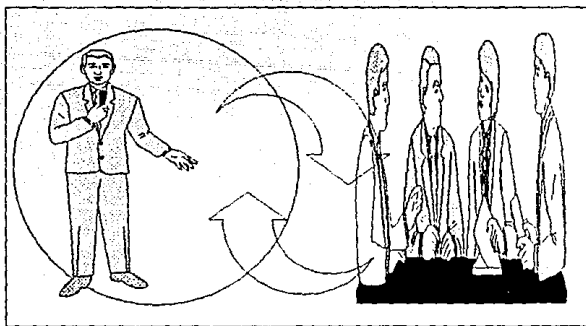


00169,  
24.

# FUNDAMENTOS TEORICO-METODOLOGICOS PARA LA ENSEÑANZA DE LA ERGONOMIA

ROSALIO AVILA CHAURAND

1991



POSGRADO EN DISEÑO INDUSTRIAL  
FACULTAD DE ARQUITECTURA  
UNAM



TESIS CON  
FALSA DE ORIGEN



Universidad Nacional  
Autónoma de México



## **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 está 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.

## CONTENIDO

<b>JUSTIFICACION</b>	<b>1</b>
<b>INTRODUCCION</b>	<b>4</b>
<b>I.- EL PROCESO EDUCATIVO.</b>	
<b>Funciones Sociales de la educación.</b>	<b>6</b>
<b>La Teoría Curricular. Enfoques.</b>	<b>8</b>
- El currículo centrado en la disciplina académica.	8
- El currículo centrado en la ideología de la eficiencia social.	9
- El currículo centrado en el educando.	11
- El currículo como ideología de la reconstrucción social.	12
<b>Consideraciones críticas.</b>	<b>14</b>
- El Plan de Estudios por Asignaturas.	14
- El Currículo Departamental.	15
- Los Currículos Críticos.	17
- El carácter ideológico de los currículos.	21
<b>Conclusiones y propuestas.</b>	<b>23</b>
- Propuesta de Modelo Curricular.	24
- Principios Psicopedagógicos.	25
<b>II.- ESTRUCTURA CONCEPTUAL DE LA ERGONOMÍA.</b>	<b>36</b>
<b>Desarrollo histórico.</b>	<b>36</b>
<b>La problemática epistemológica.</b>	<b>39</b>
<b>Matriz Disciplinaria.</b>	<b>45</b>
- Origen y finalidades.	45
- Definiciones conceptuales.	50
- Conceptos y Principios Básicos.	52
- Campos Clásicos de Investigación y aplicación.	59
<b>El Método General de Análisis Ergonómico</b>	<b>64</b>

## CONTENIDO

JUSTIFICACION	1
INTRODUCCION	4
I.- EL PROCESO EDUCATIVO.	
Funciones Sociales de la educación.	6
La Teoría Curricular. Enfoques.	8
- El currículo centrado en la disciplina académica.	8
- El currículo centrado en la ideología de la eficiencia social.	9
- El currículo centrado en el educando.	11
- El currículo como ideología de la reconstrucción social.	12
Consideraciones críticas.	14
- El Plan de Estudios por Asignaturas.	14
- El Currículo Departamental.	15
- Los Currículos Críticos.	17
- El carácter ideológico de los currículos.	21
Conclusiones y propuestas.	23
- Propuesta de Modelo Curricular.	24
- Principios Psicopedagógicos.	25
II.- ESTRUCTURA CONCEPTUAL DE LA ERGONOMÍA.	36
Desarrollo histórico.	36
La problemática epistemológica.	39
Matriz Disciplinaria.	45
- Origen y finalidades.	45
- Definiciones conceptuales.	50
- Conceptos y Principios Básicos.	52
- Campos Clásicos de Investigación y aplicación.	59
El Método General de Análisis Ergonómico	64

<b>III.- LA ENSEÑANZA DE LA ERGONOMIA</b>	<b>82</b>
<b>Ergonomía y Diseño Industrial.</b>	<b>82</b>
<b>Aspectos esenciales para la enseñanza de la Ergonomía en         Diseño Industrial.</b>	<b>83</b>
<b>Bases para la selección y estructuración de contenidos         curriculares.</b>	<b>85</b>
<b>Las estrategias de Enseñanza-Aprendizaje.</b>	<b>87</b>
<b>El Laboratorio de Factores Humanos/Ergonomía.</b>	<b>92</b>
- Centro de Documentación y Cómputo.	93
- Factores Antropométricos.	93
- Factores Fisiológicos.	94
- Factores Psicosociales.	94
- Factores Ambientales.	94
<b>IV.- LA FORMACION PROFESIONAL DE ERGONOMOS.</b>	<b>95</b>
<b>La Maestría en Ergonomía.</b>	<b>95</b>
<b>Planteamiento Curricular.</b>	<b>97</b>
<b>V.- CONSIDERACIONES FINALES.</b>	<b>105</b>
<b>BIBLIOGRAFIA.</b>	<b>106</b>

## JUSTIFICACION

### La Ergonomía, Herramienta de Diseño y Productividad.

En la actualidad el hombre vive en un entorno artificial el 99 % del tiempo de su vida. Por las mañanas, mucha gente se despierta después de dormir sobre una agradable cama con colchón, se baña en un cuarto especialmente diseñado para tal efecto, se pone vestidos adecuados a su talla, desayuna sentada a la mesa y sale en automóvil o autobús para la oficina, fábrica o taller donde trabaja utilizando mesas, sillas, escritorios, máquinas, herramientas y artefactos varios.

Durante el trayecto normal de un día típico, utilizan docenas de objetos que han sido fabricados para que las personas puedan cumplir con cierta eficiencia y comodidad sus actividades cotidianas. A la mayoría de las personas no les extraña y de hecho ni siquiera se percatan de que la altura de la cama, sillas, mesas, escritorios, asientos de autobús, etc., tienen una dimensión tal que les permite sentarse más o menos con comodidad sin que los pies queden demasiado elevados o colgando. A nadie sorprende que las perillas y picaportes de puertas y ventanas generalmente se encuentren al alcance cómodo de nuestras manos y brazos. Cuando trabajamos sobre un escritorio, rara vez nos damos cuenta de la relación entre la altura de la superficie del mismo y la altura de la silla que utilizamos, relación que nos permite trabajar con comodidad.

Sentados en el asiento de un automóvil nos resulta natural encontrar el volante, palancas y pedales justo al alcance de nuestras manos y pies y activarlos con el menor esfuerzo; de una ojeada podemos darnos cuenta del funcionamiento del motor a través de los indicadores del tablero colocado dentro de nuestro campo visual normal.

Parece que todo o casi todo lo que utilizamos estuviera hecho casi a nuestra medida, dentro de nuestras posibilidades y limitaciones, y de hecho así es en realidad, pues " desde épocas muy remotas el hombre aprendió a hacer concientemente instrumentos y utensilios comunes dándoles una forma cómoda para poder realizar eficientemente todas sus actividades" (Zinchenko y Munipov, 1985.)

Sin embargo, de pronto sentimos un agudo y repentino dolor en la espalda o en los hombros y cuello al terminar un pesado día de trabajo, un trabajador pierde unas falanges al ser atrapada su mano por una máquina sin guardas, otro pierde su capacidad auditiva al estar expuesto al ensordecedor ruido de la maquinaria industrial, nuestra esposa se fractura un dedo con los

rodillos de la lavadora, y un campesino pierde su mano en una desgranadora de maíz.

Todos estos efectos, tanto de comodidad y eficiencia, como de incomodidad y accidentes, por lo general son producto de una adecuada aplicación de la Ergonomía en los primeros casos, como de una ausencia casi total de ella en los segundos.

La Ergonomía es, en términos generales, la disciplina científica que se encarga de estudiar las relaciones entre el hombre y los objetos y entornos que utiliza, con el fin de lograr una mayor comodidad, seguridad y eficiencia en su uso.

En la actualidad, por el vertiginoso desarrollo tecnológico en que vivimos, y la consecuente e inmensa producción de máquinas, herramientas y objetos de consumo masivo que inunda los mercados mundiales, el interés hacia la investigación y desarrollo de la Ergonomía ha ido aumentando sin interrupción, principalmente en los países industrializados, cuyo intenso desarrollo productivo precisa de la consideración de los Factores Humanos para alcanzar altos niveles de eficiencia y satisfacción en el uso de un sin fin de artículos, entornos, y procesos productivos de los más diversos.

Los países altamente industrializados incrementaron notablemente su productividad debido en gran parte a la mayor eficiencia, seguridad y comodidad en el manejo de máquinas y herramientas, así como a la organización laboral debida a los estudios ergonómicos, con la consiguiente reducción de accidentes, riesgos y enfermedades laborales.

De la misma manera fué posible ofrecer a los consumidores, muebles, artículos domésticos, y objetos de uso cotidiano ergonómicamente diseñados, es decir, con posibilidades de ser usados y disfrutados por la mayoría de las personas a quienes iban dirigidos, con un alto grado de facilidad, seguridad, eficiencia y comodidad.

En los países en vías de desarrollo como el nuestro, la Ergonomía ha llegado por extensión; viene implícita en la tecnología que como países dependientes se adquiere en el extranjero vía máquinas, herramientas, objetos y hasta diseño para fabricar objetos aquí.

Esto representa un problema, ya que la validez y eficacia de las soluciones ergonómicas radica en la adecuación o adaptación de los objetos a las características particulares de los usuarios potenciales, de manera que al diseñar una máquina, herramienta, mueble u objeto de consumo, es necesario conocer las dimensiones del cuerpo de las personas que lo van a usar, su peso, sus amplitudes funcionales, sus reacciones a la textura, al color, sus capacidades fisiológicas, sus patrones de comportamiento socialmente condi-

cionados, todo lo relacionado con el uso de aquél objeto, para poder hacer que tal objeto realmente se adapte a las capacidades y limitaciones de tal usuario y así pueda manipularlo con facilidad, seguridad y comodidad.

Cuando un objeto diseñado y fabricado en base a las características de cierta población, se traslada a otra población con diferentes características, por ejemplo de E.E.U.U. o Europa a México o cualquier país latinoamericano, se pierden la mayoría de las propiedades ergonómicas del objeto, y aparecen problemas durante su uso: no se alcanzan los controles y mandos de una máquina, resulta demasiado esfuerzo el activarlos, los mangos y asas de una herramienta reducen nuestra eficiencia muscular, las superficies de trabajo son demasiado elevadas, guantes y cascos de seguridad demasiado amplios, etc.,

Lo mismo sucede cuando se utilizan datos provenientes de otras poblaciones diferentes a la nuestra para el diseño ergonómico de objetos locales, como sucede actualmente por no contar con suficientes datos sobre nuestra población.

Obviamente los problemas derivados de estas dos situaciones pueden resultar de bastante gravedad como el caso de una máquina o herramienta de alto riesgo, o simplemente molestos como el que una mesa o una silla nos quede demasiado alta o demasiado profunda.

En ambos casos, es posible mejorar sustancialmente las condiciones de uso de un objeto mediante un estudio ergonómico correctivo o preventivo.

De aquí pues la importancia de contar en nuestro país con personal altamente capacitado en Ergonomía, ya sea como parte de su formación profesional general o como especialistas de la materia, objetivos a los cuales se dirigen los esfuerzos de este pequeño trabajo.



## INTRODUCCION

Como un efecto más de la aguda dependencia tecnológica que padece nuestro país, el desarrollo de la ERGONOMIA o INGENIERIA DE LOS FACTORES HUMANOS en nuestro medio, se encuentra en un estado embrionario latente a pesar de su enorme importancia como eficaz herramienta para la elevación del nivel de bienestar humano en el entorno objetal.

No obstante los considerables esfuerzos que en este campo se han realizado en México desde hace casi tres décadas, el ordenamiento, enseñanza y difusión sistematizada de la Ergonomía como campo disciplinario íntimamente ligado a los procesos de diseño, producción y uso de objetos-artefactos, máquinas-herramientas, y entornos humanos para las más diversas actividades, no ha alcanzado aún el nivel de desarrollo que sería deseable.

Parte importante de ésta problemática radica en la deficiente y a veces casi nula preparación que en esta disciplina reciben los futuros profesionales de Diseño, Arquitectura, Ingeniería, Psicología, Medicina y otra áreas afines, así como a la ausencia de especialidades o maestrías en Ergonomía en nuestro país; de aquí la urgente necesidad de, en primer lugar, incrementar sustancialmente la calidad de la educación en el área de Ergonomía en las carreras mencionadas, que permita en primera instancia una formación más sólida, en los distintos profesionales, según sus necesidades, y en segundo lugar, la propuesta de creación de Maestrías o Especialidades en Ergonomía, como requisito fundamental para el desarrollo y difusión de ésta importante disciplina en nuestro país.

Hasta hoy, en el contexto universitario en todo el país, sólo existe la enseñanza de la Ergonomía dentro de algunos cursos aislados de las carreras de Diseño Industrial, algunas de Psicología y unas pocas de Ingeniería Industrial, así como a nivel de Orientación en la Maestría en Diseño Industrial de La Universidad Autónoma Nacional de México.

Ahora bien, en la mayoría de las escuelas de diseño, por razones que van desde la escasez de recursos económicos, la ausencia de personal capacitado, o la falta de tiempo de éstos por estar dedicados a otras labores, hasta la completa indiferencia por ésta área, no se han implementado aún en forma óptima las condiciones materiales indispensables para el desarrollo de un proceso de enseñanza-aprendizaje de la ergonomía que permita alcanzar el nivel de aplicación científico-práctica característico de ésta ciencia.

Una revisión general a los contenidos curriculares de los programas de ergonomía de la mayoría de las escuelas de Diseño Industrial muestra claramente la diversidad de temas abordados sin que al parecer exista un patrón

definido que determine los criterios de selección de los contenidos, en tanto que operan dentro de un plan de estudios particular.

No hay duda que la mayoría de éstos programas han sido elaborados por personas con la suficiente formación en diseño industrial y/o con la asesoría directa o indirecta de especialistas en Ergonomía, sin embargo la ausencia de un método definido de análisis curricular que permita la selección e integración de los contenidos temáticos de un área de conocimientos a un determinado curriculum, aunada a los factores expuestos, está determinando en gran medida el lento desarrollo de ésta disciplina.

En este contexto, surge la necesidad de realizar un análisis profundo de las características teórico-metodológicas y técnicas del campo multidisciplinario de la Ergonomía, sus alcances, limitaciones y formas de articulación con otras disciplinas, que sirva para ofrecer un conocimiento objetivo y amplio de esta ciencia, de donde puedan derivarse propuestas de modelos metodológicos para la selección y estructuración pedagógica de contenidos curriculares en las carreras de Diseño Industrial y las demás afines, así como propuestas para la creación de maestrías y especialidades, posibilitando así una sólida formación en ésta área y sentando las bases para su desarrollo científico y aplicaciones prácticas en nuestro medio social, educativo y productivo.

Dada la amplitud y complejidad de esta problemática, el presente trabajo aspira sólo a aportar los elementos mínimos indispensables para la elaboración de la Estructura Conceptual de la Ergonomía, y a proponer los modelos elementales para la selección de contenidos curriculares para Diseño Industrial y para la posible creación de una Maestría en Ergonomía.

Sin embargo, una propuesta de tal naturaleza no puede ser hecha al margen de la compleja red de interacciones del problemático campo educativo, es decir, sin tomar en consideración los múltiples determinantes socio-culturales, políticos y psicopedagógicos que condicionan todo proceso educativo, por lo que este trabajo inicia con un análisis un tanto somero, de las funciones sociales de la educación y sus formas de organización y articulación institucional a través de la historia, para, a través de un intento de recuperación crítica de sus principales aportaciones, plantear un modelo de organización curricular en donde se integre nuestra propuesta teórico-metodológica para la enseñanza de la ergonomía.

Queda claro que las limitaciones que impone nuestra realidad universitaria y social, determinan en gran medida la estrechez de esta propuesta, por lo que esperamos que otros puedan seguir desarrollando mejores y más sólidas alternativas en beneficio de la colectividad.

## I.- EL PROCESO EDUCATIVO.

### Funciones sociales de la educación.

Lo más específico del ser humano es el hecho de que su desarrollo como individuo y como especie, depende de su historia, y de la forma en que pueda apropiarse de los bienes culturales producidos por el devenir histórico social.

El ser humano lo es no por sus genes y cromosomas sino por el desarrollo de sus aptitudes, habilidades y capacidades psíquicas logradas a través del proceso de socialización y culturización.

El hombre entonces es social por naturaleza, se desarrolla, se humaniza en y a través de la organización social, y ésta así misma ininterrumpidamente.

Una formación social para seguir existiendo como tal debe producir sus bienes materiales y al mismo tiempo reproducir las condiciones sociales de la producción.

Esta reproducción de las condiciones sociales de la producción implica la transmisión, asimilación y adopción de una serie de conocimientos, habilidades, destrezas, actitudes, valores y creencias que garantizan por una parte el aprovechamiento de las experiencias históricas de la colectividad en términos del saber práctico, técnico y tecnológico necesario para la producción de bienes materiales, y por otra parte, la adopción de roles y pautas de comportamiento necesarios a la conservación de la estructura social.

En este sentido, el proceso socio-educativo entendido como formas de enseñanza-aprendizaje organizado, tiene una historia tan larga como el hombre mismo. En etapas primigenias de la evolución de la humanidad el aprendizaje organizado cumple una importante función reguladora. Se trata de un saber práctico, ligado íntimamente a las actividades de la organización tribal: el aprender como fabricar herramientas, instrumentos, utensilios, el saber como comportarse en las ceremonias, ritos y costumbres, el asimilar los valores y mitos; es un conjunto de conocimientos comunes a todos, transmitidos por el trato, la observación y la imitación. En esta especie de "didáctica natural" o "ingenua", también aquellos conocimientos y habilidades que se refieren a la transmisión del saber son comunes a todos (Heinz Flehsig, Karl, 1989.).

En estadios más evolucionados de las culturas, donde ya se dispone de formas desarrolladas de división del trabajo y una clara diferenciación de roles sociales, aparecen también las profesiones y oficios, y dentro de ellas, la del didacta, el maestro.

Este desarrollo generalmente está precedido por una fase de transición en que otras profesiones especialmente sacerdotes, sabios, esclavos, soldados y artesanos actúan como pedagogos a tiempo parcial, generando la necesidad de contar con pedagogos profesionales, es decir, maestros de tiempo completo activos y pagados para ejercer esta función en locales especiales.

Surgen entonces las "didácticas profesionales". En esta etapa, el conocimiento a transmitir todavía está bastante ligado a las actividades prácticas, aunque se trate ya de prácticas especializadas como las artes y oficios, la lucha, la milicia, las leyes, etc. Este tipo de didáctica se vale de técnicas que van desde la improvisación individual hasta las recomendaciones sistemáticamente ordenadas para la acción. El ejercicio adecuado de la habilidad práctica sirve aquí como escala de medida de la calidad de la acción didáctica.

El saber didáctico ya no forma parte del saber común y los conocimientos para las prácticas especializadas se separan de las actividades cotidianas de la colectividad.

El proceso educativo se divide aquí en dos grandes categorías: el aprendizaje "natural" de valores, creencias, actitudes, roles hábitos y costumbres propias del grupo social a que se pertenece, queda a cargo de las instituciones sociales, la familia, la iglesia, los amigos, etc., y el aprendizaje de conocimientos, habilidades y destrezas para el desempeño de una actividad especializada queda a cargo de una institución especial, llámese taller, fábrica o escuela.

Es claro que estas categorías del proceso educativo global del hombre son complementarias y comparten las concepciones axiológicas, patrones interpretativos y cosmovisiones dominantes en la estructura social, así como también generan contradicciones propias de su dinámica de desarrollo evolutivo.

En las culturas en que tiene lugar la investigación científica y en que los aparatos técnico - productivos y organizativos muestran un alto nivel de desarrollo y diversificación, el modelo pedagógico de las "didácticas profesionales" resulta insuficiente para seguir cumpliendo con las funciones educativas reguladoras.

La gran cantidad de prácticas sociales especializadas que demanda el complejo aparato productivo, los diferentes ambientes y estilos de vida de las diversas capas sociales en las múltiples regiones geográficas de un país hacen imposible el aprendizaje por el trato directo, la imitación o la instrucción de los antiguos maestros.

Ahora es necesario también "tecnificar" la enseñanza; analizar,

seleccionar, ordenar, sistematizar, evaluar los conocimientos, habilidades y destrezas necesarios a una profesión a una práctica social especializada.

Con la revolución industrial, surgen también las universidades, y en las modernas sociedades industriales, los institutos tecnológicos y las escuelas técnicas.

En estos niveles de evolución cultural las tecnologías no sólo se desarrollan para la producción y administración de bienes materiales sino también para la producción, administración, y especialmente para la transmisión del saber.

Como en toda práctica social, la reflexión sobre los métodos y procedimientos de las tecnologías pedagógicas, dan lugar a la creación de modelos explicativos sobre el proceso educativo. Desde diversas perspectivas se dan a conocer las modernas teorías educativas, pedagógicas y didácticas. Se abordan los problemas de los objetivos y funciones sociales de la educación, concebida ésta como sistema institucionalizado de la organización social, y los problemas de estructuración del conocimiento a transmitir, es decir, la Teoría del Currículum.

La teoría curricular como tal, subyace a las innovaciones tecnológicas educativas desde la formación de las primeras universidades, las diversas interpretaciones del currículum que han surgido desde entonces, pueden resumirse como sigue:

## LA TEORIA CURRICULAR.

### ENFOQUES :

#### El Currículum centrado en la Disciplina Académica.

La teoría del currículum como enseñanza de la ciencia en sí, independientemente de su aplicación a las necesidades prácticas de la vida, tiene su origen en la antigua Universidad Napoleónica cuyo fin primordial era educar a las capas altas de la sociedad. Esta concepción es sistematizada y ordenada a partir de los trabajos de Charles Elliot y el llamado Comité de los Diez en 1890, teniendo en la actualidad vigencia a través del movimiento del "nuevo currículum" de Jerome S. Bruner (1960), quien replanteó y fundamentó las bases de una nueva educación sobre los principios de una teoría psicológica aplicada al aprendizaje, cuyos conceptos principales describiremos más adelante.)

En esta línea de pensamiento la creación del currículum es abordada desde la perspectiva de las disciplinas académicas. Basados en la teoría

psicológica de las facultades mentales, se asume una equivalencia entre disciplinas académicas del mundo del intelecto y el mundo del conocimiento. El objetivo de la educación se da en razón de la extensión de la disciplina y las maneras de introducirla a los estudiantes. La tarea del programa escolar académico está en construir su currículum de tal manera que refleje la esencia de su disciplina; en su formulación se trabaja a partir de un análisis de la naturaleza del conocimiento en una disciplina dada. (Hernández, A., 1980).

El modelo de organización curricular que de esta concepción teórica se desprende es el sistema tradicional de plan de estudios por asignatura que sigue funcionando en la mayoría de las Universidades de nuestro país, aunque en algunas con ciertas modificaciones.

### El currículum centrado en la ideología de la Eficiencia Social.

Como consecuencia del desarrollo capitalista en Norte América, con sus crecientes necesidades de personal calificado para cubrir los puestos que demandaba el proceso acelerado de la industrialización, surge la filosofía de la educación eficiente al sistema de producción y como una respuesta a las primeras crisis político-sociales-económicas que se dan en torno a la primera guerra mundial. Aunque el concepto de eficientar la educación al aparato productivo ya estaba presente desde antes del siglo XX, con las incipientes recomendaciones sobre departamentalización que surgieron en Harvard desde 1824, no es sino hasta 1890 cuando en esta misma Universidad se consolida este sistema y alcanza su apogeo en el período 1940-1950, extendiéndose a Europa y América Latina hasta la década de los setentas.

Los iniciadores formales de esta ideología de la eficiencia social fueron Franklin Bobbit (1913) y W. W. Charters (1909) teniendo su actual continuación en los desarrollos de Robert M. Gagné (1970). (Citado por, Hernández A., 1980).

Esta filosofía parte de una visión científico-tecnológica de la instrucción cuyos fundamentos epistemológicos se derivan del funcionalismo y pragmatismo propios de una sociedad centrada en la eficiencia militar, empresarial e industrial. (Díaz Barriga, A., 1983).

La habilitación técnica lograda con la mayor eficiencia es la meta de esta teoría curricular. De ahí el fenómeno de la tecnificación del contenido, que descuida la formación conceptual teórica del estudiante.

La evolución del capitalismo exige cada vez más una formación Universitaria técnica para desempeñarse con eficiencia en cierta parte del aparato productivo. Así, el instrumento científico se aplica para cumplir eficientemente los deseos y necesidades del cliente (la sociedad) pero sin explicitar el marco teórico desde el cual se realizan los diagnósticos de

necesidades ni de que clase social se detectaron las carencias.

De esta manera, el currículum es utilizado para mantener el funcionamiento social; el diseñador curricular investiga y descubre los objetivos que satisfacen las necesidades del cliente y diseña estrategias científicas de aprendizaje organizadas secuencialmente. (Hernández A., 1980).

Desde este punto de vista, la elaboración de planes de estudio se reduce a la aplicación de técnicas:

- a) Detección de necesidades: de estructuración; de reestructuración.
- b) Técnicas de formulación de objetivos.
- c) Técnicas para determinar contenidos.

Los problemas que se intenta resolver son:

- 1.- Propósitos educativos que la escuela debe resolver.
- 2.- Experiencias educativas que puede proveer la escuela para satisfacer los propósitos.
- 3.- Organización de las experiencias de aprendizaje para que sean efectivas.
- 4.- Determinación del cumplimiento de los propósitos.

Dentro de este contexto, solo son tomadas en cuenta las ejecuciones inmediatas, técnicas, de un quehacer profesional, descuidando los requisitos de formación teórica de un campo determinado y la formación de actitudes crítico-científicas ante el medio social.

Esta forma particular de funcionalizar la educación a los requisitos del aparato productivo, evidencia el enfoque utilitarista con que se concibe la teoría curricular.

Como ya se esbozo antes, el modelo de estructuración curricular que se deriva de esta postura es la organización departamental, transitada aquí también, por los desarrollos de la tecnología educativa norteamericana.

Este modelo curricular fue adoptado en las Universidades Mexicanas a partir de 1973, siendo las primeras en hacerlo las instituciones privadas (lógicamente), como la Universidad Autónoma de Guadalajara, la Iberoamericana y el Tecnológico de Monterrey. (Follari y Soms, 1981).

Tanto en México como en América Latina, la departamentalización asume distintas modalidades que van desde su adopción como modelo puro, hasta el simple cambio de nombre dentro de la estructura por asignaturas.

### El Currículum centrado en el Educando.

Las teorías curriculares del academicismo y la eficiencia social trajeron consigo un marcado énfasis en el contenido y la manera de transmitirlo mediante el uso de la tecnología educativa, buscando objetivos que se encontraban más allá de la persona misma, unas veces en el desarrollo de la ciencia en sí, y otras ajustándose a las demandas del sector social dominante.

Este abuso del contenido provocó el surgimiento de una nueva concepción curricular como una reacción al academicismo y eficientismo dominante en los E. U. A.

Tal corriente es conocida como el currículum centrado en el educando, teniendo como principales representantes a Arthur T. Jersild (1946), Erik Erikson (1964) y Marietta Johnson (1974). (citado por, Hernández, A., 1980). Esta concepción enfatiza que el problema es educar a una persona y no enseñar una ciencia. Se desarrolla como corolario de los estudios en Psicología Educativa, de la personalidad y de los procesos de aprendizaje.

Aquí el educando es la preocupación central. Se analizan las necesidades e intereses del estudiante en lo individual, convirtiendo a la educación en una dinámica que ayuda al surgimiento de las capacidades inherentes al educando.

El educando es visto como la fuente de contenidos para el currículum y este contenido es una serie de contextos, ambientes o unidades de trabajo con los cuales el educando puede hacer conocimiento por sí mismo en su interacción con otros educandos y maestros.

El trabajo del diseñador curricular consiste en crear cuidadosamente estos ambientes que estimularan el crecimiento y significado de tal suerte que el aprendizaje y conocimientos surjan por sí mismos.

De aquí se desarrollan los sistemas de educación abierta que alcanzaron tanta popularidad en los E. U. y aún en nuestro país.

La estructura curricular modular toma algunos conceptos de esta teoría y trata de aplicarlos como alternativa a los procesos de enseñanza-aprendizaje dominantes.



## El Currículum como Ideología de la Reconstrucción Social.

La tendencia de la reconstrucción social es producto de las contradicciones inherentes a una sociedad injusta y desequilibrada. Resulta a partir de la crisis del sistema capitalista, como una variante de los movimientos de liberación de los pueblos explotados y oprimidos. Su esencia es claramente revolucionaria, aunque sus desarrollos prácticos se encuentran aún en estados embrionarios. Uno de sus principales iniciadores es George S. Count (1934) y el Movimiento de Ajuste Vital.

Esta teoría parte de un estudio de la sociedad como tal convergiendo en este punto con las principales corrientes educativas marxistas (Gramsci, Althusser, Suchodolski, Carnoy, Ponce, Puigross, etc.).

Sus principales premisas son:

- a) La sociedad está en peligro.
- b) Los mecanismos tradicionales no son efectivos para resolver los problemas sociales.
- c) Existe la posibilidad de salvar la sociedad a través del desarrollo de otra mejor.
- d) El proceso social es el único medio de lograr la superación de los problemas.

Sus implicaciones son:

- Fé suprema en la capacidad de la educación a través del currículum.
- Involucrar a los educandos en la comprensión de la naturaleza social.
- La función educativa se desarrolla a partir de la sociedad. Como es y como debería ser.
- El significado de la vida humana se define a través de la sociedad y en función de la sociedad total.
- La educación es una función de la sociedad y debe ser definida en un contexto social dado.
- La verdad y la cultura se interpretan en base a los supuestos sociales que la definen.
- No existe un buen individuo, una buena educación, verdad o cono-

cimiento aislados de una concepción social.

Desde esta postura, los objetivos del currículum serían:

- Eliminar los valores sociales indeseables en un proceso de reconstrucción social y cultural.

- "A fin de lograr ésto, el Diseñador curricular dirige su energía hacia un consenso social que defina la situación y que a su vez es expresado en un programa o currículum diseñado para manipular los valores sociales e inductivamente conducir al educando a la vida de la acción, de esta manera educando a la sociedad y al educando simultáneamente" (Hernández, A. 1980).

No obstante que los desarrollos teóricos sobre la educación formal, de esencia revolucionaria se han venido expresando desde hace más de medio siglo, es sólo hasta hace 15 ó 20 años que, en nuestro país, se han empezado a concretizar a través de la estructura curricular llamada "Enseñanza Modular".

Esto no quiere decir que no se hayan dado intentos un tanto aislados o parciales dentro de los sistemas curriculares por asignaturas o por áreas, que buscaban superar sus deficiencias y combatir el efecto alienante de este tipo de educación, sino que es solo hasta 1972-1973 cuando, a raíz de la política reformista del Estado Mexicano, se permite implementar de una manera global, una nueva estrategia educativa cuyos objetivos coinciden con las premisas de la reconstrucción social.

En esta estructuración curricular, se parte de un análisis de la realidad social desde el punto de vista de sus determinantes históricos, la relación educación-sociedad se realiza desde este mismo marco teórico que a su vez está transitado por los conceptos de ciencia y conocimiento que generalmente provienen del Materialismo Histórico y Dialéctico.

La práctica educativa modular implica, necesariamente, una modificación sustancial de los papeles de los estudiantes y profesores.

El sistema modular no aspira a hacer de cada estudiante un productor de conocimientos originales en sentido estricto, se intenta despertar el espíritu creativo. Pero la creatividad no debe verse en un sentido restringido. En cierta forma, descubrir es crear. Se puede hablar de creación si el aprendizaje se produce "por un esfuerzo espontáneo y autónomo del escolar en que el maestro ejerce una función de guía. Descubrir por sí mismo, sin sugerencias y ayudas externas una verdad, es creación, aunque la verdad sea vieja; el hecho de hacerlo demuestra la posesión de un método, indica que se ha entrado en un período de madurez intelectual en el que pueden descubrirse nuevas verdades" (Gramsci, A., 1981).

En este contexto, el papel del docente se transforma en coordinador del grupo, promueve el aprendizaje, localiza y renueva obstáculos que impiden cambios en el grupo, localiza aciertos y avances, y retroalimenta a los integrantes, asesora y proporciona información.

En esta estructura educativa, más que aprender un conjunto de materias que respondan a un perfil profesional, se trata de aprender a desarrollar una actividad científico-técnico-crítica en relación a un determinado objeto de trabajo.

El carácter productivo del conocimiento científico determina un camino metodológico concreto que incluye la exigencia del trabajo del estudiante sobre la información y no su mera recepción y reproducción.

## CONSIDERACIONES CRITICAS

Desde el punto de vista de la Sociología de la educación, los diversos enfoques desde donde es abordado e instrumentado el currículo, se concretizan en una práctica educativa que puede y de hecho es considerada como "tradicional", "tecnocrática" o "crítica", según su procedencia.

### El Plan de Estudios por Asignaturas :

El enfoque de la Disciplina Académica de donde procede el modelo de asignaturas, es considerado como el más tradicional y con mucho más deficiencias educativas en general que los demás, pues más allá de sus postulados teóricos originales, su implementación práctica se ha venido dando en una mezcla ecléctica de principios, teorías, métodos y técnicas didácticas.

Este tipo de organización curricular por asignatura, está transitado por una concepción positivista de la ciencia y el conocimiento, reflejada en una atomización del conocimiento en la cual se fragmenta la visión de la realidad por la supuesta "necesidad de conocerla", sin que se elabore luego una visión integral de conjunto que permita relacionar los problemas y objetos de estudio dentro de una totalidad orgánica.

Como consecuencia, el material fragmentado solo puede ser memorizado, ya que las categorías estructurantes de un pensamiento teórico que darían una formación epistemológica no son consideradas o se pierden.

Esta misma fragmentación ocasiona contradicciones en el ámbito técnico por las discrepancias epistemológicas de los enfoques teóricos de una misma o de varias disciplinas, que no son explicadas por los maestros y que los alumnos perciben como "diferencias de opinión" y no como problemas metodológicos y del conocimiento.

La falta de "ejes conceptuales" y "núcleos de problema" que permitan articular, vertebrar y dar sentido a la información hace que el maestro se convierta en especialista de su materia y no busque la relación con las demás materias y maestros.

En este plan por asignaturas, la carga horaria por materia (2 - 4 Hrs. / semana) posibilita y condiciona la exposición como práctica educativa predominante que, realizada por el maestro, otro alumno o un medio técnico (película, audiovisual, televisión, etc.) hace que el alumno adopte un papel de espectador pasivo ante el objeto de estudio, que de esta manera, sólo puede ser memorizado.

A partir de la fuerte corriente conductista en E.U.A. de los años 50s, las premisas de ésta teoría psicológica pasaron a utilizarse indiscriminadamente en los planes de estudio, reflejándose en las exageradamente detalladas descripciones de las asignaturas, en el excesivo número de materias (40 - 50 por plan de estudios) así como en la inclusión de cientos de objetivos sin relevancia.

La obligación de llevar 6 a 8 materias por semestre obliga al alumno a saltar de un contenido a otro en detrimento de la profundización, análisis y construcción de interrogantes sobre un objeto de estudio en particular, provocando dispersión de esfuerzos y superficialidad del conocimiento.

Al no poder elaborar la información por la acumulación de ésta que recibe en cada semestre, sus procesos intelectuales se reducen a entender, retener, reproducir y poner en práctica. (Díaz Barriga, A., 1981, 1983).

### El Currículo Departamental :

La organización por departamentos como idea innovadora, surge en Estados Unidos como una respuesta a los modelos tradicionales Europeos y como parte de un proceso mas amplio de redefinición institucional, en momentos en que Norteamérica se consolida como nación independiente.

Originalmente, el modelo americano era la departamentalización de las escuelas y carreras, evolucionando luego a Universidades completas.

Este modelo es considerado como "Tecnocrático" y su práctica educativa presenta la mayor parte de las deficiencias de la educación tradicional, aunque con algunas ventajas.

La concepción teórica del Departamento como Unidad Básica de organización puede definirse como sigue:

Unidades docentes y administrativas reunidas en torno a una área del

saber, definida convencionalmente de acuerdo a los desarrollos científicos mas o menos universalmente aceptados.

De este modo una carrera es un conjunto organizado de asignaturas las cuales son impartidas por profesores adscritos a diferentes departamentos. (Follari y Soms, 1981).

Algunas de las características específicas mas importantes de esta estructura curricular son las siguientes:

- 1.-Permite flexibilidad en el uso del personal académico, ya que cada maestro puede ser asignado a funciones académico-curriculares cambiantes.
- 2.-Se favorece la especialización de los académicos en su disciplina.
- 3.-Hay una descentralización del poder en la Universidad, ya que varios departamentos influyen sobre una misma carrera, desapareciendo el poder concentrado de las escuelas y facultades. A nivel de los cursos, desaparecen las cátedras-feudo.
- 4.-Las condiciones para la investigación disciplinar, básica o aplicada, son excelentes, ya que los maestros de una misma ciencia están en permanente contacto.
- 5.-Existen buenas condiciones para ofrecer opciones múltiples a los alumnos en un plan de estudios.
- 6.- Se puede ofrecer un sólo curso en el que se incluyan alumnos de diferentes carreras. (Follari y Soms, 1981).

Como puede observarse, todas éstas características del modelo estan orientadas hacia la eficientización del sistema educativo en tanto satisfactor del aparato productivo, convirtiéndose en una educación tecnocrática, desvinculada de los problemas reales de la sociedad.

Por otra parte, ai interior mismo de la estructura pueden hacerse las observaciones siguientes:

Si bien es cierto que el modelo permite cierta flexibilidad en el uso del personal académico, los excesivos cambios en el tipo de cursos pueden llevar a la improvisación y la falta de acumulación de experiencias.

A partir de la descentralización del poder, cada departamento tiende a convertirse en un bloque de poder y orientarse hacia el "departamento - feudo". Como consecuencia de la especialización de los maestros en sus

respectivas áreas, queda dañada la unidad conceptual de las carreras, ya que los maestros no comparten ámbitos comunes, haciendo difícil la adecuación de un curso a las necesidades de cada carrera; así mismo esto dificulta enormemente la investigación curricular.

Algo similar ocurre cuando se ofrece un sólo curso para alumnos de diferentes carreras, ya que se resiente la adecuación del curso a las necesidades particulares de cada carrera.

La separación por departamentos limita las posibilidades de trabajo interdisciplinario, fundamento para la comprensión de una práctica profesional definida, y para la comprensión del mundo como totalidad.

De las anteriores consideraciones se desprende que también este modelo departamental está transitado por una concepción de ciencia y de conocimiento de corte positivista y el papel de la Universidad como productora de "científicos" que, mediante la tecnología, son capaces de "resolver" toda "problemática social".

### Los Currículos Críticos :

Dentro de los modelos académicos derivados de los enfoques centrados en el educando y en la reconstrucción social, en el ámbito de la educación superior, resalta por su novedad y evidente diferenciación, el llamado Sistema Modular,

Debido a lo reciente de los Currícula-modulares, no existe aún información bibliográfica sistemática y suficiente sobre sus características específicas, sus problemas y ventajas concretas y los resultados objetivos que produce su implantación; más aún, en su estado actual de desarrollo, la denominación de enseñanza-modular o sistema modular se utiliza casi para diferenciarla de los sistemas tradicionales de asignatura o áreas, sin que exista todavía un acuerdo generalizado entre las diversas instituciones que lo practican, acerca de sus particularidades concretas.

A pesar de ésto, es posible analizar algunas concepciones de la enseñanza modular en un intento por encontrar sus características comunes:

#### Enseñanza Modular. Algunas definiciones.

1.- "Creación de unidades basadas en objeto e interrogante sobre el mismo, donde se conjugan diversas ciencias y técnicas para las respuestas científicas; estas respuestas son conocimientos" (Guevara N., en Pansza, M., 1981).

2.- "...Estructura integrativa multidisciplinaria de actividades de

aprendizaje, que en un lapso flexible permita alcanzar objetivos educacionales de capacidades, destrezas y actitudes que permitan al alumno desempeñar funciones profesionales...Cada módulo es autosuficiente para el logro de una o más funciones profesionales." (En Pansza, M., 1981).

3.-"Programa de investigación, generación formativa de conocimientos en una acción de servicio, aplicación de los conocimientos en un problema concreto de la realidad cuyas características hacen posible la articulación de contenidos e instrumentos y técnica y que constituyen una práctica profesional identificable y evaluable. El módulo así concebido, si bien forma parte de un programa completo de capacitación, es una unidad completa en sí mismo, puesto que contempla teórica y prácticamente la totalidad de un proceso definida por el problema concreto, objeto de transformación." (Velasco Ugalde, en Pansza, M., 1981.)

4.-"Unidad de enseñanza-aprendizaje con un semestre de duración cuyo contenido está estructurado sobre la base de varias disciplinas científicas, organizadas para abordar un determinado objeto de estudio; el planteamiento modular implica las siguientes orientaciones :

- Búsqueda de la unidad teoría y práctica.
- Reflexión sobre problemas de la realidad.
- Desarrollo del proceso de aprendizaje a partir del trabajo del estudiante sobre el objeto de estudio.
- Interrelación profunda de los contenidos y experiencias de un módulo con las demás unidades del currículo." (Depto. de Pedagogía, ENEP, Iztacala, 1978; en Pansza, M., 1981).

5.-"El módulo es, esencialmente, una unidad que se constituye en torno a un problema de la realidad, (un objeto de transformación) que es abordado a través de diversas ciencias y diversas técnicas en un proceso metodológico en donde se busca integrar la investigación, la docencia y el servicio. La enseñanza modular nos abre el espacio de la interdisciplinariedad y la posibilidad de conocer el complejo de relaciones que definen a todo objeto tomado de la realidad" (Bojalil, J. L. F., 1981) .

En el sistema modular, la práctica educativa concreta intenta romper con los moldes tradicionales y trata de ubicarse dentro de un contexto liberador estrechamente vinculado al proceso histórico de la actividad social y productiva de los hombres.

"El aprendizaje derivado de una participación en la transformación de la realidad lleva implícito el abordar simultáneamente la producción de conocimientos y la transformación de los mismos, así como la aplicación de estos conocimientos a una realidad concreta. En consecuencia, la estrategia consiste en pasar de un enfoque basado en disciplina a uno que se centra en

objetos de transformación, transformación que requiere la contribución de varias disciplinas. Así por ejemplo, en lugar de la enseñanza de Bioquímica en una disciplina, se intentará buscar un objeto de transformación como "La Alimentación", donde bioquímica junto con otras ciencias, intentará comprender el fenómeno y transformarlo con la ayuda de la tecnología elaborada por ejemplo, por los nutricionistas y los trabajadores sociales. La participación activa en este proceso, conducirá al aprendizaje." (Villarreal, R., 1983).

Aquí el transformar implica dos actividades que se dan en forma dialéctica, por una parte, modificar el objeto concreto en sí, es decir, los observables del objeto de conocimiento que a su vez se vuelve transformación del sujeto que conoce en cuanto que su estructura conceptual ubica al objeto de una manera nueva.

El proceso de aprendizaje cae en gran medida bajo la responsabilidad del estudiante.

La Didáctica Modular utiliza como herramientas educativas,

- a) La investigación Modular y
- b) El trabajo grupal.

Los participantes del grupo deben conocer las técnicas de trabajo grupal, la metodología y el marco teórico que fundamenta y explica dicho trabajo grupal.

Tal marco está formado por las concepciones y aportaciones al estudio de los grupos de la corriente Dinamista (K. Lewin), la corriente no Directiva (C. Rogers), la Pedagogía institucional (K. Lobrot) y el grupo operativo de Pichón Riviere.

Del concepto de grupo (P. Riviere) "conjunto de personas con un objetivo común al que se intenta abordar operando como equipo", se pasa al concepto de grupo académico.

"Conjunto de personas (Docentes - Alumnos) que se reúnen en un tiempo y espacio determinados para abordar en conjunto una tarea educativa que se expresa en un programa o módulo (Izunsu, M., 1983).

Los conceptos del grupo operativo que se utilizan en el grupo de trabajo académico son los siguientes:

Tarea: Es el objetivo que el grupo se propone alcanzar.

- a) Explícita: Se expresa en los objetivos educativos (la mayor responsabilidad es del alumno).



b) Implícita: Constituirse como grupo (la mayor responsabilidad es del docente-coordinador).

**Esquema Referencial:** Conjunto de ideas, actitudes, conocimientos y experiencias con el que los individuos piensan y actúan. (La elaboración de un esquema referencial grupal constituye la parte más importante de la tarea implícita).

**Temática:** Contenido del programa o módulo.

**Técnica:** Procedimientos o medios para abordar la temática, (exposición, discusión, seminarios, etc.).

**Dinámica:** Lo que pasa en el interior del grupo durante la interacción y sus resultados.

**Pre-tarea:** Reacción de resistencia del grupo a enfrentar la tarea propuesta.

**Enquadre:** Delimitación clara y definida de las principales características tanto de forma como de fondo que deberá tener el trabajo grupal. (Evita la confusión inicial).

- Elementos y normas constitucionales
- Papel y ubicación del curso (módulo)
- Tarea y objetivo general del curso

La práctica educativa modular es global, el objeto de conocimiento es abordado como totalidad; es activa, el alumno sigue una búsqueda sistemática y es crítica, el saber y los objetos de conocimiento evolucionan social e históricamente.

No obstante que al parecer teóricamente, el sistema de enseñanza modular representa la alternativa más progresista en el campo del diseño curricular, desde una perspectiva filosófica de carácter socializante, su implementación práctica presenta algunos problemas de considerable importancia, a saber:

-Es difícil encontrar personas con el tipo de características específicas indispensables para actuar como docente-coordinador modular (alto nivel de concientización, capacidad interdisciplinaria, identificación con las fuerzas progresistas sociales, conocimientos y habilidades en el manejo de técnicas grupales, flexibilidad de criterio, etc.) ya que la mayoría de profesionales existentes actualmente proceden del sistema de enseñanza tradicional y pesan sobre ellos los condicionamientos propios de tal sistema (autoritarismo, elitismo, rigidez disciplinaria, unilateralidad de criterio, etc.) que tienden a reproducirse al actuar como docentes.

- Igualmente sucede con los estudiantes que ingresan a un sistema modular con una historia de 12 a 15 años de enseñanza tradicional que formó en ellos hábitos paternalistas, actitudes pasivas ante el estudio, irreflexión conceptual, tendencia muy marcada hacia la memorización y repetición, acriticismo social, conformismo, etc. que hace desarrollar resistencias y rechazo a una nueva forma de organización educativa, evadiendo todo tipo de responsabilidades personales.

- A nivel administrativo se presenta por una parte el problema de la formación de los departamentos interdisciplinarios ya que no se cuenta con el personal apropiado a la vez que se choca con las estructuras de poder tradicionales fuertemente enraizadas en el sistema institucional y en las personalidades mismas. Por otra parte, surge el problema concreto de las formas de organización pedagógica de los cursos de apoyo y del material didáctico apropiado a un sistema modular que sean coherentes con los postulados filosóficos y epistemológicos del mismo. En este rubro hace falta mucha investigación y planteamientos teóricos válidos que emanen de la práctica misma de la enseñanza modular.

## EL CARACTER IDEOLOGICO DEL CURRICULO (EL CURRICULO OCULTO)

Sobre el carácter reproductor de las relaciones sociales de producción y la legitimación de la posición cultural, económica y política que los estudios críticos han hecho sobre el papel ideológico de la escuela, concretizado en y a través del currículo se puede decir lo siguiente :

1.-La escuela es sólo una de las instancias sociales cuya función es la transmisión de valores, normas, actitudes y roles sociales.

2.-Aún en la actualidad cuando en la infancia ejerce una poderosa influencia sobre la población infantil escolar cautiva, esta no es completamente definitiva y su importancia cede ampliamente el lugar a los mass media, especialmente a la T.V. y al cine.

3.-La función ideológica de la escuela y los currículos analizados desde las posiciones críticas marxistas debe ser revalorada, pues la mayoría de estos análisis no han tomado en consideración el papel de los procesos psíquicos fundamentales y su importancia en y para el desarrollo evolutivo de las habilidades cognitivas.

4.- Los llamados "currícula críticos", tanto a nivel de enseñanza básica (primaria y secundaria) como a nivel medio superior y superior, (los sistemas modulares, abiertos y flexibles, la enseñanza personalizada, centrada en el

alumno, los sistemas Montessori, Piaget, P. Faure y la Escuela Nueva de Freinet) aún con su organización democrática, participativa, interdisciplinaria y plenamente conectada con la realidad social, no han mostrado efectos importantes a nivel ideológico, es decir, en el cambio de actitudes, valores y diferentes concepciones de los roles sociales y del sistema social en general (hasta donde se sabe, que es poco), en sus egresados.

Por el contrario, como la mayor parte de los alumnos que tienen acceso a estos sistemas pertenecen a las capas altas y medias de la sociedad, y por tanto, portan una ideología bien definida, esta escuela ha contribuido a desarrollar la inteligencia, la creatividad y los conocimientos teóricos y técnicos de sus alumnos con las consecuencias de una mayor y más sutil mediatización de las condiciones que permiten mantener el sistema y sin la esperada concientización social de sus egresados.

5.-Por otra parte, sistemas de los llamados "tecnocráticos" o "tradicionales" forman profesionistas de alto nivel académico, que desplazan fácilmente a los egresados de los sistemas más progresistas, por ejemplo: Tecnológico de Monterrey, I.P.N., ITAM, IBERO, desplazan a los de la UAM, UNAM y ENEP. Lo cual desde el punto de vista psicológico, quiere decir que en los llamados sistemas tradicionales, tecnocráticos, autoritarios, reduccionistas, conductistas, etc., de alguna manera los alumnos desarrollan sus habilidades cognitivas, asimilan y son capaces de utilizar los conocimientos técnico-científicos que allí aprenden, lo cual y a pesar de lo que digan los teóricos marxistas, es una de las funciones más importantes de las Universidades.

6.-Más aún, escuelas cuyos currículos responden más bien a estructuras tradicionales, también forman individuos con una fuerte dosis de conciencia social capaces de implementar en la vida práctica, acciones plenamente progresistas y contestatarias al sistema, como es el caso de las Facultades de Ciencias Políticas y de Filosofía de la UNAM, la U. de G., la UAM, la UAS y la U. de Guerrero.

7.-Lo anterior obliga a deducir que parece ser que son más importantes los contenidos temáticos de los programas escolares, que el modelo curricular o las estrategias de enseñanza-aprendizaje o los estilos docentes, de manera que, sin menospreciar el enfoque sistémico y holístico del currículo, creemos que una condición "sine qua non" de la excelencia educativa a nivel superior, tan mencionada hoy en día, es el nivel de calidad de las estructuras conceptuales de las diversas ciencias y cuerpos de conocimientos que van a ser organizados con fines de enseñanza, aunado a la consideración en su organización pedagógica, de los principios y conceptos sobre los procesos psicológicos del aprendizaje, sólidamente fundamentados desde el punto de vista teórico y epistemológico.

8.-En consecuencia, y como conclusión creemos que el problema actual de la educación universitaria, no es su carácter ideológico reproductor de las

condiciones sociales, ni está relacionado con las interpretaciones "tradicionalistas" o "progresistas" de sus estructuras académicas y sus modelos docentes.

La crisis de la Universidad radica más bien en la pobre calidad de los conocimientos disciplinarios que allí se estudian, en el marcado rezago respecto al desarrollo científico y tecnológico en la mayoría de las áreas del conocimiento, en la evidente incapacidad para producir e implementar sus propios desarrollos tecnológicos en el campo pedagógico, y en su falta de vinculación institucional formal, con las demás instancias sociales, en especial, con la productiva y con las organizaciones laborales y sociales.

## CONCLUSIONES Y PROPUESTAS.

Más allá de las explicaciones e interpretaciones sociológicas sobre las funciones y objetivos de la educación formal en general y de la universidad en particular, creemos que se deben analizar y retomar críticamente las experiencias y logros que en el pasado demostraron efectividad en cualquiera de los aspectos del proceso educativo, sobre la base de los siguientes principios:

- Otorgar primacía al aseguramiento de la calidad de vida de las prácticas educativas y del diseño curricular, sin abandonar los objetivos de racionalización y progreso.
- Utilización amplia de estrategias de acción científicamente fundamentadas, cualquiera que sea su procedencia.
- Revaloración e integración de los principios y conceptos de todo el saber didáctico: Popular, Ingenuo, Profesional y Científico.
- Utilización crítica de contribuciones teóricas múltiples. (Interdisciplinariedad, Multidisciplinariedad, Eclecticismo Teórico).
- Utilización de investigación evolutiva, activa y participante, como una manera efectiva y democrática de retroalimentar y actualizar permanentemente el currículo.
- Combinación y utilización del saber didáctico con la riqueza inventiva.
- Utilización de todo tipo de medios auxiliares: mass media, instrumentos técnicos, taxonomías, manuales, talleres, laboratorios, etc.
- Diseño de modelos curriculares con Tesis Básicas suficientemente claras y concisas.

## PROPUESTA DE MODELO CURRICULAR.

Sobre la base de lo expuesto con anterioridad, y dentro de las limitaciones impuestas por nuestra propia formación profesional, nos permitimos proponer el siguiente Modelo Curricular como fundamento inicial para la enseñanza de la Ergonomía : ( Fig. No. 1 )

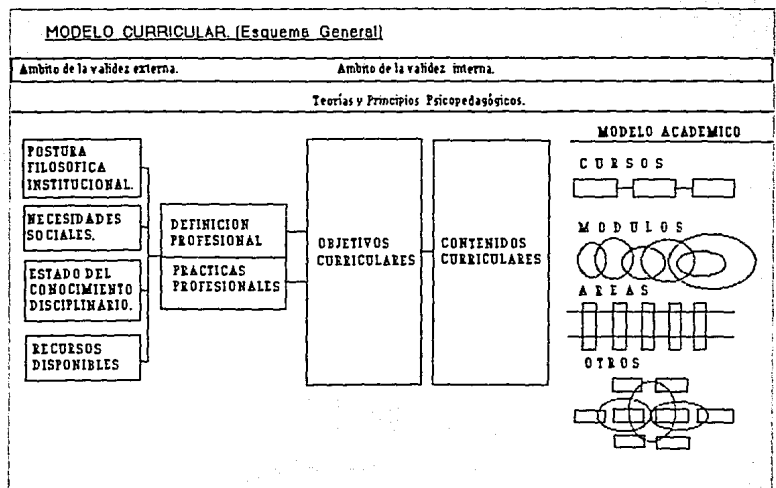


Figura No. 1

## EXPLICACION :

## POSTURA FILOSOFICA :

Las reflexiones sobre las relaciones educación-sociedad-estado, y el papel particular de la universidad en este contexto, deben ser explicitadas hasta un nivel de claridad y concreción que permitan su operatividad, es decir, deberá abandonarse todo discurso demagógico que oscurezca los verdaderos fines y objetivos de las instancias educativas, y elaborar una especie de "Tesis Básicas" que sean utilizadas como políticas orientativas concretas.

## NECESIDADES SOCIALES :

El análisis deberá estar orientado por las Tesis Básicas, abandonando radicalismos y ortodoxias estériles, cuidando el máximo de objetividad posible, y sobre la base de investigaciones de campo sobre la realidad concreta.

## ESTADO DEL CONOCIMIENTO DISCIPLINAR :

El cuerpo de conocimientos de toda disciplina científica, artística o humanística, está organizado de una manera lógica en donde principios, teorías y conceptos guardan relaciones interdependientes y recíprocas. El conocimiento de estas "estructuras conceptuales" es lo que posibilita el desarrollo de habilidades cognoscitivas para su aplicación efectiva. Por lo tanto, el desarrollo de las "Estructuras Conceptuales" de las disciplinas implicadas en un proceso educativo es una de las consideraciones más importantes.

## RECURSOS :

Los puntos anteriores son la base para el logro de un alto nivel de Racionalidad Teórico-metodológica, pero son los recursos disponibles los que permitirán alcanzar el nivel de la Racionalidad Objetiva, es decir, la factibilidad operativa de un proceso educativo. En este punto el factor más importante a considerar es, en primer lugar, los recursos humanos; sin una planta mínima de personal debidamente capacitado en las áreas disciplinarias, pedagógicas y de la carrera o profesión en cuestión, es poco lo que puede lograrse. De no contar con personal académico altamente calificado en estas tres áreas, será condición indispensable su capacitación formal antes de iniciar cualquier proceso educativo.

Los aspectos administrativos, de espacio, materiales, y de equipos e instrumental técnico, siempre podrán solventarse en cualquier universidad más o menos bien establecida, con la preparación, productividad y creatividad de docentes bien preparados.

## DEFINICION PROFESIONAL :

La definición profesional debe de realizarse sobre la base de las Prácticas Profesionales posibles e ideales que el desarrollo evolutivo de la sociedad permita en un tiempo y situación concretas. No se trata de clasificarlas en "tradicionales" o "emergentes" sino de descubrir por medio de investigaciones de campo, seguimiento de egresados, de los resultados del análisis de necesidades sociales, de las orientaciones de las Tesis Básicas, y de la consulta a los diversos sectores de la estructura social, cuáles son las categorías, clases y tipos de actividades concretas, prácticas y teóricas, de corto, mediano y largo plazo, que podrían o sería necesario y deseable que desempeñaran los profesionales de una determinada área, disciplina o campo de conocimientos.

## OBJETIVOS CURRICULARES :

La estrategia de plantear desde las primeras etapas, los diferentes tipos de actividad profesional posibles en una estructura social determinada, permitirá establecer objetivos curriculares y modelos docentes capaces de proporcionar diversas alternativas a los estudiantes según sus intereses particulares, que al mismo tiempo satisfarán los intereses de la sociedad, logrando profesionales de un campo de conocimientos con énfasis en las diversas áreas que demanda el desarrollo y crecimiento social. Tales objetivos deberán ser planteados en términos suficientemente claros, concisos, concretos, y plenamente evaluables.

## CONTENIDOS CURRICULARES :

Serán seleccionados de la Estructura Conceptual de las disciplinas involucradas en las prácticas profesionales, en base a su relevancia teórica, a sus claros criterios epistemológicos y a su pertinencia y relación en la solución de los diversos problemas a resolver por los profesionales, pero sin perder su integridad sistémica.

## ORGANIZACION CURRICULAR :

Es la estructura final mediante la cual se concretiza la práctica educativa. Se trata de la organización lógica, psicológica y pedagógica con que son articulados los contenidos y objetivos curriculares para lograr el máximo de eficiencia y eficacia en el proceso educativo. La expresión escrita o esquemática de esta organización es generalmente conocida como "mapa curricular" y puede responder a un modelo de asignaturas, áreas, módulos o a una combinación de éstos.

## PRINCIPIOS PSICOPEDAGOGICOS.

La implementación de la práctica educativa concreta implica la consideración de una serie de conceptos y principios de carácter psicológico relacionados íntimamente con el proceso de aprendizaje en general y con el aprendizaje y desarrollo de los conocimientos, habilidades, destrezas y actitudes propias y necesarias a una práctica profesional particular.

Tales principios son los que determinarán en última instancia las modalidades y particularidades de las prácticas educativas concretas que se instrumentarán.

En nuestro caso, después de una revisión y análisis de las principales corrientes, perspectivas y enfoques de la psicología actual, nos decidimos por la corriente psicológica cognoscitivista conocida como " Perspectiva evolutiva del conceptualismo instrumental ", desarrollada por J.S. Bruner ,

(Bruner, J.S., 1972, 1973, 1980, 1984, 1987..), de la que a continuación se ofrece una apretada síntesis.

Aunque Bruner no presenta una teoría del desarrollo y de la instrucción totalmente acabada, sus aportaciones en ambas son bastante rescatables en el sentido de que presentan suficiente apoyo empírico y que por otro lado son coherentes con las teorías psicológicas soviéticas, principalmente con Vigotsky, las cuales en la actualidad han tenido un desarrollo científico impresionante; así mismo, la trayectoria profesional del autor proporciona evidencias sólidas de la validez teórica y conceptual de su trabajo.

El retomar los fundamentos de las teorías del desarrollo y del aprendizaje en aras de establecer métodos fundamentados que coadyuven a mejorar las condiciones de aprendizaje en el ámbito escolar, elaborar diseños de enseñanza-aprendizaje a disciplinas concretas y evaluar su aplicación con el objeto de retroalimentar los fundamentos teóricos y metodológicos que guían la estructuración del plan de enseñanza, es una de las más relevantes aportaciones de este autor.

## EL CONCEPTUALISMO INSTRUMENTAL

La perspectiva evolutiva planteada por Bruner (1980) la autodenomina como "Conceptualismo Instrumental" (p.343). La noción de conceptualismo parte de que el conocimiento se basa en la construcción de un modelo de realidad. La referente a instrumentalismo se fundamenta en que el modelo se desarrolla primeramente en función de los usos que le impone la cultura y después en forma individual, es decir, hace referencia a destrezas que amplifican las capacidades intelectuales a manera de "instrumentos". Es necesario aclarar que estos dos últimos aspectos son inseparables. Esta noción instrumental se asemeja a lo que Vigotsky denominó como procesos interpsicológicos e intrapsicológicos en la conformación de la conciencia.

### Modelos de Representación, Amplificadores, Desarrollo Intelectual y Aprendizaje

La representación es para el autor la operación mental fundamental en la explicación del desarrollo intelectual. La misma es definida como "...un conjunto de reglas mediante las cuales se puede conservar aquello experimentado en diferentes acontecimientos" (Bruner, 1984; p. 122), por tanto, la representación traslada la experiencia a un modelo del mundo y lo libera de los estímulos actuales. En cuanto al desarrollo, lo considera como "... un progresivo enriquecimiento del individuo con los distintos modos de representarse el mundo, modos que suelen estar en conflicto, creando los dilemas que los estimulan..." (Op. cit; p. 128).

El aprendizaje, es concebido como un proceso que puede acelerar el



desarrollo cognitivo, construyendo destrezas, asimilando contenidos informativos y desarrollando instrumentos de pensamiento.

La construcción de modelos de representación del mundo conlleva algunas características específicas (Bruner, 1980), a saber:

1.- Existen tres modos de representación o modelación los cuales son el preceptivo o promulgatorio, el icónico y el simbólico. El primero se fundamenta en la representación del mundo a través de la acción directa; el segundo corresponde al uso de las imágenes sintetizadoras, dependiendo de la vista y otros sentidos; y el tercero fundamentalmente a través del lenguaje. En este tipo de representaciones es donde se instrumentaliza la solución de problemas.

2.- Son verificados parcialmente por las entradas de información de manera que descansan sobre bases mayoritariamente de tipo axiomáticas.

3.- Estas tres formas de construcción de modelos se encuentran limitadas por la dotación innata del sistema neuromuscular.

4.- El proceso de interiorización cultural permite al hombre la modelación de su mundo y el desarrollo de amplificadores de sus capacidades, utilizándolos en su propia vida. Tales amplificadores se clasifican en (Bruner, 1987):

a) De acción, los cuales extienden las capacidades del hombre en cuanto a la acción física directa en su medio ambiente. Entre ellos tenemos las herramientas tales como los martillos, palancas, ruedas, poleas, etc.

b) De los Sentidos, que amplifican las capacidades en referencia a modos de ver y observar que ahorran atención. El microscopio constituye un ejemplo de este tipo.

c) De los procesos de pensamiento. Destrezas simbólicas que proporcionan dirección y extensión para la utilización de nuestra capacidad reflexiva. Obviamente es el más importante de los tres. El lenguaje, las matemáticas y la lógica son representativos de estos amplificadores.

El desarrollo de los amplificadores depende de (Bruner, 1980):

a) La capacidad de amplificación de una cultura dada.

b) La naturaleza de las demandas socioculturales hacia los individuos.

c) La intensidad con que se estimula al sujeto a buscar fuentes de discordancia o concordancia de los tres modos de representación.

Con relación a estos postulados, Bruner (1972 y 1980) se ha ocupado de estudiar problemas del desarrollo cognoscitivo tales como la solución de problemas, la determinación de conceptos, el pensamiento, el reconocimiento perceptivo, en todos los cuales ha comprobado una regularidad racional.

Estos estudios han aportado además el establecimiento de algunas características sobre la naturaleza del desarrollo intelectual, que a continuación se enuncian:

1.- El desarrollo se caracteriza por la creciente independencia de la reacción con respecto a la naturaleza inmediata del estímulo. El desarrollo implica el mantenimiento de una reacción invariable ante los cambios de los estímulos del medio ambiente o la modificación de la reacción ante un medio ambiente con estímulos invariables. Lo anterior solamente se puede lograr por medio de la intervención de los procesos cognoscitivos.

2.- El desarrollo está en relación de la asimilación o interiorización de los acontecimientos en un "sistema de almacenamiento".

3.- El desarrollo intelectual implica un aumento progresivo en la capacidad de explicarse y explicar a los demás por medio de la simbolización lo que uno ha hecho o va a hacer (conciencia). Esto permite el paso del pensamiento ordenado al pensamiento lógico.

4.- El desarrollo intelectual está supeditado en parte a la interacción sistemática y contingente entre el adulto y el niño ( profesor y el alumno ).

5.- El lenguaje facilita la enseñanza y constituye un instrumento que se utiliza para poner orden en el medio.

6.- El desarrollo intelectual se caracteriza por el aumento de la capacidad para considerar varias alternativas simultáneamente, así como varias hilaciones en un mismo espacio y tiempo.

7.- El desarrollo intelectual no es un aumento líneal de asociaciones, de conexiones estímulo-respuesta, sino un dominio progresivo de las tres formas de representación, no secuenciales, sino más bien paralelos en algunos momentos, constituyendo "infases" del desarrollo, las cuales no están relacionadas directamente con la edad y en donde las transiciones entre las diferentes formas de representación no está todavía muy clara.

8.- Las "fases" del desarrollo intelectual siguen los tres modos de representación:

- 1a. Las primeras "fases" del desarrollo son manipulativas con atención inestable y en una sola dirección.

- 2a. El funcionamiento es más reflexivo con capacidad de representación icónica.
- 3a. La forma simbólica se hace cada vez más importante.

9.- Existen factores que limitan el ejercicio del desarrollo intelectual (Bruner, 1987):

- a) La naturaleza del saber. El intelecto tienen una capacidad limitada; la atención selectiva es un ejemplode ello. Otra característica es la tendencia categorizadora de la inteligencia y que la mayor parte del trabajo del ser humano se hace a través de las manipulaciones de las representaciones y no de acciones directas.
- b) El desarrollo del Intelecto. Como ya se mencionó anteriormente, este no es regular, hay momentos de rápido crecimiento y otros de consolidación. La naturaleza espontánea y autorreguladora del aprendizaje se da en el medio natural y no en el artificial de la escuela, sin embargo, muchos estudios confirman que la escuela influye en la calidad y cantidad del desarrollo cognitivo.
- c) Naturaleza del conocimiento codificado. El conocimiento codificado refleja modos de pensar, hábitos mentales, suposiciones y hasta actitudes, que hacen que se mantenga vivo el conocimiento. La naturaleza del conocimiento codificado genera una manera de usar la mente, de utilizar la imaginación y de separarse de la observación y la inducción y crear estructuras teóricas, formular conceptos y construir teorías referentes a la configuración del Universo. Las teorías funcionan como instrumentos para manejar las variables de la experiencia más fácil y económicamente.

De acuerdo con estos aspectos, el perfeccionamiento del intelecto puede iniciarse desde las etapas tempranas de la vida y va desde afuera hacia adentro.

## APORTACIONES A LAS ESTRATEGIAS DE ENSEÑANZA APRENDIZAJE

### Teoría de la Instrucción

Las aportaciones de Bruner (1972) a las estrategias de enseñanza aprendizaje se ubican bajo el título de lo que denomina como teoría de la instrucción. En este sentido, al hacer referencia a ellas, se entiende que se trata

de los medios a través de los cuales se puede facilitar el aprendizaje en el medio escolar. "La teoría de la instrucción debe estar en el centro de la psicología educativa y se interesa principalmente en la mejor forma de disponer del medio ambiente para lograr una enseñanza óptima según varios criterios." (P.30)

La naturaleza de una teoría de la instrucción es prescriptiva, dado que presenta reglas acerca de la manera más eficaz de lograr conocimientos y destrezas. También proporciona criterios para evaluar la enseñanza y el aprendizaje; es normativa, puesto que formula criterios generales para satisfacer un modo específico de enseñanza-aprendizaje.

Los criterios de la teoría de la instrucción a continuación se presentan:

1.- Predisposición para aprender. Entre los elementos más importantes que favorecen la predisposición para aprender se encuentran:

a) La relación entre el profesor y el alumno, relación democrática, recíproca y de diálogo que fomente la participación abierta del alumno.

b) La utilización de una pauta cultural dada para lograr fines educativos, como la configuración de un modelo de competencia adecuado. La regulación de la exploración de alternativas, la cual incluye la activación: el nivel óptimo de incertidumbre; el mantenimiento: el aprendizaje escolarizado debe ser menos peligroso o doloroso que el aprender sin la guía del profesor; la dirección: el alumno debe conocer el objetivo de la tarea y la pertinencia de las alternativas sometidas a prueba en relación con el objetivo propuesto.

2.- Estructura y forma del conocimiento. Esta se puede caracterizar considerando:

a) El modo de representación, el cual puede ser preceptivo, icónico o simbólico.

b) La economía, que se refiere a la cantidad de información que se requiere recordar e interiorizar para llegar a la comprensión. Mientras menos datos de información y menos sean los pasos mayor será la economía. La economía varía con el modo de representación y comprende la serie de materiales y la forma como se aprende. La utilización de diagramas puede ser más económica.

c) Fuerza efectiva. Se refiere al valor generativo de la serie de proposiciones aprendidas.

3.- Orden de Sucesión. No existe un orden único. Depende del aprendizaje anterior, de la etapa de desarrollo, del carácter del material y de las diferencias individuales. Si el orden del desarrollo intelectual es preceptivo, icónico y simbólico, puede ser que éste sea el orden de sucesión óptimo.

4.- Forma y ritmo de recompensas y castigos. El aprendizaje y la solución de problemas puede dividirse en tres fases:

- a) Formulación de un procedimiento de prueba;
- b) operación; y
- c) comparación de los resultados de acuerdo a un criterio.

La retroalimentación de la competencia funciona como recompensa o castigo. Esta debe darse cuando el alumno compare sus resultados con algún criterio correspondiente al objetivo que persigue. El profesor debe proporcionar información sobre cada paso y si éste lo lleva a través de la jerarquía de objetivos que desea alcanzar.

Es importante aclarar que dadas las diferencias individuales ya mencionadas líneas arriba, la opción es disponer en el Plan de Estudios diferentes modos de presentar el orden de sucesión, diferentes maneras de exponer los contenidos lo que nos lleva al pluralismo de estrategias de enseñanza-aprendizaje.

### Educación y desarrollo Cognitivo

La educación, como ya se mencionó anteriormente, nace como consecuencia de procesos sociales y sus fines son preparar a los individuos para resolver problemas de tipo social y al mismo tiempo satisfacer necesidades personales. Por tanto, la educación se caracteriza por ser una invención de la sociedad para preparar a sus miembros. Es toda transmisión de conocimiento de los sujetos más expertos de un grupo a los menos expertos, en este sentido, la educación escolarizada debe incluir los siguientes aspectos (Bruner, 1972, 1984 y 1987):

- 1.- Convertir lo que se sabe en contenido posible de comprender
- 2.- Evitar adquirir conocimientos inútiles.
- 3.- Enfatizar economía, transferencia y aprendizaje de normas.
- 4.- Deducir el curso de acción a partir de lo que se ha aprendido.
- 5.- Manejar adecuadamente el conocimiento y la acción.
- 6.- Mantener el interés del educando.
- 7.- Proporcionar contenidos contextualizados en la vida y en la acción.
- 8.- No adoptar una postura de neutralidad y objetividad. Es necesario

reconocer que el conocimiento es poder.

9.- Centrarse en lo desconocido sobre las bases de lo conocido. Fomentar los "detectores y planteadores de problemas" más que los eruditos en un área del saber.

10.- Compartir su procesos con el alumno. Presentar opciones en la organización, las unidades y las lecciones.

11.- Procurar los medios y diálogos necesarios para traducir la experiencia en mejores sistemas de ordenación y notación.

Una de las características más importantes de la educación escolarizada es que proporciona una forma más simbólica, abstracta y verbal, lo que permite el mayor desarrollo de los modelos de representación simbólica, ya que conduce el aprendizaje fuera del contexto de la acción inmediata. Además de lo anterior, la educación prepara al estudiante para el razonamiento en cadena y puede convertirse en un medio para fomentar la reflexión.

Tales aspectos inherentes a la educación nos explican el origen de la relación entre escolarización y mayor desarrollo cognitivo, resultados que han sido constantes en todos los estudios que se han realizado con el objeto de investigar esta relación (Bruner. 1984, 1980).

Por último, el autor, al observar el desarrollo histórico de la educación, concluye que ésta va ocupando períodos más largos en la vida del hombre, a medida que la sociedad se técnica. En este sentido, y con una mirada prospectiva, señala que la educación del futuro debe contemplar los aspectos que se enuncian a continuación (Bruner. 1987):

1.- Educar para la investigación y el desarrollo. Fomentar en los alumnos la detección de problemas más que su solución.

2.- Adiestrar para servicios "no previstos", los que considera como "...actos que dependen de una respuesta de alguien o de algo como acto previo...". "...todo lo que aumenta la riqueza de la respuesta del individuo a otros individuos" (p. 116).

3.- Fomentar el arte en todas sus formas: ir más allá de la necesidad de adaptación para expresar el talento humano.

Los aspectos relativos a la educación mencionados líneas arriba derivan en las pautas concretas para tomar en cuenta en el diseño de un Plan de Estudios o de un curso escolar, punto que a continuación se presenta.

1.- En la actualidad no existe una teoría pedagógica integradora, de aquí que la organización de un Plan de Estudios o de un curso deba ser

multidisciplinaria.

2.- La aptitud se enseña, no es algo determinado genéticamente. Consiste en el dominio de destrezas más simples que permiten alcanzar otras más complejas.

3.- De acuerdo con el punto anterior, el currículum debe incluir, además del conocimiento (transmisión de información), el dominio de destrezas que conducirán posteriormente al establecimiento de series autocompensadoras.

4.- Abarcar estrategias dirigidas a la estimulación del pensamiento tanto intuitivo como analítico para el planteamiento y resolución de problemas.

5.- Fomentar la reflexión autoconciente.

6.- Personalizar el conocimiento, no sólo en términos de lo que le es familiar, sino dando oportunidad de comparar y contrastar.

7.- La mayoría de los temas incluidos en un curso pueden traducirse en formas de hacer las cosas desde una forma simple hasta la maestría (poder acumulativo del conocimiento).

8.- El tema a enseñar tiene una manera específica de pensar. Esto se denomina como la psicología de un tema o disciplina.

9.- Aprender una ciencia es aprender su manera de pensar, de manejar datos, de relacionar cosas, de procesar elementos, de poner un orden adecuado. Aprender a formular problemas y solucionarlos desde el punto de vista de tal ciencia.

10.- En el aprendizaje de disciplinas científicas debe destacarse claramente los modos de ir de los fenoménico a lo esencial.

11.- En el aprendizaje de una ciencia deben abarcarse los dos tipos de problemas básicos :

Problemas formales o analíticos : Son problemas teóricos, se resuelven mediante el pensamiento utilizando la estructura sintáctica de la disciplina.

Problemas prácticos : Son problemas de laboratorio, o empíricos, modos de acceder al fenómeno directo y determinar una serie de valores . Se resuelven mediante la utilización de técnicas y procedimientos prácticos. (Semántica de la disciplina).

12.- Al establecer el contenido de un curso se requiere de considerar los conocimientos previos para comprender dicho contenido.

13.- Aunque se establezcan diversas áreas o campos de conocimiento, debe tratarse de que se perciba su interacción, evitando su desvinculación total.

14.- El mantenimiento del interés surge del tema mismo y de su competencia.

15.- La evaluación debe realizarse antes y durante la elaboración del Plan de Estudios.



## II.- ESTRUCTURA CONCEPTUAL DE LA ERGONOMIA.

### Desarrollo Histórico.

Los descubrimientos de la arqueología y la antropología nos muestran evidencias fehacientes de que el hombre desde la más remota antigüedad construyó sus instrumentos, herramientas y útiles en general, de manera que se acopiaran a sus características bio-físicas.

Así, una simple roca que servía para cortar y raspar pieles, se modelaba de modo que su forma y su dimensión permitieran una buena sujeción con la mano en las diferentes posiciones en que iba a ser utilizada.

De la misma manera, el tamaño, peso y forma de una lanza se determinaban de acuerdo a la facilidad y efectividad con que podía ser lanzada contra un objetivo.

Estas prácticas no eran de ningún modo, producto de un estudio concienzudo sobre las características y limitaciones del hombre en su relación con los objetos, más bien fueron producto de necesidades más inmediatas de supervivencia concreta, pues "si se confeccionaba un arma mala y no se podía usar con suficiente eficacia, muy pronto el mundo perdía a un mal diseñador." (Zinchenko, 1985.)

Los instrumentos y utensilios de trabajo, domésticos y de uso cotidiano, se perfeccionaban en el proceso de la actividad práctica de muchas generaciones. Por este motivo, no es raro encontrar instrumentos y artefactos antiguos que se corresponden por su dimensión y forma con las exigencias ergonómicas actuales; así podemos ver en los petroglifos de los templos egipcios de la antigüedad, sillas cuyo diseño ergonómico supera a muchos de los modelos de hoy en día.

Con el desarrollo de la civilización, el mundo de los objetos-artefactos fué incrementándose constantemente hasta llegar a la explosión consumista en que nos encontramos. En la actualidad, nuestra vida, desde el nacimiento hasta la muerte, y aún después, depende casi por completo de los objetos.

La actividad humana, para realizarse, para concretarse, necesita siempre de algún objeto material. Todo lo hacemos por mediación de objetos.

La eficiencia y productividad de nuestra actividad, de nuestra praxis, y la sensación de comodidad y bienestar que resulta de ella o con ella, están determinadas en gran parte por la correspondencia o adecuación entre los

objetos y nuestras capacidades y limitaciones puestas en juego durante la acción.

Naturalmente la gama de actividades propiamente humanas, abarca un espectro muy amplio, desde las simples actividades indispensables para el mantenimiento físico del organismo, (comer, descansar, excretar), hasta las complejas actividades de la investigación aeroespacial. Obviamente, los objetos, instrumentos y artefactos necesarios para cada una de estas actividades son tan variados como un lápiz, una taza, un zapato, un torno automático, un escritorio o restridor, hasta una cabina de astronauta de un cohete espacial.

Lógicamente, los efectos de la buena o mala adecuación entre el objeto utilizado y el usuario en cada una de las actividades humanas, tendrán consecuencias más o menos leves, como la incomodidad resultante de una mala silla para ver T. V. o leer, o muy graves como la pérdida de una mano o un ojo durante el manejo de una maquinaria industrial o la pérdida de cientos de vidas en un accidente aéreo causado por la confusión en el manejo de los controles de un avión.

Ahora bien, en tanto que la actividad productiva es la determinante en la última instancia, de todas las demás actividades, y es el motor del desarrollo de la civilización, además de que es precisamente durante esta actividad cuando el hombre necesita poner en juego todas sus capacidades biofísicas y psicológicas, la problemática de la adecuación hombre-objeto-entorno resulta entonces crucial y es precisamente aquí en donde se presentaron los primeros problemas graves de disfunción expresados como una caída en la eficiencia de los sistemas productivos y un incremento de los accidentes y enfermedades profesionales, a finales del siglo XIX y que dieron origen a los primeros estudios sobre el trabajo, realizados por F. Taylor y F. Gilbreth en los EE.UU., el primero en la industria de la fundición y el segundo en la industria de la construcción.

Tanto Taylor como Gilbreth, tenían especial interés en el incremento de la eficiencia de los trabajadores a partir de una mejora sustancial del propio método de trabajo y de una mejor organización del puesto de trabajo en general, incluyendo el diseño de nuevos o mejores instrumentos y accesorios que facilitarían la realización de las actividades propias de cada trabajo. Así, Taylor diseñó un modelo de pala para carbón que por sus dimensiones y forma permitió el incremento notable de la cantidad de material traspalado por jornada de trabajo. Por su parte, Gilbreth diseñó un andamio y unos soportes para el material del albañil que permitió incrementar el número de ladrillos colocados de 150 a 350 por hora/hombre.

Durante esta época, los adelantos en la creación de nuevas máquinas, instrumentos y herramientas de trabajo que tenían por objeto el aumento de la productividad, se realizaron sin tomar en cuenta que el trabajador tiene unas capacidades determinadas y unas limitaciones físicas, fisiológicas y psicológi-

cas, más allá de las cuales no es posible mantener la actividad ni la salud del mismo trabajador. Tales máquinas e instrumentos de trabajo no pudieron ofrecer los resultados esperados por los capitalistas, quienes iniciaron entonces la búsqueda de soluciones que garantizaran sus objetivos finales de productividad, ganancia y acumulación. De hecho ya los trabajos de Gilbreth y Taylor presuponian la necesidad de estudiar el diseño del proceso de trabajo antes de empezar el estudio del método de trabajo. Taylor llegó a la conclusión de que la adaptación del hombre a la máquina presupone necesariamente el diseño de ésta. (Barnes, 1979).

Durante la Primera Guerra Mundial, el rápido crecimiento de la industria bélica intensificó el trabajo y llegó a prolongar la jornada de trabajo de manera que causó tensión y fatiga en los obreros con un enorme aumento en los accidentes laborales, lo que ocasionó que se creara en Inglaterra, en 1915, un comité para el estudio de la salud de los trabajadores de la industria bélica. Comité que se transformó después en el Consejo para el estudio de la salud de los obreros industriales, en el cual participaban médicos, fisiólogos, psicólogos e ingenieros.

Durante la Segunda Guerra Mundial, con el desarrollo de nuevos artefactos bélicos, más potentes, y más rápidos, los problemas de su manipulación hicieron crisis y fué necesaria la intervención de equipos interdisciplinarios para su solución, dadas las limitaciones que tenían en sus resultados, los profesionistas aislados .

Al término de la guerra, los diversos profesionistas que trabajaron juntos en la solución de estos problemas, motivados por los buenos resultados y por la demanda de la industria bélica, crearon agrupaciones que se dedicaron al estudio científico de los problemas del trabajo surgidos de la compleja interrelación Hombre-objeto-entorno, creándose en Inglaterra, la mencionada Sociedad de Investigaciones Ergonómicas, en Estados Unidos la Sociedad de Factores Humanos, y en la Unión Soviética se crearon cátedras y laboratorios de Psicología Ingenieril. (Zinchenko y Munipov, 1985).

A partir de entonces, la Ergonomía, como se conoce en Europa o Ingeniería de Factores Humanos, como se conoce en EE.UU., ha venido desarrollándose sin cesar, y aplicando sus soluciones en ámbitos tan diversos como diversas son las actividades humanas.

Sin embargo, en los países dependientes como el nuestro, este desarrollo no se ha dado, debido entre otras, a las causas que se explicaron en el capítulo anterior.

En América Latina el interés por la Ergonomía es muy reciente. En el caso de México, la visita del Prof. Nils Lundgren en 1970, auspiciada por el Centro Nacional de Productividad estimuló el interés por ésta área y la publicación de varios materiales sobre el tema, si bien ya en 1954, Beatriz

Barba publicó un estudio sobre la aplicación de la antropometría al diseño de mobiliario para alumnos de primaria y en 1955 Johana Faulhaber se interesó en la utilidad de la antropometría para la industria del vestido. (Vargas, 1982). La creación de escuelas de diseño industrial a partir de 1974, promovió un gran interés entre este gremio por la Ergonomía, cuya culminación hasta el momento, es la inclusión de una Orientación en Ergonomía dentro de la Maestría en Diseño Industrial de la U.N.A.M. (Sanchez, M. David, 1984).

Es dentro de las escuelas de Diseño Industrial donde ha prosperado más la enseñanza de la Ergonomía a pesar de los problemas mencionados anteriormente, no obstante cabe hacer mención de los esfuerzos que se han realizado en las escuelas de la U.N.A.M., y de la Universidad Autónoma Metropolitana, unidad Azcapotzalco y Unidad Xochimilco, con la creación en ésta última de un Laboratorio de Factores Humanos que funciona hasta la fecha aunque lamentablemente, sin los resultados que se hubieran esperado.

## La Problemática Epistemológica..

Desde su formación institucional en Asociaciones y Universidades, la discusión sobre si la Ergonomía es una ciencia una técnica o una tecnología, se ha mantenido sin muchos avances a excepción de los soviéticos quienes ya han iniciado el desarrollo de conceptos propios de esta nueva ciencia.

El punto de vista de los americanos, pragmáticos por naturaleza, se inclina por definir a la Ergonomía como una tecnología, esto es, como la aplicación a problemas prácticos, de los conocimientos, métodos y técnicas provenientes de otras ciencias.

Este punto de vista es apoyado por los ingleses y por un sector de los ergónomos francófilos, quienes a partir de M. Montmollin, aceptan la ergonomía como una tecnología de las comunicaciones Hombre-Máquina. (Montmollin, 1971).

Los soviéticos, fundamentados en una teoría del conocimiento más sólida, consideran a la ergonomía como una interdisciplina con un objeto y objetivos de estudio propio, y por lo tanto, capaz de generar, de producir sus propios conceptos y estructurarlos en un sistema sólido y coherente como cualquier ciencia. Este sistema sería capaz de analizar y dar cuenta de los fenómenos de la interrelación Hombre-objeto-entorno en todos los niveles del análisis, es decir, explicar los detalles bio-físicos de la actividad humana con objetos, la influencia de factores psico-sociales y el efecto socioeconómico y cultural de cada actividad en la personalidad del trabajador y en la sociedad en general, aspecto que por cierto pondría de relieve algunos de los efectos negativos que el trabajo enajenado, repetitivo y mecánico está ocasionando en el obrero de los países altamente industrializados.

Desde esta perspectiva, la problemática del estatus científico de la Ergonomía se ubica precisamente en el terreno de la interdisciplinariedad, aspecto poco estudiado y menos discutido en nuestro medio universitario y al que vamos a dedicar unas cuantas líneas aquí con el objetivo de ampliar la comprensión de ésta compleja problemática, para lo cual es necesario partir de las características del conocimiento científico y su estructuración disciplinar a fin de sentar las bases por las cuales consideramos a la Ergonomía como una ciencia interdisciplinaria.

### Etapas lógicas en el desarrollo del conocimiento científico.

El análisis de las actividades del hombre pone en evidencia que sólo es posible hablar de actividad propiamente humana cuando ésta se caracteriza por la doble existencia del resultado o producto de dicha actividad, es decir, al inicio de la actividad existe el resultado como producto ideal, como objetivo en la mente del hombre, y al final como producto real, material, efectivo, lo que otorga calidad de consciente y voluntaria a la actividad, que entonces podemos categorizar como PRAXIS. (Suárez, P., 1978.)

Así, en tanto que la actividad propiamente humana se inicia a partir de un resultado o fin ideal y termina con un resultado o producto efectivo, real, el grado de adecuación, similitud o semejanza del uno con el otro, estará determinado por la eficiencia de la acción, es decir, por la manera en que el sujeto vincula, estructura y da coherencia interna y externa a los elementos de su acción.

Para alcanzar la maximización de la eficiencia de la acción orientada a un fin, es preciso, entre otras cosas :

- a) Que se tengan claramente especificados los objetivos.
- b) Que se disponga de un conjunto de instrumentos, herramientas o elementos materiales, teórico-metodológicos y técnicos de donde poder seleccionar los que mejor se adecúen a la actividad, al proceso y al fin que se persigue.
- c) que se tengan conocimientos objetivos sobre los elementos generales y particulares de la situación dada en que se llevará a efecto la acción.
- d) que se tenga la capacidad de, sobre el conocimiento de la acción, los medios y las condiciones, poder predecir con cierto grado de precisión, las consecuencias de la acción y sus resultados.

En otras palabras, la idea de racionalidad que caracteriza a la acción humana, implica que se lleve a cabo una planificación de ésta sobre la base del conocimiento disponible sobre el sector de la realidad que se pretende

modificar o incidir. (Suarez, 1978).

Aquí es donde aparece claramente la necesidad del conocimiento teórico, pues es éste el que permite orientar la dirección de la acción, el tipo de actividad, la selección de los medios y la planificación de toda la estructura de ésta misma.

Es ésta necesidad de conocimientos teóricos, objetivos, sobre los diversos aspectos y sectores de la realidad, así como de toda ella en su carácter de totalidad orgánica concreta, lo que motivó el nacimiento y desarrollo de diversas disciplinas que tratan de explicar la esencia de los diversos fenómenos que configuran el universo en que nos encontramos.

Es claro que en los principios del desarrollo del conocimiento, estos intentos se llevaban a cabo de manera global, bajo el manto de la filosofía, como ciencia de la que se desprendían todos los conocimientos sobre el mundo.

Conforme las necesidades del aparato productivo los fueron demandando, las diversas disciplinas se fueron separando haciéndose mas específicas, definiendo y delimitando su objeto de estudio, sus métodos y técnicas, y elaborando sus propios marcos conceptuales a los que retroalimentaban mediante la práctica continua de la misma disciplina.

Con el desarrollo de la Revolución Industrial, los sistemas productivos demandaron un número cada vez mayor de personas con conocimientos cada vez mas especializados sobre un sector cada vez más pequeño de la realidad, y generalmente más desvinculado de los otros sectores y de los otros enfoques científicos.

Es el período de la superespecialización dentro del capitalismo monopolístico e imperialista.

Pero al mismo tiempo que las características del aparato productivo se hacían más especializadas, la complejidad de esos mismos procesos hicieron aparecer también problemas más complejos, cuya resolución quedaba fuera del alcance de los superespecialistas por separado. Era necesario el concurso de varios especialistas que al trabajar juntos sobre un mismo problema con sus diferentes conocimientos y herramientas teórico-metodológicas, llegaron al replanteamiento del problema a un nivel superior de análisis que permitiera una comprensión más amplia y por tanto, una mejor solución del mismo.

Aparecen entonces las llamadas interdisciplinas, al principio producto de la conjunción de dos ciencias para estudiar un mismo fenómeno, pero bajo premisas compartidas y producidas en conjunto, tales como la Biofísica, la Bioquímica, la Fisicoquímica, la Psicosociología, la Psicofisiología, etc.

Este tipo de interdisciplina se desarrolla a partir del encuentro de un

nuevo objeto teórico en los límites de dos o más disciplinas, y cuya interrelación orgánica de conceptos de cada disciplina constituye una nueva unidad a un nivel superior a las aportaciones de cada disciplina. (Follari, 1980).

Esto no reemplaza ni anula el conocimiento disciplinar anterior, sino que abre un nuevo campo de reflexión teórica y de práctica empírica que permite alcanzar otros resultados tanto conceptuales como materiales.

Otra fuente para el desarrollo de la interdisciplina es de carácter más práctico que teórico: la aplicación tecnológica de conocimientos, metodologías y técnicas provenientes de diversos campos disciplinarios, a la resolución de problemas empíricos complejos.

Este es el caso de la Ergonomía, la cual surge al tratar de resolver entre médicos, psicólogos, ingenieros y técnicos, la compleja problemática de la producción en serie, y el manejo cada vez más complejo de máquinas, herramientas y procesos industriales de alta productividad y eficiencia, que en un primer momento estaban ocasionando lesiones, accidentes y enfermedades laborales graves a los trabajadores industriales, con la consiguiente y paradójica baja en la productividad y eficiencia de los sistemas productivos.

Una práctica de esta naturaleza aparece siempre así, como una actividad empírica que trata de resolver un problema eminentemente práctico. El trabajo en conjunto de los diversos especialistas va aportando a la solución del problema, principios, conceptos, técnicas y métodos de análisis que al irse combinando, complementando y ampliando con los enfoques y aportes de cada disciplina, produce en el especialista mismo la síntesis de nuevos conceptos, de nuevas categorías de análisis y la aplicación de métodos y técnicas de su campo a uno nuevo y diferente. (Follari, 1980).

La acumulación de estas experiencias y la constante interacción entre los miembros del equipo interdisciplinario y de éstos con la problemática, dan lugar a un conjunto de términos, principios, métodos y técnicas que ya no son de ninguna disciplina anterior, si bien salieron de alguna de ellas para transformarse, y que sirven para referirse y tratar con el nuevo objeto teórico y con sus elementos.

A este conjunto de términos para referirse al objeto y sus elementos, se le conoce como PARADIGMA ANALÍTICO (Suarez, 1978), y a partir de aquí es que ya se puede hablar de una nueva disciplina con carácter de interdisciplinariedad.

El Paradigma tiene su base principal en la serie de realizaciones prácticas reconocidas por la comunidad de científicos que se dedican a esa disciplina.

Proporciona MODELOS de problemas y soluciones a los miembros de la comunidad científica, y establece una constelación de valores, métodos y técnicas que comparten todos ellos. (T.S.Kuhn, 1982).

El establecimiento de los PARADIGMAS, (varios de ellos pueden coexistir en un momento dado, dando lugar a las llamadas corrientes, escuelas o enfoques) proporciona las bases mínimas para la realización de investigaciones más amplias sobre el objeto de estudio y sus particulares problemáticas.

La aceptación del Paradigma por el grupo que forma la comunidad científica de esa área, establece las condiciones para la reunión de hechos que el Paradigma ha mostrado que son particularmente reveladores de la naturaleza de las cosas. Hechos que pueden compararse directamente con predicciones e la teoría del paradigma, y que permiten orientar el trabajo empírico para articular, a un nivel superior la misma teoría del Paradigma.

A partir de este momento, se crean MODELOS ISOMORFOS que representan la realidad estudiada, que especifican las relaciones existentes entre los elementos de esa realidad y se pueden estructurar como sistemas axiomáticos cuya interpretación semántica da lugar al sistema de conceptos, de diversos niveles explicativos, conocido como TEORÍA CIENTÍFICA. (P. Suarez, 1978).

La adquisición de un Paradigma en una disciplina, es signo de madurez en el desarrollo de su estatus científico.

Las evidencias de que hay un Paradigma aceptado son la fundación de Sociedades de Especialistas, la formación de Revistas y publicaciones periódicas especializadas en los temas de la nueva disciplina, y la exigencia de un lugar especial en el universo de las demás disciplinas científicas.

En el caso de la Ergonomía, podemos ver claramente la mayoría de estas evidencias, y analizando su proceso de desarrollo podemos constatar que aunque a diferentes niveles en los distintos países en que se encuentra investigación ergonómica, ésta sigue fielmente las etapas de evolución de una ciencia normal, encontrándose a un nivel más empírico en los países anglosajones y a un nivel de desarrollo teórico en los países socialistas más desarrollados.

"El status de la ergonomía se determina por el hecho de que maneja los datos obtenidos por otras ciencias, los transforma para elaborar sus ideas y medios iniciales persiguiendo sus propios objetivos y tareas relacionadas con la organización y el diseño de las condiciones y modalidades de la actividad del hombre en el sistema." (Zinchenko, 1985).

En sus inicios, los llamados Estudios del Trabajo, antecedente inme-



diato de la Ergonomía, iniciados por F. Taylor y F. Gilbreth, se hacía incapié en el estudio del mejor método de trabajo y en la selección del mejor hombre para cada trabajo, es decir, en ésta época el objeto de estudio se centraba en la actividad laboral misma, aislada de las cualidades del hombre y de las características de la máquina, podríamos decir que el paradigma aceptado era "La adaptación del hombre al trabajo".

En los principios de la Ergonomía, ya institucionalizada en Asociaciones y Universidades, el principal foco de atención se centraba en "la adaptación de la máquina al hombre", y los objetivos seguían siendo el incremento de la eficiencia del sistema en los ambientes netamente industriales y militares.

Es sólo hasta hace tres décadas que la Ergonomía se plantea, explícitamente en la U.R.S.S., e implícitamente en Europa Occidental y los E.E.U.U., como la Ciencia Interdisciplinaria que estudia las relaciones del hombre con los objetos y entornos en los que desarrolla su actividad, con el objetivo de incrementar la eficiencia, la seguridad y la comodidad en su uso. Su campo ya no se limita a los ambientes industriales y militares sino que abarca toda clase de actividades humanas, y todo tipo de ser humano incluyendo niños, mujeres, ancianos y minusválidos.

A partir de la aparición de los libros fundamentales de Murrell (Ergonomics: Man in his working environments), y Singleton, en los primeros años de la década de los sesentas, se empiezan a elaborar los conceptos fundamentales y los métodos y técnicas de investigación propios de este campo disciplinario.

Se crean los primeros modelos de actividad del hombre en el sistema Hombre-máquina y se dan los primeros pasos para su formulación y articulación teórica, bajo un punto de vista sistémico y holístico, propio de la interdisciplinarietà, hasta llegar a lo que en términos de S. Khun se conoce como Matriz Disciplinaria de la Estructura Conceptual, en este caso, de la Ergonomía, tema del siguiente punto.

## MATRIZ DISCIPLINARIA.

### Origen y finalidad.

Toda disciplina nace de la reflexión teórica que sobre una práctica humana particular hacen los que a ella se dedican con el objeto de dilucidar y organizar sistemáticamente los elementos que componen dicha práctica : su objeto de estudio, sus objetivos, sus alcances y limitaciones y sus relaciones con otras disciplinas.

Tal reflexión teórica permite, por una parte, una mayor comprensión de la disciplina en sí misma, que homogeniza los conceptos, nociones y principios utilizados por sus practicantes aumentando la capacidad de aplicación y generalización de su práctica y facilita, por otra parte, su transmisión a nuevos miembros de ese sector disciplinario.

El flujo dialéctico que se establece entre el binomio Teoría-Práctica, origina una serie de producciones teóricas de parte de los representantes más experimentados y destacados del gremio, que al inicio del desarrollo de una disciplina, suelen ser eventualmente numerosas.

La variedad de conceptualizaciones y enunciados que tratan de definir la disciplina, comparten muchos de sus elementos y difieren en otros. Se forman entonces grupos y asociaciones de científicos que adoptan alguna de las propuestas y trabajan orientados por ésta mientras responde a sus necesidades prácticas, teóricas e ideológicas. Es lo que se denomina el estado Pre-Paradigmático de la disciplina. (T.S. Kuhn, 1982.)

En el transcurso del tiempo, la acumulación de observaciones de la práctica, la retroalimentación teórica y el surgimiento de nuevas condiciones materiales de existencia en el ámbito social, productivo y tecnológico, van puliendo las estructuras conceptuales y acercándolas entre sí hasta formar un cuerpo unitario de conocimientos que da lugar a un gran avance en todas las áreas de la disciplina. Este sería el estado Paradigmático de la disciplina que permanece hasta que el cambio de las condiciones materiales de existencia de su objeto de estudio, provoca una modificación paradigmática, y se inicia un nuevo ciclo renovador de la disciplina.

El surgimiento de campos interdisciplinarios producto de la reflexión sobre el trabajo conjunto de diversos especialistas en la solución de un mismo problema, plantea importantes problemas teóricos y prácticos en lo que a la definición interdisciplinaria se refiere.

Esto es lo que sucede en la Ergonomía o Ingeniería de Factores Humanos, interdisciplina surgida a raíz del incremento en la complejidad de las situaciones humanas de trabajo industrial y militar, donde los problemas

prácticos empezaron a ser tratados y resueltos en forma conjunta por médicos, psicólogos e ingenieros, en un principio, y luego se sumaron sociólogos, antropólogos, y otros especialistas de diversas ramas científicas, quienes al principio trataron de privilegiar el punto de vista de sus disciplinas-madre en los primeros intentos de definición teórica, mismos de los que aún quedan residuos, hasta el momento actual, en que la convergencia de enfoques permite hablar ya de una sola estructura conceptual, es decir nos encontramos ya en un estado Paradigmático de la Ergonomía que está produciendo grandes resultados en los países desarrollados.

La resolución, o cuando menos el intento de esclarecimiento de este tipo de problema de definición teórica, definición de objeto de estudio, objetivos, métodos y técnicas de trabajo, así como la delimitación del cuerpo conceptual, se presenta como condición sine-qua-non para el establecimiento, desarrollo, difusión y aplicación de la Ergonomía en nuestro país, en donde el conocimiento de ésta importante disciplina aún se encuentra en un nivel tan elemental, que en los mismos ambientes universitarios se conoce sólo en áreas muy particulares, para no hablar de la mayoría de los otros ámbitos sociales, en donde hasta el nombre resulta por completo desconocido.

Es en este sentido que la investigación aquí propuesta inicia con un análisis de la problemática educativa a nivel superior, en donde el conocimiento de la Estructura Conceptual de una disciplina juega un papel fundamental para la estructuración de planes y programas de estudio que tengan como objetivo principal la formación profesional con un alto nivel de calidad educativa.

Es claro que la serie de principios, conceptos, hechos y procedimientos operatorios de una disciplina, lo que se ha dado en llamar Matriz Disciplinaria, deben ser extraídos de las obras que sus exponentes más connotados ofrecen a la comunidad científica, además de los análisis que es posible realizar sobre estos mismos materiales.

En nuestro caso, la recolección y revisión bibliográfica de estas obras dió como resultado preliminar, el ordenamiento y clasificación de éstas en las siguientes categorías :

## TEXTOS FUNDAMENTALES

Trabajos donde el autor hace una exposición del objeto de estudio de la disciplina, señala claramente los objetivos de tal estudio, establece las diferencias y similitudes con otras disciplinas afines, trata de delimitar los alcances y limitaciones de sus campos de investigación, y propone, si no un sistema conceptual completo, si una serie de elementos que permiten referirse al objeto de estudio, a las metodologías utilizadas y a los resultados obtenidos en forma diferencial a como se designan estos mismos aspectos en otras

disciplinas.

Entre éstos Textos, se han analizado los siguientes:

- Murrell, K.F.H. - Ergonomics. Man in his working environment.  
Chapman and Hall, London, 1965.
- Singleton, W.T. - Introducción to ergonomics.  
World Health Organization, Geneva, 1972.
- Chapanis, A. - Ingeniería Hombre-Máquina.  
CECSA, Mexico, 1981. (1965, en Inglés).
- Montmollin, M.-Introducción a la Ergonomía.  
Edit. Aguilar, España, 1971.
- Sperandio, J.C.- La psychologie en ergonomie.  
P.U.F., Francia, 1980.
- Zinchenko, V., Munipov, V.- Fundamentos de ergonomía.  
Edit. Progreso, Moscú, 1985.
- Osborne, D. - Ergonomía en acción.  
Edit. Trillas, México, 1987.
- Edholm, O.G.- Introducción a la biología del trabajo.  
Edit. Guadarrama, España, 1967.
- McCormick, E.J.-Ergonomía.  
Edit. G. Gili, España, 1980.
- Roebuck, J.A., Kroemer, K.H.E., Thomson, W.G.-  
Engineering anthropometry methods. John Wiley and  
Sons, U.S.A., 1975.
- Faverge, Leplat, Guiguet.- La adaptación de la Máquina al hombre.  
Paidós, Argentina. 1965.

## MANUALES Y GUÍAS

Son colecciones de datos obtenidos de la investigación básica y aplicada, siguiendo los lineamientos teórico-metodológicos y técnicos de los Textos Fundamentales. Están dirigidos básicamente a los usuarios de éstos datos tanto fuera como dentro del campo específico de la Ergonomía, por ejemplo, Diseñadores Industriales, Gráficos, de Interiores, Arquitectos, Ingenieros, Médicos, Psicólogos, y otros profesionistas que sin ser propiamente Ergónomos, tienen necesidad de aplicar éstos datos en la realización de

su trabajo.

- Woodson, W.E. - Handbook of Human Factors.  
McGraw Hill. U.S.A., 1981.
- Woodson and Conover.- Human engineering guide for equipment  
designers. Univ. Of Calif. Press, U.S.A., 1964.
- Salvendy, G. - Handbook of Human Factors.  
John Wiley and Sons, U.S.A., 1987.
- Diffrient, Tilley and Bardagjy.- Human Scale. M.I.T. Cambridge,  
Mass., U.S.A., 1976.
- Panero y Zelnick - Las dimensiones humanas en los espacios interiores.  
Edit. G. Gili, Barcelona, 1984.
- Croney, John - Antropometría para diseñadores.  
Edit. G.Gili, Barcelona, 1978.
- Diamond, Stoudt and Mcfarland.- The human body in equipment  
design. McGraw Hill. U.S.A., 1966.
- Grandjean Etienne - Ergonomics of the home.  
Taylor and Francis, LTD LONDON, 1978.
- Clark, T.S., Corlett, E.N.- The ergonomics of workspaces and machines.  
A design manual. Taylor and Francis. London,  
1984.

## TRABAJOS APLICADOS

Obras de Ergónomos y de otros profesionales en donde se expone la experiencia de las aplicaciones prácticas de la ergonomía, principalmente en el campo del trabajo industrial.

- Lomov, B., Vendá, V. - La interrelación Hombre-Máquina en los sistemas  
de información. Edit. Progreso, Moscú, 1982.
- Singleton, Wt., Fox, J.G., Whitfield.- Measurement of man at work.  
Taylor and Francis, London, 1973.
- Alexander, D.C., Babur, M. Poulat.- Industrial ergonomics.  
Industrial engineering and Management Press.  
U.S.A. , 1985.

- Chaffin and Anderson - Occupational Biomechanics.  
John Wiley and Sons, U.S.A., 1984.
- García Olvera, H. - Presencia física del hombre en los objetos habitables. Antropometría y diseño. UNAM, México, 1980.
- Eastman Kodak Co. - Ergonomic design for people at work. V-2. VNR, U.S.A., 1986.

### DISCIPLINAS FUENTE

Obras científicas de las diversas disciplinas de donde la Ergonomía ha tomado y toma métodos, técnicas y procedimientos de análisis, para usarlos bajo su propia perspectiva y marco conceptual en la resolución de los problemas propios de su campo.

- Rasch and Burke - Anatomía y Kinesiología aplicada.  
Edit. El Ateneo, España, 1980.
- Fox and Mathews - Bases physiologiques de l'activité physique.  
Décarie, Edit. Montreal, Canadá, 1984.
- Com. de la Santé et de la Sécurité du Travail. - Hygiene du Travail.,  
Montreal, Canadá, 1984.
- O.I.T. - Introducción al estudio del trabajo.  
OIT, Ginebra, 1980.
- Leplat y Cunny - Psicología del trabajo.  
Pablo del Río edit. España, 1982.
- Barnes, R. M. - Estudio de Tiempos y movimientos.  
Edit. Aguilar, España, 1979.
- Proshansky, Itteison, Rivlin. - Psicología Ambiental. Edit. Trillas.  
México, 1976.

### PUBLICACIONES PERIÓDICAS

Revistas especializadas donde se publican periódicamente los resultados de las investigaciones más recientes sobre los diversos campos de la Ergonomía y artículos de análisis teórico-metodológicos que van orientando el curso de los trabajos aplicados. Entre las más importantes y difundidas están las siguientes :

ERGONOMICS;  
 APPLIED ERGONOMICS;  
 HUMAN FACTORS.  
 ERGONOMICS ABSTRACTS.

De la revisión y análisis de éstos textos, se pueden extraer los siguientes elementos que servirán para la organización de la Matriz Disciplinaria de la Ergonomía, con fines de Enseñanza.

## DEFINICIONES CONCEPTUALES

- La Ergonomía nace de la confluencia de la Psicología, la Fisiología, la Higiene del trabajo, la Sociología, la Antropología, la Ingeniería y el Diseño, pero su esencia se determina por el nivel de la síntesis estructural y sistemática de los aspectos humanos y objetivos en su análisis, conceptualización y resultados.

- El empeño por descubrir las leyes, principios y conceptos generales de esta síntesis es lo que caracteriza a la Ergonomía como una nueva disciplina científica. (Fig. No. 2)

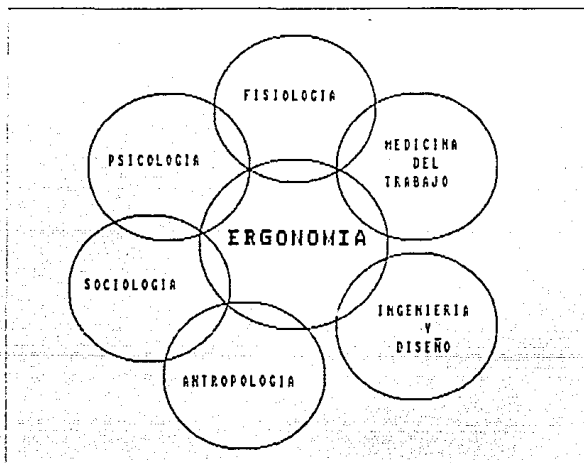


Figura No. 2.

## DEFINICION

**ERGONOMIA:** (A) Disciplina científica que estudia el complejo de relaciones hombre-objeto-entorno.

(B) Adaptación de los métodos, herramientas, y medio de trabajo a las características bio-psico-sociales del hombre.

(C) Optimización multidimensional de las relaciones del hombre con los objetos y ambientes que utiliza

- OBJETIVOS :**
- A) MEJORAR : Seguridad y salud.  
Ejecución en el trabajo.  
Calidad de vida en el trabajo y en el mundo objetal.
  - B) REDUCIR : Esfuerzos innecesarios.  
Fatiga, desgaste prematuro.
  - C) FACILITAR : Actividades y uso de objetos, herramientas, máquinas, etc. en el trabajo y en la vida cotidiana.  
  
Aprendizaje en el uso de objetos y entornos materiales.
  - (D) EVITAR : Errores, Accidentes .

**OBJETO DE ESTUDIO :** La Interfase Hombre-Objeto-Entorno.

El objeto de investigación científica en Ergonomía, no es la máquina en sí, ni el hombre como sujeto de la producción, incluso tampoco es la adaptación de la máquina al hombre ni viceversa, sino la compleja estructura de relaciones y funciones del sistema Hombre-Objeto-Entorno.

Así también, la Ergonomía no limita su campo de acción e investigación al medio industrial, sino que aplica sus métodos y criterios a cualquier esfera de la actividad humana, tanto en la producción como en las actividades domésticas, educativas, recreativas, asistenciales, etc.

El concepto "Hombre" en Ergonomía, se refiere a cualquier ser humano en interrelación con objetos-artefactos y el entorno, pudiendo ser desde un bebé recién nacido, hasta un anciano, de cualquier sexo, condición biológica, psicológica y socio-económica. (Minusválidos, Enfermos Mentales, etc. )



## TIPOS DE ERGONOMIA

## ERGONOMIA PREVENTIVA ( ó Proactiva ) :

Intervención de los principios, conceptos, datos, técnicas y procedimientos de la ergonomía en el proceso de planeación, diseño y construcción de sistemas hombre-objeto-entorno tales como carreteras, ciudades, barrios, edificios, procesos industriales, maquinas, herramientas y objetos de uso cotidiano en general, etc.

## ERGONOMIA CORRECTIVA ( ó Reactiva ) :

Intervención ergonómica en sistemas ya construidos, para eliminación de riesgos, accidentes, esfuerzos, reducción de fatiga y generación de facilidades y condiciones de comodidad y bienestar en el uso de tales sistemas.

## CONCEPTOS Y PRINCIPIOS BASICOS

## SISTEMA HOMBRE-OBJETO-ENTORNO :

Conjunto de componentes interrelacionados que cumplen uno o varios objetivos, y en donde cuando menos uno de los componentes es un ser humano y cuando menos otro de ellos es un objeto útil. El sistema siempre está rodeado de un ambiente al que se designa como Entorno. (Fig. No. 3 )

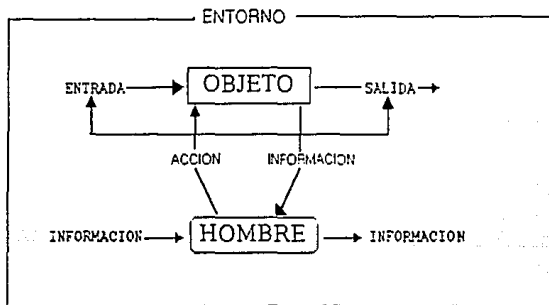


Figura No. 3.-

En las primeras obras clásicas de la ergonomía, se habla de sistema hombre-máquina y se hace la aclaración que con el término máquina se hace referencia a cualquier objeto utilizado por el hombre para llevar a cabo alguna actividad, de manera que máquina sería desde un simple lápiz hasta una cabina

de astronauta. Aquí se prefiere el término Objeto pues es más inclusivo y extensivo que máquina, además de evitar reduccionismos y limitaciones.

#### HOMBRE :

Se refiere a cualquier ser humano que esté en relación con un objeto ya sea para realizar sus funciones vitales como para realizar alguna actividad de cualquier índole. (Trabajador, operador, usuario, etc.)

#### OBJETO :

Cualquier elemento, o componente, producido por el hombre con fines utilitarios, esto es, con el objetivo de facilitarle la realización de una actividad práctica. Puede ser una máquina, una herramienta, una taza, un plato o una pluma fuente, etc.

#### ENTORNO :

Físico : Condiciones de iluminación, ruido, Vibración, temperatura, humedad, partículas en suspensión en el aire, gases, etc, así como máquinas, herramientas, accesorios, paredes, pisos, techos, que rodean al sistema elemental o donde éste está ubicado espacial y temporalmente.

Psicosocial : Conjunto de relaciones sociales, laborales, humanas, que caracterizan y determinan la existencia del sistema elemental.

#### INTERFASE HOMBRE-OBJETO-ENTORNO :

Es el conjunto de elementos tanto del hombre como del objeto y del entorno que entran en co-relación directa al ponerse en actividad el sistema. El grado de adecuación y optimización de estas relaciones, determina el grado de efectividad multidimensional del sistema.

#### OPTIMIZACION ERGONOMICA :

Proceso de análisis y adecuación multidimensional de las características físicas y funcionales de un objeto y del entorno, a las características bio-psico-sociales del hombre.

El proceso de optimización ergonómica supone un amplio y profundo conocimiento de los procesos, estados, limitaciones y potencialidades físicas, fisiológicas, psicológicas, psicofisiológicas y socioculturales de los usuarios potenciales, en relación a las actividades que serán realizadas por él, en el sistema en estudio. Supone también el conocimiento de los objetivos generales y particulares del sistema y su ubicación sistémica en el contexto socio-cultural.

La optimización ergonómica no es sólo la adaptación del objeto y el entorno a las características del hombre, sino que implica también la creación de condiciones que posibiliten el desarrollo de capacidades y potencialidades del hombre durante y a través de su actividad en el sistema.

- El análisis ergonómico presupone no sólo la acumulación de datos sobre los Factores Humanos, sino también el desarrollo de investigaciones sobre las distintas modalidades y formas típicas de actividad humana, la creación de métodos y técnicas para su análisis y formalización teórica y el descubrimiento de los factores determinantes de su eficacia.

#### - FACTORES HUMANOS :

Características integrales de la relación Hombre-objeto-entorno, que se manifiestan en el momento mismo de la interacción durante el funcionamiento del sistema, ligados al logro de sus objetivos concretos.

Los Factores Humanos no son las características del hombre aislado, ni del objeto o del medio, en forma independiente, sino cualidades integrales, sistémicas, de conjunto.

Los Factores Humanos son las cualidades que definen la situación y el papel del hombre en el sistema, es decir, por Factores Humanos debe comprenderse el conocimiento del comportamiento de las cualidades funcionales (anatómicas, antropométricas, fisiológicas, etc. incluidas las socioculturales) del hombre en el sistema H-O-E.

#### PROCESO GENERAL DE OPTIMIZACIÓN ERGONOMICA.-

A) Investigación de las demandas físicas, fisiológicas, psicológicas y socioculturales de una tarea o actividad.

B) Comparación de las demandas de la tarea o actividad, con las capacidades y limitaciones de las personas.

C) Intento de eliminar los desajustes demanda-capacidades mediante mejoras en la selección, capacitación, inducción, aclimatación, motivación, rediseño de equipo, vestimenta, método de trabajo y condiciones generales de la actividad.

La Ergonomía busca establecer las bases científicas rigurosas para el diseño integral de la actividad humana.

En este sentido conviene hacer hincapié en que todo análisis ergonómico debe partir necesariamente de la idea de las máquinas, herramientas y objetos cotidianos como elementos secundarios, de servicio de la actividad humana, y resaltar ante todo, las cualidades positivas del hombre como

verdadero sujeto del trabajo y de la actividad, respetando sus limitaciones y aprovechando sus ventajas en relación con la máquina.

### ERGONOMICIDAD :

Propiedad de los sistemas H-O-E de cumplir con sus objetivos dentro de un elevado nivel de bienestar general humano.

(Fig. No.4)

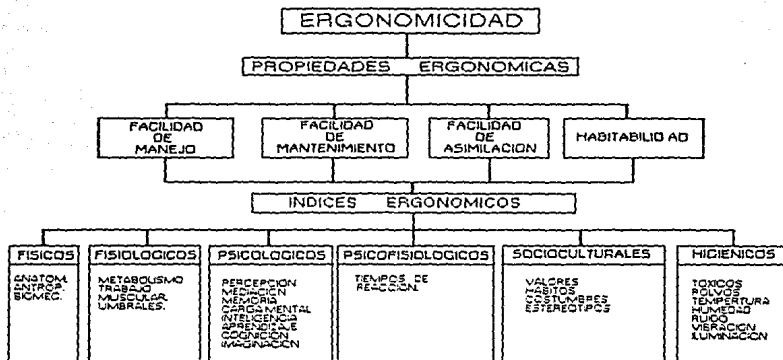


Figura No. 4.

### PROPIEDADES ERGONOMICAS :

Las propiedades ergonómicas son características concretas de los elementos físicos de los objetos o de los componentes objetales de los sistemas, que han sido determinadas por su adecuación a los diferentes aspectos de los factores humanos.

#### - Facilidad de Manejo

Está definida por la menor cantidad de elementos indispensables en la interfase Hombre-objeto, para realizar la actividad del sistema; por la simplicidad de sus formas y mecanismos de accionamiento; por la organización lógica de la secuencia de uso y por la cantidad de energía humana necesaria para el funcionamiento del mismo.

### - Facilidad de Mantenimiento

Se refiere a las características que permiten conservar al componente objeto en óptimas condiciones de funcionamiento durante la vida útil de éste. Se logra mediante la reducción de la cantidad de elementos, su simplificación, la reducción de partes móviles, la reducción de la fricción, el uso de pocas y simples herramientas para la limpieza, la lubricación y la reposición de piezas gastadas, y la eliminación de sitios inaccesibles a la actividad humana, así como de superficies que propician la acumulación de polvo, grasa, residuos en general, etc.

### - Facilidad de Asimilación

Cualidad que permite aprehender rápidamente el uso, función y significado del objeto, incorporándolo sin esfuerzo a nuestra vida cotidiana. La facilidad de uso y de mantenimiento representan la base para la generación de esta propiedad en los objetos, complementándolas con el conocimiento de los factores socioculturales de los usuarios potenciales.

### - Habitabilidad

Condiciones tanto del objeto como del entorno del sistema que aseguran la seguridad e higiene de los usuarios. En el objeto esta característica está representada por la ausencia de extremos punzo-cortantes en la interfase; la incorporación de elementos de protección al usuario durante el manejo, mantenimiento, transporte y almacenamiento de los componentes objetales; el control del ruido, vibración, temperatura, humedad, aerosoles y sustancias tóxicas dentro de los límites normalizados; los niveles de iluminación adecuados a cada tipo de actividad.

## INDICES ERGONOMICOS.

Definimos como "Índice Ergonómico" la relación de adecuación que existe o debe existir entre un elemento del componente "Objeto" y su correspondiente "Factor Humano".

De acuerdo a la complejidad de cada caso, la "Ergonomicidad" del sistema sólo puede alcanzarse mediante la correspondiente adecuación de los elementos físicos del componente "Objeto" a las capacidades y limitaciones bio-psico-sociales de los usuarios.

Ejemplos de Índices Ergonómicos.

### "Índice Anatómico"

La relación entre las formas de mangos, asas, palancas, asientos, respaldos, pedales, y las correspondientes formas de las partes del usuario que

entran en relación con éstas, manos, espalda, pies, al momento de la actividad y que permite una óptima sujeción, accionamiento o recibimiento de las partes del cuerpo.

\*\*Índice Antropométrico\*\*

Grado de adecuación entre las dimensiones físicas de un objeto (altura, anchura, profundidad, etc.) y las dimensiones (estructurales o funcionales) de las partes del cuerpo del usuario que entran en contacto directo con ellas durante el funcionamiento del sistema.

\*\*Índice Biomecánico\*\*

De la misma manera, la relación que hay entre la resistencia que ofrece una palanca y las capacidades de ejecución de fuerza del brazo de los usuarios.

\*\*Índices Fisiológicos\*\*

Grado de adecuación entre el gasto calórico que demandan las actividades a realizar en un sistema y las capacidades y limitaciones energéticas de los usuarios, y a la protección y correcto funcionamiento de su metabolismo.

\*\*Índices Psicológicos\*\*

Relación de adecuación entre tamaño, forma, color, textura, contraste, iluminación, colocación espacial, orden lógico, de un Dispositivo de presentación de información, de un panel de controles, de un objeto o de un espacio, a las características de percepción visual, auditiva, o táctil de los usuarios potenciales.

\*\*Índices Psicofisiológicos\*\*

Adecuación entre la cantidad y la calidad de los estímulos que recibe el usuario y sus tiempos de reacción y adaptación a los mismos.

\*\*Índices Higiénicos\*\*

Adecuación entre las características físico-químicas del medio ambiente y los umbrales de tolerancia de seguridad del usuario.

\*\*Índices Socio-culturales\*\*

Relación de adecuación entre los valores semánticos, sintácticos, folklóricos, religiosos, políticos, filosóficos, etc. representados en el objeto y los de los usuarios.

PUESTO DE TRABAJO : Zona dotada de medios técnicos necesarios

para realizar una actividad laboral por un operador o grupo de operadores que cumplen conjuntamente un trabajo u operación.

**PUESTOS DE TRABAJO :**

- |                 |              |                |
|-----------------|--------------|----------------|
| - Manuales      | Individuales |                |
| - Mecánicos     | Colectivos   | Especializados |
| - Automatizados | Universales  | Especiales     |

**POSTURA PRINCIPAL :**

Disposición recíproca más frecuente y preferible de los miembros del cuerpo al cumplir las operaciones y acciones que demanda el sistema.

**POSTURA NORMAL :**

En la posición de pie, postura en la cual el hombre no tiene que inclinarse hacia adelante más de 15 grados. Las inclinaciones hacia atrás y hacia los lados son indeseables. Es preferible evitar las posturas laborables fijas durante mucho tiempo al trabajar de pie.

**CAMPO MOTOR :**

Espacio del puesto de trabajo, con los órganos de mando y otros medios técnicos, en el que se realizan las acciones motoras del hombre para cumplir con las tareas.

**ZONA DE ACCESO MAXIMO :**

Parte del campo motor limitada por los arcos de movimiento que describen los brazos extendidos al máximo al moverse en la articulación escapulo-humeral.

**ZONA DE ACCESO FACIL :**

Parte del campo motor limitada por los arcos que describen los brazos relajados al moverlos en la articulación escapulo-humeral.

**ZONA DE ACCESO OPTIMA :**

Parte del campo motor limitada por los arcos que describen los antebrazos al moverlos manteniendo apoyada la articulación del codo.

## CAMPO INFORMATIVO :

Espacio del puesto de trabajo que incluye los medios instalados de representación de la información y otras fuentes de datos utilizados por el operador en el proceso de la actividad laboral.

## ZONA OPTIMA DEL CAMPO INFORMATIVO :

Parte del campo informativo que asegura la mejor percepción de la información.

## LOS CAMPOS CLASICOS DE INVESTIGACION Y APLICACION.-

### 1.- ESTUDIO DE PROCESOS Y ESTADOS.

#### 1.1.- PROCESOS FISICOS

1.1.1.- Anatómicos : Formas particulares : Estáticas, Dinámicas.

Formas generales : Biotipología.

1.1.2.- Antropométricos : Dimensiones estructurales.  
Dimensiones funcionales.

1.1.3.- Biomecánicos : Palancas musculo-esqueléticas,  
Momentos-fuerza.

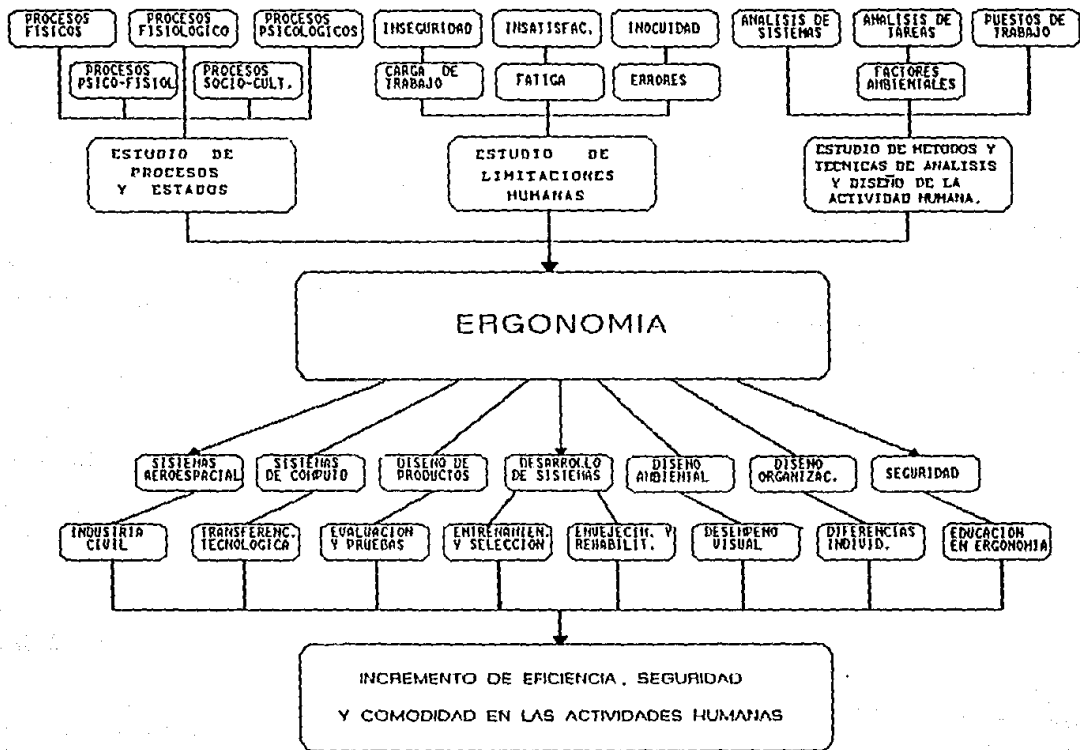
#### 1.2.- PROCESOS FISIOLÓGICOS

1.2.1.- Mecanismos sensoriales: Visión, Audición, Tacto,  
Temperatura.

1.2.2.- Funcionalidad respiratoria : Capacidad vital.  
Vol. Max. Por seg.

1.2.3.- Metabolismo muscular : Potencia aeróbica  
Potencia anaeróbica  
Rendimiento fisiológico gral.  
Actividad mioeléctrica.  
Coste fisiológico de activ.  
Bioretroalimentación.





### 1.3.- PROCESOS PSICOLOGICOS

- 1.3.1.- Fenomenos perceptuales : Visuales, auditivos, tactiles.
- 1.3.2.- Procesos cognoscitivos: Procesamiento de información.  
Mecanismos de mediación.  
Toma de decisiones.
- 1.3.3.- Procesos de aprendizaje: Habilidades  
Conocimientos  
Destrezas.

### 1.4.- PROCESOS PSICO-FISIOLOGICOS

- 1.4.1.- Tiempo de reacción visual - motriz
- 1.4.2.- Tiempo de reacción auditiva - motriz
- 1.4.3.- Adaptación.

### 1.5.- PROCESOS SOCIOCULTURALES

- 1.5.1.- Hábitos
- 1.5.2.- Creencias
- 1.5.3.- Gustos
- 1.5.4.- Costumbres
- 1.5.5.- Valores

## 2.- ESTUDIO DE LIMITACIONES HUMANAS

- 2.1.- Carga de trabajo físico
- 2.2.- Carga de trabajo mental
- 2.3.- Fatiga
- 2.4.- Error humano
- 2.5.- Incomodidad

2.6.- Inseguridad

2.7.- Insatisfacción

2.8.- Inocuidad

### 3.- ESTUDIO DE METODOS Y TECNICAS DE ANALISIS Y DISEÑO DE LA ACTIVIDAD HUMANA.

3.1.- Análisis de sistemas

3.2.- Análisis de tareas

3.3.- Diseño de puestos de trabajo

3.4.- Optimización ergonómica de objetos - artefactos

3.5.- Controles de seguridad

3.6.- Factores ambientales

### 4.- CAMPOS DE APLICACION.

#### SISTEMAS AEROESPACIALES:

Aplicación de los factores humanos al desarrollo, diseño y operación de sistemas persona - máquina en el ambiente de la aviación y el espacio, tanto civil como militar.

#### ENVEJECIMIENTO:

Aplicación de los factores humanos apropiados al conjunto de necesidades de los ancianos y otras poblaciones especiales en una amplia variedad de situaciones de la vida.

#### COMUNICACIONES:

Centra su interés en todos los aspectos de los factores humanos aplicables a los sistemas de comunicación, desde la determinación inicial de las necesidades de los usuarios hasta el diseño, instalación, mantenimiento, operación, evaluación de campo, selección de personal y su entrenamiento. Incluyendo telecomunicaciones, comunicación humana, y comunicaciones basadas en sistemas computarizados.

### SISTEMAS COMPUTARIZADOS:

Aspectos de los factores humanos relacionados con los sistemas computarizados interactivos, incluyendo las funciones básicas del sistema, el hardware, software y la interfase del usuario, el ambiente del procesamiento de datos, selección y capacitación del personal, y desarrollo de software.

### PRODUCTOS DE CONSUMO:

Aplicación de factores humanos y diseño industrial al diseño y desarrollo de productos usados por los consumidores. Incluye bienes de consumo masivo, equipo de oficina, y aspectos relacionados. La producción de equipo militar e industrial no se incluye.

### PROFESIONALES DE LA EDUCACION:

Educación y entrenamiento de especialistas en factores humanos. Se incluye orientación de los grados, necesidades de educación continuada, técnicas, currículum y fuentes de información.

### DISEÑO AMBIENTAL:

El interés se centra en aquellos aspectos de los factores humanos relacionados con ambientes físicos construidos, incluyendo aspectos del diseño arquitectónico y de interiores en casas, oficinas, y locales industriales.

### FORENSES PROFESIONALES :

Aplicación de los conocimientos y técnicas de factores humanos a los "estándares de seguridad y responsabilidad" establecidos a través de los sistemas legislativos y judiciales. El énfasis está en proporcionar una base científica para tópicos que serán interpretados por la teoría legal.

### ERGONOMIA INDUSTRIAL :

Aplicación de datos ergonómicos en locales industriales civiles. El área de concentración es el servicio y los procesos de producción y manufactura, no así el diseño de producto.

### TRANSFERENCIA INTERNACIONAL DE TECNOLOGÍA:

Aplicación de los factores humanos para facilitar la transferencia de tecnología apropiada y la implementación de tecnología existente en los países en vías de desarrollo. El enfoque del área inicial es el análisis de necesidades, ajuste tecnológico, entrenamiento transcultural y la transferencia organizacional y gerencial.

## DISEÑO ORGANIZACIONAL Y ADMINISTRATIVO :

Incremento de la productividad y la calidad de la vida en el trabajo a través de la integración de los factores psicosociales, culturales y tecnológicos con los factores de la interfase del usuario (ejecución, aceptación, necesidades, limitaciones) en el diseño de empleos, puestos de trabajo, organizaciones y sistemas administrativos relacionados.

## DIFERENCIAS INDIVIDUALES Y DE PERSONALIDAD EN EL DESEMPEÑO HUMANO.

Estudio de las características de las diferencias individuales y de personalidad que influyen en la comprensión y predicción del desempeño humano en cualquier área de investigación o aplicación de los factores humanos.

## SEGURIDAD :

Investigaciones y aplicaciones relacionadas con los factores humanos para la seguridad en todos los lugares y las personas que los utilizan, incluyendo transporte, industria, ejército, oficinas, edificios públicos, recreación y ambientes domésticos.

## DESARROLLO DE SISTEMAS :

Identificación e integración del papel de los factores humanos en la adquisición de sistemas mayores o de gran escala.

## EVALUACION Y PRUEBAS :

Discusión e intercambio de metodologías y técnicas de evaluación y pruebas que los investigadores y practicantes de todas las áreas de factores humanos han desarrollado.

## ENTRENAMIENTO Y CAPACITACION :

Optimización y generalización de los métodos y técnicas de capacitación y entrenamiento de personal a todos los niveles.

## DESEMPEÑO VISUAL :

Investigación y aplicación de todos los aspectos de la visión que afectan el desempeño en los sistemas Usuario-Máquina.

1) Naturaleza y contenido de la información visual y el contexto en que es desplegada.

2) Física y psicofísica de los indicadores de información.

- 3) Percepción y representación cognitiva e interpretación de la información desplegada.
- 4) Efectos de la carga de trabajo.
- 5) Acciones y comportamientos que son consecuencias de la información visualmente desplegada.

## METODO GENERAL DE ANALISIS ERGONOMICO.

### Introducción

En tanto que la Ergonomía estudia las relaciones que se establecen entre el hombre, los objetos y el entorno durante la actividad humana, elementos que configuran una complicada red de interacciones, difícil de analizar mediante enfoques unidimensionales y reduccionistas, es necesario disponer desde un principio del análisis, de un punto de vista amplio, macrodescriptivo y sistémico que nos permita una visión clara del campo problemático estudiar, a fin de poder delimitar en forma más precisa, las características generales y particulares del sistema en estudio, y así proceder a la implementación de medidas preventivas o correctivas para la optimización ergonómica del mismo en forma integral.

En primer lugar es necesario dejar bien claro que el objetivo último y más general del análisis ergonómico debe ser la MAXIMIZACION DE LA EFICIENCIA DE LA ACCION, es decir, se trata de encontrar la mejor manera de lograr los objetivos del sistema Hombre-Objeto-Entorno (H-O-E) mediante el mejor método de realizar la actividad humana con las mejores características de interacción del objeto, y propiciando las mejores condiciones para el bienestar humano.

En este sentido, la Ergonomía funciona como una potente herramienta de diseño, o aún más, como un METODO DE DISEÑO DE LA ACTIVIDAD HUMANA.

Dentro de la metódica del diseño, es decir dentro de la configuración de elementos teóricos, metodológicos y técnicos que el diseñador organiza y utiliza en su trabajo, para abordar un problema de diseño e intentar su solución, el enfoque ergonómico está presente desde un principio ya que los elementos iniciales, fundamentales, que conforman la problemática del diseño, son los mismos que en la problemática ergonómica, esto es, el sistema H-O-E.

Desde un punto de vista amplio, el diseño industrial tiene como objeto de estudio los objetos-artefactos del tipo interfase, es decir, aquellos objetos de uso directo humano. De allí que en principio, la problemática del diseño esté constituida por una actividad práctica que tienen que realizar un grupo de usuarios y para la cual es necesario auxiliarse de un objeto adecuado que se la facilite y eficiente. Más allá de estos primeros elementos, el diseño industrial debe buscar la mejor forma de producir industrialmente el objeto tal, en términos de materiales y tecnologías apropiadas, dotándolo al mismo tiempo de un aspecto formal cuyo valor estético se ubique dentro del contexto socio-cultural de los usuarios, ya sea reafirmando o produciendo nuevos valores.

De esta manera, al iniciar el análisis de la problemática del diseño, se está iniciando al mismo tiempo el análisis de la problemática ergonómica, en donde uno de los primeros pasos a realizar será el análisis, discusión y crítica de los objetivos de la actividad en cuestión, y el esclarecimiento de sus repercusiones a nivel individual, social, económico y cultural, para pasar luego al análisis y optimización de la actividad misma y de las ayudas materiales ( el objeto-artefacto a diseñar) mas adecuadas para la misma.

Los lineamientos metodológicos más importantes para el análisis ergonómico se presentan a continuación.

## ETAPAS GENERALES DEL ANALISIS ERGONOMICO.

- 1.- Análisis y delimitación del sistema H-O-E.
- 2.- Descripción de la(s) Tarea(s).
- 3.- Asignación de funciones/operaciones.
- 4.- Descripción de las operaciones humanas.
- 5.- Identificación de Exigencias Humanas generales y para cada operación.
- 6.- Indices ergonómicos implicados.
- 7.- Propuestas de adecuación ergonómica.
- 8.- Comprobación experimental o por simulación.
- 9.- Presentación y discusión de resultados.

## I.- ANALISIS Y DELIMITACION DEL SISTEMA H-O-E .

Definición:

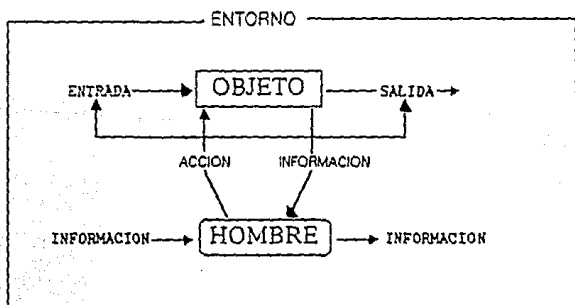
**Sistema Hombre-Objeto-Entorno :**

Conjunto de componentes relacionados entre sí de manera recíproca e interdependiente, en donde cuando menos uno de los elementos es un ser humano y cuando menos otro de ellos es un objeto-artefacto. El sistema funciona para alcanzar ciertos objetivos que pueden ser explícitos o implícitos, y está afectado por un determinado número de factores ambientales del contexto donde se encuentra inmerso.

El sistema en sí responde a las características generales de la Teoría General de Sistemas, es decir, los componentes y elementos pueden ser clasificados en un gradiente de complejidad y generalidad y funcionan dentro de un contexto interactivo Suprasistema-sistema-subsistema.

En una situación de trabajo, el problema de la primera parte del análisis consiste en poder describir los límites del sistema principal, objeto de estudio, ubicarlo en el contexto mayor, (Suprasistema) y descubrir sus elementos (subsistemas) y relaciones internas, a fin de captar objetivamente sus características generales y particulares, y la significación funcional de sus acciones elementales.

Para tales efectos se recomienda la utilización del modelo general de sistema H-O-E propuesto por los principales teóricos de la ergonomía y que se expone a continuación :





## EXPLICACION :

Los elementos del sistema funcionan para lograr una finalidad común que puede ser:

(a) la transformación de un material mediante una máquina, herramienta, u objeto-artefacto (cortar, pulir, ensamblar, pintar, cocer, cocinar, etc.).

(b) el transporte de objetos, materiales o personas, (cajas, piezas, otros seres humanos, etc.)

(c) el logro de un estado físico, mecánico, químico, etc. en un componente, elemento o material, (apretar, soltar, calentar, enfriar) o biológico, psicológico o sociocultural en una persona o grupo de personas (descansar, ejercitar, divertirse, educarse, aprender, contemplar, etc.)

(d) la obtención de un producto de trabajo intelectual (Hojas manuscritas, mecanografiadas, dibujos, planos, pinturas, etc.)

(e) Una combinación de las anteriores alternativas.

Todos estos objetivos de los sistemas y otros que podrían plantearse, deben de ser susceptibles de ser cuantificados ó evaluados, mediante procedimientos operativos que permitan un mínimo de objetividad y reproducibilidad, es decir, se debe implementar un sistema de medición cualitativo o cuantitativo que permita que otros investigadores puedan observar los mismos resultados en situaciones similares.

Por ejemplo:

- Mediciones electromiográficas que demuestren las diferencias de actividad muscular en las diversas situaciones de interacción con el objetos o con diversos objetos durante la actividad del sistema H-O-E.

- Cuantificación de movimientos de un grupo de personas en un determinado mobiliario durante su uso, como indicativo de la relación comodidad-incomodidad de los usuarios. (Mediante técnicas de observación sistemática, filmación, fotografía, etc.)

- Cantidad de material transportado, piezas soldadas, ensambladas, pegadas, etc. por unidad de tiempo, con una herramienta o máquina determinada.

- Cuestionarios y test para evaluación de situaciones de comodidad, seguridad, agradabilidad, etc. de un grupo de usuarios de objetos-artefactos.

- Número de accidentes, incapacidades, situaciones de riesgo, incidentes críticos, ausentismo, etc. debido al uso de una herramienta, máquina, puesto de trabajo, etc.

Descripción de los elementos del sistema :

**ENTRADA(S) :** Las entradas al sistema pueden ser materias primas o elementos a transformar mediante la acción del sistema; estados iniciales de una situación dada, o estados iniciales del ser humano en cuestión, que se van a modificar mediante el funcionamiento del sistema.

Ejemplo : Tablas o trozos de madera que van a ser fragmentados, pulidos o cepillados con la herramienta correspondiente.

- Un estado de fatiga en un ser humano, que va a ser eliminado mediante el descanso en una silla, sillón, cama, etc.

- Una cantidad de material sólido, líquido o en otro estado, que va a ser envasado y/o transportado.

- La información que se utiliza como materia prima para transformarla en texto, discursos, dibujos, planos, figuras, etc., y las informaciones relativas al estado de la materia prima en general en los otros casos.

**EL OBJETO :** (o los Objetos) : Estructura, materiales con que está constituido, dimensiones, principios de funcionamiento, aspectos críticos, riesgos conocidos, órganos de mando y señalización.

Cuando se trata del proceso de rediseño de un objeto, deben analizarse las características esenciales del objeto actual, resaltar sus ventajas y poner en evidencia sus deficiencias en términos de la interacción con el usuario.

Cuando no existe un objeto material con el cual desarrollar la actividad humana, debe iniciarse por el análisis de la función principal que se quiere desarrollar, es decir con el análisis del mecanismo mediante el que se va a lograr el objetivo principal del sistema, para luego pasar a la asignación de funciones y operaciones entre el componente humano y el componente objetual.

**SALIDAS:** Características del producto transformado o estado logrado, desechos, elementos reciclados, etc.

**EL HOMBRE :** Edad, sexo, características antropométricas, fisiológicas, psicológicas y socioculturales de la población usuaria. Misión confiada al hombre en el sistema.

**LAS INFORMACIONES** : Relativas a la máquina, a las entradas, a las salidas; las comunicaciones interpersonales durante el funcionamiento del sistema ; distinguir entre información verbal, información por señales codificadas, y por indicios.

**LAS ACCIONES** : Sobre la máquina, sobre las entradas, sobre las salidas. Distinguir entre acciones manuales o con instrumentos simples y acciones transmitidas por un dispositivo de mando.

**EL ENTORNO** : Características del medio ambiente que de alguna manera podrían influir sobre el funcionamiento del sistema :

Condiciones de iluminación, Temperatura, humedad, ruido, presión, vibración, partículas aéreas, sustancias volátiles, colores, etc.

#### Ubicación del sistema en el contexto (Suprasistema).

Todo sistema pertenece a un suprasistema, el cual tiene sus propios objetivos ubicados a un nivel de generalidad mas amplio.

En muchas ocasiones, estos objetivos determinan en gran medida los objetivos del sistema analizado, por lo que es necesario analizar y describir estos objetivos suprasistémicos y ubicar el sistema analizado dentro de éstos.

Lo anterior puede lograrse mediante el uso de un diagrama de bloques que describa los objetivos generales del suprasistema, los objetivos particulares del sistema, y los objetivos específicos de los subsistemas elementales, para tener una comprensión más completa de nuestro trabajo. (Fig. No. 5)

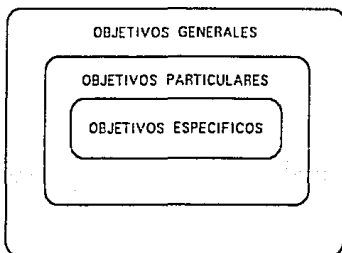


Figura No. 5.-

De la misma manera, es necesario ubicar al sistema como parte de los elementos del suprasistema, mediante otro diagrama de bloques que permita la localización de cada operación sobre el producto, dentro del proceso total de

transformación, indicando el flujo del proceso, las partes del equipo, entorno o instalaciones implicadas en cada operación y el personal implicado en las ejecuciones de cada tarea. (Fig. No. 6 ).

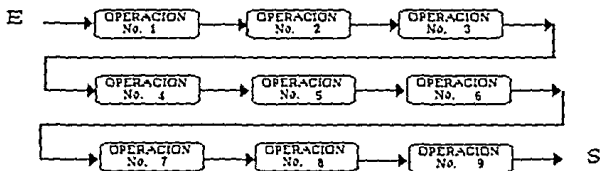


Figura No. 6.-

Mediante el análisis del esquema de proceso es posible obtener datos sobre la estructura del campo de actividades y descubrir exigencias relacionadas con :

- La situación del sistema elemental en el proceso.
  - a) ordenamiento lógico de las etapas.
  - b) Perturbaciones en las líneas de comunicación y flujo del proceso.
  - c) Colocación estratégica de la maquinaria, equipo, ayudas materiales.
- La parte del campo de trabajo que corresponda al sistema elemental:
  - a) Numero de transformaciones a realizar.
  - b) Zona de control a cubrir.
  - c) Importancia de las transformaciones.
- Naturaleza de los medios físicos de que dispone el sistema elemental :
  - a) Máquinas e instalaciones que manejar.
  - b) Utensilios y herramientas manuales.
  - c) Ambiente de trabajo ( Calor, ventilación, iluminación, ruido, vibración, etc. )

## 2.- DESCRIPCION DE LA TAREA.

La tarea es un conjunto de condiciones de ejecución de un trabajo o actividad dada para lograr un objetivo dado según un conjunto de datos que se exigen.

Una vez que se tienen los esquemas del sistema H-O-E y de su ubicación en el contexto que le corresponde, se procede a realizar una descripción de las operaciones que son necesarias llevar a cabo para cumplir con los objetivos del proceso.

Esta descripción es una narración detallada de las actividades concretas de un operador en su puesto de trabajo o de un usuario con un objeto-artefacto. Cuando no existe puesto de trabajo fijo o se trata del manejo de una simple herramienta u objeto-artefacto, la narración da cuenta de de los movimientos, posturas y acciones que son necesarios al operador para realizar su trabajo o actividad.

### 3.- ASIGNACION DE FUNCIONES/OPERACIONES.

En el proceso de diseño de un sistema H-O-E, la descripción de la tarea debe realizarse en términos de las operaciones necesarias para lograr los objetivos del mismo, esto es, describiendo la actividad u operación que se va a realizar sobre el insumo en cada parte del proceso de transformación independientemente de como o quién la va a realizar. Por ejemplo, si se trata de un extractor de jugo para cítricos, una operación lógica será la de lavar, otra la de partir y otra la de extraer el jugo del cítrico en cuestión. Cada una de éstas operaciones puede ser realizada tanto por el hombre directamente, como también puede plantearse la alternativa de que sea la máquina u objeto el que lo haga. Esto dependerá por supuesto de los objetivos particulares del sistema, de los objetivos generales del suprasistema y de la factibilidad técnico-tecnológica de que se disponga en el momento y lugar histórico-concreto.

Esto dará la oportunidad de que se aprovechen al máximo las capacidades y potencialidades humanas, y de suplir con los mecanismos apropiados las limitaciones del mismo, buscando siempre cumplir con los objetivos de la Ergonomía de maximizar la eficiencia de la acción dentro de un elevado nivel de bienestar humano.

La siguiente lista de capacidades y limitaciones tanto del hombre como de la máquina dará una idea aproximada de los recursos disponibles para obtener múltiples combinaciones con ellos:

#### HOMBRE

##### Principales capacidades :

- Detecta ciertas formas de energía a niveles muy bajos.
- Sensible a una extensa variedad de estímulos.
- Detecta señales en altos niveles de ruido.
- Capacidad para retener grandes cantidades de información.
- Habilidad para recordar los hechos pertinentes en momentos adecuados.

- Capacidad para discernir cuando un acontecimiento no está completamente definido.
- Capacidad de improvisación y de adaptación.
- Capacidad de reacción ante eventos inesperados.
- Capacidad creativa para solucionar problemas.
- Capacidad para aprovechar su experiencia y alterar el curso de una acción.
- Razonamiento inductivo.
- Creación de métodos y conceptos.

Principales Limitaciones :

- Fuerza muscular limitada.
  - Velocidad y arcos de movimiento limitados.
  - Tiempo de trabajo muscular y mental limitados.
  - Lentitud en la respuesta a estímulos externos.
  - Lentitud en el manejo de información interna.
  - Sólo puede ejecutar una actividad a la vez.
  - Muy sensible a factores externos.(Luz, Calor, Humedad, ruido, etc.)
  - Sensible a la rutina y repetición extremas.

## MAQUINA

Capacidades :

- Ejecuta operaciones de rutina repetitivas y muy precisas.
- Responde rápidamente a señales de control.
- Gran capacidad de ejecución de fuerza, uniforme y precisa.
- Gran rapidez en la ejecución de cálculos complejos con alta precisión.
- Almacena y recuerda grandes cantidades de información temporalmente y puede desecharla completamente.
- Sensible a estímulos más allá de la capacidad humana. (Infrarrojos, ultravioletas, microondas, etc. )
- Efectúa varias actividades al mismo tiempo.
- Insensible a factores extraños dentro un amplio rango.
- Capacidad para repetir operaciones de la misma manera, muy rápidamente y continuamente durante largos períodos.
- Funciona en medios ambientes hostiles al hombre. (Temperatura, Humedad, presión, ruido, ).

Limitaciones :

- No puede tomar decisiones.
- No puede modificar sus instrucciones.
- No puede cambiar el rumbo de una acción emprendida.
- No es autosuficiente.

- Responde siempre igual al mismo estímulo.
- No puede producir respuestas nuevas.
- No puede responder a situaciones inesperadas.

#### 4.- DESCRIPCION DE LAS OPERACIONES HUMANAS.

Una vez que se han asignado tanto al hombre como al objeto- máquina, las funciones y operaciones apropiadas a sus capacidades y limitaciones generales, es preciso realizar un análisis de las operaciones que serán realizadas por el usuario-operador(es) a fin de estudiar cada una de ellas y tratar de diseñar, en base a un estudio de Factores Humanos, cual es la mejor manera de realizar cada operación, cada actividad, cada acción que el hombre tenga que ejecutar durante el funcionamiento del sistema.

El objetivo de éste análisis será desarticular cada operación humana en sus correspondientes actividades y acciones hasta obtener un cuadro descriptivo en forma secuencial, lo que permitirá tomarlas por separado y también en forma global para determinar las exigencias ergonómicas de cada una de ellas y de la operación completa. (Figura No.7 )

OPERACION	ACCION	ENIGENCIA HUMANA
ENCENDIDO	Localizacion visual	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Elemento de Control dentro del Campo visual Normal.</li> <li>- Características formales discriminativas en forma significativa para el operario.</li> </ul>
	Activacion Manual	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Control dentro del Campo Motor Normal del Usuario.</li> <li>- Correspondencia Anatómica .</li> <li>- Correspondencia Antropométrica.</li> <li>- Esfuerzo de activación dentro de capacidad de fuerza del usuario.</li> <li>- Dirección de giro o activación adecuada a estereotipos de usuarios.</li> </ul>

Figura No. 7.-

## 5.- IDENTIFICACION DE EXIGENCIAS HUMANAS.

Se definen como "Exigencias humanas", las condiciones en que es posible realizar una actividad o acción con los más altos niveles de seguridad, eficiencia y comodidad.

Aquí el concepto de eficiencia está relacionado directamente con la acción del usuario, del operador, y no con toda la eficiencia del sistema completo. Así, a partir de la descripción de las operaciones humanas y con ayuda de técnicas de observación sistemática, tales como fotografías, video, cine, es posible profundizar y detallar en aquellas conductas, movimientos, esfuerzos, posturas, que el operador realiza durante su desempeño en el sistema y que se consideren inapropiadas desde el punto de vista ergonómico.

Para determinar lo apropiado o inapropiado de una acción ejecutada por el usuario, es necesario apoyarse en los resultados de las investigaciones que sobre el particular existan en los textos, manuales, y revistas especializadas de ergonomía y de sus ciencias auxiliares, o disciplinas fuente. Por ejemplo, si del análisis de operaciones resultó que el usuario debe permanecer en posición sedente durante la mayor parte del desarrollo de las tareas, se hace necesario disponer de toda la información que se pueda sobre las particularidades de la posición sedente, sus diferentes tipos, sus efectos, consecuencias, etc., a nivel físico, fisiológico, psicológico y hasta sociocultural, así como las diversas recomendaciones que sobre esta postura hacen los estudiosos del tema.

Esta información que podríamos llamar "teórica", es la base que orientará el curso del análisis, dotará de "criterios ergonómicos", (es decir diversas recomendaciones sobre la mejor manera de funcionamiento humano en determinada situación) y sugerirá posibilidades de adecuación o adaptación de los elementos físicos del sistema al usuario, a fin de obtener los mejores resultados.

El análisis de las exigencias humanas puede sistematizarse de la manera siguiente :

**EXIGENCIAS FISICAS :** Posturas que podrían producir fatiga, incomodidad, dolores, accidentes articulares.

**Factores Anatómicos:** Adecuación de las formas físicas de los objetos a las formas físicas de las partes del usuario con las que entren en contacto.

**Factores Antropométricos:** Adecuación de las dimensiones de sillas, superficies de trabajo, mandos, controles, etc. a las dimensiones estructurales y funcionales de los usuarios.



**EXIGENCIAS FISIOLÓGICAS :** Esfuerzos dinámicos: desplazamientos a pie, transporte de cargas, levantamientos, miembros afectados por los esfuerzos, reparto de las fuerzas entre los miembros, sentido de los esfuerzos (empujar, estirar, levantar, bajar.)

Esfuerzos estáticos: Altura o alejamiento del plano de trabajo, altura o alejamiento de la toma de piezas y herramientas.

Gasto Energético: Perfil del coste fisiológico de un puesto de trabajo o actividad determinada.

**EXIGENCIAS SENSORIALES :** Indicadores utilizados : visuales, auditivos, táctiles. Variedad de los soportes físicos (color, grafismos, contrastes, timbres, palabras, texturas, etc.) Frecuencia de las señales, dimensión, intensidad y enmascaramientos. Gradientes de intensidad a percibir.

Campo visual del operador. interferencias posibles, relación indicador-ojo.

**EXIGENCIAS SENSOMOTORAS:** Número y variedad de mandos. Posición y distancia relativa de mandos y señales sociados. grado de correspondencia entre movimiento de la señal y movimiento del mando asociado, grado de precisión de la acción sobre el mando. Disposición de los mandos, secuencia y cronología de su utilización. Correspondencia entre la forma de los mandos y su función, grado de compatibilidad.

**EXIGENCIAS AMBIENTALES :** Nivel de iluminación directa e indirecta, reflejos, deslumbramientos, enmascaramientos. Nivel de ruido y vibración; partículas aéreas, sustancias tóxicas, humedad, temperatura, ventilación.

**EXIGENCIAS SOCIOCULTURALES :** Hábitos, costumbres, valores, creencias, aspectos idiosincráticos y folklóricos. El respeto a las formas de pensamiento y conducta de los usuarios es uno de los aspectos menos estudiados en ergonomía, más no por eso deja de ser importante, ya que en la mayoría de ocasiones, de éstos aspectos depende en gran parte la sensación de comodidad tanto física como psicológica de los usuarios en un entorno en que " se sientan como en su casa ".

La identificación de exigencias humanas supone un amplio conocimiento de las capacidades y limitaciones del usuario potencial que sólo puede obtenerse a través del estudio y análisis crítico de las investigaciones y aportaciones que los especialistas en ergonomía y en las diversas disciplinas que la forman, realizan a través de textos, manuales y revistas periódicas, así como también mediante la realización de pruebas, simulaciones o experimentos realizados por el analista en base a su experiencia o a las demandas propias de la tarea en general.

El uso de un cuadro esquemático como el de la Fig. No. 7 dará una idea más clara de como realizar el análisis de operaciones y la identificación de exigencias humanas, que una vez agotado, permitirá la realización de las adecuaciones necesarias a fin de optimizar cada uno de los índices ergonómicos que son la base material de la ergonOMICIDAD del sistema.

## 6.- ADECUACIONES ERGONOMICAS.

Definimos como "Índice Ergonómico" la relación de adecuación que existe o debe existir entre un elemento del componente "Objeto" y su correspondiente "Factor Humano".

De acuerdo a la complejidad de cada caso, la "Ergonomicidad" del sistema sólo puede alcanzarse mediante la correspondiente adecuación de los elementos físicos del componente "Objeto" a las capacidades y limitaciones bio-psico-sociales de los usuarios. Así, al grado de adecuación entre las dimensiones físicas de un objeto (altura, anchura, profundidad, etc.) y las dimensiones de las partes del cuerpo del usuario que entran en contacto directo con ellas durante el funcionamiento del sistema se le llama "Índice Antropométrico".

De la misma manera, la relación que hay entre la resistencia que ofrece una palanca y las capacidades de ejecución de fuerza del brazo de los usuarios, constituye un "Índice Biomecánico".

El proceso de optimización ergonómica se constituye en este punto, en el proceso de adecuación de las características formales, dimensionales, mecánicas, y comunicativas del objeto a las características anatómicas, antropométricas, fisiológicas, psicológicas y socioculturales de los usuarios durante el funcionamiento de tal sistema.

La etapa de identificación de exigencias humanas permite la separación de cada uno de éstos índices para trabajarlos en forma particular e ir logrando la óptima adecuación de cada uno de ellos. Un ejemplo del proceso de adecuación se expone a continuación, en el entendido que la metodología y los criterios utilizados aquí, son comunes a todos los demás índices.

## PROCESO DE ADECUACION ERGONOMICA.

*Nota: Entre el concepto de "Adecuación" y el de "Adaptación" se prefiere el primero dado que su significado semántico se refiere más al proceso de lograr un ajuste, correspondencia o armonía satisfactoria entre dos o más partes que funcionan juntas, que al proceso de realizar modificaciones internas o externas en un individuo o grupo para responder a las exigencias de un medio social, biológico o psicológico, externo a tal individuo o grupo, al que se refiere el concepto de adaptación.*

Cuando se habla de adecuación del objeto a las características del usuario, el término "usuario" es siempre un grupo de personas eventualmente numeroso o pequeño, pero cuya principal característica es la variabilidad, esto es, las diferencias individuales de cada persona dotan al grupo de una amplia variedad de valores en cada una de las características humanas a las que se tiene que adecuar el objeto, por tanto, cada característica del objeto debe responder a cada una de las exigencias humanas del grupo en cuando menos el 90% de sus valores. Se acostumbra eliminar un 5% de los valores a cada uno de los extremos por el incremento en dificultad y en costo que representaría tomar el 100% de los valores de una población para realizar una adecuación de este tipo. Piénsese en la dificultad de diseñar una silla para un enanito de circo de 50 cms. de estatura y que al mismo tiempo se acomodara a un jugador de basquet-ball de 210 cms. A estas personas especiales se les diseña también especialmente sus objetos.

#### Adecuación a Factores Antropométricos y Perceptuales.

Tomando como ejemplo lo expuesto en la fig. No. 7, la operación de encendido consta de la acción de percibir el control para cuyo efecto debe localizarse éste dentro del campo visual normal del operador, si éste se encuentra sentado, la altura visual y por tanto el campo visual del mismo variarán de individuo a individuo, por lo que para garantizar que el 90% de ellos tengan acceso visual al control deberá de tomarse en cuenta la variabilidad del grupo utilizando como base los valores de los percentiles 5 y 95 de estas dimensiones; el proceso de adecuación consiste principalmente en evaluar los efectos adversos que para las personas del percentil 5, tendría una localización del control dentro de los límites del campo visual normal de las personas del percentil 95 y viceversa, la solución final estará dada por los menores efectos adversos que la adecuación de un elemento a un percentil, tenga sobre el percentil contrario.

Por ejemplo, para el caso de la localización del control de encendido, si éste queda ubicado en una parte del campo visual y motor del percentil 95 pero fuera de los límites del percentil 5, las personas mas bajas tendrán dificultad o imposibilidad de localizarlo y alcanzarlo, pudiendo afectar esto a una cantidad apreciable de usuarios ( 70% ó más ). En el caso contrario, la ubicación del control dentro del campo visual y motor del percentil 5, abarcado en su totalidad por el del percentil 95, permite al 90% de los usuarios su activación, sin ocasionar molestias notables a los usuarios de percentiles más altos. (Fig. No. 8)

#### Adecuación a Factores Fisiológicos

En el caso de la activación de una palanca, la zona de localización no sólo deberá tomar en cuenta los alcances funcionales del brazo del usuario, sino también las capacidades de fuerza del mismo a fin de que todos puedan

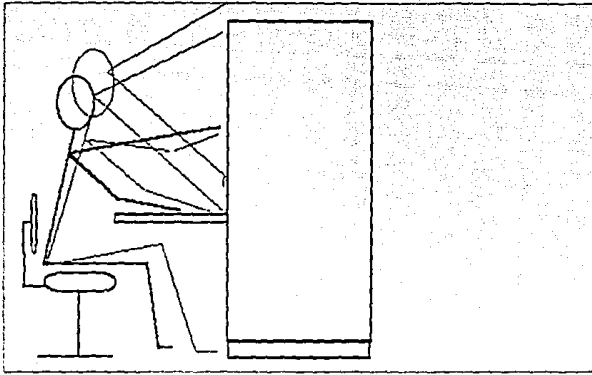


Figura No. 8.-

activarla. De esta manera la palanca deberá localizarse dentro de los arcos de movimiento de las articulaciones del codo y del hombro que permiten la mayor eficiencia en la ejecución de fuerzas de tracción y de empuje, y la palanca deberá de presentar una resistencia que no sobrepase la capacidad de todos los usuarios, lo que implica que tanto el alcance, movimiento y resistencia deberán adecuarse a los valores de los percentiles 5 de cada factor, ya que de adecuarse al percentil 95, una gran cantidad de personas no alcanzarían con comodidad la palanca y tendrían serias dificultades para moverla. (Fig. No. 9)

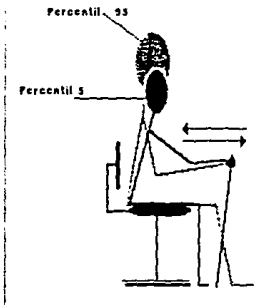


Figura No. 9.

Cada una de las acciones del operador debe someterse a este proceso de adecuación tomando en cuenta las exigencias humanas y los índices ergonómicos implicados, a fin de ir conformando las propiedades ergonómicas del objeto y la ergonomía del sistema. Una vez que se han realizado las adecuaciones de cada índice ergonómico, en ocasiones será necesario realizar adecuaciones entre dos o más índices que pudieran resultar afectados entre ellos, por

ejemplo, la determinación de la altura del asiento y la altura de la superficie de trabajo podría ser satisfactoria para el alcance funcional sobre la mesa, de los dos percentiles extremos, pero podría resultar que el espacio entre

la silla y la mesa ocasionara problemas de movimiento en las piernas del percentil 95, problemas que habria que solucionar mediante el mismo procedimiento de adecuación, esto es, evaluando las posibles alternativas de solución en términos de sus efectos adversos en los otros elementos ya adecuados y viceversa.

## 7.- EVALUACION DE ADECUACIONES ERGONOMICAS.

Las propuestas de adecuación ergonómica realizadas en el punto anterior, podríamos decir que han sido formuladas a nivel "teórico", es decir, se trata hasta este momento de la aplicación de los conocimientos, criterios y recomendaciones ergonómicas a los elementos de la interfase del sistema a fin de incrementar su eficiencia, seguridad y comodidad, sin embargo aún queda por verificar su operabilidad, es decir, es necesario avanzar a un nivel más concreto y evaluar en la práctica las bondades de nuestras recomendaciones, probar su efectividad, encontrar anomalías y corregirlas de inmediato.

En este punto resultan especialmente útiles los objetivos planteados al inicio del análisis los cuales, de estar correctamente operacionalizados servirán como variables independientes cuya medición dará validez a las propuestas de adecuación ergonómica.

Los procedimientos para evaluación y comprobación más comúnmente utilizados en ergonomía son la SIMULACION y la EXPERIMENTACION.

De hecho, cada vez que se plantean los parámetros necesarios para satisfacer una exigencia humana, debería de seguir una simulación de la acción propuesta a fin de comprobar, en una situación lo más similar a la real, la validez de la propuesta, y estar en condiciones de realizar las modificaciones necesarias en partes o subsistemas, antes de que el error pueda causar más dificultades y pérdidas de tiempo y costos extras a todo el sistema.

Se le llama SIMULACION al procedimiento en el que mediante un dispositivo especialmente diseñado se trata de producir una situación en la que la acción, operación o movimiento del usuario pueda realizarse de la manera más parecida a como se efectuara en la realidad cuando el objeto ya esté construido y en uso en los ambientes para los cuales fué diseñado.

El dispositivo especial o SIMULADOR puede construirse con materiales y estructuras baratas que reproduzcan toda o parte de la situación en que sucede la acción. Lo importante es la identificación correcta de las variables pertinentes que se pondrán a prueba.

Por ejemplo, si lo que se quiere es comprobar hasta que punto es correcta la adecuación de la altura de una superficie de trabajo para postura sedente, bastará con una lámina de madera de dimensiones suficientes para colocar los elementos de la actividad principal a realizar en la superficie, y

unos zancos, botes o bloques que nos permitan variar la altura mientras los usuarios de varias dimensiones realizan su actividad sobre la lámina. La observación directa de los efectos de las diversas alturas sobre la actividad de los usuarios y el reporte verbal o escrito de éstos mismos sobre su experiencia, son datos importantes para mejorar la adecuación de esta variable.

Por supuesto que se pueden construir simuladores que permitan reproducir más fielmente una situación dada, los límites están dados por la importancia de la acción dentro del sistema, la importancia del mismo sistema y los recursos disponibles.

La simulación es sólo un proceso simple y económico que nos puede dar información rápida sobre las características de uso de un objeto o de parte de él, a fin de tener un dato más apegado a la realidad y poder introducir modificaciones en las etapas tempranas del proyecto de diseño o del proceso de optimización ergonómica de un sistema dado, sin embargo, en ocasiones se hace necesario utilizar un procedimiento capaz de ofrecer datos con un nivel mucho más alto de validez y confiabilidad, este procedimiento es la EXPERIMENTACION .

El concepto de experimentación o Método Experimental en ergonomía tiene que ser comprendido, desde un punto de vista amplio, " como una forma particular de razonamiento que se apoya únicamente en hechos provocados para poner a prueba una hipótesis, y no en un sentido restringido a la experimentación de laboratorio " (Claude Bernard, 1980). De hecho en ergonomía, la observación, la simulación y la experimentación son inseparables, como son la fundamentación teórica y la aplicación práctica.

La elección de un método experimental en ergonomía es ante todo una elección epistemológica que descansa sobre la definición de los objetivos generales y específicos a los que se dirige el proceso de optimización ergonómica, y que es legítima a condición de que se relacione con el conocimiento teórico disponible y con la acción que pretende analizar y modificar.

En este punto, la metodología ergonómica puede devenir en investigación básica, pues a partir de aquí, existen dos tipos de solución a los problemas prácticos de aplicación a través del método experimental.

El primer tipo de solución es de carácter táctico y consiste en diseñar una experiencia AD-HOC a un problema determinado o en la utilización de un modelo conocido y específico, para analizar las relaciones entre variables y estar en condiciones de introducir modificaciones para llegar a los resultados deseados. Este tipo de solución táctica es similar a la simulación, sólo que se utilizan grupos de control y asignación de sujetos y variables bien definidas en forma aleatoria, así como se incrementa notablemente el rigor metodológico en los instrumentos de observación y recolección de datos, así como en su

tratamiento estadístico.

El segundo tipo de solución es de carácter estratégico, consiste en analizar más amplia y profundamente la situación para poder inscribir el estudio experimental en un marco teórico más estricto y hacerlo participar en la construcción de ese marco.

El elemento característico de este aspecto estratégico es la inclusión del problema en una problemática más amplia y el modo de plantearlo de manera tal, que éste pueda encontrar un solución eficaz y al mismo tiempo contribuir al perfeccionamiento del saber ergonómico. Esta vía es el vehículo efectivo entre la teoría y la práctica .

En términos generales, por EXPERIMENTACION se designa una manipulación sistemática, es decir, según un proceso sistematizado de una o más variables para provocar un fenómeno y no solamente para observarlo, con la finalidad de probar la validez de una hipótesis. Esta manipulación puede hacerse directamente en el campo o en el laboratorio; la tarea experimental puede ser real o artificial; los sujetos pueden ser los usuarios reales o sujetos voluntarios ingenuos.

La experimentación no impone necesariamente el uso de laboratorios ni la disección y reducción de las variables, pero sí una rigurosa selección de la "situación experimental" e identificación operacional de las variables pertinentes.

La experimentación con simuladores constituye una opción que intenta salvar por una parte el reduccionismo de las situaciones de laboratorio estrictas y por otra, la difícil consideración de todas las variables presentes en una situación real.

En cualquier tipo de evaluación, el empleo de los sujetos habituales o potenciales usuarios, es una de las primeras garantías elementales de la validez de los resultados.

### III.- LA ENSEÑANZA DE LA ERGONOMIA.

#### Ergonomía y Diseño Industrial.

Como se apuntó en el Capítulo anterior, la Ergonomía y el Diseño Industrial tienen muchas semejanzas como interdisciplinas de reciente creación.

Surgieron como respuesta a las crecientes necesidades de expansión y consolidación de los sistemas de producción industrial masivos. Son prácticas interdisciplinarias organizadas en torno a la resolución de los complejos problemas planteados por ese tipo de producción, distribución y consumo.

En sus inicios tuvieron serios problemas de definición teórico-metodológica y práctica.

Aunque el diseño industrial fué el primero en alcanzar un estatus de disciplina diferenciada y autónoma, al desarrollarse la ergonomía como tal, el diseño la incorpora como parte inherente a su práctica profesional, de manera que hoy en día, dos de los aspectos mas importantes que definen y diferencian al diseño industrial de otras prácticas profesionales, son particularmente las consideraciones estéticas y ergonómicas de sus productos.

Sin embargo en la mayoría de los currículos para la formación profesional de los diseñadores industriales, es muy poco el peso específico otorgado a los contenidos ergonómicos, en relación con la importancia asignada a los aspectos estéticos.

Como se señalaba desde la parte introductoria de este trabajo, la enseñanza de la ergonomía en las carreras de diseño industrial se encuentra por debajo de los que podría considerarse el óptimo en una profesión en la que el usuario es una de las más importantes consideraciones.

Ya desde el primer encuentro nacional de profesores de ergonomía realizado en la UNAM en 1984, se señalaba con sobrada razón, que los diversos programas de ergonomía en la mayoría de las carreras de diseño industrial, si bien presentaban una gran similitud respecto a sus contenidos temáticos y abarcaban gran parte de los campos clásicos de estudio de la ergonomía, las estrategias de enseñanza-aprendizaje se quedaban a un nivel más bien descriptivo y un tanto memorístico, creando en los alumnos "... la idea de que la ergonomía es un cúmulo de conocimientos que con el simple hecho de abrirlo se obtendrán las respuestas a cada uno de las interrogantes que presente una situación de trabajo, y por supuesto, como esto no sucede, se crea una frustración y un mito en torno a la ergonomía. Frustración, porque jamás



obtienen la respuesta precisa, al momento que se necesita, ya que la información en los libros es demasiado general para lo que se requiere y la que se encuentra en reportes de investigación y artículos de revista es demasiado específica..." (Sanchez M. David, 1984 ).

Otros autores apuntaban que "...por tratarse de una materia tan fundamental en la didáctica proyectual, no se justifica la gran variabilidad existente, ya sea en la carga horaria y número de créditos o en la ubicación (de la materia) en los diversos planes de estudios..." (Ivens Fontoura, 1984), ya que de 16 escuelas de Diseño Industrial encuestadas en nuestro país, el curso de ergonomía se encuentra presente prácticamente en todas, pero con una duración que va desde un seminario, o un semestre hasta todos los semestres de la carrera, y está ubicado al principio en medio o al final de la carrera, denotando con ello una imprecisa interpretación de su importancia y una ausencia de criterios curriculares y psicopedagógicos sólidos para la integración de esta disciplina con el diseño industrial.

En esta parte y con fundamento en los principios y conceptos curriculares y psicopedagógicos expuestos en el Cap. 1, vamos a desarrollar una propuesta "metodológica" para la enseñanza de la Ergonomía en Diseño Industrial.

Decimos "metodológica" en el sentido de que, en primer lugar, es una propuesta de carácter general que apunta a develar los aspectos más importantes y esenciales en la enseñanza de la Ergonomía, que necesariamente tendrá que ser adecuada a las condiciones materiales concretas de cada currículo en particular, y en segundo lugar, los contenidos concretos que aquí se plantean son parte de nuestra experiencia personal y están siendo actualizados periódicamente de acuerdo a los resultados que vamos observando y al estado de las condiciones materiales a que vamos accediendo, por lo que difícilmente podrían ser trasladados mecánicamente a otros contextos.

## Aspectos esenciales para la enseñanza de la Ergonomía en Diseño.

1.- La Ergonomía Preventiva, Proactiva o de Diseño, es parte fundamental del proceso de Diseño Industrial, es decir, no es un agregado o aditivo que se le pueda añadir al proceso o al producto de diseño en alguna de las etapas de su desarrollo o conformación, sino que es parte misma del proceso, de la práctica proyectual profesional, sin la que este proceso no sería tal. Decir Diseño Industrial no es más que una forma sintética de expresión para referirse a una actividad multi e interdisciplinaria en la que la Ergonomía es una de sus partes más importantes.

El diseñador, el proyectista, al proponer diversas alternativas de configuración de un objeto, está proponiendo al mismo tiempo, diversas

formas de configuración de la acción, de las actividades humanas, del uso que se le puede dar a tal objeto. En este sentido, ha diseñado el objeto y al mismo tiempo ha diseñado la actividad humana. Este "diseñar la actividad humana" es parte fundamental del proceso de diseño y debe hacerse desde el punto de vista ergonómico, de la misma manera que desde el punto de vista de la física se calcula y se diseña un mecanismo o se selecciona un material en base a sus propiedades, capacidades y limitaciones.

2.- Los componentes iniciales de un problema de diseño, son siempre y al mismo tiempo los componentes de la problemática ergonómica, es decir : un grupo de usuarios que tienen necesidad de realizar una actividad mediante la ayuda de un objeto-artefacto que se las facilite, y en un entorno y momento histórico determinado, por lo que el enfoque ergonómico debe estar presente desde el inicio mismo del proceso de diseño.

3.- La formación ergonómica del diseñador debe orientarse hacia el desarrollo de una actitud científico-técnica en relación a cada problema ergonómico, más que al aprendizaje de normas, datos y especificaciones.

4.- Aprender Ergonomía es aprender a pensar "ergonómicamente", es decir, desarrollar la capacidad de plantear los problemas en términos ergonómicos, y desarrollar soluciones ergonómicas auténticas, originales.

5.- Aprender a pensar "ergonómicamente" es aprender los modos propios de organización conceptual, teórica, metodológica y técnica de la ergonomía en general y de las disciplinas que la conforman.

6.- Las soluciones ergonómicas son el resultado de un amplio y profundo conocimiento de las capacidades, limitaciones y potencialidades características del usuario, durante la actividad con el objeto en particular, y de esta actividad misma, por lo que cada solución ergonómica deberá ser siempre producida por el estudiante, por el diseñador, de la misma manera en que produce su solución técnico-tecnológica, económica y formal.

7.- Todas las estrategias educativas de la formación ergonómica del diseñador deberán incluir la exigencia del trabajo intelectual productivo y creativo del estudiante sobre la información y el material de trabajo, y no su mera recepción y reproducción.

8.- Un requisito indispensable para el aprendizaje de la ergonomía en diseño es una sólida formación en el método científico.

9.- Todas las soluciones ergonómicas en diseño deberán alcanzar el nivel de Simulación y experimentación.

10.- Una sólida formación ergonómica en el diseñador industrial no significa que éste se vaya a convertir en un ergónomo profesional, como

tampoco se convierte en ingeniero mecánico por aprender de mecanismos o resistencia de materiales. Lo que se pretende es dotarlo de las herramientas conceptuales mínimas que le permitan identificar y plantear problemas ergonómicos, diseñar cursos y programas de acción, y buscar las asesorías y ayudas adecuadas para resolver de la mejor manera su problema.

## Bases para la Selección y Estructuración de Contenidos Curriculares.

El modelo básico para la selección y estructuración de contenidos curriculares está dado, en términos generales, por la propuesta de . . . . . (Furlan et al. , 1978 ).

ESTRUCTURA CONCEPTUAL	-----	ESTRUCTURA METODOLÓGICA	-----	ESTRUCTURA COGNOSCITIVA
--------------------------	-------	----------------------------	-------	----------------------------

Partiendo de la Estructura Conceptual de la disciplina en cuestión, es necesario considerar en principio, dos aspectos :

a) La Estructura Cognoscitiva de los alumnos, es decir, en términos operativos, sus maneras típicas de pensar, organizarse y expresarse (habilidades, capacidades y estilos cognoscitivos), y por otra parte los conocimientos en términos de datos, hechos, convencionalismos, tecnicismos, modelos, etc. que son necesarios para enlazar con los nuevos conocimientos, destrezas y habilidades a desarrollar en el nuevo proceso de aprendizaje.

Es lo que se llama los prerrequisitos mínimos indispensables para poder seleccionar y darles forma pedagógica a los contenidos por aprender.

Todo proceso consta de una serie de cambios, de transformaciones que se realizan en una determinada materia prima o situación con la ayuda de instrumentos y en un medio ambiente dado, con la finalidad de obtener un resultado, un producto determinado con anticipación. El estado inicial de la materia prima o de la situación, determinan los instrumentos a utilizar y los cambios a realizar en las primeras etapas del proceso.

En el campo educativo, la materia prima a transformar, es la estructura cognoscitiva de los estudiantes, por lo que es indispensable conocer su estado inicial a fin de encontrar elementos que puedan servir como enlaces para la introducción de nuevos datos, y para la puesta en marcha de nuevos o diferentes procesos cognoscitivos que resulten en el desarrollo y consolidación de las habilidades y destrezas cognoscitivas deseadas.

La Estructura Cognoscitiva de los alumnos es la que determina la cantidad y calidad de los contenidos curriculares a seleccionar de la Estructura Conceptual de la disciplina, que luego serán tratados y organizados en una Estructura Metodológica o psicopedagógica, cuya función primordial es la de facilitar la enseñanza.

b) Otra de las consideraciones importantes en la organización de la Estructura Metodológica, es la estructura curricular en la que esta inserta la disciplina objeto de enseñanza.

En este sentido, parte importante de los contenidos y estrategias de enseñanza-aprendizaje deberán ser organizados en función de la ubicación de la materia, curso, modulo o taller de diseño más elemental dentro de la estructura curricular vigente, a fin de integrar el cuerpo de conocimientos de la ergonomía al proceso de enseñanza del diseño desde su inicio.

#### Criterios para la Selección de Contenidos Curriculares.

- Los conceptos, teorías, principios, métodos y técnicas esencialmente significativos en la estructura de la disciplina.
- Los de mayor solidez epistemológica.
- Los que se encuentren disponibles en el contexto sociocultural.
- Los de mayor capacidad estructurante :

Interna : entre los otros contenidos de la misma disciplina.

Externa : Con los contenidos del currículo, tanto a nivel vertical como a nivel horizontal.

- Los que tengan mayor posibilidad de instrumentación en la práctica educativa concreta.
- Los recomendados por la experiencia de contextos educativos similares.

Atendiendo a los anteriores principios y consideraciones, los contenidos concretos o temas específicos a ser abordados, estudiados, trabajados intelectualmente y comprendidos por los estudiantes, podrán ser seleccionados de las bibliografías disponibles en nuestro medio y las que se puedan conseguir por pedidos especiales. Estos temas podrán ser abordados directamente a través de alguna de las estrategias de enseñanza-aprendizaje, o tratados previamente en forma didáctica para los alumnos.

## Las Estrategias de Enseñanza Aprendizaje.

En los procesos implicados en el aprendizaje estructurado en el aula se da la interacción maestro-alumno, en la que, el primero, por un lado, debe intentar por medio de estrategias de instrucción lograr o facilitar el aprendizaje del alumno, y éste, por medio de estrategias de aprendizaje llegar al cambio cognoscitivo. Así pues, las estrategias de instrucción (Rojas Drummond, S., en prensa) consisten en las actividades, recursos y arreglos que realiza el profesor con el objetivo antes mencionado; y, las estrategias de aprendizaje se refieren a las modificaciones en el medio y actividades que realiza el alumno también para mejorar su propio aprendizaje.

La denominación de estrategias de enseñanza-aprendizaje, implica una conceptualización en forma unida e interactuante entre sí, bajo las bases de que cuando el profesor enseña a sus alumnos estrategias de aprendizaje tiene forzosamente que hacerlo en función de determinadas estrategias de instrucción para que los alumnos se apropien de estas estrategias de aprendizaje.

A nivel de educación superior, se deja al estudiante casi toda la responsabilidad en su proceso de aprendizaje exigiéndole independencia, y al mismo tiempo su participación como estudiante o profesionista demanda el manejo de habilidades intelectuales que le permitan analizar la información, sintetizarla y utilizarla en la solución de problemas (ibid).

Ante esta situación se plantea la necesidad de reformular o establecer estrategias novedosas que ataquen las deficiencias educativas notables en esta área, que hasta ahora han dado como resultado una pobre asimilación de contenidos y un escaso desarrollo de habilidades cognitivas: estas estrategias deben estar fundamentadas en una teoría psicológica lo bastante sólida y desarrollada como para poder ser instrumentada, lo que a nuestro juicio tiene la teoría de Bruner.

De acuerdo J.S. Bruner, y expuesto en el Capítulo 2, existen tres modos de representación o modelación los cuales son el preceptivo o promulgatorio, el icónico y el simbólico. El primero se fundamenta en la representación del mundo a través de la acción directa; el segundo corresponde al uso de las imágenes sintetizadoras, dependiendo de la vista y otros sentidos; y, el tercero fundamentalmente a través del lenguaje. En este tipo de representaciones es donde se instrumentaliza la solución de

El aprendizaje, es concebido como un proceso que puede acelerar el desarrollo cognitivo, construyendo destrezas, asimilando contenidos informativos y desarrollando instrumentos de pensamiento.

El conocimiento se refiere únicamente a la transmisión de información, a lo que tradicionalmente se ha enfocado la educación escolarizada.

(Bruner, 1973 y Bloom, 1975).

Por destreza entendemos la acción hábil, la cual requiere el conocimiento de las características de una tarea, de su objetivo y de los medios apropiados para alcanzarlo; un medio para convertir esta información en la acción adecuada; y un medio de retroalimentación que compare el objetivo que se persigue con el estado alcanzado hasta ese momento.

La forma más simple de destreza es la sensoriomotora. Dentro de ella, las habilidades perceptivo-imaginativas deben ser enseñadas en la escuela. Habilidades para ver, manipular e imaginar a través de la instrucción en modelos visuales; incremento de la agudeza visual y en la capacidad para representar los acontecimientos visualmente.

La destreza simbólica nos permite operar en el mundo codificado por el lenguaje y en otros sistemas de símbolos más especializados, los cuales, interiorizados, sirven como instrumentos del pensamiento. Esto se logra a través de las operaciones simbólicas: el diálogo verbal oral y escrito de manera que se vaya adquiriendo el sentido de la parafrasis y del intercambio (Bruner, 1972 y 1987).

El pensamiento intuitivo es un aspecto fundamental para el desarrollo de las capacidades intelectuales del estudiante. Su estimulación en la escuela debe hacerse simultáneamente con el desarrollo de las facultades analíticas; entendemos por intuición a las deducciones o inferencias que resumen un conjunto de informaciones u otros elementos particulares que pueden aplicarse a situaciones nuevas, pero que no son presentados directamente en la información proporcionada (Bruner, 1987).

La intuición participa activamente en el planteamiento de problemas. En lo que se refiere a su solución, es fundamental el aprender a manejar datos, a relacionar los eventos, a procesar elementos que no estén relacionados para ponerlos en el orden adecuado, ir más allá de la superficie hasta las estructuras de regularidad que están abajo.

Elementos similares al aprendizaje por descubrimiento (Bruner, 1984) pueden ayudar a utilizar la información para solucionar problemas. Estos elementos son los siguientes:

**Actitud.** Demostrarle al alumno que puede reconocer y relacionar lo aprendido con otros hechos o situaciones.

**Compatibilidad.** Conducir al alumno para que integre el nuevo conocimiento en su marco de referencia (Bruner, 1987). Esto abarcaría lo que generalmente denominamos como comprensión. La comprensión abarca cualquier conducta desde la enunciación de una proposición con palabras distintas a las del texto original hasta la aplicación de un principio en una

situación nueva, pasando por la ejemplificación del concepto (Bloom, 1975).

**Motivación.** Bruner (1972), considera que la motivación por el aprendizaje se basa fundamentalmente en motivos de naturaleza intrínseca. Los más importantes son la curiosidad, el deseo de competencia y la reciprocidad.

**Oportunidad.** Brindar situaciones adecuadas para practicar la solución de problemas: para formular hipótesis, para comprobar los límites de sus conceptos y condensar información.

**Repliegue sobre sí mismo.** Fomentar la capacidad para que el alumno se explique a sí mismo sus acciones.

Ahora bien, un aspecto importante en cuanto a los medios a través de los cuales se da el aprendizaje son los modelos de representación. Estos modelos pueden traducirse a lo que Bruner (1973) denominó como experiencia directa y experiencia mediatizada.

En la experiencia directa, la cual, como su nombre lo indica, el aprendizaje se da a través de la acción directa con el objeto de conocimiento y las consecuencias de tales actos, el modo de representación preceptivo es la base.

En cuanto a la experiencia mediatizada, el aprendizaje se obtiene por experiencias a partir de eventos intermedios, como por ej. el aprendizaje por observación, la información codificada. El fundamento intelectual de este tipo de experiencia se encuentra en los modos de representación icónico y simbólico.

Todos las experiencias a través de sistemas codificados son mediatizadas y el lenguaje es el mejor medio de adquirir conocimientos ya que es el instrumento que se presta más directamente a la organización de los conocimientos según las reglas del pensamiento abstracto. Sin embargo la limitación que presenta es que exige un conocimiento profundo del tema (sistema de codificación). Por lo tanto, ninguna información nueva puede ser transmitida únicamente por el lenguaje, ya que el que escucha interpreta la información en función de lo que conoce.

La conclusión que se deriva de esto es que todos los tipos de instrucción analizados son incompletos y no permiten alcanzar un dominio total. Si sólo nos enfocamos a la transmisión de información y el alumno posee un dominio del sistema simbólico y cierta experiencia con el tema, las tres formas pueden funcionar de manera equivalente. Pero si no se cumplen estas condiciones y nos interesa además el aprendizaje de destrezas, sus efectos son divergentes totalmente.

En este sentido, es necesario reconsiderar algo que ya se había men-

cionado en la sección referente a la teoría de la instrucción: la necesidad de guiarnos por una pluralidad en cuanto a las opciones de experiencias de aprendizaje que se ofrezcan a los alumnos, por lo que aquí proponemos la utilización de las siguientes experiencias de aprendizaje :

### 1) Experiencia mediatizada

#### a) Organizador anticipado

Presentación de un contexto informativo lingüístico, estructurado de acuerdo a la evaluación previa del estado de conocimiento y habilidades de los alumnos. ( la mayoría de las veces es necesario preparar material didáctico escrito ad-hoc).

#### b) Introducción

Presentación de un panorama general del contenido meta.

#### c) Personalización del conocimiento.

Ilustraciones del concepto con algunos casos particulares y concretos que lo conformen.

Ilustraciones del concepto con algunos casos de otro concepto familiar.

Ilustraciones del concepto con algunos casos particulares y concretos contrastantes.

( Aquí lo mejor es utilizar ejemplos concretos de diseño tomados del medio o elaborados especialmente ).

#### d) Aprendizaje por observación.

Las estrategias anteriores se presentarán acompañadas de apoyos visuales a los contextos lingüísticos: películas, demostraciones de campo y de laboratorio, modelos, objetos, diagramas, etc.

#### e) Transmisión de conocimiento meta.

Lectura del material del contenido.

#### f) Compatibilidad en su marco de referencia.

Resumir el material con sus propias palabras.

#### g) Habilidades perceptivo-imaginativa.



Formación de imágenes mentales de la información básica.

**h) Reciprocidad**

Reunión por pares con fines de retroalimentación y compartición de experiencias.

Discusión grupal del producto del trabajo de binas.

**i) Análisis de conceptos**

Identificación de los conceptos del texto.

Definición de los conceptos en sus propias palabras.

**j) Relaciones entre los conceptos.**

Transformación del material de lectura en un esquema de red conceptual en base a:

Habilidades perceptivo-imaginativas.

Jerarquías

Intuición.-Encadenamientos

-Orden temporal

-Orden secuencial-causal

-Agrupaciones

**k) Intuición disciplinada.**

Elaboración de respuestas a partir de inferencias en base a información parcial.

**2) Experiencia directa**

**a) Resolución de problemas simples. reciprocidad.**

Dada la presentación de casos concretos de objetos con diferentes problemas ergonómicos, elaboración de sus consecuencias en los usuarios. Trabajo por equipo.

Discusión grupal del producto anterior.

**b) Planteamiento de problemas y soluciones.**

Selección de una problemática específica en un objeto dado, de la que no se disponga de información bibliográfica.

Búsqueda de información.

- Realizar investigación documental pertinente.
- Plantear preguntas pertinentes al problema a indagar.
- Diseñar un método para obtener la información.
- Aplicarlo y evaluar los resultados.

El planteamiento de problemas se refiere a la detección de problemas particulares relevantes como paso primordial para la resolución de problemas ergonómicos en el diseño industrial.

La resolución es la capacidad para aplicar principios y generalizaciones a nuevos problemas y situaciones, de tal manera que una estrategia global de resolución de problemas incluye desde el planteamiento del problema:

- Enunciar el problema abstrayendo lo esencial y eliminando aspectos extraños e irrelevantes.
- Retomar los principios, conceptos y generalizaciones preexistentes adecuados al problema.
- Investigar el problema enunciado identificando el conocimiento disponible en el ambiente y lo que se requiere con respecto a él.
- Determinar los nuevos conceptos, principios y generalizaciones apropiados para afrontar el problema específico, indicando la justificación que emplea para apoyar la utilización de éstos.
- Determinar un curso de acción congruente con lo anterior para solucionar el problema.
- De preferencia, seleccionar el objeto de diseño a desarrollar en la clase o taller de diseño, de manera que la capacidad de resolución ergonómica pueda ser evaluada en estos objetos, dentro de la materia de diseño, ya sea por el Profesor de diseño, de común acuerdo con el de ergonomía o por los dos juntos como sinodales.

## El Laboratorio de Factores Humanos/Ergonomía.

Gran parte de las estrategias de enseñanza aprendizaje aquí planteadas necesitan de un soporte físico especializado para poder ser realmente efectivas.

Las experiencias mediatizadas se facilitan en grado sumo si se dispone de un centro de información con materiales bibliográficos directos, materiales escritos procesados didácticamente, apoyos audiovisuales, de cómputo y otros.

Las experiencias directas necesitan indispensablemente un lugar en donde realizarse, analizarse, someterse a pruebas, cambios, etc., dotado con los equipos e instrumentos de medición y registro adecuados, que permitan acceder directamente a los fenómenos, a los hechos, para conocerlos, evaluarlos cuantitativa y cualitativamente, y estar en condiciones de modificarlos y conocer los resultados de tales modificaciones.

Un lugar apropiado será sin duda, un Taller o Laboratorio de Factores Humanos/Ergonomía, un espacio físico diseñado especialmente para la realización de las prácticas educativas y que al mismo tiempo sirva como infraestructura para la investigación y el servicio, integrándolas a los mismos procesos educativos.

De nuestra experiencia sugerimos organizar el Laboratorio de la siguiente manera :

#### AREAS :

##### CENTRO DE DOCUMENTACION Y COMPUTO.

Una pequeña oficina con espacio mínimo para colocar equipo de cómputo, un escritorio, archiveros y libreros que contendrán la bibliografía básica, revistas especializadas, material didáctico escrito, audiovisual, y de informática.

Aquí se encontrará y estará a disposición de los alumnos, profesores, investigadores y usuarios de ergonomía, la información teórica, metodológica y técnica existente y la que se vaya produciendo de las investigaciones, asesorías y prácticas educativas.

Se sugiere que la información se organice y clasifique de acuerdo a las líneas de investigación y áreas de aplicación emanadas de la Estructura Conceptual de la Ergonomía, esto facilitará su localización y consulta.

##### FACTORES ANTROPOMETRICOS.

Un área del Laboratorio donde se colocarán los equipos antropométricos y con suficiente espacio para realizar prácticas de medición y simulación antropométrica con 5 o 6 personas como máximo .

Equipos que se podrían tener :

Antropómetro vertical Tipo Martin (GPM, Harpender, Clarita, etc.)

Goniómetros. (Manuales, electrónicos o de gravedad).

Silla Antropométrica.

Infantómetro.

Maniqués bidimensionales articulados, a escala.

Maniqués tridimensionales a escala y tamaño natural.  
Simulador para actividades sobre superficies horizontales.  
Simulador de posición sedente.

#### FACTORES FISIOLÓGICOS.

Área donde estarán los siguientes equipos y el suficiente espacio para manipularlos delante de 5 o 6 personas.

Banda Sinfin o Bicicleta Ergométrica.  
Sistema de evaluación de esfuerzos musculares.  
Simulador de carros de carga manual.  
Dinamómetros manuales.  
Torquímetro manual.  
Electromiómetro o Electromiógrafo.  
Monitor de tasa cardíaca, de cable o telemétrico.  
Espirómetro.

#### FACTORES PSICOSOCIALES.

Lugar para proyecciones audiovisuales con capacidad para 20 personas sentadas en butacas.

Equipo necesario :

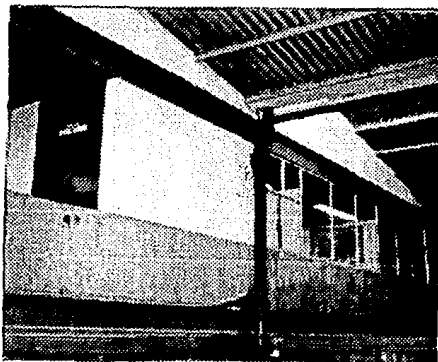
Proyector de Diapositivas.  
Taquíscopio.  
Pruebas de agudeza visual.  
Galvanómetro.  
Televisión de Color de cuando menos 20"  
Cámara de Videofilmación.  
Videograbadora con cámara lenta y cuadro por cuadro.  
Cámara fotográfica profesional.  
Prueba Luscher de los colores.

#### FACTORES AMBIENTALES.

Se puede utilizar el mismo lugar de las proyecciones para realizar simulaciones de iluminación y de color ambiental.

Equipo necesario :

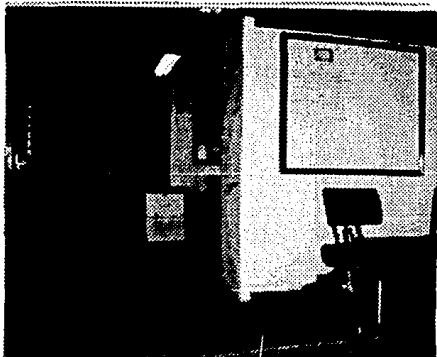
Lámparas de diversos tipos, intensidades y colores.  
Variadores de electricidad.  
Luxómetro.  
Decibelímetro o Sonómetro.  
Termómetros ambientales e Higrómetros.



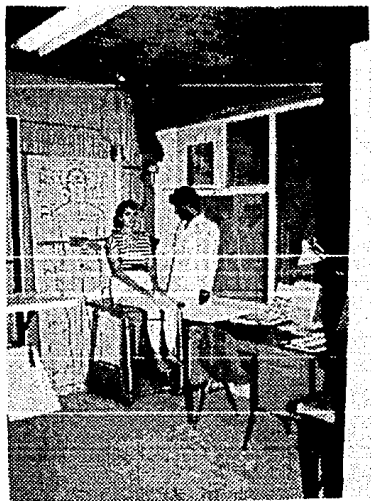
Vista exterior del Laboratorio de Factores Humanos/Ergonomía en el taller la Facultad de Diseño de la Universidad de Guadalajara.



Vista interior del Laboratorio lado izquierdo desde la puerta de entrada.



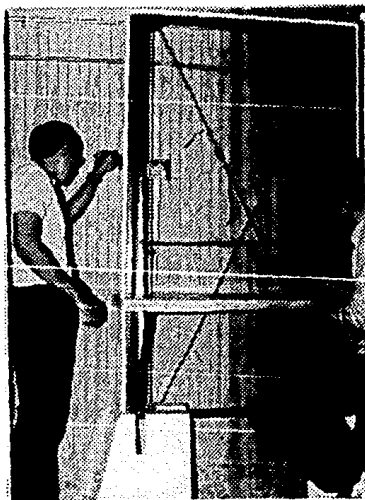
Vista interior, lado derecho, desde la puerta de entrada.



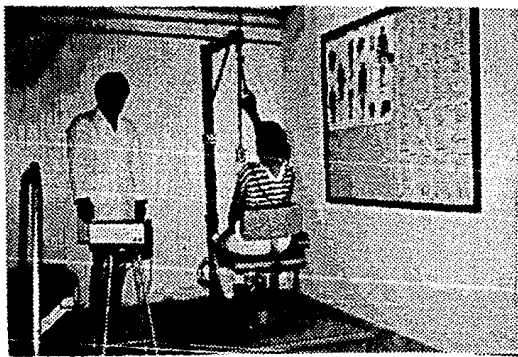
Vista del fondo del Laboratorio con el Antropómetro sedente.



Simulador para posturas de comodidad sentado.



Simulador de Superficies de trabajo horizontales.

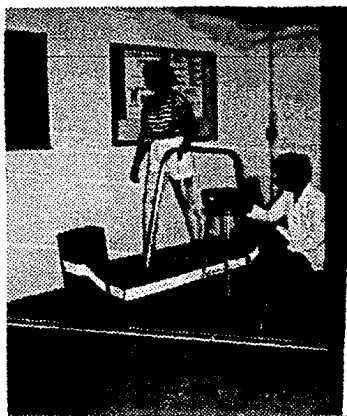


Sistema para medición de esfuerzos musculares .



Otra vista del sistema de medición de esfuerzos.





Banda Caminadora.



Area de Computación.

## IV.- LA FORMACION PROFESIONAL DE ERGONOMOS.

Uno de los problemas más graves existentes hasta ahora en el campo de la ergonomía en nuestro país es la escasísima presencia de personal capacitado profesionalmente en esta área.

La gran mayoría de los profesores que imparten la materia, curso, seminario, asesoría o apoyo de ergonomía en las escuelas, facultades y carreras de Diseño Industrial, y las pocas de Psicología e Ingeniería, son personas que se han preparado en forma autodidáctica, con todas las limitaciones que esto implica, y que por lo general no cuentan con ninguna experiencia en investigación básica o aplicada en ergonomía. No se duda de la formación, capacidad y experiencia que en sus campos profesionales tengan todas estas personas, lo que se señala más bien, es la diferencia que podría existir en caso de que estas mismas personas contaran con una preparación más sistematizada y sólida, y la experiencia del trabajo en investigaciones básicas y aplicadas, experimentales y de campo, en cualquiera de las áreas de la ergonomía.

Desafortunadamente como ya lo mencionábamos desde el principio de este trabajo, no existe actualmente en nuestro país, y parece ser que en toda América Latina, una licenciatura, especialidad, maestría, etc., específicamente de Ergonomía. Existen especialidades en Medicina del Trabajo, Seguridad Industrial, Higiene y Prevención Social, Psicología Industrial, y la Maestría en Diseño Industrial, con Orientación en Ergonomía, de la cual resultó este trabajo, pero que no abordan ni están estructuradas en función de permitir una formación completa como érgonomos a sus egresados.

Por lo anterior y con la sola finalidad de complementar este trabajo cuando menos con una idea muy general, de lo que, desde nuestro modesto punto de vista podría ser un proceso de formación profesional en el campo de la ergonomía, deseamos proponer un pequeño modelo para la estructuración de una Maestría en Ergonomía.

### La Maestría en Ergonomía.

¿ Por qué una maestría y no una licenciatura o especialidad?

- Como se explicó en el Cap. II, la Ergonomía es una ciencia interdisciplinaria que se desarrolla con la intervención de equipos multidisciplinarios de profesionistas y científicos ,tanto para cubrir sus necesidades de investigación básica como para su intervención práctica en las diversas áreas de aplicación. Su desenvolvimiento ha dado lugar en los países más desarrollados, a la

creación y organización de diversos grupos de especialistas que se dedican tanto a la investigación básica como a la aplicada desde diferentes enfoques y puntos de vista, aunque todos bajo la orientación general de los objetivos de la Ergonomía.

Esto determina una multitud de aportaciones teóricas, metodológicas y técnicas, que van incrementando la capacidad de respuesta de esta ciencia a la multicompleja problemática social de la interacción con el mundo objetual.

Los problemas ergonómicos, solo se resuelven mediante un enfoque interdisciplinario, y un trabajo multidisciplinario para cuyo manejo es indispensable una formación disciplinar sólida previa en cada uno de los participantes, es decir, el Médico, el Antropólogo, el Psicólogo, el Ingeniero, con Posgrado en Ergonomía, abordan una problemática ergonómica dada, y pueden definir los elementos del mismo y plantear cursos de acción desde el punto de vista general del Método y los principios y conceptos Ergonómicos, pero las diferentes acciones particulares que demande la solución del problema, podrán ser llevadas a cabo mucho mejor, por los especialistas de cada disciplina, por ejemplo, un análisis de tiempos y movimientos lo aplicará mucho mejor un ingeniero industrial que un médico, lo mismo que una evaluación de la capacidad respiratoria la efectuará mejor el médico que el psicólogo y el antropólogo.

El resultado final estará dado por las aportaciones de cada especialista, analizadas y evaluadas de nuevo desde la perspectiva ergonómica.

Se trata entonces de que existan médicos, psicólogos, antropólogos, etc., que piensen en sentido ergonómico y trabajen en forma inter y multidisciplinaria.

El tiempo promedio para cursar una licenciatura en Ergonomía (4 ó 5 años), no sería suficiente para abarcar en forma amplia y profunda los diversos aspectos físicos, fisiológicos, psicológicos y socioculturales necesarios para una cabal comprensión y manejo de los complejos problemas ergonómicos. Una formación interdisciplinaria anterior a una formación disciplinaria resultaría muy vaga y poco fecunda, debido a la incapacidad para comprender a fondo los diversos enfoques científicos que dieron origen y hacen aportes concretos a la ergonomía.

Por otra parte, una especialidad de 2 o 3 semestres creemos que no sería suficiente para adquirir los conocimientos y la experiencia necesaria en investigación básica y aplicada de los diversos campos de estudio de la ergonomía, esto es, si la maestría se plantea como un proceso educativo de alto nivel para la formación de docentes e investigadores, los maestrantes deben integrarse a los proyectos de investigación y docencia desde el inicio de sus estudios, y desarrollar una experiencia mínima en uno o dos proyectos concretos, para lo que haría falta cuando menos 4 o 5 semestres.

Por lo anterior, aquí se propone la creación de una Maestría en Ergonomía, con una duración de 4 a 6 semestres, integrada a un Centro de Investigaciones y Servicios en Ergonomía, para subsanar las deficiencias en la formación profesional de personal para esta disciplina.

## PLANTEAMIENTO CURRICULAR

### Maestría en Ergonomía.

A partir del modelo curricular general presentado en el Cap. II, se expone a continuación un esquema global curricular que podría servir como punto de partida para la creación de una Maestría en Ergonomía.

#### A) POSTURA FILOSÓFICA INSTITUCIONAL.

##### TESIS BASICAS INSTITUCIONALES.

##### I.- SOBRE LA RELACION UNIVERSIDAD-SOCIEDAD.

El proceso de enseñanza-aprendizaje institucional es una dimensión importante del proceso de formación socio-cultural del Hombre Moderno.

La Universidad es la principal instancia formadora de intelectuales al servicio de la sociedad que la origina y le da sustento.

La Universidad es la principal instancia de producción y socialización del conocimiento científico.

La práctica educativa universitaria se concretiza en y a través de los currícula.

La estructuración de los diferentes currícula implica una introducción a visiones específicas de la vida y de la sociedad.

##### II.- SOBRE LA EXCELENCIA ACADEMICA.

Los conocimientos académicos deben contener un valor social efectivo.

La excelencia académica debe comprenderse como una parte del proceso de formación multidimensional del Hombre Moderno que incluye el dominio de conocimientos y habilidades técnicas, científicas y cognoscitivas, sensibilidad estética, y sentido político-humanitario.

La posible participación de los universitarios en el mercado de trabajo dependerá cada vez más, de la posesión de conocimientos y actitudes

socialmente valiosos y efectivos.

Los procesos educativos universitarios no podrán darse al margen de la democracia educativa, entendida ésta como la participación efectiva de todos los involucrados en el proceso educativo, sobre la base de conocimientos sólidos y experiencia real en los asuntos educativos de la institución. La excelencia académica sólo será posible sobre la base de la democracia educativa y ésta sólo será efectiva si se traduce en una mejoría de la calidad de los conocimientos y procesos educativos que se establezcan.

### III.- SOBRE LA CALIDAD EDUCATIVA.

El concepto de Calidad Educativa debe comprenderse como el logro de conocimientos, actitudes y valores socialmente efectivos.

Debe fomentarse que los actores del proceso educativo, asuman como preocupación principal, los resultados de su participación en su labor educativa.

El logro de la Calidad Educativa implica el establecimiento de un consenso básico acerca de cuáles deben ser los resultados del proceso educativo.

Los resultados de la acción educativa deben ser evaluados en términos académicos, cognoscitivos y socioculturales.

El proceso de Evaluación debe entenderse como un análisis crítico multidimensional, cuyo objetivo es el mejoramiento integral del proceso educativo.

Debe fomentarse y dirigirse el proceso educativo en todos los niveles, hacia el desarrollo de las capacidades cognoscitivas y el pensamiento crítico, que permitan la apropiación de los conocimientos disciplinarios.

### B) LAS NECESIDADES SOCIALES.

Sobre la base de las Tesis Básicas, el personal docente-investigador deberá ser contratado cuando menos con un año de anticipación al inicio formal de la maestría ( lo ideal serían dos años antes); durante este lapso se formará un equipo multidisciplinario que presentará y realizará proyectos de investigación sobre las necesidades básicas que se habrán de satisfacer en los diversos sectores sociales y elaborará las posibles Prácticas Profesionales que podrían satisfacer tales necesidades, abarcando todos los posibles ámbitos de actividad profesional, práctica, teórica, pedagógica.

### C) ESTADO DEL CONOCIMIENTO DISCIPLINAR.

La Estructura Conceptual de la Ergonomía aquí desarrollada podría servir como orientación inicial en la selección de contenidos disciplinarios, con los que se estructurarán las prácticas educativas básicas. Parte del trabajo previo del equipo interdisciplinario será la selección y estructuración de tales contenidos en forma de Cursos-Taller Básicos y Seminarios Especializados, en base a los resultados de las investigaciones realizadas.

### D) RECURSOS NECESARIOS.

Como se planteó anteriormente, lo más importante y fundamental son los recursos humanos. Es indispensable la contratación de cuando menos dos personas con estudios de doctorado en Factores Humanos/Ergonomía o en alguna de sus áreas de especialización, y cuando menos 3 personas con estudios de Maestría, estas personas deberán de provenir de disciplinas diversas como psicología, medicina, antropología, ingeniería, diseño industrial, etc.

Cada persona funcionará como Profesor-investigador de tiempo completo dentro del Instituto o Laboratorio de Factores Humanos/Ergonomía, con proyectos individuales en alguna de las áreas de investigación y aplicación.

La contratación de los Profesores-investigadores dos años antes de dar inicio formal a la Maestría es con la finalidad de obtener conocimientos objetivos sobre las necesidades sociales concretas del contexto social en que se ubicará la Maestría, estructurar el currículo e implementar el Laboratorio o Instituto de Investigación, que será la base para la implementación de la Maestría.

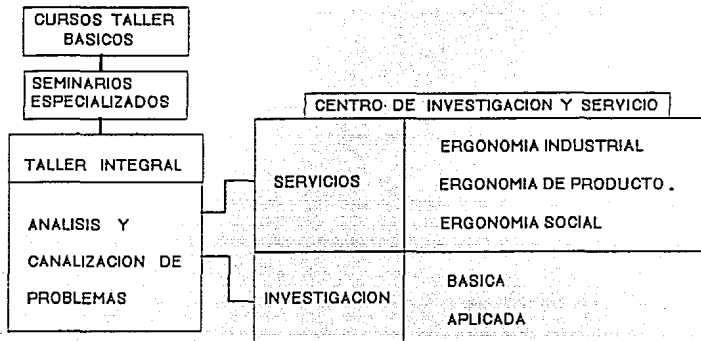
Los recursos Materiales, de espacio, instrumentación, equipo y servicios administrativos, dependerán de este trabajo previo y de las posibilidades económicas de la institución sede.

### E) MODELO ACADEMICO.

Como se ha venido expresando reiteradamente, la Ergonomía es una interdisciplina, y para que haya interdisciplinariedad debe haber estructuras permanentes que la posibiliten. Es decir sitios donde haya investigación interdisciplinaria. Las maestrías están orientadas a la formación de investigadores y docentes de alto nivel, por lo tanto y para ser coherentes con los postulados de las Tesis Básicas, el proceso educativo deberá estar ligado a la resolución de problemas concretos que serán abordados en forma interdisciplinaria por el equipo de Docentes-investigadores y maestrantes, en un serio intento por vincular efectivamente docencia-investigación y servicio.

Sobre estas bases, se propone el modelo siguiente :

## MAESTRIA EN ERGONOMIA. MAPA CURRICULAR.



### FUNCIONAMIENTO

#### Cursos-Taller Básicos :

Organizados para el aprendizaje y desarrollo de conocimientos teórico-metodológicos y habilidades cognitivas esenciales en ergonomía.

La denominación curso-taller indica su carácter teórico-práctico a lograrse por medio de las estrategias de enseñanza-aprendizaje y por la vinculación de los maestrantes como auxiliares de investigación en los proyectos concretos del Centro de Investigación y Servicios en Ergonomía.

Los maestrantes deberán participar activamente en estos proyectos desde su mismo planteamiento y serán seleccionados de acuerdo a su desempeño y contribución al proyecto de interés asignándoles una categoría laboral remunerada en función de su nivel de desarrollo y experiencia.

#### Seminarios Especializados :

Complementación de la formación básica por medio de seminarios a cargo de profesionales especializados en cada una de las áreas anotadas. Estos seminarios darán al maestrante la oportunidad de comprender las diversas

CURSOS TALLER BASICOS

ERGONOMIA  
ANTROPOMETRIA  
BIOMECANICA  
SENSOPERCEPCION  
SOCIOLOGIA DEL  
TRABAJO  
METODOLOGIA

SEMINARIOS ESPECIALIZADOS

LEGISLACION LABORAL  
HIGIENE Y SEGURIDAD INDUSTRIAL  
MEDICINA DEL TRABAJO  
ESTUDIO DE CASOS  
DISEÑO INDUSTRIAL  
ESTADISTICA  
ANTROPOLOGIA CULTURAL  
PSICOLOGIA INDUSTRIAL

áreas que hasta ahora están más íntimamente ubicadas y relacionadas con el objeto de estudio de la ergonomía, a fin de conocer sus aportes, terminologías, puntos de vista y estar en condiciones de trabajar en forma interdisciplinaria con estos profesionistas.

Adicionalmente los seminarios darán la oportunidad de elegir una orientación o Maestría con énfasis en alguna de las áreas mencionadas, si así lo deseara el maestrante.

Los seminarios especializados también tendrán un carácter teórico-práctico al desarrollarse el aprendizaje de las diversas técnicas de investigación y aplicación de cada área.

**Taller Integral :**

Espacio destinado al análisis y discusión de todo tipo de problemas del campo de la ergonomía y que llegan por medio del Centro de Investigación y Servicio.

Los problemas son presentados, analizados y discutidos por toda la comunidad escolar. Docentes-investigadores, Maestros-auxiliares y Profesionales Especialistas.

La participación en el análisis, discusión y canalización de los problemas estará determinada por el nivel de desarrollo y experiencia de cada maestrante, teniendo todos la obligación de participar activamente en la medida de sus posibilidades.



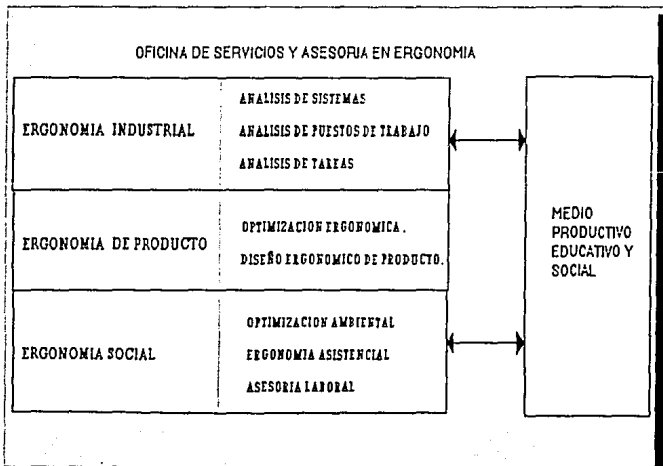
Una vez que se ha tratado un problema, se formará un equipo que se dedicará a su resolución, pero sometiéndolo a evaluación en forma periódica al conjunto de la comunidad escolar, hasta su resolución definitiva.

De esta manera, los maestrantes tendrán las condiciones que les permitirán aprender todo el conjunto de conocimientos, habilidades y actitudes esenciales a una práctica profesional definida en un contexto social dado, evitándolos vicios del academicismo estéril y del empirismo ciego.

Centro de Investigación y Servicio en Ergonomía.

a) Oficina de Servicios y Asesoría en Ergonomía :

Funcionará como un organismo de vinculación directa con el medio productivo, educativo y social. Ofrecerá servicios de Análisis y Optimización Ergonómica a la industria tanto privada como del sector público y social, así como desde las micro a las grandes empresas. Los servicios podrán ser desde análisis de sistemas de producción completos, puestos de trabajo, análisis de tareas, implementación de programas de capacitación en ergonomía a diversos niveles, optimización ergonómica de productos, asesoría en la planeación y diseño de nuevos sistemas de producción y nuevos productos, etc.



En el sector educativo ofrecerá a escuelas, facultades, institutos, etc., el diseño e implementación de cursos regulares, seminarios, conferencias, cursos intensivos, capacitación pedagógica y de investigación en los campos de la ergonomía, tanto al interior como al exterior de una universidad.

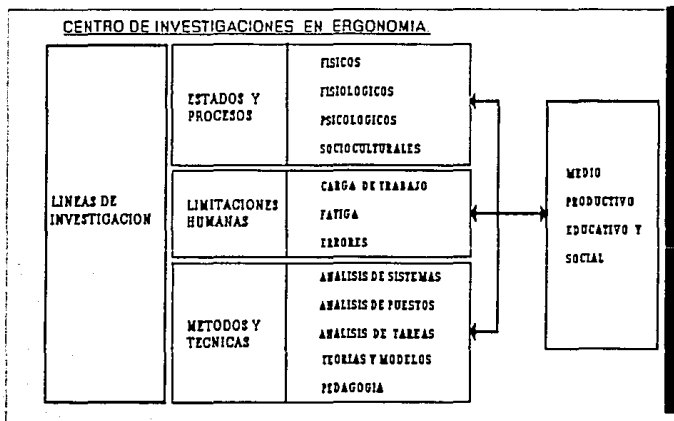
En el sector social ofrecerá asesoría en el mejoramiento de las condiciones materiales de centros asistenciales, deportivos, culturales, vías públicas, etc. Ayudas especializadas a personas con problemas físicos o mentales en el diseño de aparatos, equipo y mobiliario. Conferencias de difusión masiva sobre la importancia de la ergonomía en la vida diaria. Asesoría a los sindicatos y organizaciones laborales en la evaluación de las condiciones materiales de trabajo de los diversos puestos y tareas.

De estos servicios y asesorías deberán provenir la mayor parte de los trabajos de aplicación e investigación que serán analizados, discutidos y canalizados en el Taller Integral de la Maestría.

#### b) Centro de Investigación en Ergonomía.

##### Investigación Básica :

Dirigida fundamentalmente a crear las bases de datos sobre las características biológicas, psicológicas y socioculturales de la población regional en donde se encuentre ubicado el Centro de Investigación.



Las líneas de investigación que se desarrollarán estarán orientadas en primer lugar por los Campos Clásicos de Investigación de la Estructura Conceptual de la Ergonomía, en segundo lugar por las necesidades emanadas de los trabajos aplicados de la Oficina de Servicios y Asesoría, y en tercer lugar por las necesidades teóricas, metodológicas y pedagógicas del propio centro, y para el crecimiento y desarrollo de la Ergonomía.

#### **Investigación Aplicada :**

Estará orientada y determinada básicamente por las necesidades de los trabajos de asesoría y servicios, que normalmente demandarán investigaciones experimentales y simulaciones sobre aspectos particulares de los Factores Humanos a aplicarse en situaciones específicas. Los datos de las investigaciones básicas darán lugar a investigaciones aplicadas para su comprobación o refutación. Asimismo los resultados de las investigaciones aplicadas servirán como materia prima para la búsqueda de regularidades, conceptos, principios y modelos generalizables.

## V.- CONSIDERACIONES FINALES.

Después de un vistazo final a este trabajo, para muchas personas, incluyendo al autor, parece resultar a todas luces incompleto, inacabado y por otra parte, hasta cierto punto utópico.

También parece dar la impresión de contener una gran parte de materiales que podrían haberse obviado, es decir, parece contener mucha paja y poco grano, aparte de los posibles, inevitables y en ocasiones hasta necesarios errores metodológicos y conceptuales que puede contener todo trabajo de tesis.

Pero una tesis es precisamente eso, una propuesta con base en una serie de razonamientos que la fundamentan, explican y apoyan. Tal racionalidad debe guardar, idealmente, cierto rigor metodológico por una parte y por otra, cierto nivel de objetividad, es decir, cierto "quantum" de factibilidad. En ambos casos, es preciso expresarlo hasta donde sea posible, corriendo el inevitable riesgo de equivocarse en cualquiera de los niveles o en la misma sintaxis de la expresión. Pero aún así, existe una ventaja: en el campo del conocimiento, hasta los mismos errores representan conocimiento y experiencia.

De aquí pues que si este trabajo habla de las posibilidades de enseñanza de una disciplina como la Ergonomía, se haya considerado pertinente en primer lugar, adentrarse y adquirir algún conocimiento teórico-metodológico de cierta solidez en el campo de la educación que permitiera establecer un razonamiento un poco más allá del mero sentido común.

En segundo lugar, habría que ofrecer algún indicador de la posibilidad de configuración de razonamientos sobre el cuerpo de conocimientos que se pretende enseñar, en este caso la Ergonomía.

Estos dos conjuntos de razonamientos son los que permiten realizar la propuesta para la enseñanza de la Ergonomía en las carreras de Diseño Industrial, ofrecen elementos para la estructuración de la enseñanza en otras carreras, y fundamentan la propuesta para la formación profesional de ergónomos en nuestro país.

Estamos conscientes de que la amplitud y complejidad de esta propuesta, aunada a la escasez de recursos humanos, materiales y económicos, ya tradicional en la educación de este país, determina en gran medida las limitaciones y alcances de esta propuesta, pero también estamos conscientes de que, hasta donde sabemos, es la primera propuesta de esta naturaleza, en nuestro medio, por lo que esperamos recibir aportaciones y sugerencias para mejorar y avanzar en este campo de la enseñanza, investigación y difusión de la ergonomía, que tanta falta hace en nuestro país.

## BIBLIOGRAFIA

- Alexander, D.C., Babur, M. Poulat.- Industrial ergonomics. Industrial engineering and Management Press. U.S.A. , 1985.
- Amaz, A.J.- La planeación curricular. Trillas, Méx. 1981
- Barnes, R. M. - Estudio de Tiempos y movimientos. Edit. Aguilar, España, 1979.
- Barreto Martins, S.-Ergonomía, trabajo y tiempo libre. Tesis de Maestría, Posgrado en Diseño Ind., Fac. de Arquitectura, UNAM, México, 1988.
- Bloom, B.S.- Evaluación del aprendizaje, Vol I, Edic. Troquel, Argentina, 1975.
- Bojalil, K.L.F.- "Una nueva opción en la educación superior: el sistema modular." en La Crisis de la Educación Superior en México, G.G. Niebla, Compilador, Edit. Nva. Imagen, México, 1981.
- Bruner, J. S.- Hacia una Teoría de la Instrucción. UTEHA. México, 1972. Manual núm. 373.
- Bruner, J. S. y Olson, D. R.- "Aprendizaje por experiencia directa y aprendizaje por experiencia mediatizada". En: Perspectivas III. Madrid, 1973. Núm. 1.
- Bruner, J. S.- Investigaciones sobre el desarrollo cognitivo. Pablo del Río Editor. Madrid, 1980.
- Bruner, J. S.- Acción, Pensamiento y Lenguaje. Comp. Linaza, J. L. Ed. Alianza. Madrid, 1984.
- Bruner, J. S.- La importancia de la Educación. Ed. Paidós. Barcelona, 1987.
- Bruner, J. S.- En busca de la mente. Ensayos autobiográficos. Fondo de Cultura Económica, Colección popular núm. 309. México, 1985.
- Chaffin and Anderson - Occupational Biomechanics. John Wiley and Sons, U.S.A., 1984.
- Chapanis, A. - Ingeniería Hombre-Máquina. CECSA, Mexico, 1981. (1965, en Inglés).

- Clark, T.S., Corlett, E.N. - The ergonomics of workspaces and machines. A design manual. Taylor and Francis, London, 1984.
- Com. de la Santé et de la Sécurité du Travail. - Hygiene du Travail, Montreal, Canadá, 1984.
- Croney, John - Antropometría para diseñadores. Edit. G.Gili, Barcelona, 1978.
- Diamond, Stoudt and McFarland. - The human body in equipment design. McGraw Hill, U.S.A., 1966.
- Díaz Barriga A. - "Alcances y limitaciones de la metodología para la realización de planes de estudio." Revista de la educación superior No. 40, ANUIES, México, 1981.
- Díaz Barriga A. - "Un enfoque metodológico para la elaboración de programas escolares." Perfiles Educativos No. 10, CISE, UNAM, 1980.
- Díaz Barriga A. - Didáctica y curriculum. Edit. Nuevo Mar. México, 1985.
- Díaz Barriga A. - Ensayos sobre la problemática curricular. Trillas, México, 1986.
- Diffrient, Tilley and Bardagjy. - Human Scale. M.I.T. Cambridge, Mass., U.S.A., 1976.
- Domínguez Castillo, C. "Piaget y Bruner: aportaciones a la práctica educativa". En: Pedagogía. Universidad Pedagógica Nacional. México, 1984. Septiembre-Diciembre. Vol. I, núm. 2.
- Drummond-Rojas, S. "El uso de estrategias en la educación: algunas estrategias instruccionales". En: PROBLEMAS DE COMUNICACION EN EL AULA. ILCE. En prensa.
- Eastman Kodak Co. - Ergonomic design for people at work. V-2. VNR, U.S.A., 1986.
- Edholm, O.G. - Introducción a la biología del trabajo. Edit. Guadarrama, España, 1967.
- Faverge, Leplat, Guiguet. - La adaptación de la Máquina al hombre. Paidós, Argentina, 1965.

- Follari, R.- Interdisciplinarietà. UAM-Azcapotzalco, 1980.
- Follari R., Berruero J.- "Criterios e instrumentos para la revisión de planes de estudio" Revista Latinoamericana de Estudios Educativos, Vol. XI, No. 1, CEE México, 1981.
- Follari y Soms.- "Crítica al modelo teórico de la departamentalización" Revista de la Educación Superior, Vol X No. 37, ANUIEA, México, 1981.
- Fontaura Ivens.- "La Enseñanza de la Ergonomía en las escuelas de Diseño de América Latina" en La enseñanza de la Ergonomía en México, Memorias, Posgrado en Diseño Industrial, UNAM, México, 1984.
- Fox and Mathews - Bases physiologiques de l'activité physique. Décarie, Edit. Montreal, Canadá, 1984.
- Furlan et al.- Aportaciones a la didáctica de la educación superior. Depto. de Pedagogía, ENEP-Iztacala, UNAM, 1978.
- García Olvera, H. - Presencia física del hombre en los objetos habitables. Antropometría y diseño. UNAM, México, 1980.
- Grandjean Etienne- Ergonomics of the home. Taylor and Francis, LTD London, 1978.
- Heinz Flehsig, Karl.- "El diseño didáctico: ¿una nueva moda o un nuevo estadio evolutivo de la didáctica?" Revista Educación, Vol. 40, Instituto de Colaboración Científica de Tubingen, Tubingen, Alemania 1989.
- Hernández, A. - En torno a la teoría curricular. Docto. interno. Depto. de Planeación, U. de G., 1982.
- Isunza Mariza.- "El grupo de trabajo académico en la educación modular" Cuadernos de formación de profesores No.4, UAM-Xochimilco, México, 1983.
- Johnson, M.R.- "La teoría del currículo" Perfiles educativos No.2, CISE-UNAM, 1982.
- Kuhn, T.S.- La estructura de la revoluciones científicas. F.C.E., México, 1982.
- Leplat y Cunny - Psicología del trabajo. Pablo del Rio edit. España, 1982.

- Lomov, B., Venda, V. - La interrelación Hombre-Máquina en los sistemas de información. Edit. Progreso, Moscú, 1982.
- McCormick, E.J.- Ergonomía. Edit. G. Gili, España, 1980.
- Montmollin, M. - Introducción a la Ergonomía. Edit. Aguilar, España 1971.
- Murrell, K.F.H. - Ergonomics. Man in his working environment. Chapman and Hall, London, 1965.
- Oborne, D. - Ergonomía en acción. Edit. Trillas, México, 1987.
- O.I.T. - Introducción al estudio del trabajo. OIT, Ginebra, 1980.
- Panero y Zelnick - Las dimensiones humanas en los espacios interiores. Edit. G. Gili, Barcelona, 1984.
- Pansza, M.- "Enseñanza Modular" Perfiles Educativos, No. 11, Cise, UNAM, 1981.
- Patterson, C. H.- Bases para una teoría de la enseñanza y psicología de la educación. Ed. Manual Moderno, México, 1982.
- Proshansky, Ittelson, Rivlin. - Psicología Ambiental. Edit. Trillas, México, 1976.
- Quezada, C. R. "¿Por qué formar profesores en estrategias de aprendizaje?" En: PERFILES EDUCATIVOS. Enero-Marzo de 1988. Núm. 39.
- Rasch and Burke - Anatomía y Kinesiología aplicada. Edit. El Ateneo, España, 1980.
- Roebuck, J.A., Kroemer, K.H.E., Thomson, W.G. - Engineering anthropometry methods. John Wiley and Sons, U.S.A., 1975.
- Salvendy, G. - Handbook of Human Factors. John Wiley and Sons, U.S.A., 1987.
- Sánchez, M. David. - "Crítica a la materia de Ergonomía (Factores Humanos) de la carrera de Diseño Industrial" Memorias, Posgrado en Diseño Industrial, UNAM, México, 1984.
- Sánchez, M. David. - Apuntes para la materia de Ergonomía, Mimeo. UAM-Azcapotzalco, México, 1984.



- Sanchez Vázquez, A.-Filosofía de la praxis. Grijalbo, México, 1979.
- Singleton, W.T. - Introducción to ergonomics. World Health Organization, Geneva, 1972.
- Singleton, Wt., Fox, J.G., Whitfield.- Measurement of man at work. Taylor and Francis, London, 1973.
- Sperandio, J.C.- La psychologie en ergonomie. P.U.F., Francia, 1980.
- Suarez, Pablo.- Praxiología, planificación y acción social. U.A.S., México, 1978.
- Vargas, L., y Casillas, L.- Antología de lecturas de antropometría, Mimeo. Posgrado en Diseño Industrial, UNAM, 1982.
- Velasco Ugalde.- Citado por Pansza, M. en "Enseñanza Modular" Perfiles Educativos, No. 11. Cise. UNAM, 1981.
- Villareal, R. .- Citado por Mendoza, F. en Prospectiva Año 2000, Educación Modular a nivel superior, GEFE, México, 1983.
- Woodson, W.E. - Handbook of Human Factors. McGraw Hill, U.S.A., 1981.
- Woodson and Conover. - Human engineering guide for equipment designers. Univ. Of Calif. Press, U.S.A., 1964.
- Zinchenko, V., Munipov, V.- Fundamentos de ergonomía. Edit. Progreso, Moscú, 1985.