	
Descripción	CAP	Nombre	Clave	Nombre
Monotonía	1	Llenado botellas		Túnel metro
Com. media baja	2	Colocación cubos		Nave Industrial
Com. media alta	3	Corte madera		Nave Industrial
com. máxima	4	PCC metro		Minas

Discusión

A pesar de que el experimento como tal está en proceso, se han podido advertir algunas observaciones, en las instancias de su diseño.

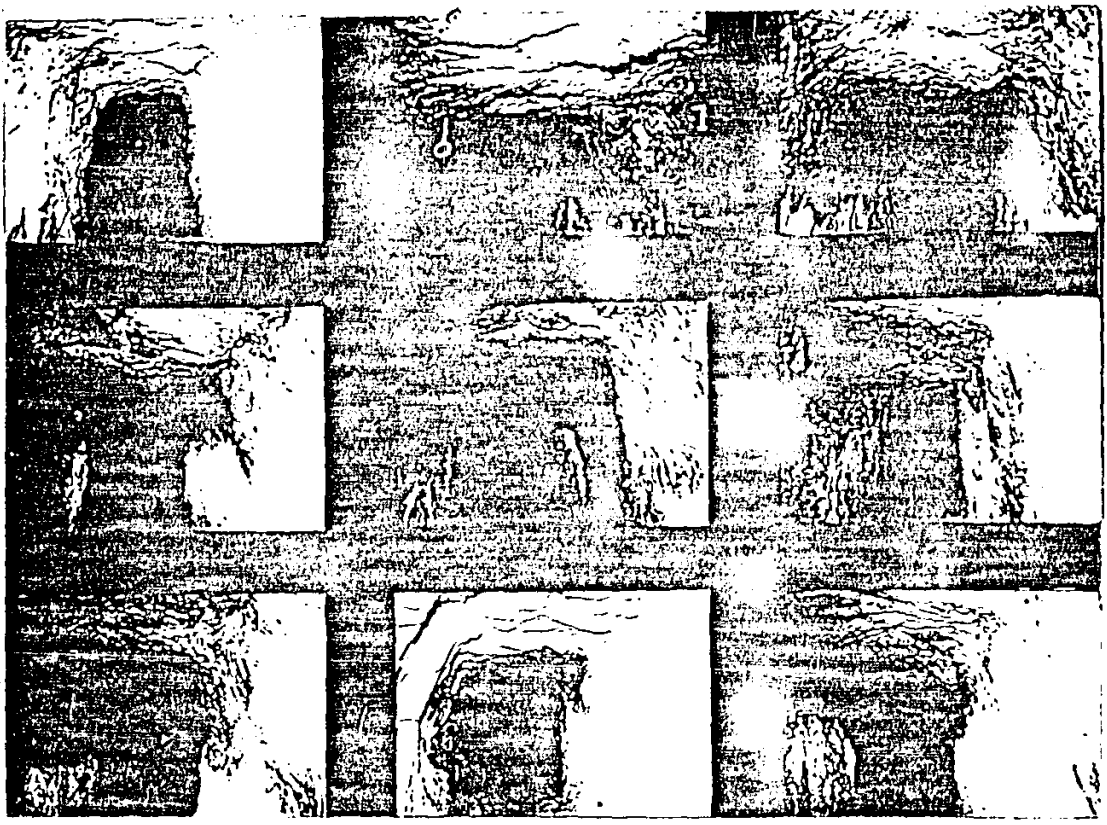
La definición visual de una tarea ejecutada no se determina solamente por los tiempos usados o por los movimientos realizados, es necesario encontrar una explicación a cada uno de ellos, tratando de ser lo más fiel a aquello que acontecía en la tarea analizada. Es entonces el contenido, el grado de orden de una tarea, el que permite adentrarse a ella, entenderla y analizarla.

Se observó en la etapa de recopilación de la información gráfica, que servirá como estímulo, la diferencia evidente de las tareas entre si, no sólo de la duración, sino también de las diferencias existentes en cuanto a la cantidad de estimulación recibida por parte de cada tarea. Se encontró

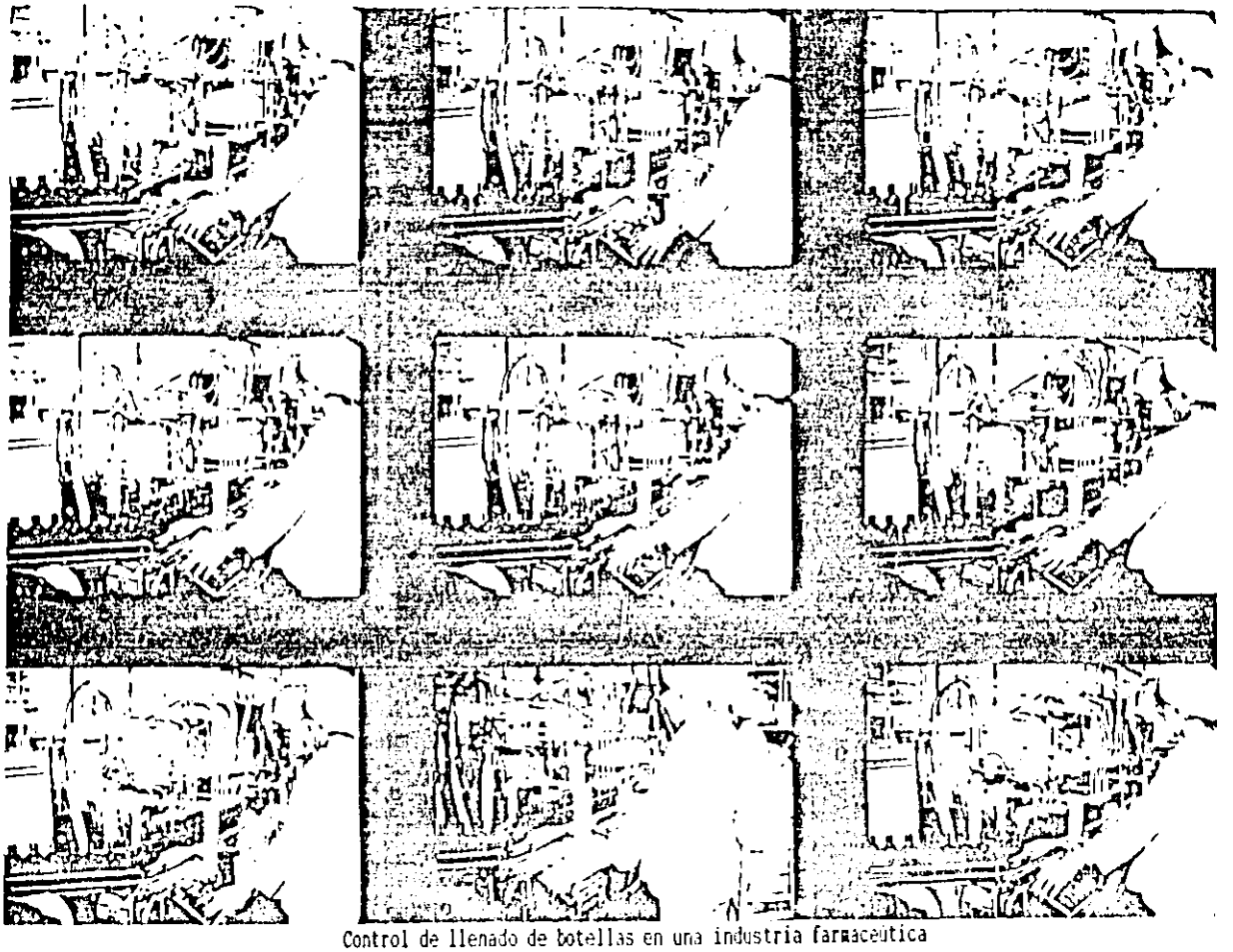
143

Una vez determinada la existencia de la relación entre la complejidad objetiva y aquella percibida, se contestará a la existencia o no de diferencias entre los niveles de activación de las tareas, de tal manera que encontradas las diferencias a partir de una medida de la cantidad de información de cada tarea, se puede crear un continuum de complejidad de tareas, y con él establecer una relación con la activación que ella misma produce.

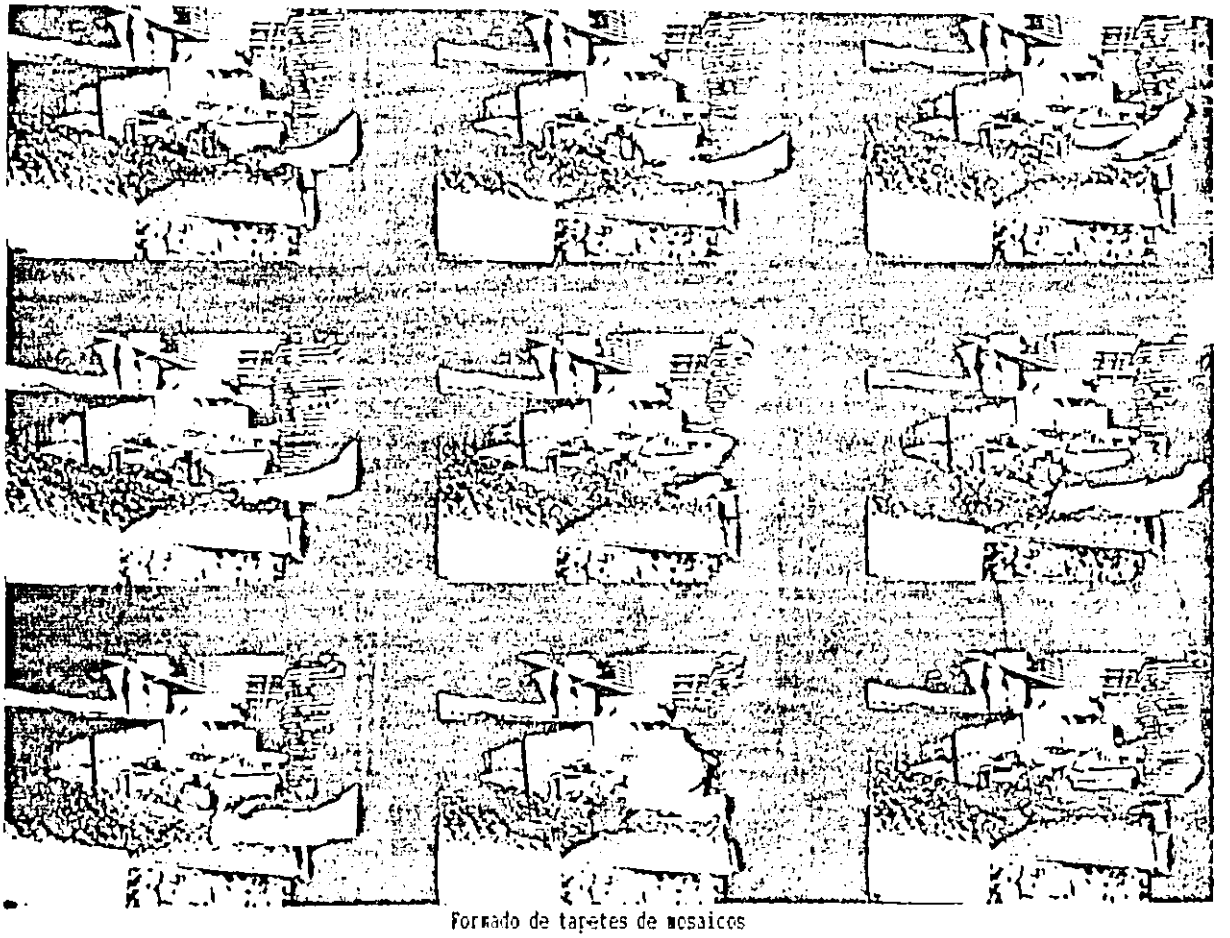
Esta búsqueda por otro lado no intenta solamente encontrar las causas que producen accidentes o errores en los trabajos que pueden o no ser catastróficos, más bien intentan encontrar una explicación a ellos a partir de su exploración como un elemento más general; los errores se suceden continuamente y de la misma manera como la complejidad de una tarea, forman cadenas. Es por esto que no se pueden determinar o concentrar el grado de incidencia en aquellos errores que llegan a ser fatales, sin considerar detenidamente los distintos niveles de error que se puedan presentar.



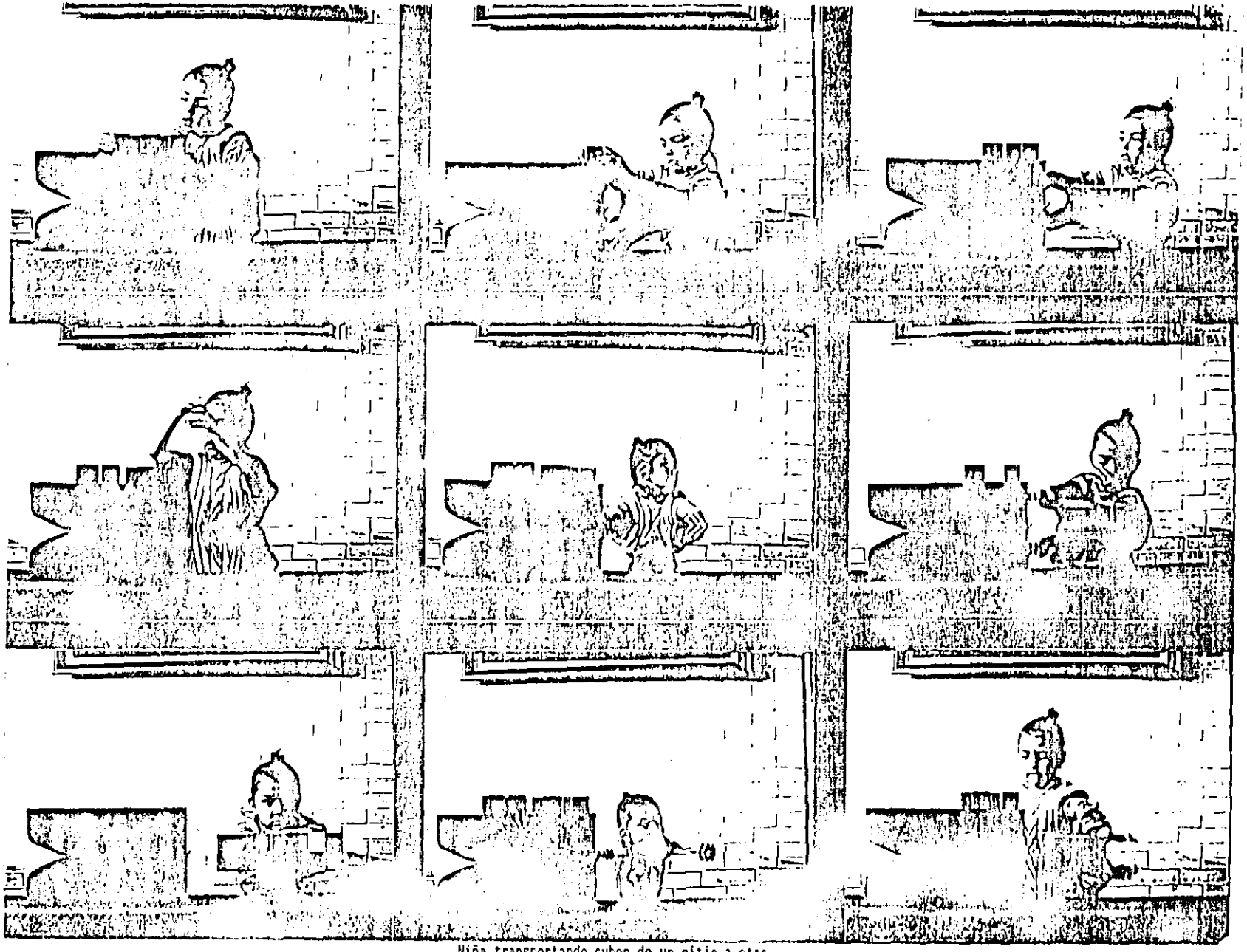
Mina para la extracción de plata



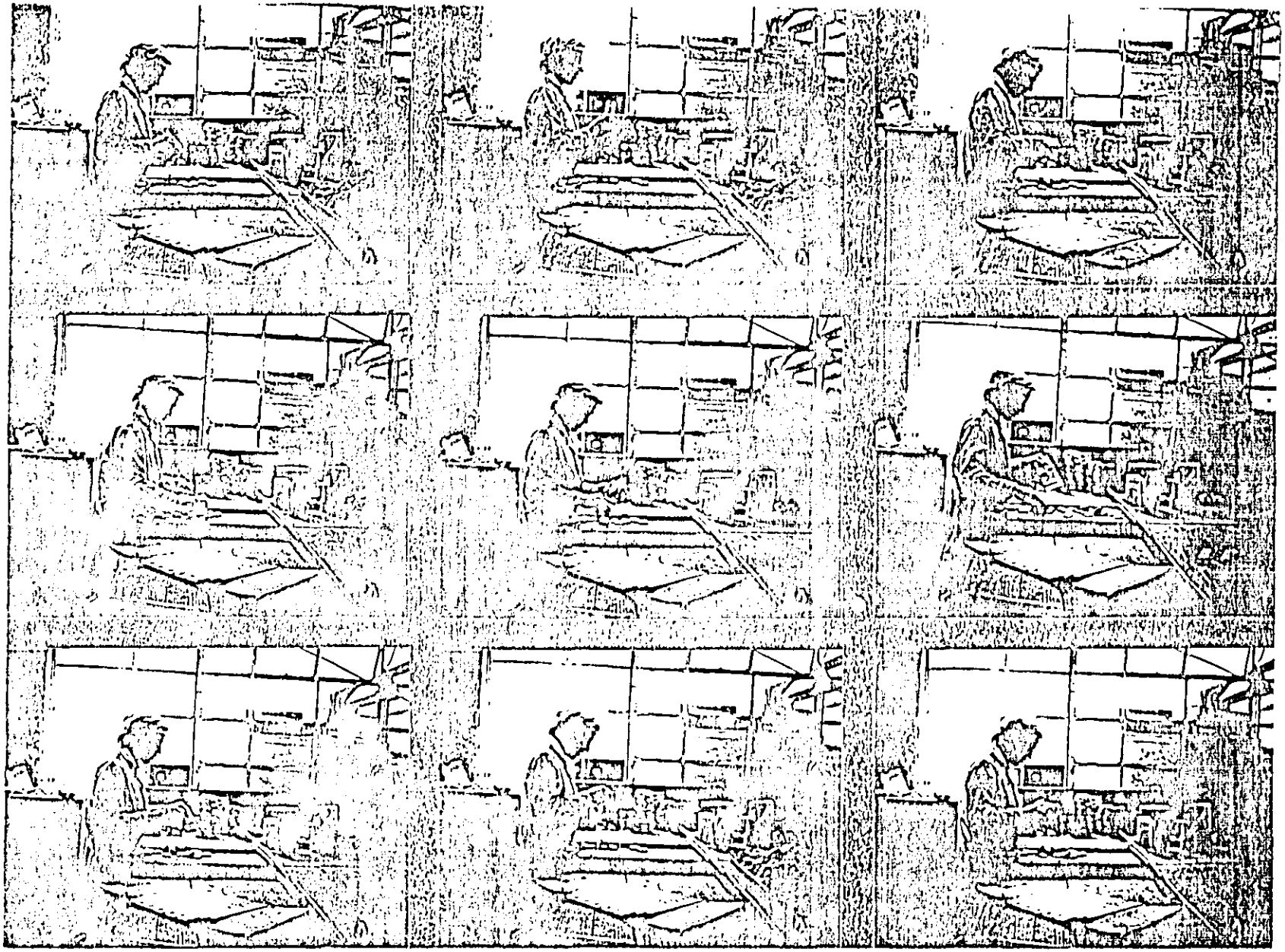
Control de llenado de botellas en una industria farmaceutica



Formado de tapetes de mosaicos



Niña transportando cubos de un sitio a otro



Llenado de bolsas de galletas

Puesto Central de Control, en ... 19

3.4 COMPLEJIDAD Y PREFERENCIA, en la construcción espontánea de tableros.

Resumen

Se pidió a tres grupos distintos de sujetos: niños, estudiantes de diseño industrial y estudiantes de ingeniería mecánica que construyeran tres tableros diferentes, para lo cual se les proporcionó tres juegos (de cinco posibles) con 35 cubos cada uno. Para cada tablero se utilizó uno de los cinco estímulos diferentes que se prepararon: colores, manómetros en positivo, manómetros en negativo, polígonos irregulares y tamaños de manómetros. Cada sujeto construyó tres tableros con tres de los cinco estímulos proporcionados aleatoriamente. Los 35 cubos de cada grupo eran iguales y sus caras presentaban diferencias de acuerdo a un gradiente de complejidad. Se conformaron entonces 5 grupos de cubos para con ellos poder construir 5 tableros diferentes, en los casos de los manómetros: positivo, negativo y tamaño y de los polígonos la variable que se manejo fue la complejidad en el caso de los colores no se pudo establecer la relación de la misma manera.

Introducción

Al intentar establecer una relación entre ergonomía y diseño en el momento de ejecución de una tarea uno de los factores necesarios es el de encontrar, en el marco de lo posible, ciertas tendencias hacia preferencias de objetos, ambientes o tareas. De antemano se sabe que ésta es una de las variables algo difíciles de explicar objetivamente, pues es donde confluyen indiscriminadamente aquellas variables referidas a aspectos semántico-culturales, ideológicos u otros, que en este estudio no se consideraron, sin embargo se reconoce su participación.

Existen algunos estudios que plantean la existencia de una zona, en el continuum de complejidad, en donde seres humanos y otros organismos vivos manifiestan su preferencia o agrado; ésta zona es la intermedia. En las zonas cercanas a los extremos del continuum hacia lo banal (monótono) y lo ininteligible (muy complejo), acontece lo contrario, existe una manifiesta aversión por la mayoría de los seres. Esto indica la predisposición natural de los organismos a relacionarse con su medio a través de elementos cuya organización les posibilite el realizar en mejor forma sus tareas.

Existen en la producción ciertos factores que determinan mejores o peores condiciónes en referencia con la calidad de ejecución de la tarea, y que se podrían interpretar como consecuencia de la preferencia o agrado demostrado por el conjunto de operarios hacia ciertas tareas o ambientes de trabajo. El nivel de estimulación en estos casos es uno de los factores importantes que definen esas condiciones, pudiendo plantear que existen complejidades adecuadas según las tareas o según los individuos. Se intenta encontrar una relación entre las condiciones que presentan una mayor preferencia hacia ciertas tareas, con estados de salud o bienestar del operador, adicionalmente de encontrar mejores condiciones de eficiencia en una producción.

Otros factores como los cognoscitivos que pueden tener la misma relación con la preferencia. Se presupone que habrá mejores espacios para esas funciones allí donde la complejidad sea la más preferida. Esto es aquellos niveles de atención, memoria, aprendizaje, entre otros llegarán a sus niveles óptimos en los momentos donde la estimulación sea la óptima.

Este estudio experimental se propone como una réplica de otro elaborado por J. Covarrubias (1982), para encontrar la preferencia de niños en la construcción de fachadas. Las conclusiones tenderán a parecerse sin embargo el objetivo es encontrar otro tipo de elementos de aporte, que incorporen a la ergonomia en éste tipo de estudios.

Como apoyo al presente estudio se utilizan los datos y evidencias investigados por otros autores (Berlyne 1960, 1971; Dember y Earl 1957; Munsinger y Kessen 1964; Walker 1980; Covarrubias, 1982) y que han utilizado más o menos los mismos parámetros de evaluación que el presente.

Método

Sujetos. Se preparó la misma prueba para tres grupos distintos de personas:

- niños de escuela entre 8 y 12 años
- estudiantes de Diseño Industrial de la UNAM y de la UAM-A
- estudiantes de Ingeniería Mecánica de la UNAM

Aparatos. Se preparó equipo que consistió en:

- una caja con espacio para simular un tablero de controles con una capacidad de 35 cubos 7 horizontales y 5 verticales.
- un juego de cubos de colores, 35 en total todos iguales, cuyos colores fueron tomados de la prueba simplificada de M. Lüscher.
- un juego de cubos de manómetros en negativo, 35 en total todos iguales entre si, cuya diferencia está en el número creciente de manómetros para cada una de las caras del cubo: cara negra y 1, 2, 3, 4 y 8 manómetros.
- un juego de cubos con manómetros en positivo, 35 en total todos iguales entre si, siendo iguales los cubos al caso anterior. La diferencia es que en lugar de presentar el dibujo del manómetro en blanco sobre fondo negro, lo presenta en negro con el fondo en blanco.
- un juego de cubos de polígonos irregulares, 35 en total todos iguales, los polígonos fueron tomados de una réplica de polígonos irregulares de Munsinger y Kessen, elaborada por Covarrubias,1982. Igualmente la variante para cada lado del cubo es el número de lados del polígono.

- un juego de cubos de tamaños de manómetros, 35 en total todos iguales, los tamaños fueron realizados secuencialmente a partir de una cara en blanco hasta una en la que el manómetro ocupa la totalidad de la superficie.
- Fichas de registro de la información total. (anexo 5)
- un cubículo cualquiera en el que no existan interferencias.

Diseño y Procedimiento.

Se escogió este instrumento para el experimento por considerarlo bastante sencillo en su ejecución. El sujeto experimental disminuirá su tensión frente a una prueba de este tipo al ser sencilla y divertida. La prueba se corre individualmente siguiendo en todas las ocasiones los siguientes algoritmos:

1. Se coloca todo el material: instructivos, tablero vacio, 5 juegos de estímulos en un cubículo y se invita a una persona a realizar la construcción de los tableros.

2. Se enseñan los materiales: tablero y primer juego de estímulos o cubos con los que se construirá el tablero y, paralelamente se da lectura a las instrucciones preparadas para el efecto.(anexo 6)

3. Se responden las dudas que puedan aparecer referidas a la prueba después de la lectura del instructivo y antes de la ejecución.

4. Se insiste en el hecho de que la construcción del tablero debe ser espontánea y que no debe estar sujeta a ningún modelo inmediato. El uso de las caras de los cubos en la construcción será de acuerdo al agrado o preferencia. Todos los cubos deben ser colocados en la caja y así mismo cada cubo puede ser colocado de distinta manera como lo sugiera mejor su gusto.

5. Se pide que comience con su ejecución, indicándole que la prueba no evalúa la condición de la persona y que, dispone de tiempo libre. De todas maneras se registrará el tiempo utilizado.

6. El momento de la ejecución se absorben inquietudes si llegaran a existir, única y exclusivamente del objetivo final de la construcción, no así de lo que esté aconteciendo el momento de la ejecución.

7. Al finalizar la ejecución del primer tablero se registran los datos en la ficha. Paralelamente se le solicita que lea las instrucciones y revise los cubos para la construcción del segundo tablero, de la misma manera como en el caso anterior.

8. Una vez realizado el segundo tablero se le pide, igual que en los otros casos, que lea las instrucciones y vea el material de construcción del tercer tablero. Paralelamente se registran los datos obtenidos en la construcción del segundo tablero.

9. Una vez concluida la construcción se le solicita que llene una ficha psicométrica (anexo 4) que evalúa la dimensión introversión - extroversión, paralelamente se registran los datos obtenidos en la ficha de resultados y otros adicionales como: nombre, edad, instrucción, serie, tiempo, fecha y observaciones para cada caso.

10. Se registra adicionalmente cada caso o tablero realizado con fotografías las que acompañarán al documento final y que podrían servir para otro análisis posterior.

Hipótesis

Siendo la prueba similar con estímulos diferentes a los casos en donde se intento encontrar ese óptimo objetivo de complejidad, las hipótesis que se podrían plantear serían las mismas. Se espera, ante las evidencias experimentales anteriores que, al ejecutar la tarea espontáneamente los sujetos construirán sus tableros con una tendencia hacia ese óptimo teórico (2.6 bits). Los planteamientos parten del supuesto que el instrumento diseñado es fiable para detectar estas variables, y con el mismo se pueden verificar las siguientes inquietudes.

1. Los niveles óptimos de complejidad, en la construcción espontánea de tableros, se encuentra cercana a aquellos niveles teóricos planteados, 2.6 bits o 7 + - 2 elementos, formando una relación unimodal entre ellos y la preferencia.

2. La cantidad de información del tablero está condicionada por la participación de la redundancia. Este mecanismo se establece como una opción reguladora del grado de complejidad óptimo necesario. Las formas posibles consideradas de plantear la redundancia en la

construcción de tableros se dará a través de simetrías, elaboración de supersignos o directamente en el uso frecuente de ciertas caras de los cubos.

Resultados.

Tratando de buscar una explicación más clara para las hipótesis planteadas, se organizaron los resultados en tres niveles, todos ellos evalúan complejidad, a partir de distintos elementos de análisis. Los resultados no van a ser exactamente iguales, sin embargo unos serán más precisos que otros y su tendencia será hacia la búsqueda de la cantidad de información.

Primer Nivel. (clave SS1) Aquí los resultados se trabajaron a partir de la frecuencia de uso de cada una de las caras (6 en total) independientemente de lo que signifiquen en su contexto, esto es en el tablero. En los casos de los manómetros, se midió la cantidad de información existente cuyo dato es el número total de manómetros que se pueden considerar iguales. Los resultados se ordenaron en dos:

- **La sumatoria de las frecuencias** de uso de las caras de la 1 a la 6, sin considerar ningún otro elemento.
- **La información I1** obtenida de considerar a cada cara con un grado de complejidad determinado por el número de manómetros, (para el presente caso todos iguales). Este resultado se aplicó únicamente en los casos en donde los manómetros permitían su cálculo de información, esto es en los tableros con manómetros en positivo y en negativo.

Segundo Nivel. (clave SS2) En éste se relaciona la frecuencia del tipo de caras usadas en la construccción del tablero con su opción total. Esto es, cuantas veces se usaron cada una de las seis caras del cubo para completar las 35 posiciones posibles de ser usadas en el tablero. Los resultados y las gráficas de cada uno de ellos se expresaron de la siguiente manera:

- **La información real** obtenida de sumar las informaciones parciales de cada una de las frecuencias de los supersignos (tipo de cara del cubo) en relación con el número total de posibilidades (35). El resultado se presenta en bits. Este dato va a indicar cual fue la información del tablero al usar un determinado número de cada una de las seis caras.

- **La información máxima de supersignos** que se utilizó para construir el cubo, las opciones en el presente caso fueron entre seis y uno. El valor dado en bits.
- **La información máxima de piezas**, las opciones del tablero presentan un máximo de piezas que se pueden utilizar y son 35, o la constante 5.1293 bits.
- **La redundancia relativa** con la que se puede detectar el porcentaje de uso de determinados supersignos en relación con la información.
- **Redundancia absoluta**, dato más preciso que el anterior determina cual es el grado de repetición existente en el tablero. La zona en el límite inferior de redundancia está determinada por las posibilidades que presenta el diseño con seis opciones (5.1293 bits) que tienen que repetirse necesariamente para completar los 35 espacios, en este caso el valor más bajo representa el 49.42%, al usar las seis caras teniendo la mayor cantidad de información.

Tercer Nivel. (clave SS3) estudia las relaciones internas que presenta el tablero en su construcción, esto es el número de caras idénticas que se reunen para formar un supersigno mayor. El encuestado elige el número de supersignos a usar, que en el presente caso es de 35 cubos con 6 opciones dando una probabilidad máxima de 18 si se agrupan de a 2; si lo hacen de a 3, 12; de a 4, 9; etc. No existe la opción de generar un solo supersigno con 35 caras iguales o usar 35 caras que no se agrupen u ordenen. Los datos que evalúa este nivel son los siguientes:

- **Información real** o la información contenida en el tablero diseñado a partir de determinar los supersignos usados en un número de piezas posibles. Igualmente la información se presenta en bits.
- **Información máxima de supersignos** o la información obtenida de descomponer el tablero en los principales conjuntos o arreglos de caras iguales existentes y que pueden o no repetirse.
- **El número de piezas** en el tablero, es el valor dado por el total de posibilidades de arreglo que tiene el diseño. En este caso si se agruparían de a dos el número de piezas máximo sería 18 (4.17 bits) y el número de supersignos variaría dependiendo de la redundancia.
- Las repeticiones que puede presentar el número de supersignos generados en relación con la información real es en este caso la **redundancia relativa**.
- **La redundancia absoluta** es la relación de la información de las piezas con la información real.

Las fórmulas usadas para obtener los datos y generar las gráficas que cubren el análisis preliminar al que se llega y que se presentan en las tablas de acuerdo a su orden expuesto son:

- **I, información real,** $I = -\Sigma\, pi \log_2 pi$

o sumatoria (entre i=1 hasta el número de probabilidades usadas en la construcción) de los productos entre las probabilidades que presenta la construcción de los elèmentos por el logaritmo binario de esa probabilidad.

- **ImSS, información máxima de supersigno** $ImSS = \log_2 N$

N=número de elementos detectados que han sido usados

- **Impz, información máxima de piezas** $Impz = \log_2 N$

N=número de piezas creados con el número de elementos detectados.

- **Rr, redundancia relativa** $Rr = ImSS - I / ImSS$

o el porcentaje de los elementos al relacionar la cantidad de información de los elementos usados con la información real obtenida.

- **Ra, redundancia absoluta** $Ra = Impz - I / Impz$

o el porcentaje de los elementos al relacionar la cantidad de información de las piezas construidas con la información real obtenida.

A continuación y debido a que el estímulo en cada uno de los 5 posibles tableros es diferente se exponen los resultados y sus conclusiones por separado, incluyéndose adicionalmente: el estímulo, los resultados y las gráficas correspondientes. Los análisis serán muy escuetos ya que son similares para todos los casos. Se presenta una introducción explicando el origen de los estímulos, los datos importantes. Se presenta una conclusión en cada caso, explicando lo más relevante relacionado con las hipótesis planteadas; y una general al final del estudio en la que en algunos casos habrá análisis comparativo entre los estímulos.

COLOR

Resultados y Discusión.

El estudio de color se presenta a nivel especulativo o de ensayo, como una búsqueda inicial de cierto nivel de preferencia hacia lo que podría ser un análisis posterior más profundo. Se presentan los datos obtenidos de la muestra de 41 sujetos que fueron encuestados, los números de las caras representan el color que fue escogido para cada una de ellas:

1. amarillo
2. azul
3. naranja
4. violeta
5. verde
6. café

Estos colores son similares a los que se usan en la prueba proyectiva de M. Lüscher de la que fueron tomados. Los resultados se resumen en las tablas I y II y en las gráficas de frecuencias, al final del capítulo y que contiene los tres niveles de análisis explicados.

Primer nivel. El orden de preferencia de las caras usadas en la construcción, fue el siguiente:

- cara 2, color azul:	332veces	23.1%
- cara 1, color amarillo:	271 veces	18.9%
- cara 5, color verde:	239 veces	16.7%
- cara 3, color naranja:	204 veces	14.2%
- cara 4, color violeta:	197 veces	13.7%
- cara 6, color café:	192 veces	13.4%

El total de cubos usados fue de 1435.

Segundo nivel. En la tabla I se observa la información por el número de caras usadas en relación con el conjunto del tablero. La información real tuvo una media de I2=1.95.

La información máxima de supersignos tuvo una media de ImSS2=2.18

La información máxima de piezas está dada por una constante del diseño del experimento que es el número de cubos en el tablero, su valor es Impz2=5.13

La redundancia relativa tuvo una media de Rr2=11.08

La redundancia absoluta tuvo una media de Ra2=62.04

Se considera en este caso a cada cara como un primer nivel de supersignos, teniendo en total seis, en cuanto a colores el rango de caras que se usaron fue amplio desde una hasta seis en el tablero. El 20% prefirió usar las seis caras, el 72% prefirió usar 5 caras o más y el 87% 4 caras o más, los casos que prefirieron menos de estos son mínimos.

Al ser el número de caras o estímulos bajo la curva esperada entre frecuencia de uso y número de caras no corresponde a la esperada. Se podría considerar que la curva indica solamente una parte de lo esperado faltando aquella parte de mayor complejidad, que hipotéticamente se plantea como descendente.

La información real I2, presenta una tendencia hacia la curva teórica planteada, encontrándose nuevamente que en la zona de mayor complejidad esta curva no llega a tener una definición. Sin embargo esta tendencia en la gráfica es importante pues los indicios con respecto a cierta preferencia en la construcción hacia los óptimos de complejidad. El momento de cambio de pendiente de positiva a negativa se presenta en el sector esperado entre los 2 y 3 bits, o 4 y 9 elementos.

La redundancia relativa como factor de disminución de complejidad, en este caso y debido al diseño de la prueba no presentó frecuencias muy altas, 65% uso entre 0 y 10% de redundancia, el valor más alto obtuvo 58.01% de Rr2 debido al uso casi total de una sola cara. Esta redundancia tiene estos valores debido a que mientras menos complejidad exista en la construcción menor será la redundancia.

La redundancia absoluta cuyo valor resulta de la relación del número de supersignos 35, (5.1293 bits) con la información real obtenida en la construcción. Siendo alta la opción de supersignos la redundancia en este caso es más alta que la del caso anterior; las redundancias usadas están entre el 49.63% y el 100%.

Tercer nivel. En este nivel se analizaron las opciones de conjuntos formados al interior del tablero, los resultados fueron determinados por las siguientes variables:

La media de la información real fue I3=2.59. Al igual que en el caso de I2, en este se presenta la información real, más usada, en las vecindades de los 2.6 bits

La información máxima de supersignos tuvo una media ImSS3=2.72. Más del 90% de los encuestados usaron más de 5 supersignos para la construcción del tablero, sobre la curva se podría pensar que a pesar de incompleta se asemeja a la hipotética encontrándose una deflexión en el óptimo de complejidad establecido por el estudio. Se esperaría que la deflexión se pronuncie más, a partir de aquellos limites donde la complejidad aumenta, en este caso el valor sería el de 3.59 bits o 12 elementos que si bien están en la curva negativa se pueden encontrar en los limites de lo legible.

La información máxima de piezas tuvo una media de Impz3=3.30. Una de las gráficas más claras en las que se presenta la U invertida es ésta, pues indica que las personas prefieren construir sus tableros con un número intermedio de piezas en lugar de aquellas opciones cercanas a los extremos de complejidad del diseño.

La redundancia relativa tuvo una media de Rr3=4.23%. Todos los sujetos usaron redundancias menores al 15%, para este caso similar al anterior se supone que la redundancia regula complejidad ubicándola en los rangos óptimos.

El valor medio de la redundancia absoluta fue Ra3=22.23. Alrededor del 65% utilizó redundancias menores al 15% en el extremo de la curva se encuentran alrededor del 5%.

El tiempo promedio de la prueba fue de 5.24 minutos, la resolución de la prueba no trajó ningún problema de tipo de agotamiento, aburrimiento o malos entendidos. se considera que la facilidad de la prueba lo explica.

Se contabilizaron 4 tipos de simetrias al analizar los tableros, considerando a esta como una forma de aumentar la redundancia y disminuir por tanto la información. Los datos son:

- Imagen 21 veces
- Simetría de primer orden sobre un eje 8 veces
- Simetría de segundo orden sobre dos ejes 5 veces
- Traslación de una figura 9 veces

Paralelamente a la prueba de los tableros se ejecutó una prueba de evaluación individual de la tendencia en la dimensión introversión/extroversión, sólo en el caso de los mayores, excluyéndose de esta prueba a los niños. Los resultados no muestran alguna tendencia y se espera que con mayor número de encuestas se pueda verificar algún tipo de relación.

Conclusiones

1. Se encuentra una mayor preferencia hacia colores primarios y dentro de ellos el azul. El diseño del tablero cumple parcialmente con sus objetivos pues no se pudo ser preciso en la detección de una zona de ese continuum de complejifdad, se plantean dos razones fundamentales:

- los estímulos no representan los límites reales de un continuum de complejidad, pues para el análisis de este nivel apenas se presentan seis variables (6 caras). En este nivel a mayor complejidad de los estímulos, mayor precisión de los resultados.

- El sujeto establece un tipo de relación con el diseño del experimento, limitándose a opciones poco complejas de construcción, o sea buscando el óptimo de la prueba.

2. Después de establecer esa necesidad de mejorar las herramientas de encuesta (su precisión, mas no su estructura), se evidencia que existen entre todos estos resultados la tendencia a concentrar la mayor cantidad de información, o de complejidad en la construcción alrededor de la cantidad hipotética planteada; esto es en 2.6 bits o 7 elementos.

MANOMETROS NEGATIVOS

Resultados y discusión.

En el caso de los manómetros, la conformación de un tablero y el posible uso en el diseño de los mismos es más clara que en el caso anterior, en donde se usaron colores. Las caras de los cubos usadas fueron:

- cara 1 cara vacia totalmente negra.
- cara 2 un manómetro de 0 9mm sobre cara en negro.
- cara 3 dos manómetros de 0 9mm sobre cara en negro.
- cara 4 tres manómetros de 0 9mm sobre cara en negro.
- cara 5 cuatro manómetros de 0 9mm sobre cara en negro.
- cara 6 ocho manómetros de 0 9mm sobre cara en negro.

La variable para la construcción del tablero es la complejidad creciente del número de manómetros. Se usaron en este caso los manómetros con las mismas caracteristicas de tal manera que puedan evaluarse como similares en el caso de intentar medir la complejidad de cada cara como supersignos individuales. Los resultados en cada uno de los niveles se presentan al final del capitulo, en las tablas I y II, acompañadas de las gráficas de frecuencias.

Primer nivel. Las caras más usadas en la construcción de tableros fueron en su orden:

- cara 1, 307 casos 22.5%
- cara 6, 264 casos 19.3%
- cara 2, 221 casos 16.2%
- cara 3, 201 casos 14.7%
- cara 4, 192 casos 14.1%
- cara 5, 180 casos 13.2%

Cuando se establecieron las frecuencias de uso de cada una de las caras independientemente se encontró que la preferencia estaba dirigida a la cara vacia. La explicación para este primer nivel de análisis es que en un diseño como este la necesidad de crear la noción de **figura-fondo** es importante en la ejecución de la tarea. La complejidad en este caso disminuye o de otra manera posibilita el uso de complejidades más altas habiendo mayor espacio vacio, para intentar generar el óptimo que plantea la hipótesis.

En esta instancia no se encuentra la preferencia buscada hacia alguna cara en especial más bien las cantidades fueron similares. Al intentar medir la complejidad a

través de lo que Moles define como estructural esto es la que tiene el objeto en realidad sin alguna codificación, se encontró que la media de esta complejidad fue 6.2 bits o 75 manómetros. Los valores que se presentaron fueron 0 bits o 1 manómetro en un tablero y 8.13 bits o 280 manómetros muy superior al valor que se plantea como óptimo. Estos datos son referencia para determinar cuales fueron las posibles codificaciones realizadas, hasta llegar a ese óptimo de complejidad.

Al elaborar la curva de frecuencias en torno a este dato considerando la redundancia absoluta del 100%, la curva que se presenta es en la forma planteada inicialmente como de U invertida.

Segundo nivel. La información real tuvo una media de 2.05, la distribución de frecuencias indica que los sujetos prefirieron los niveles intermedios de complejidad, a pesar de que la curva marca una tendencia a cambiar de signo, a pesar de que no es muy pronunciada. El número de caras es una limitante del diseño del experimento, para el análisis en este nivel. La mayoría de los sujetos prefirieron usar el mayor número de caras.

La información máxima de supersignos tuvo una media de 2.34, la curva de frecuencias determina que el 51% usaron 6 caras y que el 87% más de 5 mientras que apenas en 2 ocasiones se encontró que se usaron menos de 2 caras. La curva presenta solamente signo positivo por lo que se podría esperar que si existieran un mayor número de caras esta curva iniciaría una tendencia negativa similar a la hipotética.

La información máxima de piezas, tuvo un valor promedio de Impz2 = 5.13 determinado fundalmente por el número de caras que puede contener el tablero y que en el caso son 35, este valor es una constante en el diseño.

La redundancia relativa cuyo análisis va vinculado al de la información real, tuvo un promedio de 3.77%, la distribución de frecuencias tiene una tendencia hacia el uso de menor redundancia. El 82% usó menos del 15% de Rr el máximo valor de redundancia fue 80.56%. Esto indica que la mayoría prefirió usar el menor porcentaje de redundancia.

La redundancia absoluta tuvo una media de Ra2 = 59.8%, algo mayor a la anterior pues analiza el número de veces que se repite una pieza de un total de 35 y la relaciona nuevamente con la información obtenida. La redundancia en este caso aumenta a medida que las piezas a usarse en el tablero aumentan, casi el 80% usó una redundancia del 50% mientras

que las frecuencias para redundancias más altas son menores, el valor máximo fue de 100% y el mínimo de 50.53%, el mínimo permitido por el diseño es de 49.22%

Tercer nivel. En relación a las composiciones de manómetros de más de dos elementos, o sea igual que el caso anterior en donde se consideran ciertos niveles de diseño los resultados obtenidos se encuentran en la tabla MN II, y sus valores más importantes fueron:

La información real tuvo una media de I3 = 2.7 bits, las frecuencias de la información usada se ubican alrededor de esta media, donde con excepción de 2 casos el resto se ubica entre 1.6 y 2.8 bits. Nuevamente, la curva no representa a la hipotética las razones las expuestas en otros casos, sin embargo el uso de los rangos de complejidad intermedia es evidente.

La información máxima de supersignos tuvo una media de ImSS3= 2.85 la distribución de frecuencias, en donde la complejidad más preferida está en la zona preestablecida.

La información máxima de piezas tuvo una media de Impz3= 3.5

La redundancia relativa tuvo una media de Rr3=4.83% el máx 17.84

La redundancia absoluta tuvo una media de Ra3=19.47% min 0 máx 50.57

Conclusiones.

Para este caso específico se encontró lo siguiente:

1. El rango de complejidad presentado por los estímulos (seis caras) es bajo para determinar una tendencia en la zona de mayor complejidad, razón por la cual el efecto de poca preferencia hacia este estímulo no fue detectado.

2. En los casos donde se consideraron factores de diseño o de organización de los 35 cubos que debían manejarse, presentan una curva más definida y por tanto una tendencia más clara hacia la hipótesis propuesta.

3. Nuevamente en este caso se presenta la tendencia hacia la generación de la construcción del tablero relacionando la figura contra el fondo, en donde la cara negra hacía de fondo en contra de los manómetros que conformaban la figura.

MANOMETROS POSITIVOS

Resultados y discusión.

Los estímulos presentados en este caso corresponden exactamente a los analizados en el caso anterior, con la variante de que en un caso el manómetro está sobre fondo negro y en este caso sobre fondo blanco. Para no redundar en explicaciones las mismas que se presentarían al igual que el caso anterior, se remite directamente a los gráficos obtenidos y a los resultados contenidos en las tablas I y II, al final del capítulo.

Las caras contenían la siguiente información:

cara 1: cara en blanco
cara 2: cara con 1 manómetro
cara 3: cara con dos manómetros
cara 4: cara con tres manómetros
cara 5: cara con cuatro manómetros
cara 6: cara con ocho manómetros

Conclusiones.

Al igual que en el caso anterior las conclusiones sobre el uso de complejidad en las caras está determinada por varios factores:

1. Siendo la complejidad en los distintos análisis cercana al óptimo planteado se puede establecer que ese es el nivel preferido.

2. El número de caras usadas no permitió llegar a conformar más precisamente ese continuum de complejidad esperado al relacionarlo con preferencia.

3. Nuevamente aparece en este estímulo el factor figura fondo, que plantea para el futuro un análisis específico de acuerdo a su ubicación en el tablero.

POLIGONOS IRREGULARES

Resultados y discusión.

Para el presente caso las variables usadas como estímulos están determinadas por el número de lados del polígono irregular que aparece en cada cara. En principio el experimento se planteó sin considerar una cara vacia o en blanco. Las caras usadas de acuerdo al polígono fueron:

cara 1: polígono de 5 lados
cara 2: polígono de 6 lados
cara 3: polígono de 8 lados
cara 4: polígono de 10 lados
cara 5: polígono de 13 lados
cara 6: polígono de 16 lados

Al igual que el caso anterior se presentan los resultados en las tablas I y II y sus respectivas relaciones en las gráficas adjuntas. En las conclusiones se hace un análisis particular de los principales elementos que participaron en este caso y de correcciones que se pueden generar.

Conclusiones.

El presente caso fue ejecutado de manera distinta que en los casos anteriores, las observaciones más relevantes se describen a continuación:

1. El rango de figuras usadas no presentó cara vacia o en blanco motivo por el cual en el primer nivel de análisis se podría apreciar que las frecuencias de las caras usadas muestran la parte superior de la curva unimodal esperada.

2. En este caso no se puede establecer el hecho de que alguna figura en particular haya servido como fondo en la composición de la figura, cosa que ocurrió en los otros casos tanto de color como de manómetros, sin embargo existe una tendencia en el diseño a intentarlo.

3. Las simetrías por reflexión fueron nulas por la asimetría de los estímulos que eran de polígonos irregulares con los que no era factible establecer un eje de simetría.

4. Se plantea la necesidad de ejecutar una prueba paralela con una cara en blanco en lugar de la cara 1.

5. Los rangos de complejidad preferidos en este caso se pueden observar en las gráficas de frecuencias de I2 e I3, nuevamente la redundancia es un elemento que ayuda a controlar la complejidad del tablero.

TAMAÑO

Resultados y discusión.

Al igual que color esta es una variable difícil de asociar con complejidad, pues no se entiende muy bien todavía el funcionamiento de la percepción de tamaño. Existen evidencias experimentales que demuestran que la eficiencia en el manejo de información cuya relación es el tamaño, no es directamente proporcional sino que más bien existe un rango en tamaño en donde la percepción visual actúa de mejor manera. Esta evidencia esta directamente relacionada con la capacidad neurofisiológica del ojo para percibir o discriminar tamaños. Para el presente caso se asume que a medida que aumenta el tamaño de la figura aumenta su complejidad, llegando a un extremo tal en el que los elementos componentes del estímulo se deben recodificar de otra manera.

Los resultados y las gráficas que se acompañan, dan una idea de la tendencia que existe en la construcción de este tablero. Los estímulos usados en la muestra son:

cara 1: en blanco
cara 2: manómetro de 9mm de diámetro
cara 3: manómetro de 18mm de diámetro
cara 4: manómetro de 27mm de diámetro
cara 5: manómetro de 36mm de diámetro
cara 6: manómetro de 45mm de diámetro, máximo posible

Conclusiones.

Para el presente caso los resultados presentan las siguientes observaciones:

1. La relación entre tamaño de manómetro y preferencia no es lineal sino más bien es muy similar a la curva que plantea la legibilidad de los manómetros de acuerdo a su tamaño (Zinchenko y Munipov, 1983. 266) «La dependencia entre el diámetro de la escala y la precisión de la lectura de las indicaciones no es lineal.» Esto es en forma de U invertida en donde las zonas más legibles son las que tienen tamaños intermedios, el tamaño en este caso está relacionado con la distancia de la escala al observador. Los estímulos presentados definieron una escala en dimensiones angulares entre 1.28 y 6.4',los óptimos según los autores antes mencionados estan entre los 2.5 - 5'. La apreciación de los resultados en esta prueba puede plantear que para el

presente caso la legibilidad y la preferencia se correlacionarían, advirtiendo que la preferencia presenta otro tipo de variables que habría que estudiar.

2. En este caso y debido a que en un mismo cubo se presentaban cinco tamaños de manómetros diferentes y una cara en blanco se puede advertir que este hecho determinó que se consiga en el nivel uno un punto óptimo donde la curva deflexiona. Este punto no lo marca la zona intermedia de complejidad hipotética, se corre hacia la izquierda. Obviamente la explicación que se puede encontrar es que siendo únicamente seis caras y teniendo en cuanto a tamaños del más pequeño al más grande posible, en la cara del cubo se opto más bien por encontrar una mejor combinación con menos elementos, para no tener que usar todo el rango de tamaños. Así se tiene que sólo el 25% prefirió usar los cinco tamaños de caras al contrario de los otros casos en donde las frecuencias eran más altas para el uso de la totalidad de los casos.

3. Las curvas de información I2 e I3 presentan también una definición unimodal más clara que en los casos anteriores, considerando que es la causa arriba mencionada la que permitió está opción.

CONCLUSIONES GENERALES.

Los resultados que se obtuvieron en el análisis experimental comprueban los aspectos fundamentales de las hipótesis, mas no así ciertos aspectos que requerirán de un cambio del instrumento experimental y de una diversificación más amplia de los experimentos. Las siguientes conclusiones ayudarán a tener una idea global de las aportaciones en cada caso.

1. Los resultados determinan que el instrumento utilizado si bien valida una parte de las hipótesis no lo hace en su totalidad. Sin embargo se establecen muchas espectativas para que así acontezca, pues las tendencias en los resultados son bastante claras. Puede pensarse a nivel hipotético que, el propio diseño del experimento tiene una opción en términos de complejidad en la construcción del tablero (para este estudio no se verificó); determinando con esto que podría existir un rango de complejidad óptimo que iba a buscar el sujeto experimental.

2. Se puede plantear que a pesar de la diversidad de estímulos propuestos los resultados sobre todo en lo que tiene que ver con información y redundancia fueron similares en todos los casos. Así por ejemplo en los resultados las mayores frecuencias en el número de caras fue superior a seis, aquellos casos donde se usaron 1 o 2 fueron despreciables, e incluso se podría pensar que no hubo la suficiente comprensión del ejercicio.

3. La información obtenida mediante el segundo nivel de análisis tuvo una frecuencia de 1.9 a 2.2 bits y su redundancia entre 7.9% y 16.23%, que son resultados esperados.

4. La información determinada a través de los supersignos generados al interior del tablero, se encuentran entre 2.47 y 2.78, la redundancia entre 19.86% y 25.44%, una diferencia muy similar a la alcanzada en el segundo nivel de análisis. Siendo esta medida más sensible que las anteriores se puede concluir que: **'las frecuencias de preferencia de complejidad en la construcción de los tableros, está dentro de los limites establecidos hipotéticamente.'**

5. El nivel óptimo de complejidad preferido estuvo entre las 5 y 6 caras en el primer nivel; entre 5 y 6 caras segundo nivel y, 2.8 bits o 7 conjuntos en el tercer

nivel. Por razones del diseño, que presentaba un límite de estimulación, los valores correspondientes al nivel de preferencia en los rangos de mayor complejidad no se encontraron. En cuanto a los niveles de estimulación menores o menos complejos, la preferencia fue escasa y por tanto coincidente con la hipótesis planteada.

6. Al comparar las curvas encontradas para cada estudio se puede establecer hipotéticamente que, al variar algo las condiciones de los estímulos el instrumento es sensible como para ubicarse en la zona de la curva que le correspondería. Tal es el caso de los tableros con polígonos irregulares, donde no había cara en blanco, por tanto la curva se ubicaba en la zona superior de la teórica. Los tableros construidos con varios tamaños de manómetros en cambio presentan una opción más clara de la curva y muy similar a la hipotética.

7. En cuanto a la tendencia de estimulación de cada individuo en relación con los resultados de información y de redundancia se puede concluir que se correlacionan y que, los factores de información y redundancia actúan de una manera conjunta en esta definición. No se encontraron casos extremos en los individuos de los casos extremos de complejidad, los casos extremos buscaron los límites de complejidad, la redundancia fue factor importante que incidió en la complejidad de los tableros.

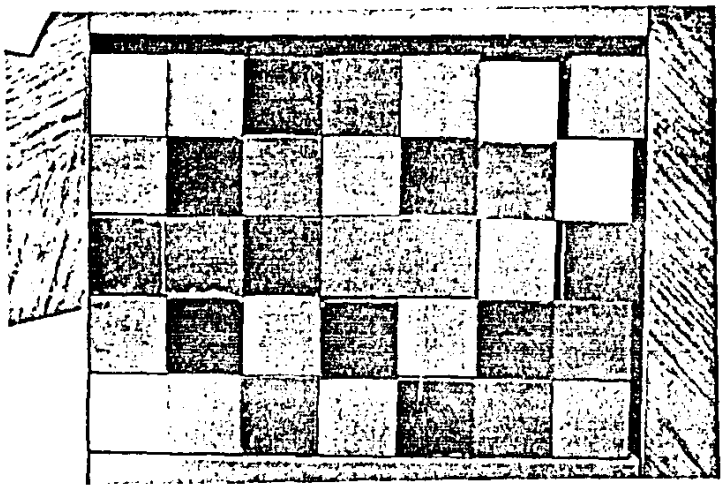
8. Los criterios de información y redundancia son factores importantes en los momentos de decisión al realizar una tarea o como en el caso de los cubos construir un tablero. La relación entre las dos es inversa, pues la redundancia estabiliza el grado de complejidad. En este caso se verifica la dialéctica complejidad-redundancia, planteada por Covarrubias. Para el presente caso esa redundancia se dio a partir de la generación de supersignos, simetrías, o repeticiones simplemente. La relación entre complejidad e información establece por un lado a mayor complejidad, menor redundancia e igualmente a menor complejidad, mayor redundancia.

9. Una de las conductas observadas en la construcción de los tableros fue la necesidad de relacionar el diseño con un fondo que emergía en el tablero: en el caso de los colores fue el color azul, en los otros la cara vacía. El único caso que no presentó esta respuesta fue el de los polígonos irregulares en donde los estímulos lo impedían y en los pocos casos que se presentaron se usó el menor número de

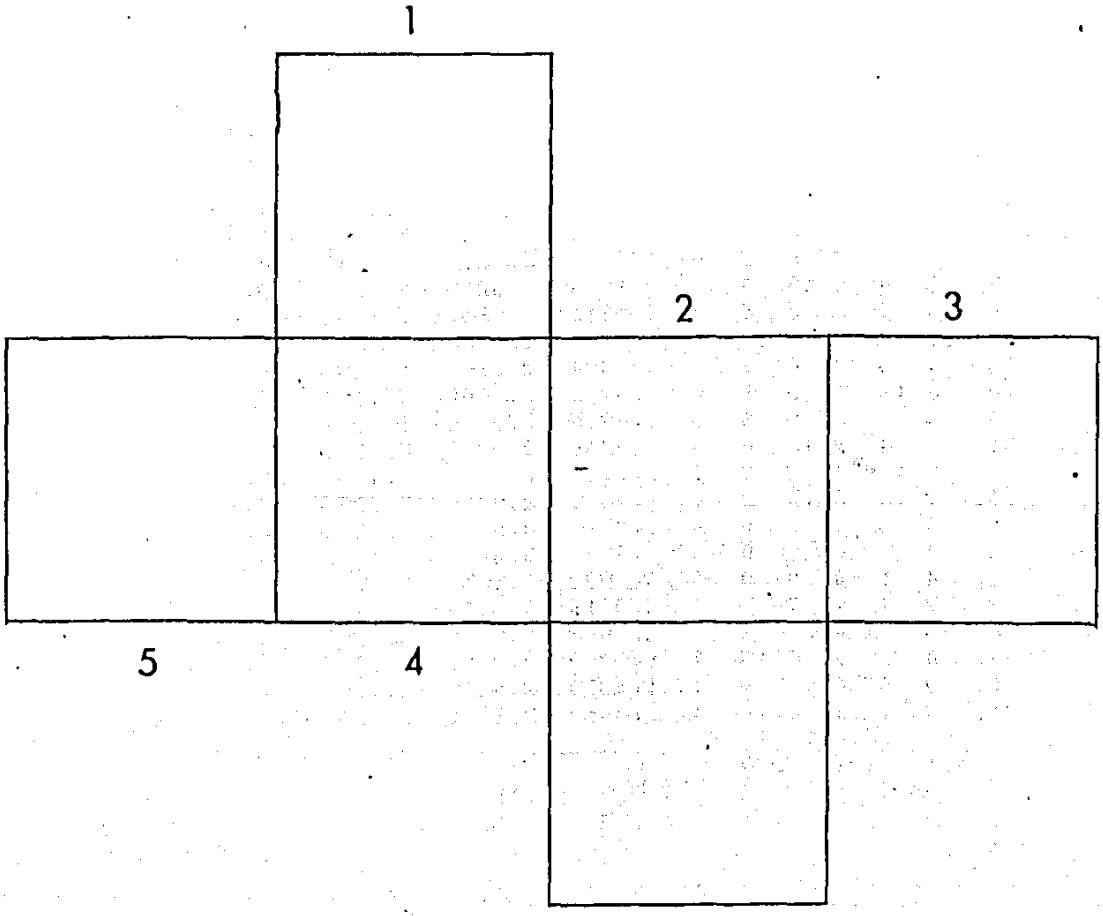
caras. Esta relación figura-fondo es otra de las opciones que se presentan para intentar reducir la complejidad de un diseño o de una tarea. Por ejemplo la música usada en las industrias cuyo ruido así lo permite, presenta esta relación, los resultados usados sin ser los mejores son aceptables. A pesar de no establecerse las condiciones óptimas para establecer la música necesitada en determinado sitio, se presume que cualquier música por poco agradable que sea es mejor que el menos malo de los ruidos de determinados centros productivos. Igual se podría plantear en este caso cuando de fondo se utiliza uno de los estímulos menos preferido para que resalte más la figura que se ejecuta; en este estudio no se plantearon hipótesis respecto a las relaciones entre complejidad del fondo y complejidad de la figura, pero se podría plantear hipótesis al respecto.

10. Las complejidades utilizadas entre los manómetros en positivo o en negativo fueron muy similares en los dos casos los valores comparativos entre I2 e I3 son casi los mismos: I1 6.2 y 6.63, I2 2.05 y 2.08, I3 2.7 y 2.71. Lo que demuestra para el presente estudio que su influencia no es significativa. Las caras que se utilizaron como fondo en los dos casos tuvieron la misma frecuencia de uso, la diferencia podría estar determinada en el uso de las otras caras que para los mn fueron similares para todas las caras, en los mp la cara más usada fue la cara 6.

COLOR



RESULTADO



CUBO DESPLEGADO

TABLA I primer y segundo nivel

COLOR

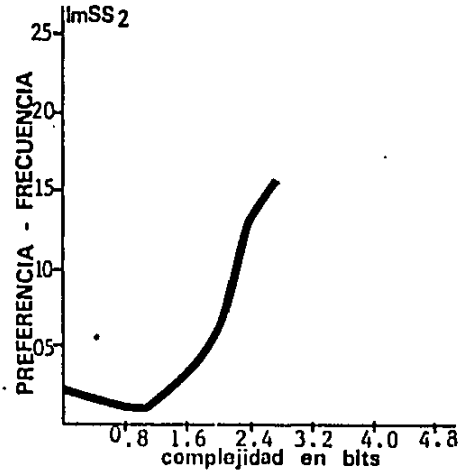
SS1 suj	1	2	3	4	5	6	I2	ImSS2	Impz2	Rr2	SS2 Ra2
1.	3	19	4	2	5	2	2.0272	2.585	5.1293	21.58	60.48
2.	1	1	1	2	29	1	1.0854	2.585	5.1293	58.01	78.84
3.	11	12	1	0	8	3	2.005	2.3219	5.1293	13.65	60.91
4.	18	1	2	0	6	8	1.813	2.3219	5.1293	21.92	64.65
5.	8	7	5	5	4	6	2.5311	2.585	5.1293	2.08	50.65
6.	20	0	3	12	0	0	1.3041	1.585	5.1293	17.72	74.58
7.	9	0	8	9	9	0	1.9955	2.000	5.1293	0.23	60.94
8.	6	4	6	7	5	7	2.5453	2.5850	5.1293	1.53	50.38
9.	6	9	10	3	3	4	2.4297	2.585	5.1293	6.01	52.63
10.	0	7	7	6	7	9	2.2956	2.3219	5.1293	1.14	55.25
11.	9	13	6	3	4	0	2.1335	2.3219	5.1293	8.11	58.41
12.	8	4	8	3	7	5	2.4998	2.585	5.1293	3.29	51.27
13.	4	9	1	11	10	0	2.049	2.3219	5.1293	11.75	60.05
14.	6	6	6	6	6	5	2.5835	2.5850	5.1293	0.06	49.63
15.	6	6	6	6	5	6	2.5835	2.5850	5.1293	0.06	49.63
16.	8	8	10	9	0	0	1.9948	2.0000	5.1293	0.26	61.11
17.	8	7	6	7	7	0	2.3154	2.3219	5.1293	0.28	54.86
18.	12	0	12	0	0	11	1.5844	1.5850	5.1293	0.04	69.11
19.	9	5	11	3	2	5	2.3795	2.5850	5.1293	7.95	53.61
20.	6	6	6	6	6	5	2.5834	2.5850	5.1293	0.06	49.63
21.	13	0	11	5	2	4	2.0455	2.3219	5.1293	11.91	60.12
22.	0	0	0	0	6	29	0.6577	1.0000	5.1293	34.23	87.18
23.	5	5	5	5	6	9	2.5283	2.5850	5.1293	2.19	50.71
24.	7	6	8	6	8	0	2.3089	2.3219	5.1293	0.56	54.99
25.	5	0	5	10	4	11	2.1884	2.3219	5.1293	5.75	57.33
26.	7	8	5	5	6	4	2.5312	2.5850	5.1293	2.08	50.65
27.	20	2	0	1	12	0	1.3867	2.0000	5.1293	30.66	72.97
28.	7	5	4	6	6	7	2.5454	2.5850	5.1293	1.53	50.38
29.	8	18	1	0	8	0	1.6225	2.0000	5.1293	18.87	68.37
30.	4	6	5	9	8	3	2.4876	2.5850	5.1293	3.77	51.50
31.	5	4	8	10	0	8	2.2406	2.3219	5.1293	3.50	56.32
32.	5	13	14	2	0	1	1.8519	2.3219	5.1293	20.24	63.90
33.	7	16	0	10	2	0	1.7375	2.0000	5.1293	13.13	66.13
34.	0	35	0	0	0	0	0.0	0.0	5.1293	0.0	100.00
35.	0	35	0	0	0	0	0.0	0.0	5.1293	0.0	100.00
36.	4	1	0	0	0	30	0.6892	1.5850	5.1293	56.52	86.56
37.	7	7	7	7	7	0	2.3219	2.3219	5.1293	0.0	54.73
38.	3	7	4	4	12	5	2.4048	2.5850	5.1293	6.97	53.12
39.	0	7	0	6	15	7	1.8869	2.0000	5.1293	5.65	63.21
40.	3	26	0	1	4	1	1.2879	2.3219	5.1293	44.53	74.89
41.	3	7	1	6	10	8	2.3653	2.8365	5.1293	16.61	53.89
	271	197	239								
$\bar{x}$	332	193	204				1.95	2.18	5.13	11.08	62.04
s							.67	.62	0	14.91	13.13
s^2							.45	.38	0	222.35	172.36

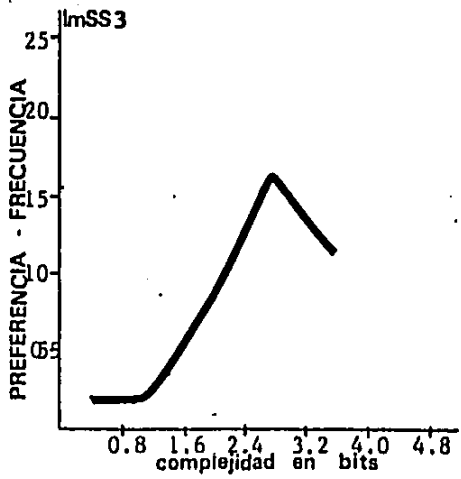
TABLA II tercer nivel

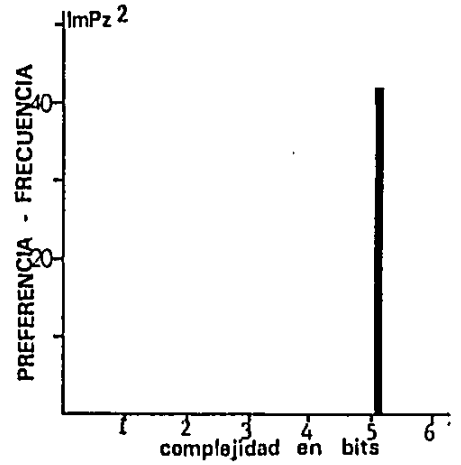
COLOR

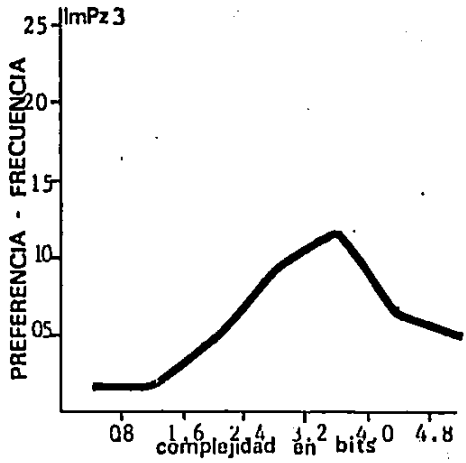
SS3 suj	I3	ImSS3	Impz3	RR3	RA3	NE
1.	2.9326	3.0000	3.1699	2.25	7.49	+30
2.	2.5035	2.5850	2.8074	3.15	10.83	-06
3.	3.0596	3.1699	3.8074	3.48	19.64	+26
4.	2.3219	2.3219	2.3219	0.00	0.00	+18
5.	2.9549	3.1699	4.5850	6.79	35.55	-08
6.	1.5835	1.5850	1.5850	0.09	0.09	00
7.	3.2867	3.4594	3.9069	4.99	15.87	+44
8.	3.4794	3.5850	3.8074	2.95	8.61	+20
9.	3.4095	3.5850	4.0875	4.90	16.59	+76
10.	2.4109	2.5850	3.1699	6.73	23.94	+05
11.	3.3495	3.4594	3.5850	3.18	6.57	+29
12.	2.9963	3.1699	4.6439	5.48	35.48	+23
13.	3.4437	3.4594	3.7004	0.45	6.94	+63
14.	3.2459	3.3219	3.4594	2.29	6.17	+22
15.	2.7106	2.8074	5.0875	3.45	46.72	+60
16.	2.9014	3.3219	4.3219	12.66	32.87	+60
17.	3.3087	3.5850	5.0444	7.71	34.41	+37
18.	2.8992	3.0000	3.4594	3.36	16.19	+45
19.	2.5035	2.5850	2.8074	3.15	10.83	+52
20.	3.0868	3.4594	4.8074	10.77	35.79	+83
21.	2.6128	2.8074	4.1699	6.93	37.34	+47
22.	2.0000	2.0000	2.0000	0.0	0.00	+38
23.	2.7798	2.8074	2.8074	0.98	0.98	+24
24.	2.6862	2.8074	4.9069	4.32	45.26	+37
25.	2.5630	2.8074	3.5850	8.70	28.51	+97
26.	3.3396	3.4594	3.8074	3.47	12.29	-05
27.	1.9219	2.0000	2.3219	3.90	17.23	+50
28.	2.8725	3.1699	4.8580	9.38	40.87	+85
29.	2.2662	2.3219	2.5850	2.40	12.33	+51
30.	2.9326	3.0000	3.1699	2.25	7.49	+41
31.	2.0733	2.3219	3.5850	10.71	42.17	+65
32.	2.7219	2.8074	3.3219	3.04	18.06	-
33.	2.2662	2.3219	2.5850	2.40	12.33	-
34.	0.0000	0.0000	0.0000	0.00	100.00	-
35.	0.0000	0.0000	0.0000	0.00	100.00	-
36.	1.5835	1.5850	1.5850	0.09	0.09	-
37.	2.3219	2.3219	2.3219	0.00	0.00	-
38.	3.1445	3.3219	3.7004	5.34	15.03	-
39.	2.3219	2.3219	2.3219	0.00	0.00	-
40.	2.4437	2.5850	3.0000	5.47	18.54	-
41.	2.9285	3.4594	4.3219	16.36	32.24	-
$\bar{x}$	2.59	2.72	3.30	4.23	22.23	+39
s	.77	.82	1.20	3.81	22.74	3.40
s^2	.59	.68	1.43	14.52	517.11	11.58

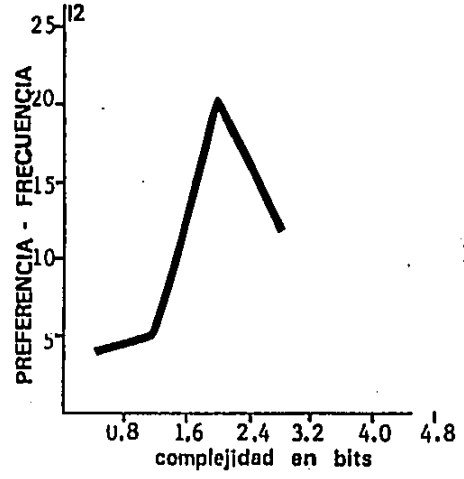
COLOR

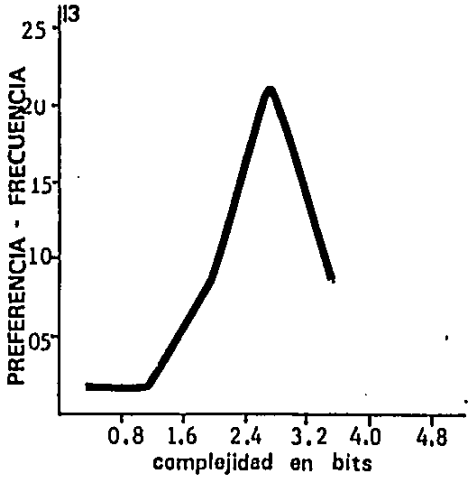

ImSS 2
PREFERENCIA - FRECUENCIA
25
20
15
10
05
0.8 1.6 2.4 3.2 4.0 4.8
complejidad en bits


ImSS 3
PREFERENCIA - FRECUENCIA
25
20
15
10
05
0.8 1.6 2.4 3.2 4.0 4.8
complejidad en bits

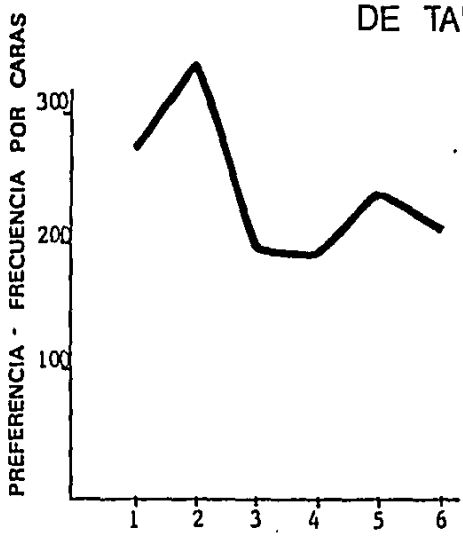

ImPz 2
PREFERENCIA - FRECUENCIA
40
20
1 2 3 4 5 6
complejidad en bits

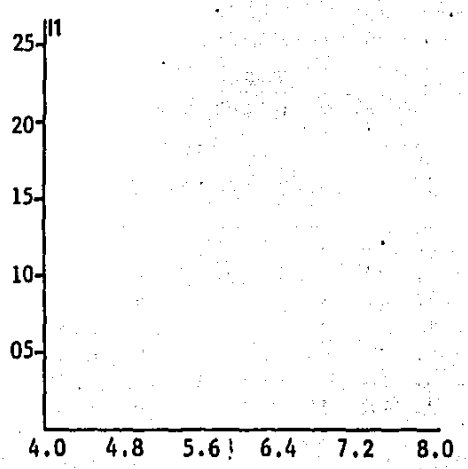

ImPz 3
PREFERENCIA - FRECUENCIA
25
20
15
10
05
0.8 1.6 2.4 3.2 4.0 4.8
complejidad en bits

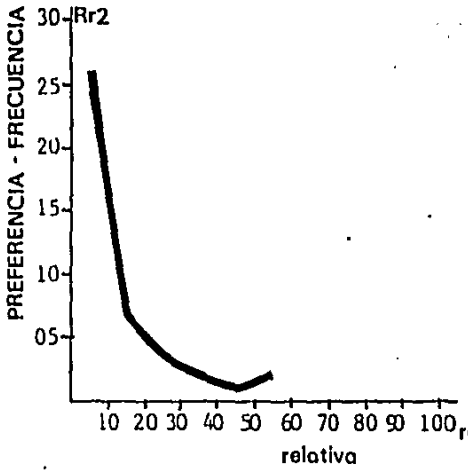

I2
PREFERENCIA - FRECUENCIA
25
20
15
10
5
0.8 1.6 2.4 3.2 4.0 4.8
complejidad en bits


I3
PREFERENCIA - FRECUENCIA
25
20
15
10
05
0.8 1.6 2.4 3.2 4.0 4.8
complejidad en bits

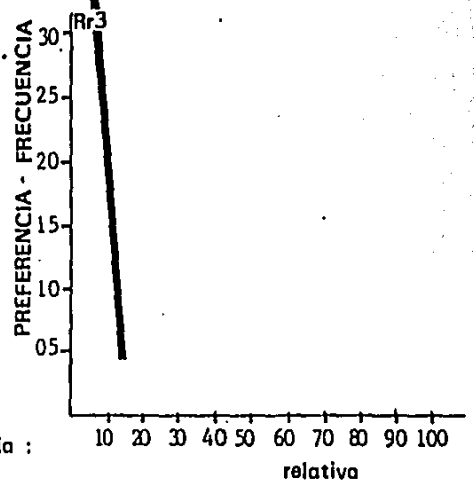
PREFERENCIA DE COMPLEJIDAD EN LA CONSTRUCCION DE TABLEROS

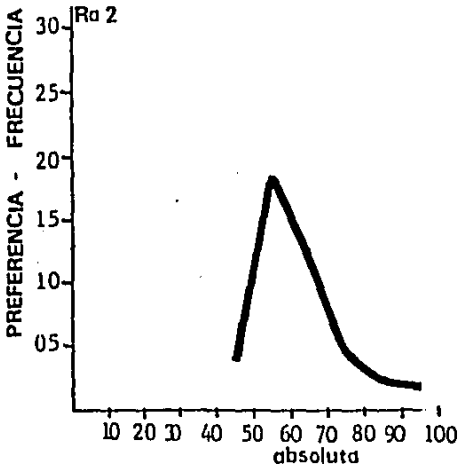






redundancia :





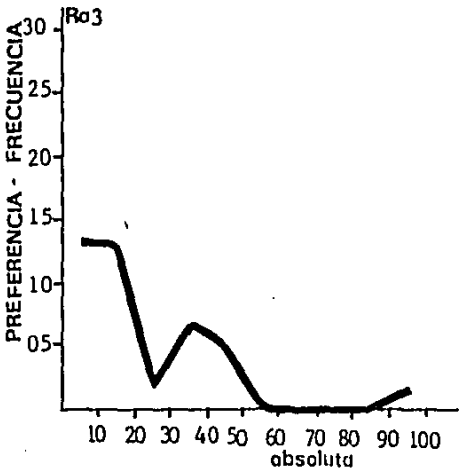


TABLA I primer y segundo nivel
Manómetros negativos

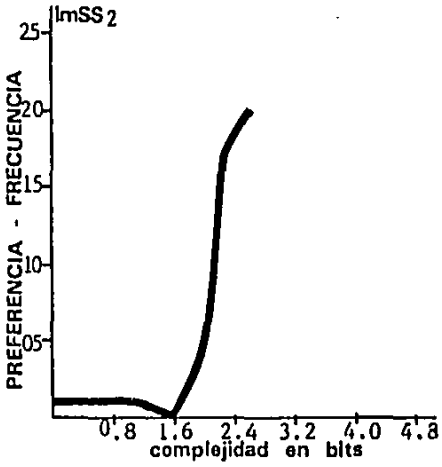
SS1											SS2	
suj	1	2	3	4	5	6	I1	I2	ImSS2	Impz2	Rr2	Ra2
1.	28	4	1	0	0	2	4.46	1.0031	2.0000	5.1293	49.84	80.44
2.	34	1	0	0	0	0	0	0.1944	1.0000	5.1293	80.56	96.21
3.	31	1	1	1	0	1	3.81	0.7694	2.3219	5.1293	66.87	85.00
4.	23	0	3	3	3	3	5.67	1.6463	2.3219	5.1293	29.10	67.91
5.	12	10	4	2	2	5	6.17	2.2815	2.5850	5.1293	11.74	55.52
6.	0	5	6	9	10	5	6.95	2.2520	2.3219	5.1293	3.01	56.10
7.	10	1	0	11	7	6	6.78	2.1315	2.3219	5.1293	8.20	58.44
8.	0	7	7	7	7	7	6.95	2.3219	2.3219	5.1293	0.0	54.73
9.	9	9	0	4	3	10	6.82	2.1914	2.3219	5.1293	5.62	57.28
10.	5	6	7	8	5	4	6.58	2.5312	2.5850	5.1293	2.08	50.65
11.	4	5	6	4	4	12	7.14	2.4117	2.5850	5.1293	6.70	52.98
12.	30	1	0	3	0	1	4.17	0.8033	2.0000	5.1293	59.83	84.33
13.	2	8	8	6	3	8	6.88	2.4538	2.5850	5.1293	5.08	52.16
14.	5	8	5	7	7	3	6.51	2.5233	2.5850	5.1293	2.39	50.81
15.	3	6	4	5	7	10	7.1	2.4769	2.5850	5.1293	4.18	51.71
16.	5	12	8	4	0	6	6.46	2.1988	2.3219	5.1293	5.30	57.13
17.	1	16	3	1	6	8	6.82	2.0538	2.5850	5.1293	20.55	59.96
18.	8	7	4	6	4	6	6.6	2.5218	2.5850	5.1293	2.44	50.84
19.	25	2	0	3	0	5	5.67	1.3041	2.0000	5.1293	34.79	74.58
20.	8	10	5	4	2	6	6.46	2.4311	2.5850	5.1293	5.95	52.60
21.	6	8	10	6	2	3	6.29	2.4309	2.5850	5.1293	5.96	52.60
22.	0	7	7	7	7	7	6.95	2.3219	2.3219	5.1293	0.0	54.73
23.	2	7	7	3	8	8	6.95	2.4603	2.5850	5.1293	4.82	52.03
24.	0	1	8	5	6	15	7.46	1.9947	2.3219	5.1293	14.09	61.11
25.	17	3	3	8	0	4	6.02	1.9675	2.3219	5.1293	15.26	61.64
26.	10	4	7	6	3	5	6.46	2.4769	2.5850	5.1293	4.18	51.71
27.	5	8	9	6	3	4	6.46	2.4769	2.5850	5.1293	4.18	51.71
28.	8	8	4	7	5	3	6.34	2.5374	2.5850	5.1293	1.84	50.53
29.	0	5	6	5	10	9	7.17	2.2520	2.3219	5.1293	3.01	56.10
30.	0	4	4	5	9	13	7.38	2.1337	2.3219	5.1293	8.11	58.40
31.	2	3	6	7	6	11	7.21	2.4135	2.5850	5.1293	6.63	52.95
32.	0	0	0	0	0	35	8.13	0.0	0.0	5.1293	0.0	100.00
33.	0	7	7	7	7	7	6.95	2.3219	2.3219	5.1293	0.0	54.73
34.	3	3	12	3	8	6	6.86	2.3894	2.5850	5.1293	7.57	53.41
35.	1	8	9	5	9	3	6.66	2.3598	2.5850	5.1293	8.71	53.99
36.	0	9	6	7	4	9	7.02	2.2598	2.3219	5.1293	2.67	55.94
37.	6	9	7	5	4	4	6.43	2.5019	2.5850	5.1293	3.21	51.22
38.	1	4	9	6	14	1	6.7	2.1225	2.5850	5.1293	17.89	58.62
39.	3	4	8	6	5	9	7.02	2.4876	2.5850	5.1293	3.77	51.50
	307	201	180									
$\bar{x}$	221	192	264				6.37	2.05	2.34	5.13	13.23	59.80
s							1.36	.66	.48	0	19.34	12.68
s^2							1.85	.44	.23	0	374.20	160.80

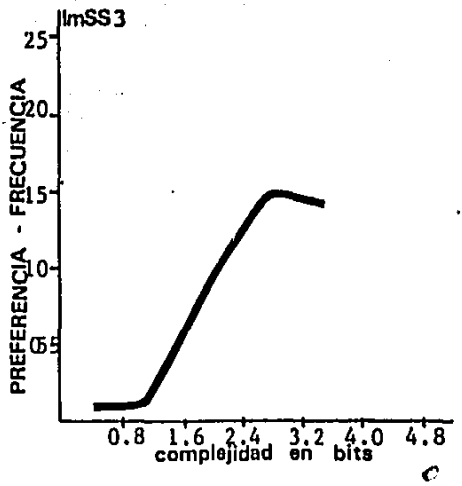
TABLA II tercer nivel

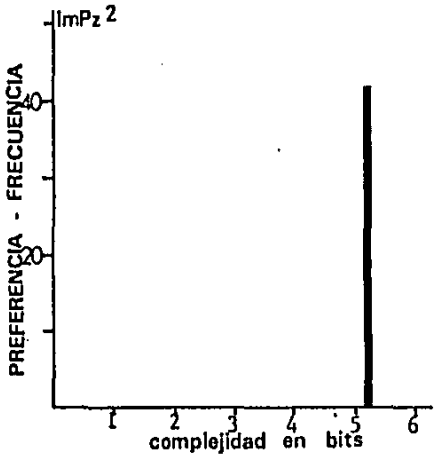
Manómetros negativo

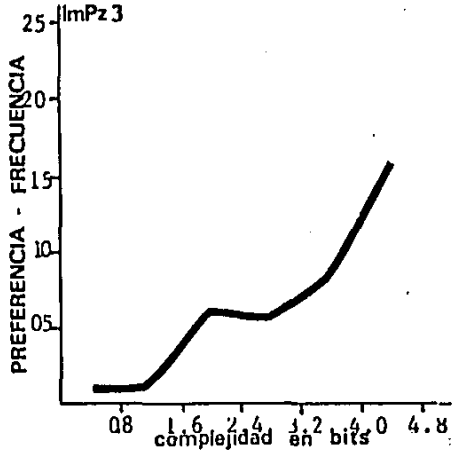
suj	SS3 I3	HmSS3	Hmpz3	Rr3	Ra3	NE
1.	2.2675	2.3219	2.5850	2.34	12.28	+30
2.	1.0000	1.0000	1.0000	0.00	0.00	-06
3.	2.3219	2.3219	2.3219	0.00	0.00	+26
4.	2.2422	2.3219	3.7004	3.43	39.41	+31
5.	2.4487	2.8074	4.9542	12.78	50.57	+26
6.	2.7959	2.8074	3.0000	0.41	6.80	+44
7.	3.0612	3.0000	3.0000	2.04	2.04	+20
8.	2.3219	2.3219	2.3219	0.00	0.00	+59
9.	2.8326	3.0000	3.1699	2.25	7.49	+29
10.	3.2065	3.5850	4.3923	10.56	27.00	+23
11.	2.9223	3.3219	4.4594	12.03	34.47	+14
12.	2.0000	2.0000	2.0000	0.00	0.00	-39
13.	2.7293	2.8074	4.0000	2.78	31.77	+56
14.	3.0187	3.3219	4.6439	9.13	35.00	+37
15.	3.3872	3.5850	4.3923	5.52	22.88	+22
16.	2.2653	2.3219	3.0000	2.44	24.49	+52
17.	2.8853	3.0000	3.7004	3.82	22.03	+70
18.	2.9946	3.0000	4.0000	0.18	25.13	-05
19.	2.3219	2.3219	2.3219	0.00	0.00	+12
20.	2.9505	3.1699	4.4594	6.92	33.83	+10
21.	2.3332	2.5850	4.3219	9.74	46.01	+98
22.	2.3219	2.3219	2.3219	0.00	0.00	+37
23.	2.6299	2.8074	3.7004	6.32	28.93	+51
24.	2.7126	2.8074	3.1699	3.38	14.43	+59
25.	2.6075	2.5850	2.5850	0.87	0.87	+41
26.	2.7439	3.0000	4.1699	8.54	34.20	+81
27.	3.3104	3.4594	4.5236	4.31	26.81	+33
28.	2.9976	3.1699	4.0000	5.44	25.06	+65
29.	2.9045	3.3219	4.5236	12.56	35.79	-
30.	2.9204	3.1699	4.3923	7.87	33.51	-
31.	2.9456	3.5850	3.9069	17.84	24.61	-
32.	0.00	0.00	0.00	0.0	100.00	-
33.	2.3219	2.3219	2.3219	0.0	0.00	-
34.	3.5547	3.8074	4.2479	6.64	16.35	-
35	3.6006	3.7004	4.0875	2.70	11.91	-
36.	3.3085	3.4594	4.3219	4.36	23.45	-
37.	3.1508	3.5850	4.4594	12.11	29.34	-
38.	3.3396	3.4594	3.8074	3.47	12.29	-
39.	3.3802	3.5850	4.2479	5.71	20.43	-
$\bar{x}$	2.70	2.85	3.50	4.83	22.03	+35
s	.67	.75	1.09	4.57	19.23	34.50
s^2	.45	.56	1.19	20.87	369.82	1190.33

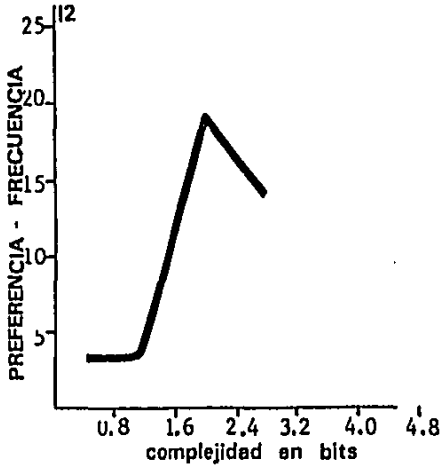
MANOMETRO NEGATIVO

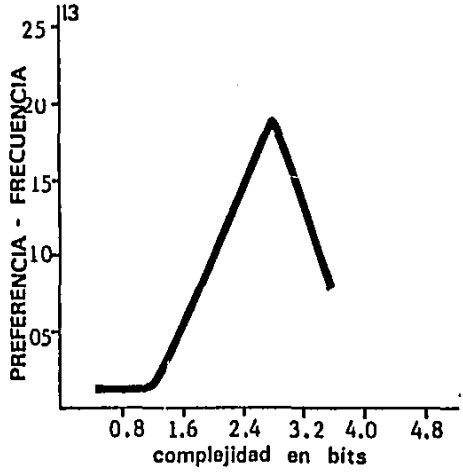




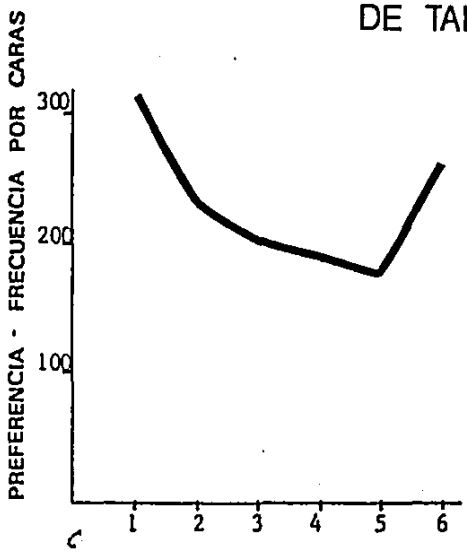


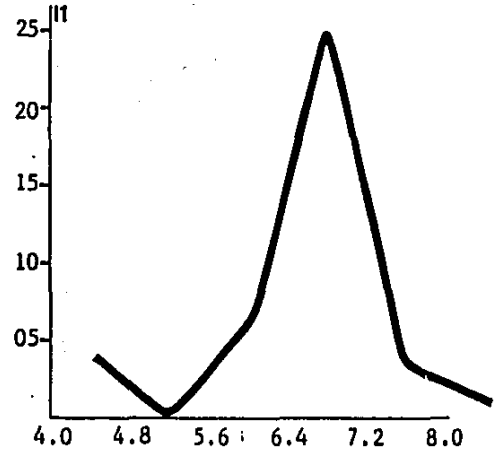


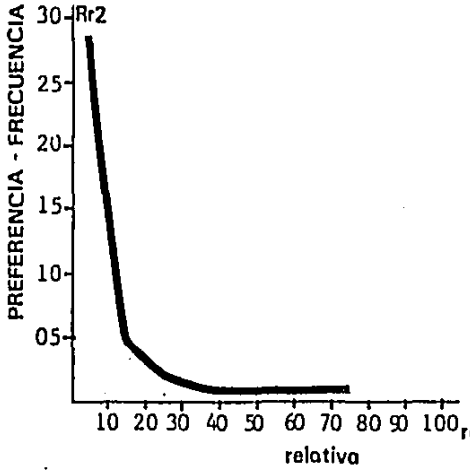




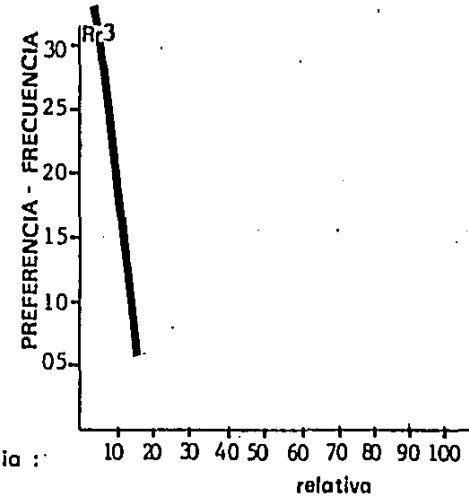
PREFERENCIA DE COMPLEJIDAD EN LA CONSTRUCCION DE TABLEROS

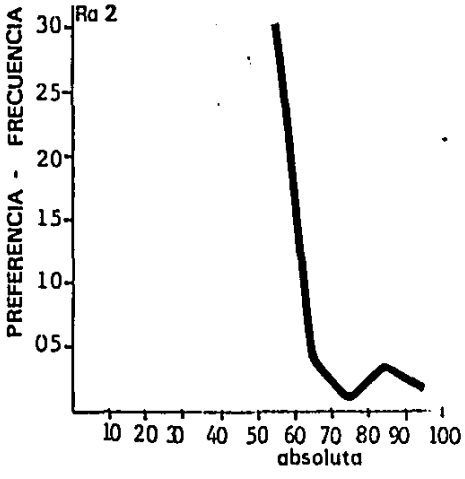


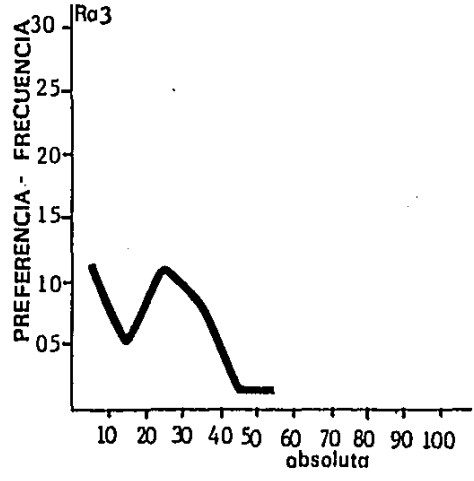




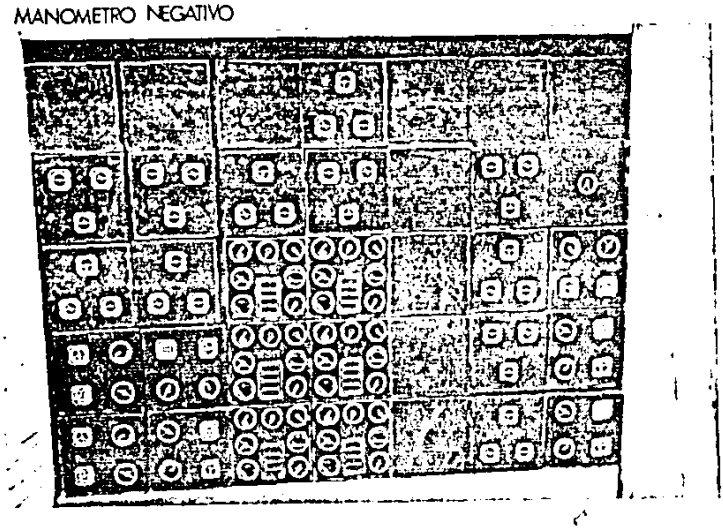
redundancia :



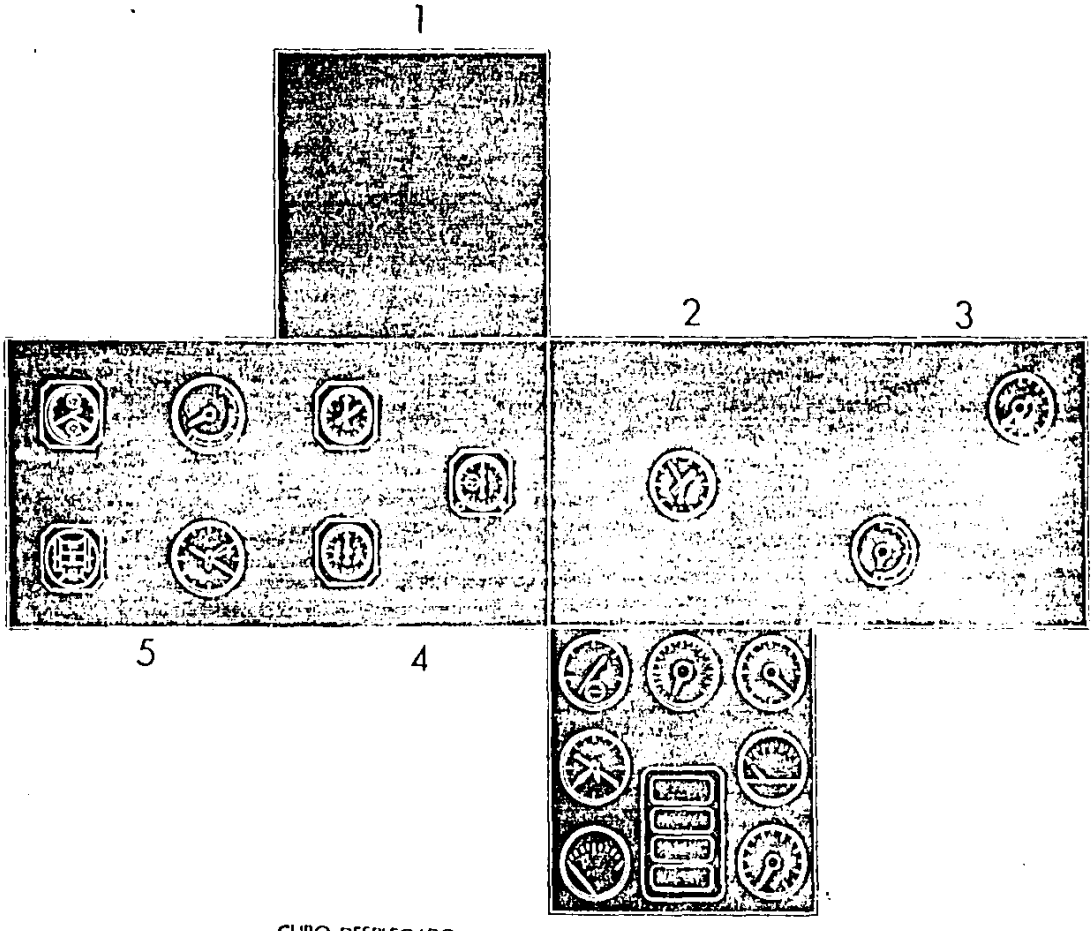




MANOMETRO NEGATIVO

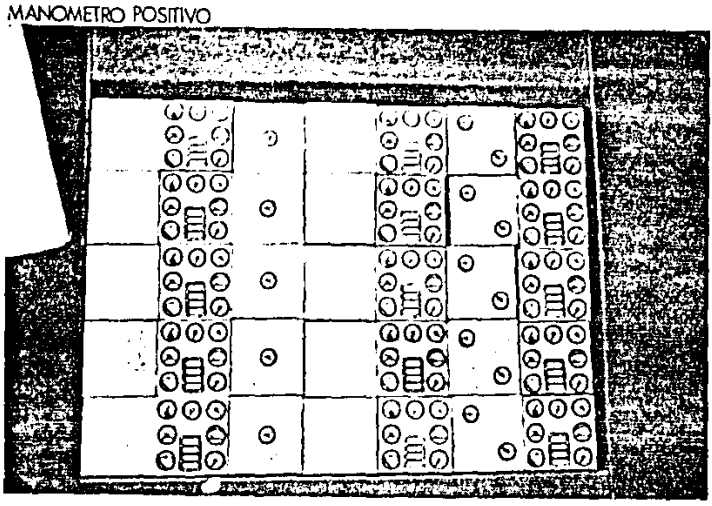


RESULTADO

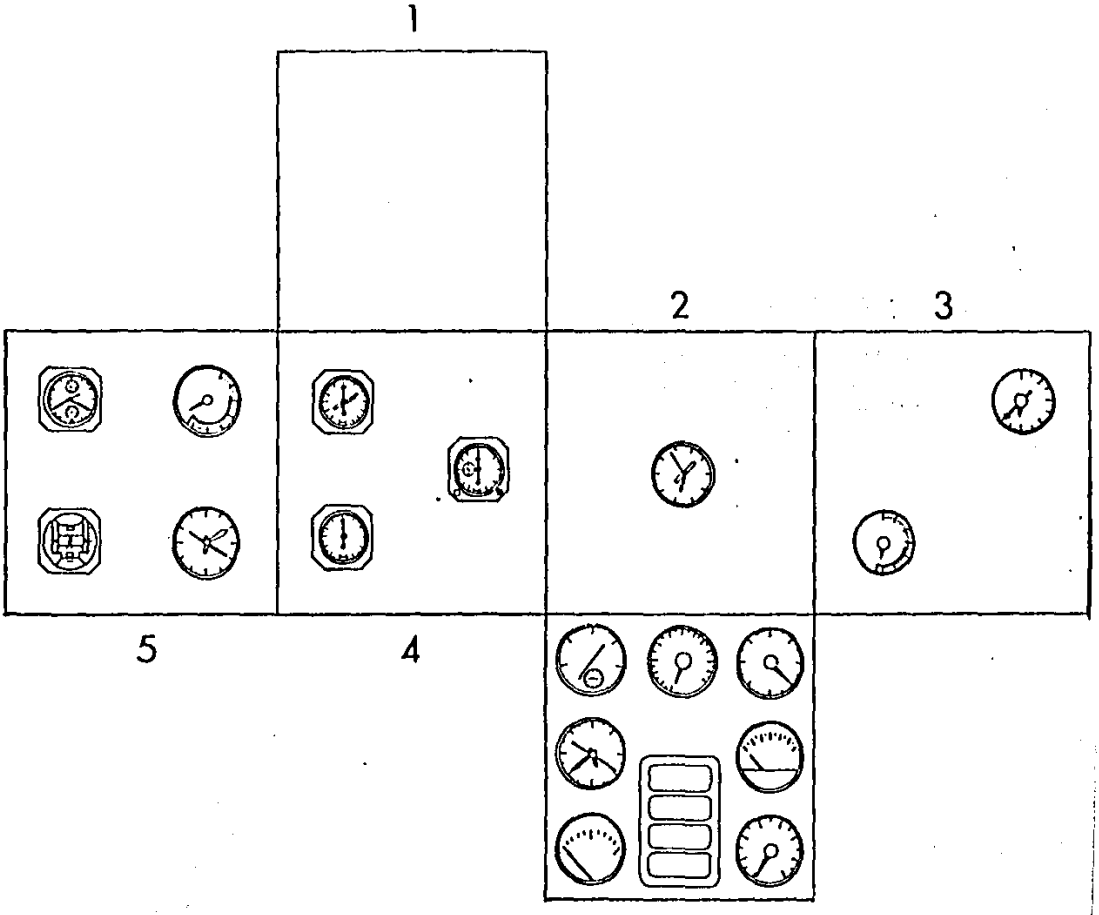


CUBO DESPLEGADO

MANOMETRO POSITIVO



RESULTADO



CUBO DESPLEGADO

TABLA I primer y segundo nivel

Manómetros Positivos

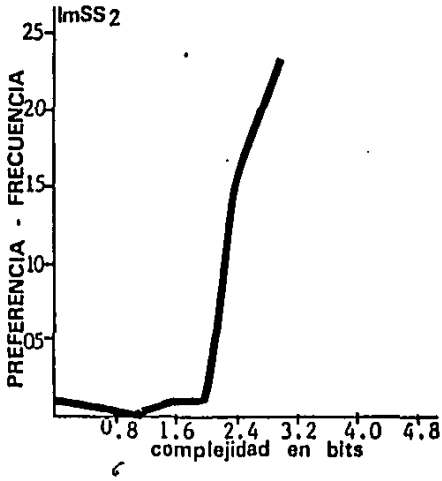
SS1 suj	1	2	3	4	5	6	I1	I2	ImSS2	Impz2	Rr2	SS2 Ra2
1.	27	0	0	0	6	2	5.32	0.9685	1.5850	5.1293	38.90	81.12
2.	0	8	6	3	6	12	7.22	2.1987	2.3219	5.1293	5.31	57.14
3.	7	7	3	4	5	9	6.27	2.4941	2.5850	5.1293	3.51	51.38
4.	23	0	3	3	3	3	5.67	1.6463	2.3219	5.1293	29.10	67.91
5.	10	5	5	0	0	15	7.08	1.8357	2.0000	5.1293	8.22	64.21
6.	3	7	6	2	9	8	7.00	2.4481	2.5850	5.1293	5.29	52.27
7.	0	6	10	8	6	5	6.83	2.2719	2.3219	5.1293	2.16	55.71
8.	22	2	2	2	4	3	5.70	1.8135	2.5850	5.1293	29.84	64.64
9.	0	7	7	7	7	7	6.95	2.3219	2.3219	5.1293	0.0	54.73
10.	5	5	7	7	8	3	6.58	2.5233	2.5850	5.1293	2.38	50.81
11.	0	7	2	6	14	6	7.06	1.5477	2.5850	5.1293	40.13	69.83
12.	20	5	6	2	0	2	5.29	1.7810	2.3219	5.1293	23.30	65.28
13.	0	4	10	9	6	6	6.94	2.2427	2.3219	5.1293	3.41	56.28
14.	30	1	2	1	0	1	4.46	0.8860	2.3219	5.1293	61.84	82.73
15.	5	4	4	10	3	9	6.95	2.4335	2.5850	5.1293	5.86	52.56
16.	5	5	6	6	6	7	6.85	2.5624	2.5850	5.1293	0.87	50.04
17.	30	1	1	1	1	1	4.17	0.9581	2.5850	5.1293	6.93	81.32
18.	12	4	4	3	9	3	6.34	2.3590	2.5850	5.1293	8.74	54.01
19.	3	2	0	9	4	17	7.47	1.9200	2.3219	5.1293	17.31	62.57
20.	23	1	2	0	1	8	6.19	1.4547	2.3219	5.1293	37.35	71.64
21.	7	6	2	8	4	8	6.83	2.4681	2.5850	5.1293	4.52	51.88
22.	8	2	4	6	6	9	6.95	2.4560	2.5850	5.1293	4.99	52.12
23.	8	6	8	8	4	1	6.13	2.3996	2.5850	5.1293	7.17	53.22
24.	11	4	3	3	7	7	6.69	2.4282	2.5850	5.1293	6.07	52.66
25.	10	1	6	2	12	4	6.63	2.2273	2.5850	5.1293	13.84	56.58
26.	0	7	7	7	7	7	6.95	2.3219	2.3219	5.1293	0.0	54.73
27.	6	6	10	6	0	7	6.64	2.2861	2.5850	5.1293	11.56	55.43
28.	0	7	7	7	7	7	6.95	2.3219	2.3219	5.1293	0.0	54.73
29.	7	9	10	0	3	6	6.48	2.2348	2.3219	5.1293	3.75	56.43
30.	4	7	4	7	4	9	6.95	2.4849	2.5850	5.1293	3.87	51.55
31.	1	6	4	8	6	10	7.37	2.3768	2.5850	5.1293	8.05	53.66
32.	0	0	0	0	0	35	8.13	0.0	0.0	5.1293	0.0	100.00
33.	1	9	7	3	3	12	7.13	2.2746	2.5850	5.1293	12.01	55.66
34.	1	5	4	10	5	10	7.16	2.3321	2.5850	5.1293	9.78	54.53
35.	6	6	8	3	7	5	6.63	2.5310	2.5850	5.1293	2.09	50.66
36.	0	6	8	7	9	5	6.89	2.2890	2.3219	5.1293	1.42	55.37
37.	10	8	1	4	3	9	6.73	2.3256	2.5850	5.1293	10.03	54.66
38.	1	6	4	5	9	10	7.18	2.3569	2.5850	5.1293	8.82	54.05
39.	0	4	4	5	9	13	7.38	2.1337	2.3219	5.1293	8.11	58.40
40.	1	5	5	6	8	10	7.18	2.3862	2.5850	5.1293	7.69	53.48
	307		192		211							
$\bar{x}$		191		188		311	6.63	2.08	2.39	5.13	11.36	59.40
s							.78	.55	.44	0	13.57	10.81
s^2							.61	.31	.19	0	184.22	116.80

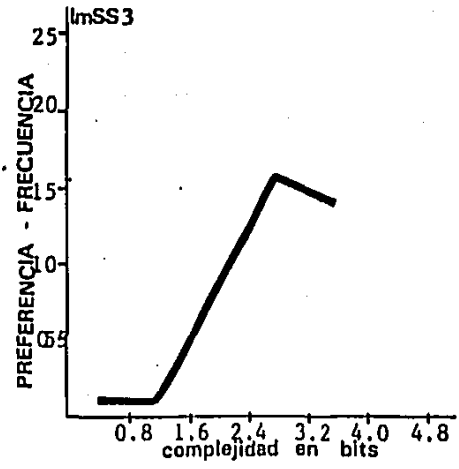
TABLA II tercer nivel

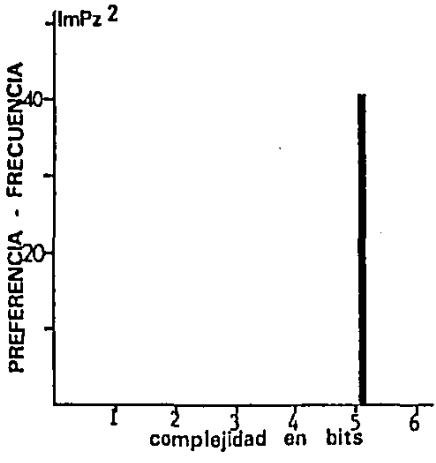
Manómetros positivo

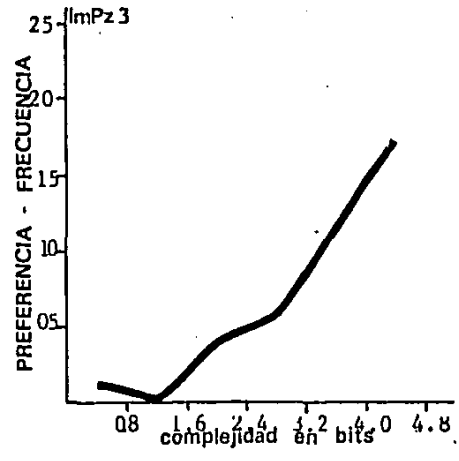
SS3 suj	I3	ImSS3	Impz3	Rr3	Ra3	NE
1.	1.5219	1.5850	2.3219	3.98	34.45	+29
2.	3.0632	3.3219	3.8074	7.79	19.54	+18
3.	3.6632	3.7004	4.3923	1.01	16.60	-08
4.	2.2422	2.3219	3.5850	3.43	37.46	+31
5.	1.8357	2.0000	2.8074	8.22	34.61	00
6.	3.2463	3.4594	4.3219	6.16	24.89	+26
7.	3.1151	3.4594	4.5850	9.95	32.06	+41
8.	2.4713	2.5850	3.4594	4.40	28.56	+05
9.	2.3219	2.3219	2.3219	0.00	0.00	+50
10.	3.4878	3.5850	4.4594	2.71	21.79	+23
11.	2.5035	2.5850	2.8074	3.15	10.83	+63
12.	2.2271	2.3219	2.8074	4.08	20.67	+22
13.	2.6806	3.0000	4.5850	10.65	41.53	+14
14.	2.2662	2.3219	2.5850	2.40	12.33	-39
15.	2.9979	3.1699	3.4594	5.43	13.34	+37
16.	3.2459	3.3219	3.4594	2.29	6.17	+22
17.	2.6075	2.5850	2.5850	0.87	0.87	+47
18.	2.8216	3.0000	4.0875	5.95	30.97	+52
19.	2.6513	2.8074	3.4594	5.56	23.36	+37
20.	2.7126	2.8074	3.1699	3.38	14.28	-04
21.	2.9419	3.1699	4.3219	7.19	31.93	+97
22.	3.1020	3.3219	4.3923	6.62	29.38	+70
23.	2.9820	3.1699	4.7004	5.93	36.56	-05
24.	2.3710	2.5850	3.7004	8.28	35.93	+10
25.	2.4890	2.8074	4.7549	11.34	47.66	+50
26.	2.3219	2.3219	2.3219	0.00	0.00	+98
27.	2.0521	2.3219	4.3933	11.62	53.28	+37
28.	2.3219	2.3219	2.3219	0.00	0.00	+53
29.	2.7037	3.0000	4.0000	9.88	32.41	+81
30.	2.9771	3.1699	4.3923	6.08	32.22	+33
31.	2.8716	3.1699	4.0000	9.41	28.21	+65
32.	0.0	0.00	0.00	0.00	100.00	
33.	3.4424	3.5850	4.0875	3.97	15.78	
34.	3.2412	3.3219	4.0875	2.43	20.70	
35.	3.0525	3.3219	4.6439	8.11	34.27	
36.	3.0801	3.4593	4.2479	10.46	27.49	
37.	2.9219	3.0000	3.3219	2.60	12.04	
38.	3.5645	3.5850	3.9069	0.57	8.76	
39.	3.1996	3.3219	3.8074	3.68	15.96	
40.	3.0009	3.3219	4.3219	9.66	30.57	
$\bar{x}$	2.71	2.86	3.62	5.23	25.44	+34
s	.65	.68	.96	3.51	17.81	15.80
s^2	.42	.47	.92	12.35	317.25	249.70

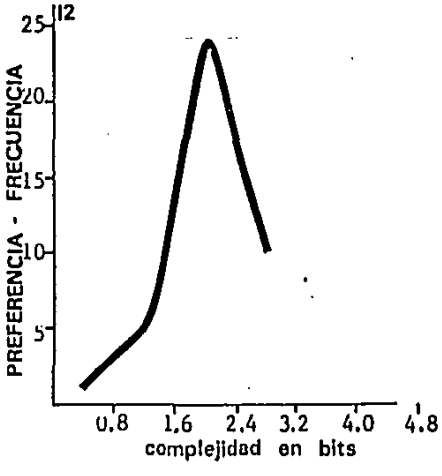
MANOMETRO POSITIVO

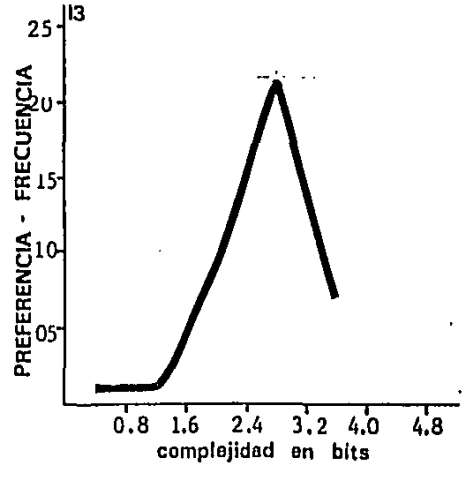




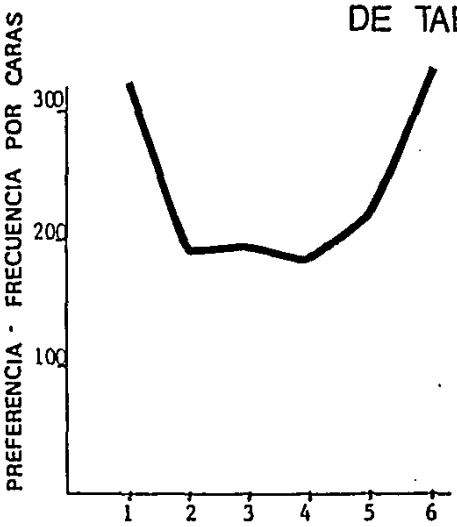


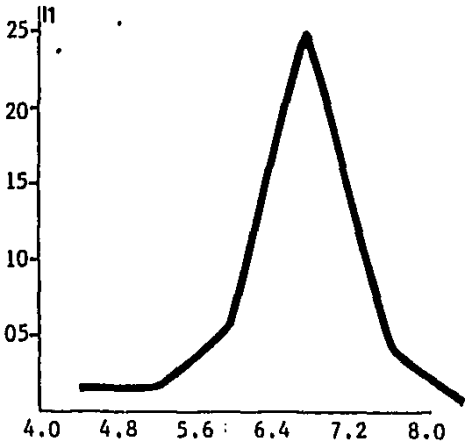


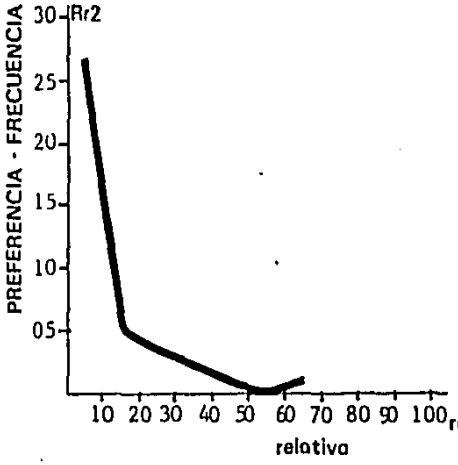




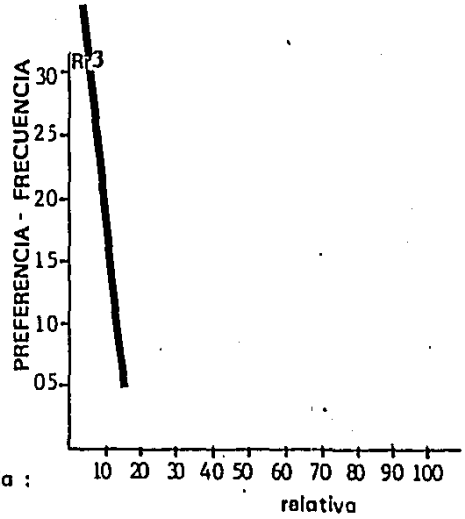
PREFERENCIA DE COMPLEJIDAD EN LA CONSTRUCCION DE TABLEROS

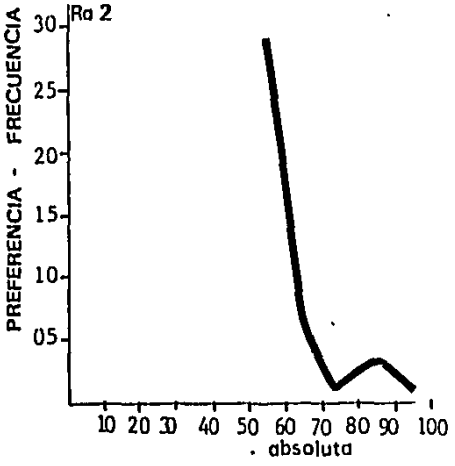






redundancia :





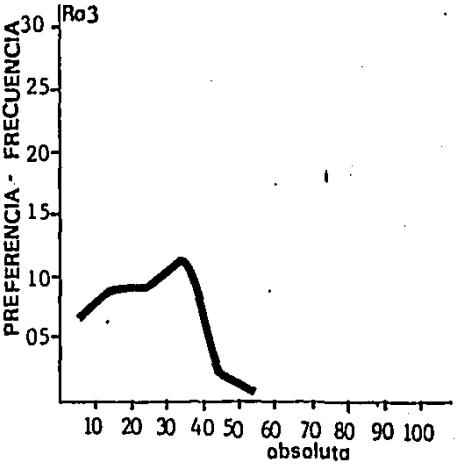


TABLA I primer y segundo nivel

Polígonos irregulares

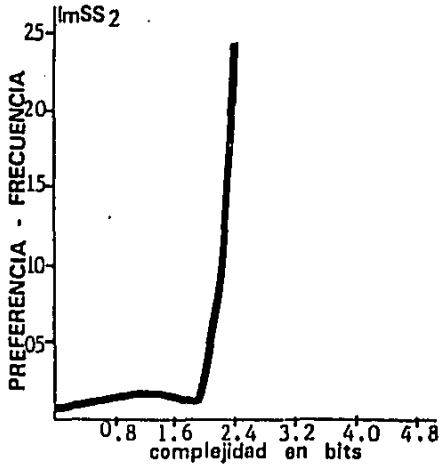
SS1 suj	1	2	3	4	5	6	I2	ImSS2	Impz2	Rr2	SS2 Ra2
1.	13	7	5	3	0	7	2.1693	2.3219	5.1293	12.00	55.66
2.	7	8	3	0	10	7	2.2470	2.3219	5.1293	9.78	54.53
3.	7	0	10	0	10	8	1.9879	2.0000	5.1293	0.61	61.25
4.	20	0	0	4	11	0	1.3363	1.5850	5.1293	15.69	73.95
5.	10	5	8	5	1	6	2.4780	2.5850	5.1293	4.14	51.69
6.	7	5	5	4	6	8	2.5312	2.5850	5.1293	2.08	50.65
7.	4	8	6	3	5	9	2.4876	2.5850	5.1293	3.77	51.50
8.	1	2	6	6	10	10	2.3003	2.5850	5.1293	11.01	55.15
9.	0	7	2	6	14	6	2.1050	2.3219	5.1293	9.31	58.94
10.	10	4	11	3	1	6	2.2910	2.5850	5.1293	11.37	55.34
11.	5	3	6	6	6	9	2.5188	2.5850	5.1293	2.56	50.89
12.	0	30	0	0	0	5	0.5842	1.0000	5.1293	41.58	88.61
13.	9	10	0	4	8	4	2.2114	2.3219	5.1293	4.76	56.89
14.	7	7	7	7	0	7	2.3219	2.3219	5.1293	0.00	54.73
15.	4	6	4	9	4	8	2.4784	2.5850	5.1293	4.12	51.68
16.	5	6	6	6	6	6	2.5700	2.5850	5.1293	0.58	49.90
17.	5	6	6	6	6	6	2.5700	2.5850	5.1293	0.58	49.90
18.	0	0	0	35	0	0	0.0000	0.0000	5.1293	0.00	0.00
19.	12	0	0	20	0	3	1.3041	1.5850	5.1293	17.72	74.58
20.	3	7	7	7	7	4	2.5205	2.5850	5.1293	2.49	50.86
21.	4	3	5	9	7	7	2.4941	2.5850	5.1293	3.51	51.38
22.	14	3	4	8	5	1	2.2283	2.5850	5.1293	13.80	56.56
23.	4	5	9	5	6	6	2.5190	2.5850	5.1293	2.55	50.89
24.	5	6	5	8	5	6	2.5482	2.5850	5.1293	1.42	50.32
25.	6	8	5	3	8	5	2.5168	2.5850	5.1293	2.64	50.93
26.	2	9	6	10	5	3	2.3935	2.5850	5.1293	7.41	53.34
27.	14	7	7	0	3	4	2.1205	2.3219	5.1293	8.68	58.66
28.	18	17	0	0	0	0	0.9997	1.0000	5.1293	0.00	80.51
29.	9	10	9	2	0	5	2.1691	2.3219	5.1293	6.58	57.71
30.	6	4	0	12	9	4	2.1696	2.3219	5.1293	6.56	57.70
31.	0	7	7	7	7	7	2.3219	2.3219	5.1293	0.00	54.73
32.	5	3	5	11	8	3	2.4310	2.5850	5.1293	5.96	52.61
33.	7	11	3	6	5	3	2.4452	2.5850	5.1293	5.41	52.33
34.	10	11	7	2	4	1	2.2517	2.5850	5.1293	12.89	56.10
35.	9	6	5	5	3	7	2.5111	2.5850	5.1293	2.86	51.04
36.	4	6	9	6	2	8	2.4560	2.5850	5.1293	4.99	52.12
37.	3	5	5	10	4	8	2.4627	2.5850	5.1293	4.73	51.99
38.	1	27	2	1	2	2	1.3245	2.5850	5.1293	48.76	74.18
39.	3	17	4	3	5	3	2.1896	2.5850	5.1293	15.29	57.31
	253	189	193								
$\bar{x}$	286	240	204				2.20	2.31	5.13	7.90	58.13
s							.58	.56	0	10.07	12.83
s^2							.34	.31	0	101.37	164.62

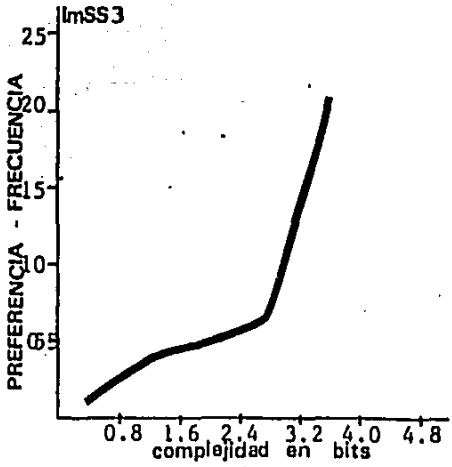
TABLA II tercer nivel

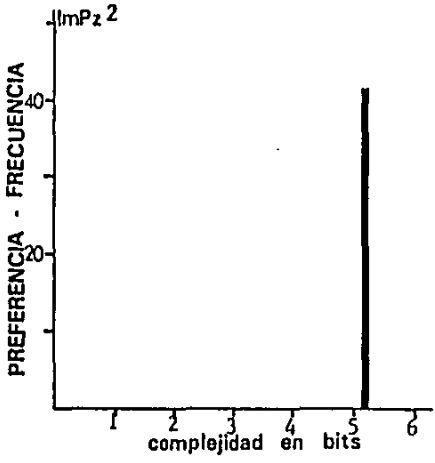
Polígonos irregulares

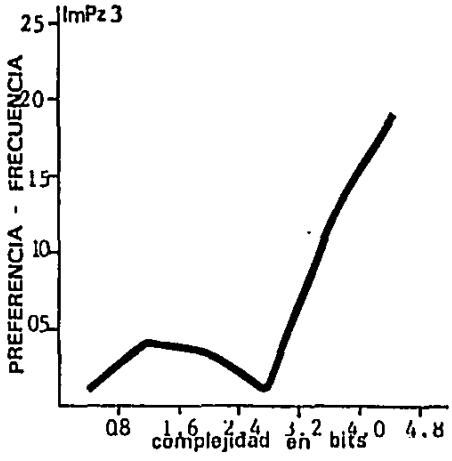
SS3 suj	I3	ImSS3	Impz3	Rr3	Ra3	NE
1.	3.3219	3.3219	3.3219	0.00	0.00	+30
2.	2.3219	2.3219	2.3219	0.00	0.00	+29
3.	1.7208	2.0000	4.2479	13.96	59.49	+26
4.	1.5835	1.5850	1.5850	0.09	0.09	00
5.	3.4259	3.4594	3.4594	1.26	1.26	+20
6.	3.4083	3.5850	4.3219	4.93	21.14	+76
7.	3.0995	3.1699	3.7004	5.00	18.62	+05
8.	2.3832	2.8074	4.7004	15.11	49.30	+59
9.	2.9232	3.1699	3.8074	7.78	23.22	+63
10.	2.9568	3.1699	4.3923	6.72	32.68	+22
11.	3.0484	3.3219	4.7004	8.23	35.15	+60
12.	1.5835	1.5850	1.5850	0.09	0.09	+60
13.	2.9336	3.0000	4.0875	2.21	28.23	+56
14.	2.3219	2.3219	2.3219	0.00	0.00	+22
15.	3.3219	3.3219	3.3219	0.00	0.00	+45
16.	3.2459	3.3219	3.4594	2.28	6.17	+52
17.	3.4259	3.4594	3.4594	0.97	0.97	+83
18.	0.00	0.00	0.00	0.00	100.0	+38
19.	1.5835	1.5850	1.5850	0.09	0.09	+52
20.	3.1870	3.5850	4.6439	11.10	31.38	+24
21.	2.7522	3.1699	4.6439	13.18	40.74	+37
22.	3.3219	3.3219	3.3219	0.00	0.00	-04
23.	3.3317	3.5850	4.5850	7.07	27.34	+12
24.	3.2413	3.4594	4.3219	6.31	25.00	+10
25.	3.2459	3.3219	3.4594	2.29	6.17	+50
26.	3.4445	3.4594	3.7004	0.43	6.92	+85
27.	2.0464	2.3219	3.3219	11.86	38.40	+51
28.	1.0000	1.0000	1.0000	0.00	0.00	+59
29.	2.7032	3.0000	4.1699	9.90	35.18	+53
30.	3.2699	3.4594	4.3923	5.48	25.55	-
31.	2.3219	2.3219	2.3219	0.00	0.00	-
32.	3.4977	3.5850	3.5850	8.73	8.73	-
33.	3.1745	3.3219	4.3923	4.44	27.72	-
34.	3.3737	3.4594	4.1699	2.48	19.09	-
35.	3.4692	3.5850	4.0875	3.21	15.11	-
36.	3.1739	3.4594	4.7549	8.25	33.25	-
37.	3.5045	3.7004	4.3923	5.30	20.21	-
38.	2.4926	2.5850	3.1699	3.57	21.37	-
39.	3.4424	3.5850	4.0875	3.98	15.78	-
$\bar{x}$	2.78	2.92	3.51	4.52	19.86	+41
s	.80	.84	1.14	4.47	20.64	2.83
s^2	.64	.70	1.30	19.99	426.05	8

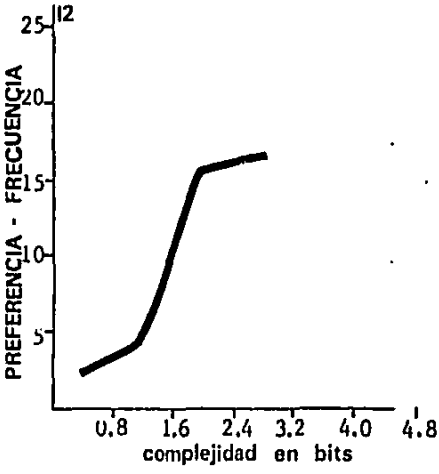
POLIGONO IRREGULAR

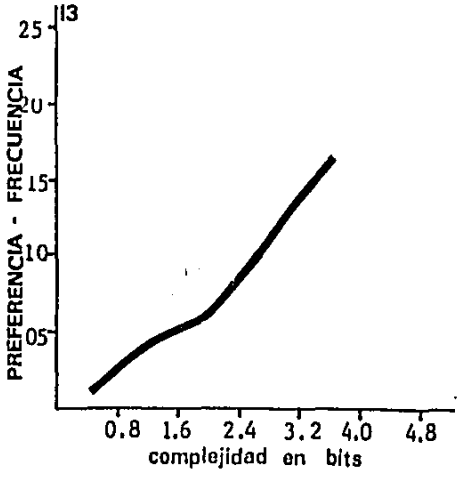




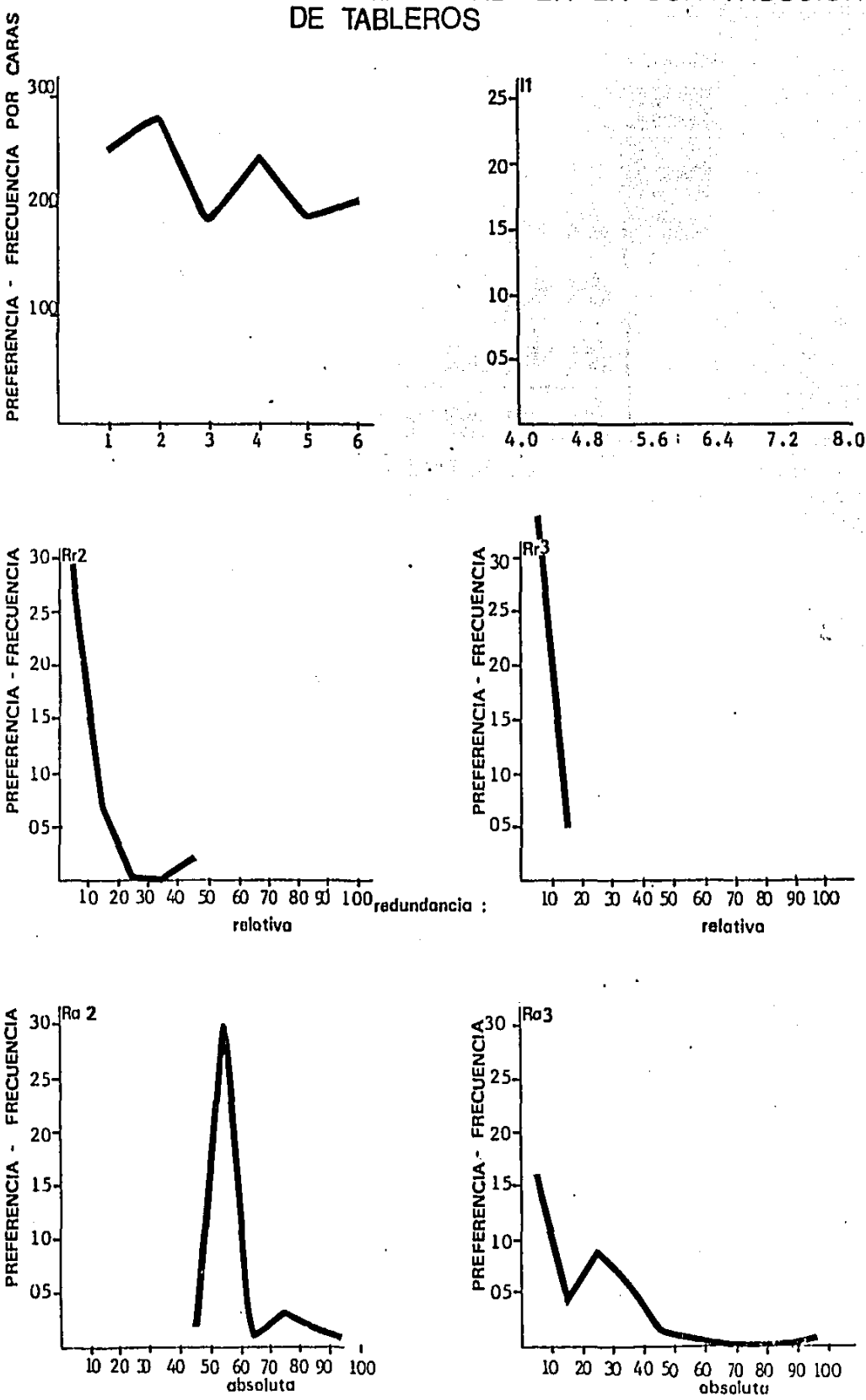




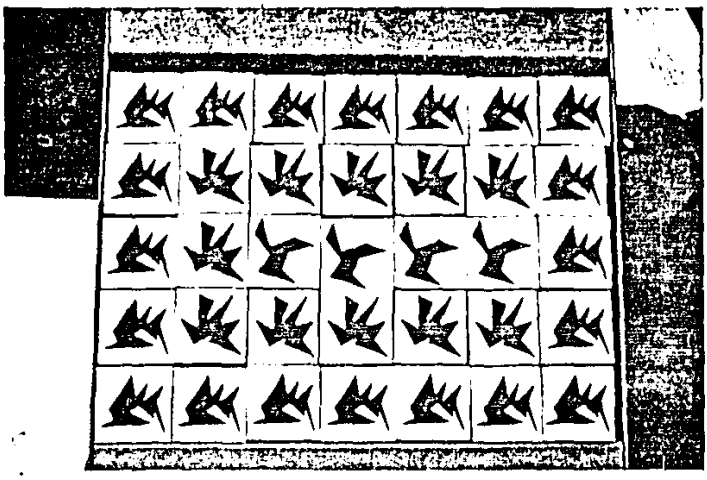




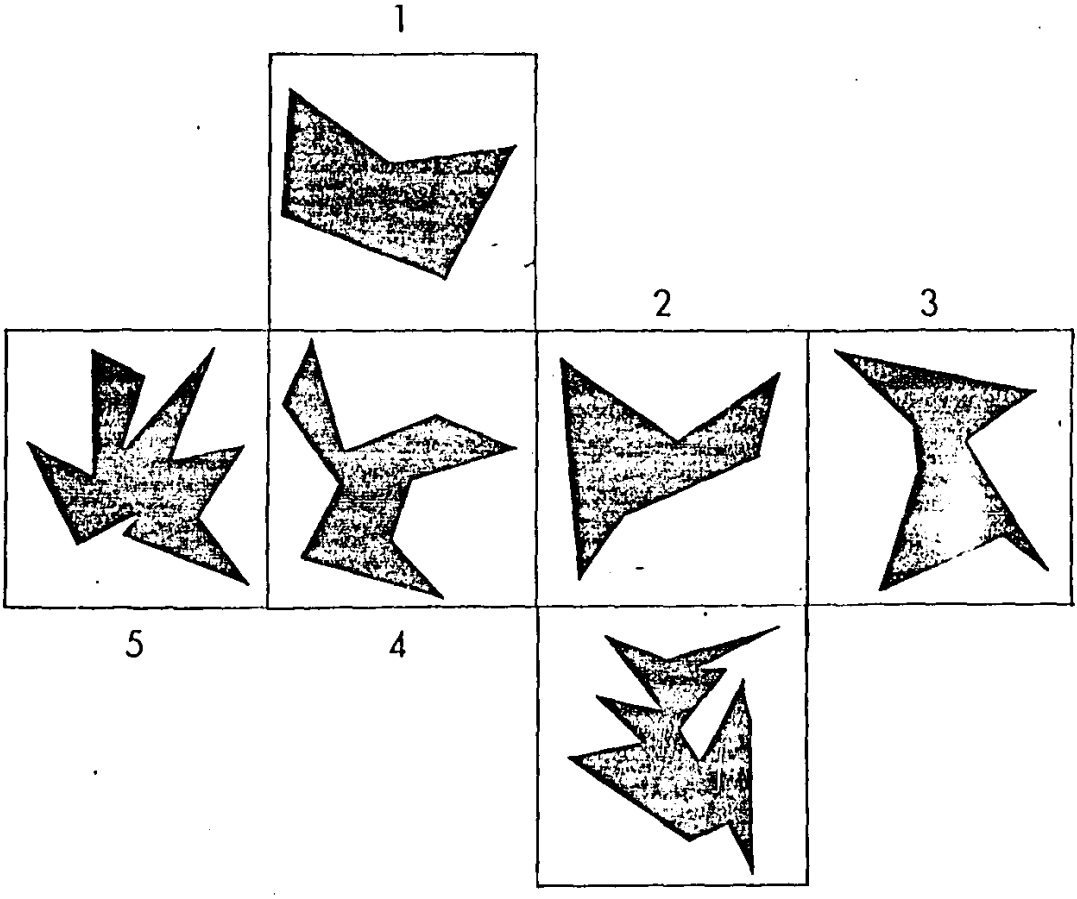
PREFERENCIA DE COMPLEJIDAD EN LA CONSTRUCCION DE TABLEROS



POLIGONOS IRREGULARES

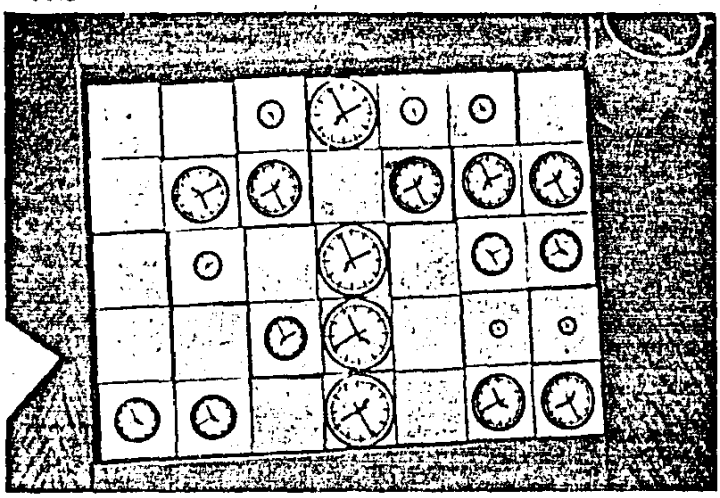


RESULTADO

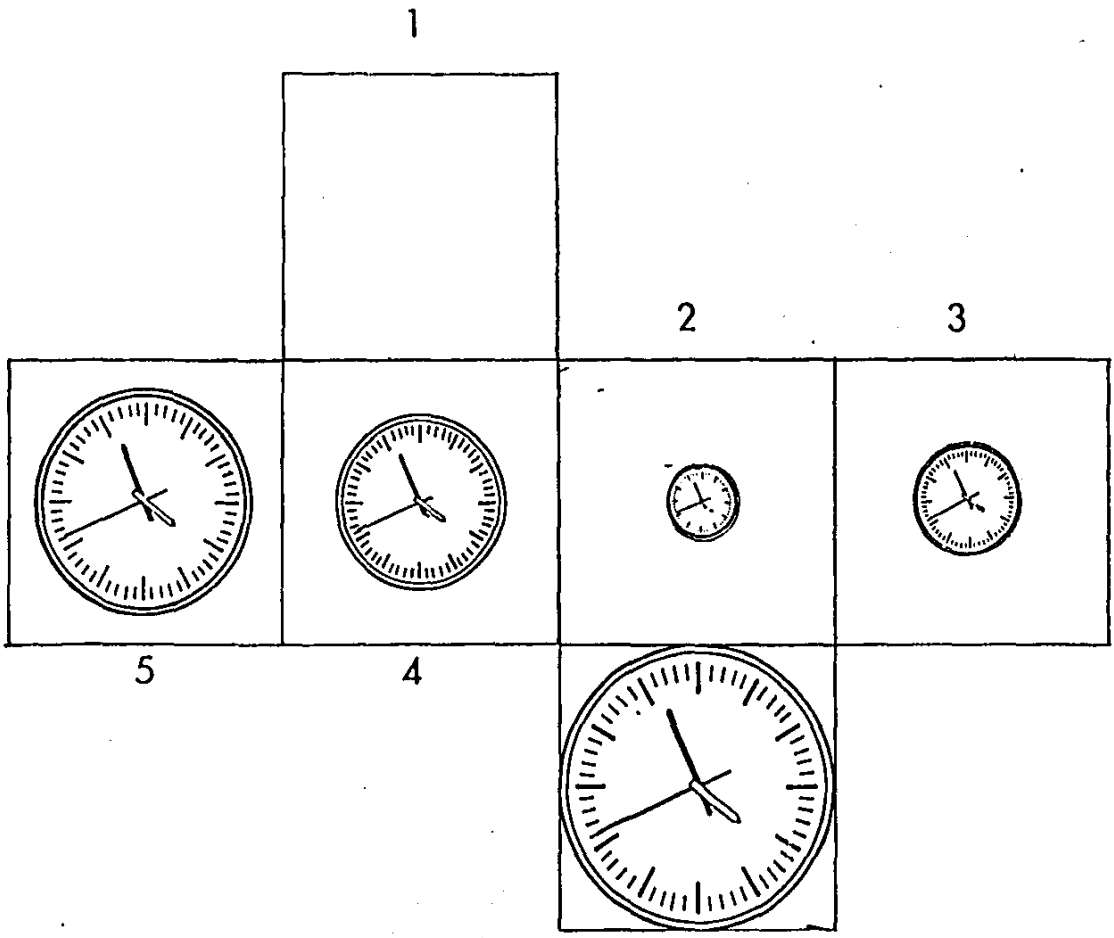


CUBO DESPLEGADO

TAMAÑO



RESULTADO



CUBO DESPLEGADO

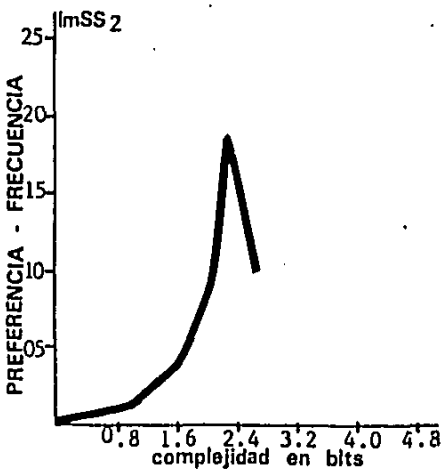
TABLA I primer y segundo nivel

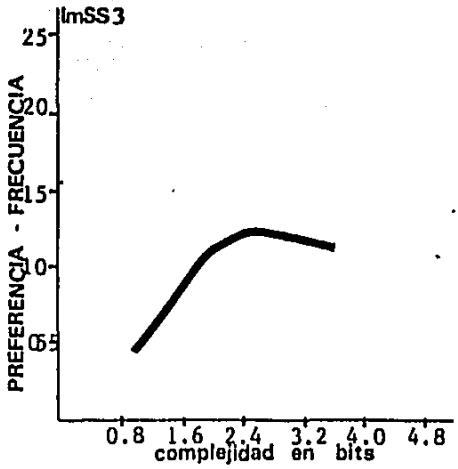
Tamaño SS1 suj	1	2	3	4	5	6	I2	ImSS2	Impz2	Rr2	SS2 Ra2
1.	26	0	0	5	2	2	1.2056	2.0000	5.1293	39.72	76.50
2.	30	0	0	0	0	5	0.5842	1.0000	5.1293	41.58	88.61
3.	6	6	6	6	5	6	2.5700	2.5850	5.1293	0.58	49.90
4.	4	9	4	4	2	12	2.3275	2.5850	5.1293	9.96	54.62
5.	7	0	7	7	7	7	2.3219	2.3219	5.1293	0.00	54.73
6.	0	0	7	10	5	13	1.9101	2.0000	5.1293	4.49	62.76
7.	13	2	4	5	7	4	2.3363	2.5850	5.1293	9.62	54.45
8.	6	6	0	4	10	9	2.2427	2.3219	5.1293	3.41	56.28
9.	1	5	5	6	10	8	2.3862	2.5850	5.1293	7.69	53.48
10.	11	3	0	1	12	8	2.0051	2.3219	5.1293	13.65	60.91
11.	17	0	0	1	17	0	1.1603	1.5850	5.1293	26.79	77.38
12.	31	0	1	0	2	1	0.6967	2.0000	5.1293	65.17	86.42
13.	8	1	8	0	10	8	2.1327	2.5850	5.1293	17.50	58.42
14.	0	4	7	7	10	7	2.2614	2.3219	5.1293	2.61	55.91
15.	10	2	4	6	8	5	2.4310	2.5850	5.1293	5.95	52.6
16.	26	0	2	1	5	1	1.2656	2.3219	5.1293	45.49	75.33
17.	26	0	0	2	4	3	1.2279	2.0000	5.1293	38.60	76.06
18.	14	4	4	5	2	6	2.3046	2.5850	5.1293	10.85	55.07
19.	7	6	1	5	5	11	2.3688	2.5850	5.1293	8.36	53.82
20.	2	12	7	4	5	5	2.3816	2.5850	5.1293	7.87	53.57
21.	24	0	0	7	2	2	1.3023	2.0000	5.1293	34.89	74.61
22.	1	3	15	7	0	9	1.9577	2.3219	5.1293	15.69	61.83
23.	27	0	3	0	5	0	1.0000	1.5850	5.1293	36.90	80.50
24.	0	4	16	7	6	2	2.0081	2.3219	5.1293	13.51	60.85
25.	22	2	0	3	3	5	1.6859	2.3219	5.1293	27.39	67.13
26.	0	7	7	7	7	7	2.3219	2.3219	5.1293	0.00	54.73
27.	0	3	13	4	5	10	2.1087	2.3219	5.1293	9.18	58.89
28.	0	7	7	7	7	7	2.3219	2.3219	5.1293	0.00	54.73
29.	0	8	5	12	4	6	2.1988	2.3219	5.1293	5.30	57.13
30.	0	0	2	7	14	12	1.7659	2.0000	5.1293	11.71	65.57
31.	0	0	7	14	1	13	1.6757	2.0000	5.1293	16.22	67.33
32.	0	3	6	6	7	13	2.1769	2.3219	5.1293	6.24	57.56
33.	0	3	3	7	9	13	2.1257	2.3219	5.1293	8.45	58.56
34.	30	0	0	2	2	1	0.8260	2.0000	5.1293	58.70	83.90
35.	0	14	0	10	4	7	1.8614	2.0000	5.1293	6.93	63.71
36.	0	10	0	10	0	15	1.5594	1.5850	5.1293	1.61	69.60
37.	1	4	1	14	2	13	1.9569	2.5850	5.1293	24.30	61.85
38.	0	3	1	11	9	11	2.0173	2.3219	5.1293	13.12	60.67
39.	0	7	4	6	7	11	2.2374	2.3219	5.1293	3.64	56.38
40.	0	5	2	10	8	10	2.1641	2.3219	5.1293	6.80	57.81
41.	7	7	3	7	5	6	2.4532	2.5850	5.1293	5.10	52.17
	357	162	235								
$\bar{x}$	150	237	294				1.90	2.24	5.13	16.23	62.98
							.53	.35	0	16.45	10.32
							.28	.12	0	270.47	106.44

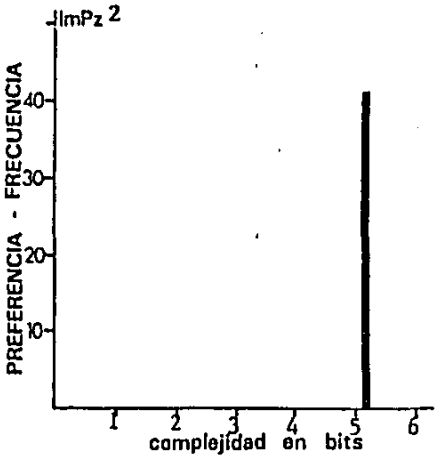
TABLA II tercer nivel

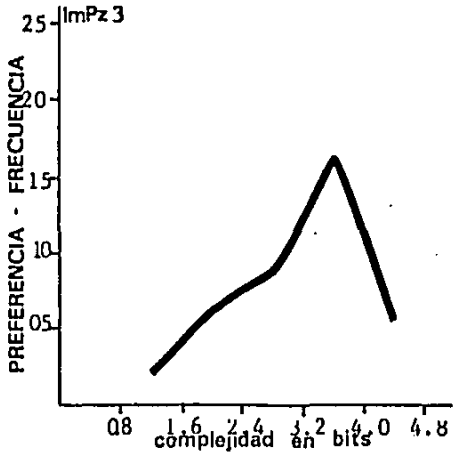
Tamaño SS3 suj	I3	ImSS3	Impz3	Rr3	Ra3	NE
1.	1.9219	2.0000	2.3219	3.90	17.23	+29
2.	0.6577	1.0000	2.5850	34.23	74.56	-06
3.	3.2459	3.3219	3.4594	2.29	6.17	+18
4.	3.1159	3.3219	4.1699	6.20	25.28	-08
5.	2.3219	2.3219	2.3219	0.00	0.00	+31
6.	2.2662	2.3219	2.5850	2.40	12.33	+26
7.	3.2110	3.4594	3.8074	7.18	15.66	+76
8.	2.6464	2.8074	3.3219	5.73	20.33	+29
9.	2.7959	2.8074	3.0000	0.41	6.80	+60
10.	2.5546	2.8074	4.2479	9.00	39.86	+14
11.	1.5835	1.5850	1.5850	0.09	0.09	+60
12.	1.9219	2.0000	2.3219	3.90	17.23	-39
13.	2.1532	2.5850	4.5850	16.70	53.04	+56
14.	2.1668	2.3219	3.0000	6.68	27.77	+45
15.	2.5219	2.5850	3.3219	2.44	24.08	+83
16.	1.9610	2.3219	3.3219	15.55	40.97	+47
17.	1.8464	2.0000	3.3219	7.68	44.42	+38
18.	2.5121	2.8074	4.2479	10.52	40.86	+52
19.	3.3219	3.3219	3.3219	0.00	0.00	+24
20.	3.4835	3.7004	4.2479	5.86	17.99	-04
21	2.0000	2.0000	2.0000	0.00	0.00	+97
22.	2.4095	2.5850	3.1699	6.79	23.99	+70
23.	1.5835	1.5850	1.5850	0.09	0.09	+12
24.	2.2271	2.5850	3.9069	13.84	43.00	+98
25.	2.4033	2.5850	3.4594	7.03	30.53	+85
26.	2.3219	2.3219	2.3219	0.00	0.00	+37
27.	3.2010	3.3219	3.5850	3.64	10.71	+59
28.	3.2234	3.3219	3.9069	2.96	17.49	+41
29.	2.2973	2.5850	4.5236	11.13	49.22	+53
30.	2.7024	2.8074	3.0000	3.74	9.92	+81
31.	1.9219	2.0000	2.3219	3.90	17.23	+33
32.	2.9311	3.1699	4.0000	7.53	26.72	-
33.	2.4025	3.4594	3.7004	1.64	8.05	-
34.	1.9219	2.0000	2.3219	3.90	17.23	-
35.	2.2239	2.3219	2.8074	4.22	20.78	-
36.	1.5615	1.5850	2.8074	1.48	44.38	-
37.	3.4259	3.4594	3.4594	0.93	0.93	-
38.	2.7192	3.0000	3.4594	9.36	21.40	-
39.	3.3779	3.4594	3.9069	2.36	13.54	-
40.	3.2301	3.3219	3.7004	2.77	12.71	-
41.	3.1659	3.5850	4.5236	11.69	30.01	-
$\bar{x}$	2.47	2.65	3.26	5.85	21.53	+42
s	.63	.65	.80	6.30	17.22	16.58
s^2	.40	.43	.64	39.64	296.54	274.92

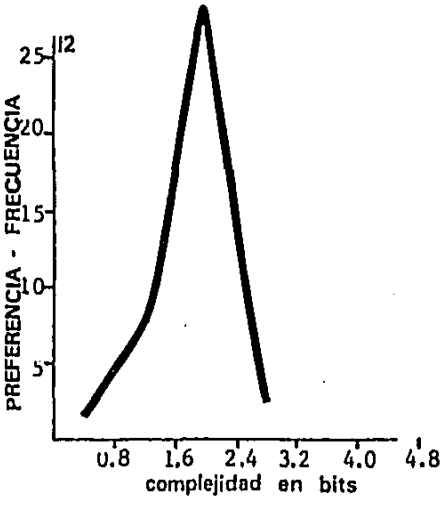
TAMAÑO

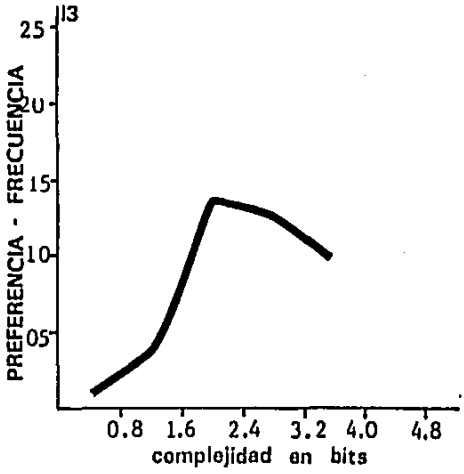

ImSS 2
PREFERENCIA - FRECUENCIA
25
20
15
10
05
0.8 1.6 2.4 3.2 4.0 4.8
complejidad en bits


ImSS 3
PREFERENCIA - FRECUENCIA
25
20
15
10
05
0.8 1.6 2.4 3.2 4.0 4.8
complejidad en bits

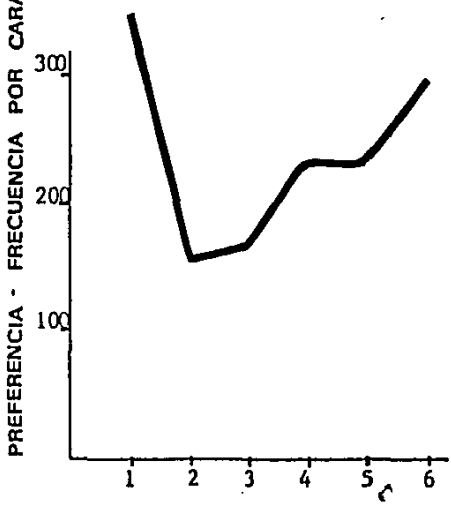

ImPz 2
PREFERENCIA - FRECUENCIA
40
30
20
10
1 2 3 4 5 6
complejidad en bits

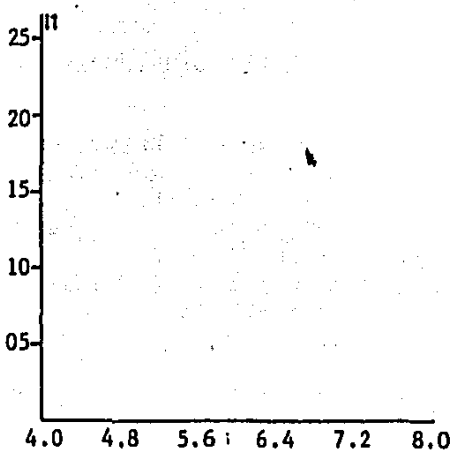

ImPz 3
PREFERENCIA - FRECUENCIA
25
20
15
10
05
0.8 1.6 2.4 3.2 4.0 4.8
complejidad en bits

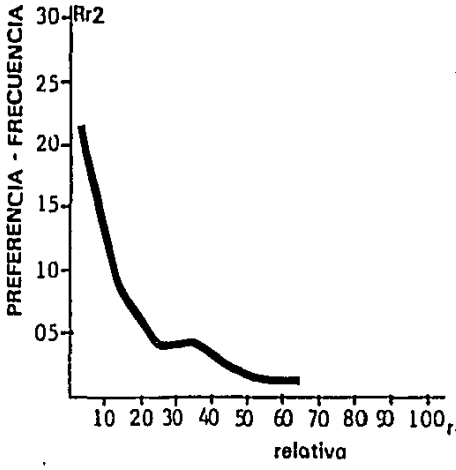

I2
PREFERENCIA - FRECUENCIA
25
20
15
10
5
0.8 1.6 2.4 3.2 4.0 4.8
complejidad en bits


I3
PREFERENCIA - FRECUENCIA
25
20
15
10
05
0.8 1.6 2.4 3.2 4.0 4.8
complejidad en bits

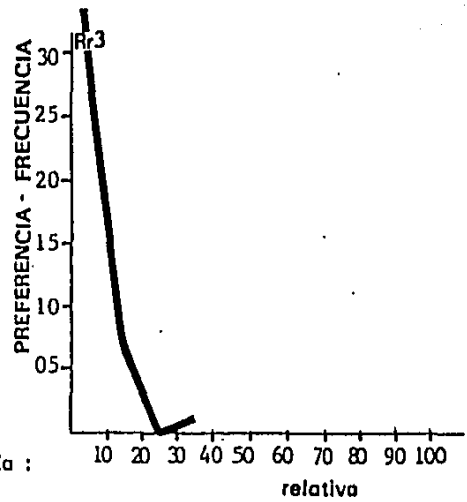
PREFERENCIA DE COMPLEJIDAD EN LA CONSTRUCCION DE TABLEROS

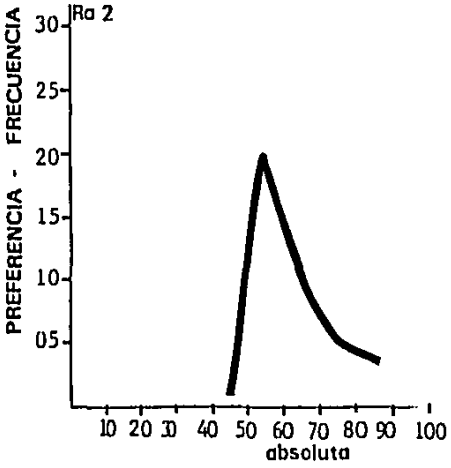


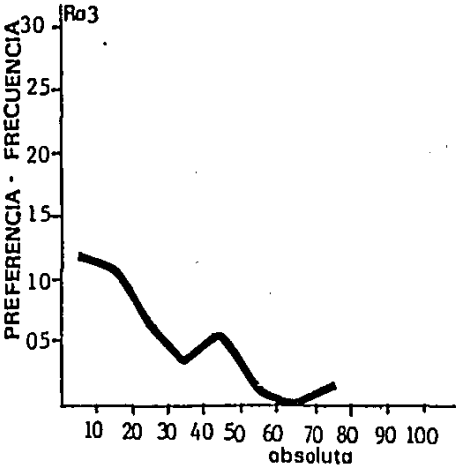




redundancia :







3.5 REVISION BIBLIOGRAFICA

1. BALLARD, D. BROWN, Ch. 1985; Vision, biology challenges technology. Review: Byte/vol 10 #4.
2. BARNES, Ralph. 6e. 1968; Motion and time study, design and measurement of work. /Los Angeles
3. BARTLETT, Robert. 1976; Muybridge, man in motion. University of California/Berkeley, Los Angeles, London.
4. COVARRUBIAS, J.C. 1979; Análisis informacional de la Arquitectura. Revista: Cuadernos de comunicación 47/México.
5. COVARRUBIAS, J.C. 1979; Conceptos de Jiri Zeman. Revista: Cuadernos de comunicación 47/México.
6. COVARRUBIAS, Javier. 1986; Complejidad y conducta en la arquitectura. estudios vol.3. UAM-Azcapotzalco.
7. COVARRUBIAS, Javier. 1986; Complejidad y conducta en la arquitectura. modelo vol.1. UAM-Azcapotzalco.
8. DRETFUSS, Henry. 1981; Humanscale 4/5/6. MIT Press/Massachusetts.
9. FITTS,P. & POSNER,M. 1973; Human performance. Prentice Hall International/London.
   Instituto de Filosofía, Academia de Ciencias URSS/Cuba. Metodología del conocimiento científico. Ediciones Quinto sol/México.
10. LOMOV, B. VENDA, V. 1983; La interrelación hombre-máquina en los sistemas de información. Progreso/Moscú.
    LüSCHER, Max. 1971; Color test, the remarkable test that reveals your personality through color. Washington square press/New York.
11. MEHRABIAN, A. RUSSELL, J. 1e., 1974. An Approach to environmental psichology. The MIT press/Cambridge.
12. MOLES, Abraham. 1976; Teoría de la Información y percepción estética. 1e. Júcar/Sindéresis,1./Madrid.
13. MOLES, Abraham., ROHMER, Elisabeth. 1983; Micropsicología y vida cotidiana: sociedad individual y universo colectivo. 1e. Trillas/México.
14. MOLES, Abraham., ROHMER, Elisabeth. 1983; Teoría de los actos. 1e. Trillas/méxico.
15. OIT. 3e. 1983; Introducción al estudio del trabajo. Oficina Internacional del Trabajo/Suiza.
16. OSGOOD, Charles. 1980; 5e., Curso superior de psicología experimental, método y teoría. Trillas/México.
17. TREISMAN, Anne. 1987; Características y objetos del procesamiento visual. Revista: Investigación y ciencia 124/Prensa científica/Barcelona.
18. VALDES, M. y FLORES, T. 1985; Psicobiología del estrés, conceptos y estrategias de investigación. Martínez Roca/Barcelona.
19. ZINCHENKO, V. y MUNIPOV, V. 1985; Fundamentos de Ergonomía. E. Progreso/Moscú.

4. CONCLUSIONES

4.0 CONCLUSIONES

Varias fueron las relaciones que en el presente estudio se establecieron con la **complejidad** en general y con la **complejidad visual** en particular. A partir de esas relaciones se plantean tendencias del uso de éste concepto tanto en ergonomía como en diseño. Los campos de acción permitirán ubicar las observaciones o las soluciones tanto en la práctica como en la teoría. Si bien en este estudio se establecen relaciones importantes, de ninguna manera representan las únicas posibles, entendiéndose que existen muchísimas más, y que la búsqueda apenas comienza.

Los comentarios finales de este estudio se agrupan en tres niveles, los mismos que sirvieron para organizar la presentación de la tesis, pero en este caso en sentido inverso, primero los aspectos particulares y luego aquellos más generales:

a. Al tener la complejidad la capacidad de discriminar un ambiente de otro, una tarea de otra, un objeto de otro, etc., puede ser considerada como un instrumento de medición o de definición. Esta capacidad de discriminación permite configurar de una mejor manera el mundo de las tareas y el de los objetos.

- Se puede, a través del concepto complejidad, llegar a saber con mayor precisión los extremos del continuum: lo más y menos complejo. Adicionalmente se puede determinar

dentro de esos límites, cual es el espectro de complejidades que conforman el mundo de: objetos, ambientes, acciones o tareas que rodean al ser humano.

- El espectro de complejidad es un continuum, al igual que otros como son: luz, sonido, temperatura, etc.. De igual forma que los otros estímulos, su uso permitirá desarrollar conocimientos respecto al comportamiento humano frente a esta escala.

- Se propone el uso del método experimental debido a la necesidad de demostrar, tanto a nivel teórico como a nivel práctico, las formas de relacionarse de la complejidad con otras variables. Con él no sólo se experimenta en base a una hipótesis, sino también en base a la necesidad de formular métodos que faciliten la tarea tanto de diseñadores como de ergónomos.

- En el presente estudio a través del método experimental se demostró básicamente lo siguiente:

-La complejidad objetiva o existente en el mundo, tiene una relación con aquella complejidad que es percibida o interpretada por el ser humano. Los objetos, tareas o ambientes; conforman sus propios continua de complejidad.

-Las pruebas experimentales reconocen una capacidad de canal humana para detectar información. Los valores que se determinan para la capacidad no se consideran como normas sino más bien como una referencia, la complejidad da ese valor.

-El número de errores cometidos al ejecutar una tarea se deben y esa es una de las comprobaciones de este estudio a la cantidad de información contenida en la tarea como al tiempo destinado a su ejecución.

-Se pueden establecer los tiempos de reacción humanos frente a diferentes estímulos, conformados como espectros de complejidad: cuantitativa y cualitativamente. Los tiempos de reacción varían de acuerdo a los estímulos y a los sujetos, se presentan entonces distintas curvas en la relación **complejidad - tiempo de reacción.**

-El número de errores puede ser considerado como una de las dimensiones de la eficiencia y quiza de ciertas condiciones de un operario, de su entorno y de su

tarea. La complejidad puede interpretar algunas de las condiciones para que esto acontezca; encontrando cuales son los estados en los que el operario aumenta el número de errores y cuales en los que disminuye.

-La tendencia selectiva del ser humano para establecer sus relaciones o generar su propio ambiente lo agrupa más bien en la zona central del continuum de complejidad. Los casos extremos en la adecuación humana hacia una complejidad, de ninguna manera rebasan los límites que se establecen en el espectro de complejidad objetiva; considerándose que la percepción de complejidad es más reducida que la complejidad existente.

-Algunas de las observaciones experimentales demuestran que en esta zona de mayor comodidad (rango intermedio de complejidad), el ser humano reduce el número de errores, aumenta la eficiencia, e inclusive en otros niveles está más motivado y presenta mejores niveles de salud.

-El estrés es un elemento en la vida cotidiana muy frecuente, y en casos extremos difícil de eliminar. No se puede hablar de niveles de estrés 0 por la necesidad del organismo de activarse, usando a este factor para ello. La relación entre estrés y eficiencia es inversa, determinando que aquellos niveles de mayor o menor complejidad serán más estresantes y aquellos intermedios lo serán medianamente.

b. La elaboración de un **modelo** cuya base es la complejidad permitirá un acercamiento a determinados eventos, ambientes y objetos. Se advierte que con él no se resolverán los diferentes problemas del diseño o de la ergonomía, pero se entiende que es una herramienta que involucra más estrechamente al técnico con el usuario.

Los estudios encontraron que los planteamientos teóricos en el modelo tienen bastante aproximación con lo que sucede en la realidad. Así por ejemplo: existen continua de complejidad en ambientes, tareas u objetos; y que, esos continua correlacionan con la percepción humana de la complejidad.

Los espectros de complejidad objetiva, son vistos en el modelo como un factor que permite limitar diferentes zonas y establecer con mayor claridad aquellas de mayor confort, con mayores grados de libertad, presentando condiciones óptimas. El estudio también encontró, la capacidad existente en la evolución del mundo de los objetos diseñados de recodificarse permanentemente, cambiando asi una complejidad existente por otra menor, más legible y que intenta ser más acequible al ser humano.

El modelo intenta encontrar con un grado de precisión mayor, cuáles son esas zonas, y al mismo tiempo determinar de que manera se las puede obtener. Las opciones reales del uso del modelo se encuentran en la necesidad de prever, via ergonomía o diseño, ciertas condiciones en las cuales el hombre presenta mejores atributos. En el modelo se involucran una serie de factores como los relativos a las diferencias individuales y culturales que necesariamente deben intervenir en las observaciones tanto en diseño como en ergonomia. La forma de relacionarlas en el presente caso es a partir de su lectura con la complejidad, con la cual es posible encontrar elementos importantes en esas diferencias. Adicionalmente el modelo permitirá detectar los cambios producidos, con los que se facilita la acción del diseñador y del ergónomo.

Al relacionar a la complejidad con conceptos como los de diferencias individuales, este estudio intenta a partir de un hecho cierto, demostrar cuales son las condiciones de esa relación. La variabilidad humana se ubica en cuanto a su preferencia en un rango de complejidad determinada, que es el intermedio. Hay que advertir que la mayoría de la población, en lo que se refiere a la dimensión estudiada ‹introversión- extroversión›, se agrupa en los sectores intermedios. Es necesario encontrar premisas para que estos datos intervengan objetivamente en las soluciones de diseño y de ergonomía. Se podrá determinar a priori que cada individuo requiere de una complejidad particular en el desarrollo de sus actos, sus ambientes u objetos usados. Sin embargo este dato no es estático, está sujeto a continuos cambios, como lo está el ser humano interior y exteriormente.

Otra referencia de análisis interesante de comprobarse es la que se refiere a las diferencias culturales. Si bien es cierto el estudio no trascendió los límites mexicanos, la hipótesis de que ‹es posible encontrar las tendencias de

ubicación del uso de un rango de complejidad por una etnia), se mantiene y afirma el hecho de que esta se encontrará en la zona intermedia del continuum.

Lo que se podría plantear como premisa a partir del modelo es que el diseño ergonómico puede partir de un análisis cuyo flujo de complejidad sea el que básicamente se vincule con el resto de factores que intervienen en la relación del hombre con su medio ambiente diseñado. Adicionalmente a los factores analizados en este estudio se deben considerar factores como son: el tiempo, el ritmo de trabajo, la necesidad de cambio, procesos aleatorios en ergonomía, etc.. Con lo que se puede hablar de un flujo de complejidad más exacto y de características más amplias.

Factores de difícil acceso como la preferencia pueden ser traducidos o relacionados con la complejidad. Estos factores requerirán de sus propias herramientas de medición o evaluación, pero de ninguna manera se puede negar el apoyo de la complejidad como una interrelación y una opción de definición.

Si las condiciones del ser humano presentan ciertos niveles y características es necesario el diseño para dichas características. Se pretende entonces, sobre todo a nivel de diseño encontrar la forma de traducir aquellos conocimientos del hombre en espacios, objetos o tareas.

El objetivo final que se podría perseguir es el de intentar encontrar una dimensión ergonómica que permita un conocimiento más profundo de los problemas relacionados con la conformación del medio ambiente artificial. En esta dimensión, juega papel importante la complejidad con sus posibilidades para entender lo que pasa en la práctica y en su permanente conceptualización.

c. Ordenar u organizar el mundo en el que se vive es una de las tareas permanentes de los seres humanos en el transcurso de su existencia. Encontrar una explicación al aparente caos y reestablecer permanentemente los rangos óptimos de calidad de vida, es quiza un factor que involucra a todas las disciplinas y a todos los niveles. La ergonomía y el diseño, se plantean también esos paradigmas que las involucran frontalmente. En este estudio se plantean también esos problemas, que de ninguna manera hay que dejarlos de lado, hay que integrarlos.

Se necesita reconocer en el contexto ciertas condiciones de existencia; en donde los distintos factores, además de permitir un desarrollo del ser humano, se puedan entender y desarrollar. Las condiciones del mundo actual requieren la participación de todos los seres y de estos en sus mejores condiciones.

Uno de los objetivos de la ergonomía es analizar y defender la posibilidad de trabajo como una opción válida y necesaria para el desarrollo humano. Este trabajo en la medida de su desarrollo requiere de condiciones específicas necesarias de conocerlas previamente.

De la ergonomía requieren también todos los actos de la vida cotidiana, que para este estudio se consideran también trabajo, en ésta los accidentes sino los más graves, si los más numerosos. También se encuentran grandes errores e igualmente grandes catástrofes que hay que reparar.

En la medida de lo posible la ergonomía debe dirigir su esfuerzo hacia lo preventivo y menos a lo curativo (hablando en téminos médicos de las formas de control de estados de salud). Es ahí donde se pueden cambiar las condiciones de vida, no se debe creer que los accidentes son la explicación de una normalidad del mundo actual, se debe intentar superar esa barrera.

No siempre las condiciones en las que el hombre se encuentra se repiten eternamente, casi la mayoría de ellas se dan a través del azar. Este determina la necesidad de cambio en las soluciones y en las acciones. El hombre se enfrenta más que nunca a hechos inesperados y con ello a una necesidad para aceptarlos. Muchas de estas circunstancias inesperadas provocan los accidentes frecuentes, se pregunta entonces ¿es posible prevenirlos?

La complejidad al igual que es instrumental, como concepto puede ser lo más general que se quiera, pues ahí se involucran tanto la comprensión de lo objetivo como de lo subjetivo y de sus dinámicas explicando lo que ahí acontece. Este estudio ha visto alagadoramente como se puede explicar un pedazo de una gran problemática.

La ergonomía y el diseño pueden establecer un vínculo entre si a través del concepto de complejidad que da los parámetros de orden u organización requerida tanto por un usuario, como por un ambiente, como por una tarea. Siendo factible además establecer a través de ella un análisis temporal, en donde evidentemente el cambio está presente. Mientras más puentes se establezcan entre la ergonomía y el diseño mejores serán los resultados que se presenten entre las dos.

La tecnología como una herramienta de análisis y transformación, recurso necesario de la ergonomía, puede ser también explicada por medio de la complejidad, al intentar entender el orden biológico y los procesos de cambio que se registran.

Los cambios tecnológicos en los procesos de producción, con el consecuente uso de nuevas máquinas o procesos, requieren de un reacondicionamiento de las tareas y de sus ambientes de trabajo. El resultado de estos cambios es únicamente productivista y no se evidencia el estado del operador en base a una prevención de cualquier riesgo, sino que por el contrario se lo analiza una vez detectado.

El estudio impone la necesidad de divulgar las informaciones y resultados que se obtienen permanentemente. Y que, como una solución ergonómica, la mayoría de individuos de una sociedad pueda entender los fenómenos de desarrollo del ser humano y de la condición particular de si mismo. Intentando con esto permitir un mejor control de cada una de sus situaciones y mejorando con ello la calidad de vida.

Las disciplinas o interdisciplinas contemporáneas, lejos de atomizar los esfuerzos de cada individuo por resolver los problemas, deben integrarlos y hacerlos partícipes, intentando encontrar un orden o tratando de llegar a él. Es por esto que, la información, la complejidad han servido en este estudio para encontrar una explicación de una pequeña parte del conocimiento humano que necesita organizarse. Se cree que este caos aparente busca un orden biológico, más rico, más estimulante y que una de las formas de encontrarlo, es entendiendo la realidad.

5. ANEXOS

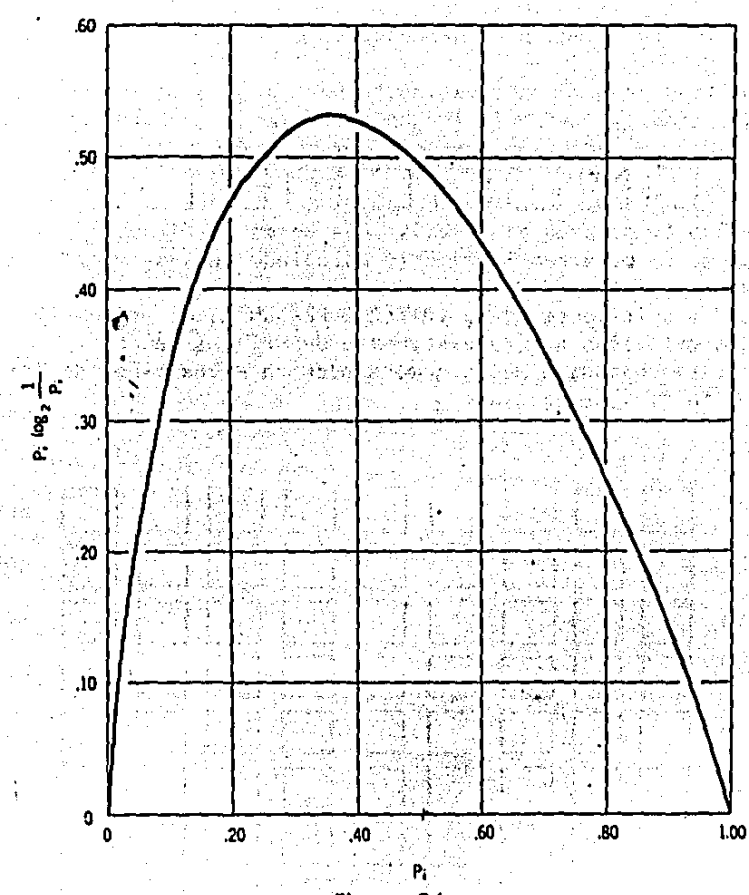


Figure 26

The curve shows $p_i \log_2 1/p_i$ for each value of p_i. It may be used in the computation of information (see text). (After Garner, 1962.)

ANEXO 1

Curva en la que se puede establecer el valor entre la probabilidad del evento y la cantidad de información que emite. Dentro de cierto rango los eventos raros o novedosos contienen más información.

ANEXO 2

B1

NOMBRE_____ SUJETO_____

GRUPO_____ AÑO_____ SERIE_____

CARRERA_____ SEMESTRE:_____ IMAGEN_____

INSTRUCCIONES

Concéntrate y evalúa la imagen presentada de acuerdo a los pares de adjetivos enlistados en seguida.
Algunos de ellos te pueden parecer extraños, pero probablemente encontrarás que uno de los dos adjetivos describe mejor la imagen presentada. Por lo tanto, para cada par, marca una cruz cerca del adjetivo que consideras la describa mejor:

Ej. ☐ ☒ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐

Entre más apropiado te parezca el adjetivo más cerca de él pondrás la cruz. En caso de que ambos adjetivos te parezcan igualmente apropiados o igualmente inconvenientes pon la cruz en el espacio intermedio.
Estamos interesados únicamente en tu CRITERIO PERSONAL, no así en los criterios de los demás, (ni en los criterios que supuestamente deberíamos tener).
No existen respuestas buenas o malas como sucede en otros tipos de test. Se franco (a) y proporciónanos tu evaluación sincera.

VARIADO	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	REPETITIVO
SIMPLE	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	COMPLEJO
NOVEDOSO	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	FAMILIAR
SIMILAR	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	CONTRASTANTE
DENSO	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	DISPERSO
INTERMITENTE	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	CONTINUO
USUAL	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	SORPRESIVO
HETEROGENEO	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	HOMOGENEO
NO HACINADO	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	HACINADO
ASIMETRICO	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	SIMETRICO
INMEDIATO	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	DISTANTE
COMUN	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	RARO
ESTRUCTURADO	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	AZAROSO

ANEXO 3

PSICOFISICA DE LA COMPLEJIDAD

INSTRUCCIONES

Observa cuidadosamente cada una de las siete imágenes (diapositivas) que te vamos a presentar a continuación.

Toma, por favor, la hoja B1 y evalúa cada imagen de acuerdo a las instrucciones anexas y al orden en que se te van presentando.

Una vez realizado lo anterior, identifica las imágenes mostradas con las siete fotografías (o diapositivas) que tienes sobre la mesa (de luz) y ordénalas en una secuencia que vaya de acuerdo con tu criterio- -de la más simple a la más - compleja.

Para el presente estudio ten muy en cuenta que entendemos por complejidad el número de elementos diferentes contenidos en cada imagen; de manera que: a mayor número de elementos diferentes, menor complejidad.

Un elemento es diferente de otro por su forma, por su color, por su dimensión o por su textura. Por ejemplo, una figura redonda es igual a otra cuando su forma, su color, su dimensión o su textura son exactamente iguales; pero es diferente cuando alguna de estas propiedades (el color, por ejemplo) cambia, aunque las demas (forma, dimensión, textura) permanezcan iguales.

Nos interesa que observes las imágenes en todo su detalle y con todos sus pormenores. Igualmente, para los efectos del presente estudio, el significado de los elementos (en su caso: figuras humanas, edificios, objetos varios, letreros, árboles o figuras abstractas) no es relevante. Así pues, el significado de los elementos que percibas en cada imágen no debe interferir con tus criterios de complejidad tal y como lo definimos arriba.

Asimismo, la presentación horizontal o vertical de las diapositivas no tiene relevancia.

Ahora, observa con cuidado cada uno de los 49 pares de imágenes (diapositivas) formadas por todas las combinaciones posibles - entre las mismas (7 x 7 = 49). Para ello, emplearemos dos proyectores, conteniendo cada uno de ellos la misma secuencia de siete diapositivas. Los pares se te presentarán al mar.

A continuación nos interesa saber, ante cada par de imágenes presentadas ¿cuál de las dos te parece más compleja ?

Suponiendo que la suma de las complejidades, de cada par de imágenes fuera igual al 100%, dinos ¿cuál es el porcentaje de complejidad que le correspondería a la imagen de la izquierda y -- cuál a la imagen de la derecha ?

Anota tus respuestas en la tabla II de la hoja B2 .
Basta con indicar el porcentaje correspondiente.

Antes de proceder a lo anterior, recuerda que tienes un gradiente de complejidad que va de lo más simple a lo más complejo. Es claro que, en cuanto al porcentaje, la diferencia más grande que existe entre todos los pares posibles es aquella que hay entre la imagen que juzgues más sencilla y aquella que juzgues más compleja (por ejemplo: 99% para la de la izquierda y 1% para la de la derecha o, incluso, de acuerdo a tu criterio, 99.99%-0.01%, etc.).

Obviamente, la suma de los dos porcentajes debe ser igual al 100 por ciento. Caso contrario es cuando juzgues que las dos imágenes presentadas son exactamente iguales; en tal situación el -- porcentaje correspondiente es de 50% una y 50% la otra. Estos dos ejemplos establecen los límites, de tal suerte que todos los pares de imágenes con diferencia de complejidad intermedias tendrán, -- consecuente y correspondiente, porcentajes intermedios.

Con el propósito de aclarar tus dudas, primero te mostraremos una serie de prueba en la cuál podrás preguntar verbalmente acerca de todos aquellos aspectos que te hayan quedado oscuros hasta el momento. Una vez terminada esta serie, tus respuestas serán única - mente por escrito.

Responde espontáneamente. No se trata de una prueba de velocidad, ni de talento, ni de inteligencia, etc., más bien tratamos de encontrar ciertos factores que influyen en la percepción visual de los habitantes de la ciudad de México.

Gracias por tu cooperación.

TABLA II

B2

NOMBRE _____ SUJETO _____

GRUPO _____ AÑO _____ SERIE _____

CARRERA _____ TRIMESTRE _____

PARES		COMPLEJIDAD			OBSERVACIONES
AZAR	ORDEN PRESENTACION	IMAGEN IZQUIERDA	IMAGEN DERECHA	PORCENTAJE TOTAL	
	1			100	
	2			100	
	3			100	
	4			100	
	5			100	
	6			100	
	7			100	
	8			100	
	9			100	
	10			100	
	11			100	
	12			100	
	13			100	
	14			100	
	15			100	
	16			100	
	17			100	
	18			100	
	19			100	
	20			100	
	21			100	
	22			100	
	23			100	
	24			100	
	25			100	
	26			100	
	27			100	
	28			100	
	29			100	
	30			100	
	31			100	
	32			100	
	33			100	
	34			100	
	35			100	
	36			100	
	37			100	
	38			100	
	39			100	
	40			100	
	41			100	
	42			100	
	43			100	
	44			100	
	45			100	
	46			100	
	47			100	
	48			100	
	49			100	

P R E F E R E N C I A D E C O M P L E J I D A D

en la construccion espontanea de tableros con cubos

c o l o r

i n s t r u c c i o n e s

Te invitamos a construir un tablero de colores de acuerdo a tu gusto y agrado personal.

Se trata de que espontaneamente utilices la caja que te proporcionamos para colocar en su interior el juego de 35 cubos, los cuales tienen en cada una de sus caras un color diferente. Observa que todos los 35 cubos son iguales.

La forma horizontal de la caja te permite colocar cinco hileras de siete cubos (5x7=35), pudiendo acomodar libremente cada uno de los seis colores en cualquier posicion de la caja.

Estamos interesados en tu preferencia personal, no asi en los criterios de los demas, ni en los criterios que supuestamente deberiamos tener.

Dispones de tiempo libre para realizar tu tarea.
No existen respuestas buenas o malas, ya que esta no es una prueba de velocidad, ni de talento, ni de inteligencia, etc. Al terminar revisa si el resultado es de tu completo agrado; en caso contrario realiza las modificaciones necesarias.

Gracias por tu colaboracion.

ANEXO 5

Ficha de registro de prueba de tableros con cubos.

Nombre:
Edad: Número:
Sexo: Fecha:
Dominancia: Actividad:

Serie:
Tiempo:
Observaciones:

NSS=
NPZ=

Serie:
Tiempo:
Observaciones:

NSS=
NPZ=

Serie:
Tiempo:
Observaciones:

NSS=NPZ=

NOMBRE: - - - - - - - - - - - - - - - - SUJETO: - - - - - - - - - - -
GRUPO: - - - - - - - AÑO: - - - - - - SERIE: - - - - - - - - - - -
CARRERA: - - - - - - TRIMESTRE: - - - IMAGEN: - - - - - - - - - - -

INSTRUCCIONES: Utiliza por favor la siguiente escala para indicar el grado de acuerdo o desacuerdo en cada una de las afirmaciones de las siguientes páginas. Anota tus respuestas en los paréntesis colocados a la izquierda de cada afirmación.

+4 = muy de acuerdo.
+3 = de acuerdo.
+2 = acuerdo moderado.
+1 = ligeramente de acuerdo.
0 = ni acuerdo, ni desacuerdo.
-1 = ligeramente en desacuerdo.
-2 = desacuerdo moderado.
-3 = desacuerdo.
-4 = muy en desacuerdo.

( ) 1. Los diseños o las formas deben ser atrevidos y emocionantes.
( ) 2. Yo me siento mejor cuando estoy a salvo y seguro.
( ) 3. Me gustaría el trabajo de corresponsal foráneo de un periódico.
( ) 4. No pongo mucha atención en lo que me rodea.
( ) 5. No me gusta la sensación del viento sobre mi pelo.
( ) 6. Prefiero una vida impredecible y llena de cambios a una rutinaria.
( ) 7. No me gustaría probar las nuevas técnicas de terapia de grupo que incluyen sensaciones corporales extrañas.
( ) 8. Algunas veces yo realmente provoco excitación (alboroto)
( ) 9. Nunca noto las texturas.
( ) 10. Me gustan las sorpresas.
( ) 11. Mi hogar ideal sería apacible y tranquilo.
( ) 12. Como la misma clase de comida la mayor parte del tiempo.
( ) 13. Cuando niño, seguido imaginaba que me iba de casa a explorar el mundo.
( ) 14. No me gusta tener mucha actividad a mi alrededor.
( ) 15. Me interesa sólo en lo que necesito saber.
( ) 16. Me gusta conocer gente que me de nuevas ideas.
( ) 17. Estaría contento de vivir en la misma población por el resto de mi vida.
( ) 18. Me gusta cambiar de actividades continuamente.
( ) 19. Me gusta un trabajo que ofrece cambios, variedad, viajes, aunque implique algún peligro.
( ) 20 Evito los lugares bulliciosos, ruidosos.
( ) 21 Me gusta ver cuadros que sean de algún modo intrigantes.
( ) 22 No disfrutaría deportes peligrosos tales como: alpinismo, volar aviones o esquiar.
( ) 23 Me gusta experimentar la novedad y el cambio en mi rutina diaria.
( ) 24 Me encantan las tiendas repletas de hierbas y fragancias exóticas.
( ) 25 Con mucho, prefiero a la gente y lugares que me son familiares.
( ) 26 Cuando las cosas se ponen aburridas, me gusta tener experiencias nuevas y desconocidas.
( ) 27 Me gusta tocar y sentir una escultura.
( ) 28 No disfruto cuando hago cosas atrevidas y temerarias sólo por diversión.
( ) 29 Prefiero una forma de vida rutinaria a una impredecible y llena de cambios.
( ) 30 Me gusta ir a lugares diferentes casi a diario.
( ) 31 Rara vez cambio la decoración y los muebles de mi casa.
( ) 32 La gente me ve como una persona completamente impredecible.
( ) 33 Me gusta correr por montones de hojas secas.
( ) 34 Algunas veces me gusta hacer cosas que dan un poco de miedo.
( ) 35 Prefiero tener amigos predecibles y confiables a aquellos que son excitantemente impredecibles.
( ) 36 Estoy interesado en las nuevas y variadas interpretaciones de las diferentes formas del arte.
( ) 37 Rara vez cambio los cuadros de mis paredes.
( ) 38 No estoy interesado en la poesía.
( ) 39 Es desagrable ver a la gente con ropa extraña y extravagante.
( ) 40 Estoy continuamente buscando nuevas ideas y expresiones.