

00169

2
24

modelos de explicación sistémica de la ergonomía

revisión histórica • problemas conceptuales,
teóricos y metodológicos

GABRIEL GARCÍA ACOSTA

tesis para obtener el grado de
maestro en diseño industrial

división de estudios de posgrado
maestría en diseño industrial
facultad de arquitectura
universidad nacional autónoma de méxico

1996

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

TESIS

COMPLETA

modelos de explicación sistémica de la ergonomía

revisión histórica • problemas conceptuales,
teóricos y metodológicos

GABRIEL GARCÍA ACOSTA

director de tesis

M.D.I. Fernando Martín Juez

sinodales

Dr. Óscar Salinas Flores

Dr. David Sánchez Monroy

Dr. César E. González Ochoa

Mtra. Nydia Lara Zavala

México, D.F. febrero de 1996

Para

*Karen,
quien alimenta mi espíritu con su amor*

*Ayari / Santiago,
quien representa mi esperanza*

Muchas son las instituciones y personas que de una u otra manera
colaboraron para que se realizara este trabajo.
Entre las instituciones que me apoyaron agradezco

a la Universidad Nacional de Colombia y al ICETEX,
por presentarme como candidato para obtener una beca de posgrado en el exterior.

al Gobierno de México, en particular a la Secretaría de Relaciones Exteriores
por otorgarme la beca que me permitió realizar la maestría, brindándome orientación y apoyo

a la Facultad de Arquitectura y el Posgrado en Diseño Industrial de la UNAM,
por ser el lugar donde pude desarrollar mis inquietudes académicas y

a la Dirección General de Apoyo a Personal Académico,
por la beca en la última etapa de la realización de este trabajo.

Entre las personas que de una u otra manera estuvieron involucradas en mi
trabajo, quiero agradecer a mis compañeros, en especial

a Yolanda Correa,
por la amistad reflejada en horas y horas dedicadas a compartir tantas inquietudes alrededor
de la teoría del diseño... y de la vida,

a Nyleneis Nina
por los comentarios cargados de gran veracidad,

a Enrique Ricalde
porque su postura teórica me sirvió para reflexionar lo recorrido.

a Francisco Caviedes
por la agudeza con que discutió mi trabajo y

a Luis Mendoza
por aportar orden en momentos de caos.

Agradezco a su vez a todos los maestros las enseñanzas y experiencias
compartidas a lo largo de mis estudios de maestría.
Quiero mencionar particularmente

a Fernando Martín
porque me indicó los diversos caminos, y

a Nydia Lara
porque me guió a lo largo del camino.

Finalmente, a quien más le debo mis agradecimientos es a

Karen Lange,
porque me acompañó en el camino y fue incondicional en todo momento...
...como lo es el amor.

Índice general

I. Introducción.....	1
II. Revisión histórico conceptual de la ergonomía.....	5
1. El materialismo histórico dialéctico como método de análisis.....	7
2. Antecedentes de la ergonomía.....	9
3. Historia y proyección.....	19
3.1 Algunas consideraciones previas.....	19
3.2 Aparición y conformación de la ergonomía (1920-1960).....	22
3.3 Evolución y concreción (1970-1990).....	30
3.4 Una perspectiva del futuro.....	47
4. Relación y ubicación con otras disciplinas.....	53
4.1 Seguridad industrial.....	54
4.2 Higiene industrial (higiene del trabajo).....	57
4.3 Medicina del trabajo / salud en el trabajo.....	59
4.4 Ergonomía de la producción (industrial).....	62
4.5 Análisis comparativo.....	64
III. Algunos problemas conceptuales, teóricos y metodológicos de la ergonomía.	71
5. Análisis etimológico y definicional de la ergonomía.....	72
6. Análisis del sistema ergonómico.....	77
6.1 Definición del sistema ergonómico.....	77
6.2 Comparación del manejo de los elementos del sistema ergonómico propuesto respecto a los elementos del sistema ergonómico clásico.....	89

6.3	Análisis de uno de los tipos de sistema ergonómico de McCormick-Huchingson y aplicación del sistema ergonómico propuesto.....	91
7.	Análisis del comportamiento complejo de los sistemas.....	97
7.1	Esquema del comportamiento complejo del sistema.....	98
7.2	Aplicación del esquema de comportamiento complejo de un sistema en ergonomía.....	101
8.	Análisis del entorno respecto al sistema ergonómico.....	104
8.1	Descripción de los factores del entorno.....	104
8.2	Enfoques actuales sobre los factores que inciden en el sistema ergonómico.....	110
8.3	Consideraciones generales alrededor del factor sociocultural.....	122
IV.	Consideraciones finales.....	133
V.	Bibliografía.....	137
VI.	Anexos.....	143

Índice de tablas y figuras

I. Introducción

Figura 1: Postura que se adopta al utilizar la silla ergonómica de Peter Opsvik..... 2

II. Revisión histórico conceptual de la ergonomía

2. Antecedentes de la ergonomía

Figura 2: Diagrama de la relación artesano - producto 14

Figura 3: Diagrama de la relación administrador - obrero calificado - producto..... 15

3. Historia y proyección

Tabla 1: Sociedades de ergonomía y membresía reciente 44

4. Relación y ubicación con otras disciplinas

Figura 4: Factores de la secuencia de un accidente. Teoría dominó de la causación..... 55

Figura 5: Objeto de estudio de la higiene industrial..... 58

Figura 6: Relación jerárquica entre salud en el trabajo, ergonomía, seguridad industrial e higiene industrial 69

Figura 7: Relación interdependiente entre medicina del trabajo, ergonomía, seguridad industrial e higiene industrial..... 70

III. Algunos problemas conceptuales, teóricos y metodológicos de la ergonomía

6. Análisis del sistema ergonómico

Figura 8: Diagrama ser humano - ambiente construido..... 77

Figura 9:	Diagrama ser humano - espacio físico - objeto / máquina	79
Tabla 2:	Posibles interacciones	79
Tabla 3:	Tipos de sistema ergonómico	83
Figura 10:	Sistema base o tipo 1	84
Figura 11:	Sistema tipo 2.....	84
Figura 12:	Sistema tipo 3.....	85
Figura 13:	Sistema tipo 4.....	86
Figura 14:	Sistema tipo 5.....	86
Figura 15:	Sistema tipo 6.....	87
Figura 16:	Sistema tipo 7.....	88
Figura 17:	Sistema tipo 8.....	88
Figura 18:	Sistema clásico hombre-máquina-ambiente	90
Figura 19:	Sistema hombre-máquina manual (McCormick-Huchingson)	92
Figura 20:	Sistema hombre-máquina semiautomático (McCormick-Huchingson).....	92
Figura 21:	Sistema hombre - máquina automático (McCormick - Huchingson).....	93
Figura 22:	Sistema ergonómico propuesto (ej. piloto automático).....	95
Figura 23:	Interacciones entre el ser humano y el piloto automático según el esquema ergonómico propuesto	96
7. Análisis del comportamiento complejo de los sistemas		
Figura 24:	Esquema del comportamiento complejo de un sistema.....	100
Figura 25:	Esquema clásico sistema hombre-máquina-ambiente	103
8. Análisis del entorno respecto al sistema ergonómico		
Figura 26:	Interacciones entre los cinco factores del entorno	105
Figura 27:	Esquema tradicional de análisis subordinado y jerárquico de los factores del entorno.....	108
Figura 28:	Relación entre el sistema ergonómico propuesto y los factores del entorno.....	109
Figura 29:	Antropotecnología dentro del esquema de los factores del entorno.....	113
Figura 30:	Ergoma dentro del esquema de los factores del entorno	115
Figura 31:	Factores humanos culturales dentro del esquema de los factores del entorno.....	117
Figura 32:	Ergoecología dentro del esquema de los factores del entorno.....	121
Figura 33:	Ergonomía sociocultural dentro del esquema de los factores del entorno.....	129

I

Introducción

Desde mi perspectiva, a las investigaciones en ergonomía les falta una buena dosis de reflexión clara y precisa alrededor de la problemática social. La preocupación central de la ergonomía es, hasta el momento, resolver los problemas desde la visión fisiológica, física y, en parte, psicológica; la ergonomía deja de lado prácticamente todos los aspectos socioculturales. Este "vacío" por así llamarlo, dio pie a la formulación de una serie de interrogantes como por ejemplo:

- Si las culturas reaccionan diferente de acuerdo con el aprendizaje y el legado social, ¿cómo se componen y comprenden las relaciones sociales en una fábrica, esto es, cómo se establecen el poder, la jerarquía y el liderazgo?
- ¿Influyen las prácticas sociales en la forma de organización de los espacios físicos y el diseño de los objetos?
- ¿Coinciden el concepto de comodidad - bienestar, desde el punto de vista fisiológico, con el punto de vista sociocultural?
- ¿Cómo determinamos el concepto de comodidad - bienestar, desde el punto de vista sociocultural?
- ¿Cómo influye el liderazgo, el bienestar, la jerarquía, etc. en las relaciones sociales y por ende en las relaciones laborales?

Es importante ver cómo se conforman las diferentes capas de experiencia, y las distintas estructuras de significado que intervienen y consolidan los valores, los hábitos y las costumbres, para tratar de responder la siguiente pregunta:

- El reconocimiento de las formas de vida, ¿son relevantes para la ergonomía?

Tradicionalmente la ergonomía ha concentrado sus estudios en los dominios de la anatomía y la fisiología, aunque también en cierto grado, en el dominio de la psicología. Ahora bien, la comprensión de los límites y capacidades fisiológicos del ser humano nos lleva incluso a replantear los hábitos. Por ejemplo, los japoneses cada vez más optan por la postura sentado utilizando una silla y no como tradicionalmente lo hacían en flor de loto sobre el piso. Este

cambio se debe a que se han encontrado problemas en las articulaciones de las rodillas cuando se sostiene por mucho tiempo la posición flor de loto. Aquí cabe preguntarnos:

- ¿Hasta dónde conduce a problemas fisiológicos? ¿Lo elegante de los zapatos en punta *versus* la adecuada posición de los dedos del pie?

No obstante, otros fenómenos presentes en el ser humano no encuentran una explicación dentro del dominio fisiológico y anatómico. Tal es el caso del concepto de comodidad, entendido como una sensación de bienestar, es decir, el encontrarse a gusto en determinada posición o circunstancia y, de acuerdo con ciertos hábitos y costumbres del grupo social al que se pertenece.

Para que pueda ser comprendida la "comodidad", no sólo basta con considerar el plano fisiológico, sino que se requiere el análisis desde otros planos como lo son el psicológico y sociocultural, pues son estos últimos los que determinan los hábitos y costumbres dentro de una comunidad. Tomemos como referencia el concepto de "comodidad" de una silla que analizada dentro de los dominios de la fisiología y la biomecánica, es un índice objetivo y fácilmente cuantificable. Los datos antropométricos, por ejemplo, la dimensión largo nalga - popíteo con base en el percentil 5, nos dan la profundidad adecuada que debe tener un asiento para ser fisiológicamente cómodo. Ahora bien, si analizamos la "comodidad" dentro de los dominios de la psicología y los aspectos socioculturales, veremos que este concepto es un término relativo y como tal se debe comprender en relación con las prácticas sociales. Son los hábitos y costumbres los que determinan en términos socioculturales el concepto de "comodidad".

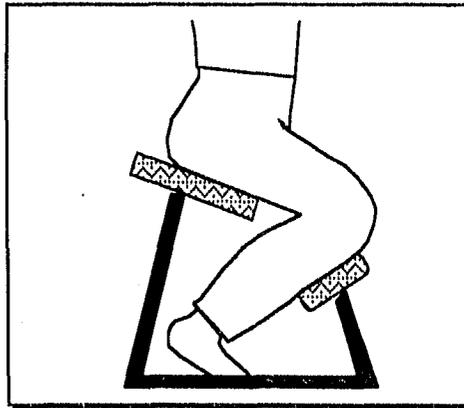


Figura 1: Postura que se adopta al utilizar la silla ergonómica de Peter Opsvik.

En algunos casos, el concepto fisiológico de "comodidad" compite con lo que social y culturalmente se considera como "cómodo". Un ejemplo es la silla ergonómica diseñada por Peter Opsvik, basado en la correcta posición sedente al realizar labores de escritorio, y en donde el sujeto queda apoyado en parte en un asiento y en parte en un descansa-piernas. La postura

que se adopta es como si se estuviera de rodillas, lo que obliga a mantener las curvaturas normales de la columna vertebral. Todo esto tiene que ver con una correcta posición en términos fisiológicos. Sin embargo, no ha sido muy aceptada -especialmente por las secretarías- debido, entre otras cosas, a que en esta posición se sienten "incómodas", porque parece que estuvieran arrodilladas trabajando (como si se estuviera en un confesionario). Además, esta postura les genera una sensación de desprotección e inestabilidad. La pregunta pertinente es:

- ¿Está tomando en cuenta la ergonomía la "resistencia cultural" a los objetos ergonómicos?

Las recomendaciones fisiológicas deben estar rodeadas de los aspectos socioculturales. La idea es considerar dentro de la descripción del uso de un objeto los aspectos sociológicos, es decir, el aprender a usar correctamente los objetos hasta hacerlos habituales o parte de las costumbres socialmente aceptadas.

Ahora bien, en las evaluaciones que actualmente se realizan en la ergonomía, la mayoría de las veces, los aspectos psicosociales tienen una base arbitraria. Afirmo esto, porque generalmente el investigador decide la escala y el sistema de medidas, sin definir desde un principio, lo que se va a entender por "comodidad". No es lo mismo preguntar sobre la comodidad en términos fisiológicos, que preguntar por la comodidad psicosocial. Se asume por parte del ergónomo la existencia de una noción universal sobre comodidad, es decir, se prejuzga que se comprende con claridad el significado de "comodidad". Siguiendo con un ejemplo, la "comodidad" se "mide" pidiéndole a la persona una opinión en cuanto a la silla utilizada, esto es, la sensación de "comodidad" respecto al trabajo que desempeña. La idea es que cada trabajador ubique, según su *criterio*, el grado de comodidad de la silla, dentro de una tabla de valoración predeterminada. La tabla generalmente va de mayor a menor, por ejemplo, muy cómoda, más o menos cómoda, incómoda, muy incómoda. Finalmente, estos datos se traducen a números, cantidades o valores (cuantificables) que el investigador ha definido para poder procesar, graficar, analizar y presentar el estudio. Hasta donde logro ver, esta base *arbitraria* es muy común en el dominio de las ciencias sociales e incluso no es vista como un problema conceptual que evidentemente conlleva a problemas metodológicos y prácticos. Por el contrario, considero que es un elemento fundamental de reflexión y cuestionamiento si queremos estudiar la ergonomía desde una perspectiva social. Hay que tener presente, por un lado, que las escalas deben ser específicas, en el sentido de poder definir desde el principio el concepto a evaluar; y por el otro, que los criterios de evaluación de determinado concepto no son transferibles ni en el sentido fisiológico ni en el sentido sociocultural.

Lo planteado en los anteriores párrafos me llevaron a un análisis de la ergonomía desde un punto de vista más amplio. Tomar perspectiva me permitió comprender que mis inquietudes iniciales sobre por qué no se contemplaba lo sociocultural dentro de los factores humanos, obedecía a problemas más profundos. Al empezar a asistir al seminario "Problemas conceptuales, teóricos y metodológicos de modelos computacionales inspirados en sistemas biológicos" organizado y coordinado por Nydia Lara Zavala, las dudas e incertidumbres eran tantas que no fue fácil continuar con mi trabajo. Sin embargo, poco a poco y a lo largo de estos

tres últimos años que hemos estado trabajando con el grupo se fueron decantando las incertidumbres gracias a la orientación e invaluable claridad filosófica de Nydia Lara.

A decir verdad, sólo hasta que conocí los problemas que aparecen al adoptar posturas filosóficas como el mentalismo, el emergentismo o la teoría causal de la percepción, comprendí que el enfoque sistémico correctamente entendido y aplicado, nos puede ayudar a enfrentar adecuadamente el trabajo en ergonomía. No está de más mencionar que el enfoque sistémico no tiene en apariencia nada de novedoso, pues desde los años 40 el método sistémico cada vez se ha ido extendiendo más. Sin embargo, los enredos filosóficos en los que actualmente se encuentra, por un lado lo han metido en un aparente callejón sin salida y por otro lado, lo han desviado de su verdadero objetivo que es ser una herramienta metodológica para entender cómo se pueden analizar sistemas con comportamientos complejos que no son del todo reducibles al análisis mecanicista.

El camino para enfrentar este problema es plantear una nueva concepción de la forma de investigar, en donde el científico en conjunción con el filósofo puedan trabajar en equipo. La idea es lograr que la ciencia se 'limpie' de errores y problemas metafísicos que están impidiéndole avanzar y conformar una nueva manera de "comprender" la realidad. Debemos trabajar en un enfoque holístico y a su vez una nueva forma de entender el método sistémico, que nos permita superar la visión reduccionista que se tiene sobre las diversas disciplinas del conocimiento. Lo fundamental es saber dentro de un concepto sistémico cuál es el sistema, esto es, qué elementos lo componen e interactúan y cuál es el contexto del sistema, de tal manera que podamos establecer las relaciones y condiciones necesarias y suficientes para enfrentar determinado punto a investigar.

Tal vez deba decir que como telón de trasfondo está en todo este análisis la filosofía de Wittgenstein, que ha sido permeada, de alguna manera, a través del trabajo filosófico de Alejandro Tomassini Bassols.

Finalmente, es pertinente aclarar que el contenido del documento está dividido en dos secciones. La primera hace referencia a la revisión histórico conceptual de la ergonomía, y la segunda se relaciona con algunos problemas conceptuales, teóricos y metodológicos de la ergonomía y las implicaciones que tiene un correcto enfoque del método sistémico.

II

Revisión histórico conceptual de la ergonomía

Este capítulo desarrolla un acercamiento histórico de acuerdo con el momento y el lugar de la gestación de la ergonomía. Mi intención es tratar de entender el origen de las preocupaciones conceptuales y teóricas que dan pie a la aparición de la ergonomía como disciplina autónoma.

Para lograr entender con mayor claridad cómo aparece la ergonomía, esta sección del trabajo la voy a dividir en cuatro apartados:

1. El primero considera al materialismo histórico dialéctico como uno de los métodos de análisis para la revisión histórico-conceptual de la ergonomía,
2. el segundo trata de los antecedentes de la ergonomía,
3. el tercero describe la aparición, conformación, evolución y concreción de la ergonomía como disciplina autónoma, y
4. el cuarto se ocupa de la relación y ubicación de la ergonomía con otras disciplinas.

Antes de entrar en el análisis histórico-conceptual de la ergonomía, es pertinente señalar uno de los lineamientos que me ha servido como guía para este capítulo. Me refiero al enfoque del materialismo histórico dialéctico como método para la revisión histórico-conceptual de la ergonomía, el cual será discutido en el primer apartado.

Los ergónomos tradicionalmente no reconocen como parte de la historia de su disciplina los trabajos de Smith, Taylor y Ford. Sólo Uccelli y Pheasant, que yo conozca, establecen algún tipo de relación. Los ergónomos consideran a dichos autores como más preocupados por los aspectos de la productividad que por las condiciones de trabajo del ser humano. Sin embargo, aunque en alguna medida esto es cierto, no podemos negar que los autores arriba mencionados contribuyeron también de manera efectiva en la conformación de la ergonomía, en el sentido de ocuparse de la productividad y la eficiencia. Por lo tanto, se vuelve fundamental desarrollar un acercamiento histórico para iniciar la búsqueda de los antecedentes de la ergonomía, donde se tome en cuenta las nociones de: 'división del trabajo', 'organización científica del trabajo', así como la denominada 'cadena de montaje' (producción en serie y estándar). Sobre esto trata el

segundo apartado, el cual tiene por objeto comprender cómo surgieron los conceptos de 'productividad' y 'eficiencia', bases de la organización científica del trabajo y ahora parte de los fines de la ergonomía.

El tercer apartado se divide arbitrariamente en aparición y conformación (1920 - 1960) y evolución y concreción (1970 - 1990). Si bien esta división es de carácter operativo, resulta útil en el sentido de mostrar cómo en las últimas décadas se están abriendo posibilidades e integrando bases teóricas, herramientas metodológicas y conceptuales de diversas disciplinas, tradicionalmente no relacionadas con la ergonomía.

Aparición y conformación (1920 - 1960)

Este apartado describe la manera en cómo se estructuró la ergonomía como disciplina autónoma. Se cotejan las ciencias o disciplinas de las cuales la ergonomía toma sus principios epistemológicos -metodológicos y técnicos-. Lo anterior se apoya en una tabla cronológica sobre algunas referencias históricas importantes como son, e.g., la formación de la Asociación Internacional de Ergonomía, la aparición del concepto 'ergonomía' y las primeras disciplinas que participan en estudios interdisciplinarios sobre problemas humanos en el trabajo.

Evolución y concreción (1970 - 1990)

Se ubicó dentro de este apartado la ergonomía en Latinoamérica, debido a que no corresponde cronológicamente con la aparición a nivel mundial (1920 - 1960). Ahora bien, esto permite contrastar el desfase histórico y la dependencia conceptual de la ergonomía en Latinoamérica, respecto a la ergonomía desarrollada en los Estados Unidos y Europa. Por otra parte, describimos las últimas tendencias internacionales que ha tomado la ergonomía como son, entre otras, la ergonomía de la administración y la ergonomía cognitiva¹.

Por último, el cuarto apartado trata de ubicar a la ergonomía en relación con otras disciplinas que tienen objetos de estudio hasta cierto punto relacionados, me refiero a la seguridad industrial, la higiene industrial y la medicina del trabajo.

¹ El término cognitivo/a es utilizado como sinónimo de cognoscitivo (va), el cual proviene del latín *cognoscere*. Cognitivo / cognoscitivo se refiere a conocer; lo que se es capaz de conocer. Además, es un término de uso común para designar los procesos o estructuras relacionadas con la conciencia y el conocimiento. La palabra 'cognitivo' es ampliamente definida en diccionarios de Psicología -así como en algunos diccionarios enciclopédicos de la lengua española-. La definición que sigue a continuación es tomada de Dorsch, F., *Diccionario de psicología*, 5a. ed., Barcelona, Herder, 1985. Término empleado con múltiples sentidos. Se usa especialmente para designar un hipotético modelo complejo, existente en el organismo, elaborado a base de experiencias, que posibilita o facilita el conocimiento y la orientación de todas las manifestaciones del mundo exterior.

1. El materialismo histórico dialéctico como método de análisis

La intención fundamental de hacer una revisión histórica de la ergonomía es poder comprender las bases del desarrollo teórico-conceptual como disciplina ligada al estudio del ser humano en el trabajo. En este sentido, el materialismo histórico dialéctico es una herramienta de análisis para comprender los hechos transcurridos a lo largo del tiempo, como un todo unitario. Desde esta postura es posible realizar una investigación de los hechos a nivel histórico, esto es, ver retrospectivamente para entender cómo se dio el proceso, en la dinámica social y así tratar de revelar el entramado que sirvió -y aún sirve- de sustento teórico a la ergonomía.

Para Kosik -uno de los autores que plantea el materialismo histórico dialéctico-, lo concebido como realidad humana es producto de una confluencia de perspectivas y de maneras de concebir el mundo; son construcciones sociales las cuales dependen y varían según el espacio y el tiempo en donde se establece una sociedad. Cada sociedad tiene una "intención", una clave y una apropiación de lo real de manera distintiva. A esto se agrega el sentido - como comprensión de las cosas - el cual se puede captar gracias a ser, por un lado, un producto histórico social y, por el otro, el proceso de creación del sentido humano.² Desde esta perspectiva, la ergonomía tiene un dominio teórico cargado desde la visión occidental, que, como lo veremos más adelante, impide un adecuado trabajo en nuestros países en donde conviven tanto la postura occidental, como la visión de muchos grupos herederos de las culturas prehispánicas.

Ahora bien, el proceso dialéctico visto como un proceso en espiral es: el comportamiento de la parte en relación con el comportamiento del todo y el comportamiento del todo respecto al comportamiento de las partes. El proceso poco a poco busca abarcar más y más relaciones, es decir, se establece un crecimiento a lo largo del tiempo para estructurar la comprensión de cómo opera, se desarrolla y se desenvuelve el sistema.

La importancia de los hechos que tradicionalmente han pasado desapercibidos, es un elemento esencial para romper con la relación unicausal manejada en el tradicional análisis histórico. Como un ejemplo en el sentido de una relación multicausal está la obra de Fernand Braudel³ quien realiza un acercamiento a la economía desde una perspectiva histórico-social, política y cultural a partir del hombre común y su desenvolvimiento en lo

² En mi audición y en mi visión participan, pues, en cierto modo, todo mi saber y mi cultura, toda mi experiencia vivida o arrinconada en el olvido que aflora en determinadas situaciones, mis pensamientos y reflexiones, aunque todo esto no se manifieste en forma predictiva explícita en los actos concretos de la percepción y la experiencia. En la asimilación práctico-espiritual del mundo, de la cual se derivan originalmente todos los demás modos de asimilación (el teórico, el artístico, etc.), la realidad es, pues, percibida como *un todo indivisible de entidad y significados*. (...) La imagen fiscalista del positivismo ha empobrecido el mundo humano y con su absoluto exclusivismo ha deformado la realidad, ya que ha reducido el mundo real a *una sola* dimensión y a un solo aspecto: la dimensión de la extensión y de las relaciones cuantitativas. Kosik, K., *Dialéctica de lo concreto*, México, Grijalbo 1967, p. 42.

³ Braudel, F., *Civilización material, economía y capitalismo siglos XV - XVIII, las estructuras de lo cotidiano*. Madrid, Alianza Editorial, 1984.

cotidiano. Braudel poco a poco va armando la jerarquía de los factores importantes, que -en contraste- para un estudio clásico de la economía no son relevantes. Por ejemplo la base alimentaria de la gente, los hábitos del comer y el beber, el tipo de vestido, los recursos energéticos del lugar, etc. Todo esto lo logra en un recuento simultáneamente sincrónico y diacrónico, lo cual permite entender y conformar los elementos de trasfondo esenciales para el desarrollo económico de ese momento histórico analizado. Es pues, un proceso dialéctico de la totalidad.

Además, la dialéctica nos permite descomponer la dinámica del todo, para comprender la dinámica de las partes. En el entendimiento humano siempre es esencial la contraparte: un hecho aislado no tiene significación, no adquiere sentido, se requiere de una 'contraparte' para 'explicar' la parte. Como diría Wittgenstein, "el rojo se explica por la existencia de los otros colores, no por él en sí mismo". Así, un proceso dialéctico permite ir argumentando por contrastación de opuestos y/o complementarios. Sin embargo, esta descomposición del todo unitario en partes o fragmentos ha sido mal manejada e interpretada a nivel teórico, hasta el punto de haber creado disciplinas en donde sus objetos de estudio se delimitan y aíslan radicalmente de las demás. Ya no se busca el todo como unidad a partir del opuesto o complementario, y mucho menos se preocupan por las conexiones e interacciones, por los puntos de contacto común con otras disciplinas. Por tal razón, después de la revisión histórica, dedico un apartado a la relación y ubicación de la ergonomía respecto a otras disciplinas afines. Fundamentalmente trato de establecer las conexiones e interacciones de la ergonomía, en relación con disciplinas ocupadas del estudio del hombre en condiciones de trabajo.

Ahora bien, los críticos del materialismo histórico señalan: "todos los hechos nunca pueden ser abarcados por el conocimiento humano"; por lo tanto, no podemos hablar de totalidad. Kosik responde que la totalidad no significa todos los hechos, sino:

la realidad como un todo estructurado y dialéctico, en el cual puede ser comprendido racionalmente *cualquier hecho* (clases de hechos, conjuntos de hechos). Reunir todos los hechos no significa aún conocer la realidad, y todos los hechos (juntos) no constituyen aún la totalidad [...]. La dialéctica de la totalidad concreta no es un método que pretenda ingenuamente conocer *todos* los aspectos de la realidad sin excepción y ofrecer un cuadro 'total' de la realidad con sus infinitos aspectos y propiedades, sino que es una teoría de la realidad y de su conocimiento como realidad.⁴

Los hechos **aislados** que hacen parte de la historia son meras abstracciones. La totalidad es la comprensión global de cómo surgieron ciertos hechos, es la manera por la cual diversos elementos en el tiempo afectan y se ven afectados. Sólo se puede comprender la historia en las interrelaciones que integran y 'estructuran' el **todo**, entendido este todo no como lo incommensurable, sino como lo generado en la interacción de las partes relacionadas con los hechos que deseamos comprender. No es simplemente la

⁴ Kosik, K., *op. cit.*, p. 56. El subrayado es nuestro.

comprensión de procesos y hechos acumulados, sino el análisis de ciertos procesos y hechos por medio de una estructura dialéctica lo cual incluye la explicación de la dinámica social que nos interesa en términos de un *continuum*.

Finalmente es importante señalar que el materialismo histórico dialéctico es sólo una de las herramientas de análisis empleada, pero no la única. Es un error pensar que todo y sólo desde esta postura se puede llegar a comprender la ergonomía. De hecho, otra de las herramientas útil para el análisis de la ergonomía es la "metodología de sistemas" conformada y desarrollada a lo largo de los tres últimos años en el seminario sobre "problemas conceptuales, teóricos y metodológicos de modelos computacionales inspirados en sistemas biológicos".

2. Antecedentes de la ergonomía

(División del trabajo, Organización científica del trabajo y cadena de montaje - producción en serie y estándar.)

Smith⁵ habla respecto a las ventajas de cuando un obrero se concentra en una actividad y describe con el ejemplo de la fábrica de alfileres la secuencia de la división del trabajo. Afirma que la división del trabajo ocasiona un aumento proporcional en las facultades productivas del trabajo y señala tres hechos como ventaja de la división del trabajo:

Este aumento considerable en la cantidad de productos que un mismo número de personas puede confeccionar, como consecuencia de la división del trabajo, procede de tres circunstancias distintas: primera, de la mayor destreza de cada obrero en particular; segunda, del ahorro de tiempo que comúnmente se pierde al pasar de una ocupación a otra, y por último, de la invención de un gran número de máquinas que facilitan y abrevian el trabajo capacitando a un hombre para hacer la labor de muchos.⁶

Con la noción de 'división del trabajo' Smith propone -independientemente de lo que le sucede al ser humano- la búsqueda de la eficiencia ligada a la especialización, i.e., al desarrollo de las facultades productivas del trabajo.

De esta manera para Smith, el trabajador pondrá así toda la atención para alcanzar un propósito, ahondando en el aprendizaje por perfeccionamiento cotidiano y evitando la distracción generada por varias actividades. Sin embargo, esta concentración en una tarea específica puede generar dos consecuencias antagónicas. La primera, se podría considerar como ventajosa, en el sentido de que la actividad del trabajador se vuelve calificada, se cometen menos errores y por lo tanto disminuye el número de accidentes. La segunda en cambio, puede verse como desventajosa, e.g., enajenante, en el sentido de que la actividad

⁵ Smith, A., *Investigación sobre la naturaleza y causas de la riqueza de las naciones*, 1a ed., México, FCE, 1958.

⁶ *Ibid.*, pp. 10 -11

del trabajador con el tiempo llega a ser monótona; el trabajador comete errores no por desconocimiento del oficio, sino por descuido. Además de esto la especialización afecta la calidad de vida del trabajador, pues sólo se usa su fuerza de trabajo y se le quita el desarrollo personal; en otras palabras, pierde su calidad de persona.

Ahora bien, la división del trabajo propuesta por Smith debe verse como una primera respuesta. Sin embargo, dicha respuesta no era suficiente ni a nivel teórico ni a nivel práctico. Esto es claro cuando se considera cómo el desarrollo del trabajo industrial trajo consigo una cantidad de retos y reajustes para las condiciones de vida de los humanos. Quizá Taylor fue el primero en comprender que no era suficiente la noción de 'división del trabajo', sino que se requería, además, de un estudio científico de las condiciones del trabajo.

Para Taylor el concepto de 'división del trabajo' debe ser complementado con otros conceptos y principios. Propuso para cada trabajo, es más, para cada puesto de trabajo la necesidad de un estudio sobre 'tiempos y movimientos', con el objeto de incrementar en forma eficiente la producción. Para ello dio el ejemplo del manipuleo de los lingotes de hierro, en donde resalta fundamentalmente el hecho de que el control del tiempo en relación con el trabajo debe pasar a manos de la administración. De esta manera la administración puede premiar la eficiencia con mecanismos de compensación o algún tipo de incentivo; fundamentalmente por dinero (si haces más ganas más) o por reconocimiento psicológico (si lo haces bien lo divulgamos).

Como característica distintiva, antes de la división del trabajo el oficio era un elemento controlado por la clase trabajadora. La injerencia del trabajador (artesano, con un oficio) era total en la producción de objetos. Ahora, con la división del trabajo el oficio es dividido en tareas. El trabajador ya no es responsable de todo el objeto producido. Se impone a cada obrero una tarea específica, es decir, al empleado se le dice qué hacer y cómo hacerlo. Al igual que la máquina, lo importante es su fuerza de trabajo. Ya no importa si el trabajador piensa o siente, sólo importa lo que haga, que lo haga bien y en el menor tiempo posible.

Taylor advierte: "el control del trabajo anteriormente confiado al trabajador, ahora debe de quedar en manos de la administración." Este autor, establece el carácter de organización científica del trabajo sobre cuatro principios básicos los cuales serán el origen de la actual administración científica. Los principios propuestos son:

Primero, la necesidad de llevar a cabo un estudio científico del trabajo, donde la planeación, organización, dirección y control del trabajo este a cargo de una nueva clase de especialista, el administrador.

Segundo, la selección científica y el entrenamiento del trabajador por parte del administrador. En el pasado normalmente el trabajador elegía el oficio y se instruía a sí

mismo de acuerdo con sus posibilidades. Este principio es un modo de reemplazar los métodos empíricos, entendidos como el aprendizaje dado por la práctica o por la experiencia cotidiana.

Tercero, la unión del estudio científico del trabajo con el de la selección científica del trabajador. Este principio reúne los dos anteriores dando lugar a un trato cordial entre el administrador y el trabajador.

Cuarto, la estrecha colaboración y cooperación entre dirigentes y obreros debido a la distribución equitativa del trabajo y las responsabilidades. De esta manera todo el trabajo se hace de acuerdo con los principios científicos cuando se planean y aplican.⁷

Como es de suponer, Taylor comprende que quien domina y dicta los modos operativos a través del desarrollo de técnicas y métodos específicos de acción, se adueña de los tiempos y las formas de producción. Aparece el propósito de tomar y/o reemplazar el oficio del trabajador para controlarlo. Para Taylor el trabajador ya no es un 'artesano' identificado con el trabajo y con el producto de su trabajo (oficio), sino un simple 'obrero' quien desconoce un oficio. Alguien sin un oficio no sólo es más barato sino también es un trabajador que no sabe defender el valor de su fuerza de trabajo.

Ahora bien, dentro de la noción de 'organización científica del trabajo' está la idea de que el trabajo humano quede condicionado por la velocidad y exactitud de la máquina, la cual tiene un determinado grado, ritmo y precisión. Esto quiere decir que el principio de organización de Taylor conlleva a que el trabajo humano se debe reducir, transformar y acoplar al proceso de la máquina, y no a la inversa, ser la máquina la que se adapte como herramienta en el proceso humano de trabajo.

Como síntesis de lo hasta aquí expuesto, podemos afirmar que:

- a) La racionalización del trabajo organizó de tal manera el proceso de producción, que tanto máquinas como seres humanos fueron tomados como partes o medios para un determinado tipo de acciones u operaciones.
- b) No se tomó en cuenta que el humano no puede por sus condiciones biológicas y psicológicas tener ritmos excesivamente repetitivos y regulados.

Como una respuesta inicial a la problemática anteriormente planteada, se intenta aumentar el contenido del trabajo para evitar el tedio y reducir la frecuencia de accidentes. Se incrementa no sólo la satisfacción sino la eficiencia en el trabajo. A este procedimiento se le denomina ampliación horizontal del trabajo (número y tipo de tareas), mientras que la ampliación vertical se refiere al nivel de responsabilidad del trabajador (supervisión y control de calidad).

⁷ Taylor, F.W., *Principios de la administración científica*, 11a. ed., Buenos Aires, Atenero, 1991, p. 149.

Es importante mencionar que Ford aporta un nuevo concepto para mejorar la productividad a través de la eficiencia en el proceso de producción, esto es la cadena de montaje. La idea de Ford fue crear lo que podríamos denominar una 'estructura suspendida', que se puede transportar y al mismo tiempo pasa de puesto en puesto de manera regulada donde cada obrero realiza una operación. La regulación de la cadencia del trabajo se convierte en un mecanismo de control de producción, idea que se desarrolla y pasa a todo el mundo a partir de 1918. Una vez controlado el sistema de producción en masa en los automóviles (producto complejo), se traslada rápida y fácilmente a la fabricación de productos más simples como los electrodomésticos. La cadena de montaje permite controlar por un tiempo el mercado, pues la masificación reduce los costos de producción y por ende los precios en el mercado.

La primera guerra mundial estimula la producción de mercancías fabricadas en serie y dentro de la idea de cadena de montaje (se asegura con esto un mercado continuo de armamento). Surgen así dos conceptos que deben apoyar el desarrollo de la producción en masa, estos son: la 'estandarización' y la 'serie'.

La estandarización es una especificación de calidad y la serie lo es de cantidad. Para que un producto pueda fabricarse en cadena, los componentes deben ser idénticos y/o intercambiables, de tal manera que cualquier pieza tomada al azar se ajuste al producto en elaboración. De esta forma se eliminan los problemas de recomposición y retoque donde se requieren una gran cantidad de tiempo y habilidad.

Una vez iniciado el estudio de la estandarización de los elementos y componentes utilizados en la fabricación de un producto, se requiere tener normas y dimensiones de piezas controladas, maquinaria seleccionada así como *personal de acuerdo con su habilidad*. La estandarización es un requerimiento en todos los componentes a ensamblar -incluyendo al humano.

Evidentemente si se controla el trabajo y el modo de producción se obtiene un mayor rendimiento en la fabricación de objetos - mercancías. Una producción en serie es más efectiva para el capitalismo pues se consigue mayor plusvalía. Si esto se apoya en un cuidadoso estudio de tiempos y movimientos, hasta el punto de tener "cronometrada" la velocidad adecuada que debe emplearse en cada paso del trabajo, será aún mayor dicha plusvalía.

Al contrario de lo que podría pensarse, con Ford la división del trabajo se agudiza. Se separan los trabajos de concepción y ejecución, y se disminuye la destreza, es decir, los obreros se especializan en tareas muy simples, hasta el punto de bajar los tiempos invertidos en el aprendizaje. Además de una mayor eficiencia de la maquinaria, se pueden enumerar tres características específicas de la cadena de montaje que permiten obtener mayor plusvalía; en palabras de Coriat éstas son:

Economía general de mano de obra de mantenimiento, fijación autoritaria de la cadencia de trabajo, es decir, hombres sometidos a la velocidad de un mismo transportador y tercero, un recurso sistemático al maquinismo.⁸

El sistema en cadena aseguró un continuo flujo de piezas y/o componentes frente a un obrero "quieto" en el puesto de trabajo. En cierta forma, dicho sistema trajo alivios a nivel del ser humano. Por un lado se disminuyeron los desplazamientos innecesarios de los obreros; por otro, ya no se trasladaban, cargaban o se descargaban componentes o piezas de un lugar a otro por parte de los trabajadores. Esto dio como consecuencia la disminución de la fatiga 'física'.

Sin embargo, esta regulación mecánica llevada al extremo resultó autoritaria. Impuso un único ritmo para todos los puestos de trabajo sin discriminar lo complejo o preciso de cada tarea. Esto produjo una mayor concentración, tensión y fatiga "psíquica". El trabajador de la línea de montaje por estar en un ritmo de acción impuesto por la máquina, generó una tensión agregada a su labor. Dicha tensión llevó a confusiones y desórdenes de tipo psicofisiológicos como por ejemplo: Irritabilidad acompañada con taquicardia o cansancio, debilidad y tensión acompañados de transpiración.

En realidad, la cadena de montaje trajo también un aislamiento social, un alto nivel de ruido, una monotonía por las tareas repetitivas y una menor oportunidad de ascenso. Se hacía un trabajo en donde no se desarrollaban o estimulaban ni conocimientos ni habilidades. Por todo lo anterior, la línea de montaje aunque racionalizó el trabajo no necesariamente aumentó la productividad por medio de la eficiencia. Como medida alternativa se propuso la rotación de trabajos, pero esta a la vez rompió las relaciones sociales establecidas con los compañeros de área.

Con la introducción de la administración científica, el capitalismo logra saltar el primer obstáculo para su desarrollo, i.e., el control que tenía el trabajador sobre los tiempos de producción. El cronómetro entra en el taller, estableciendo una nueva condición laboral. Se logra que el obrero tenga un 'ritmo impuesto' y no su 'propio ritmo' en la producción de mercancías. Al reducir el saber del obrero a gestos repetitivos y elementales, la mano de obra es mucho más barata, por lo tanto, la consecuencia es una producción en masa, benéfica sólo para la economía capitalista, mas no para los trabajadores.

Al imponerse la máquina, el ser humano quedo condicionado por ésta. La productividad y eficiencia se tomaron como resultado de la máquina en cuanto a cantidad y calidad de trabajo. El propósito era racionalizar el trabajo sin pensar en la interacción hombre - máquina y la operación como un sistema, como un todo, en donde tanto la máquina como el ser humano tienen igual importancia.

⁸ Coriat, B., *El taller y el cronómetro, ensayo sobre el taylorismo, el fordismo y la producción en masa*, 6a ed., México, Siglo XXI, 1991, p. 47.

Antes de continuar con la reflexión, observemos dos esquemas los cuales sintetizan la manera en que se transforman los modelos del proceso de producción de objetos. El primero representa la relación entre el ser humano como artesano y el producto antes de la intervención de Smith, Taylor y Ford.

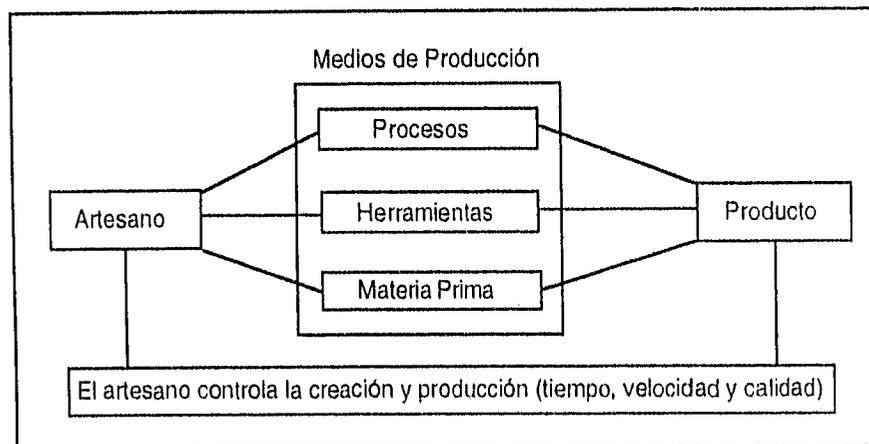


Figura 2: Diagrama de la relación artesano-producto.

En este modelo el artesano es un hombre 'calificado', es un 'maestro de taller' en el sentido de crear y producir un objeto en su totalidad, esto es, que tiene un oficio (e.g., carpintero, ceramista, herrero, zapatero, etc.)

En la figura 3 se representa la relación entre el ser humano como 'obrero calificado' y el producto después de la inclusión de los conceptos de Smith, Taylor y Ford.

En este modelo el obrero calificado sólo es un 'especialista' donde aprende a realizar una parte del objeto dentro del proceso de producción, por lo cual no tiene un oficio definido. Como vemos, estos nuevos conceptos de trabajo tienen un doble sentido; por un lado se refieren a las tareas que los obreros cumplen, pero por otro lado se refieren al hecho de que el obrero sólo realiza y ejecuta mientras el sistema administrativo crea, piensa y controla.

Es importante destacar la llamada de atención de Coriat sobre el hecho de que Marx estudia la producción en masa como un factor de acumulación de capital. Este análisis se presenta -aunque de manera implícita y no explícita- en la cuarta sección del libro uno del Capital dedicado a la gran industria, donde se prevé la situación del trabajador en la industria.

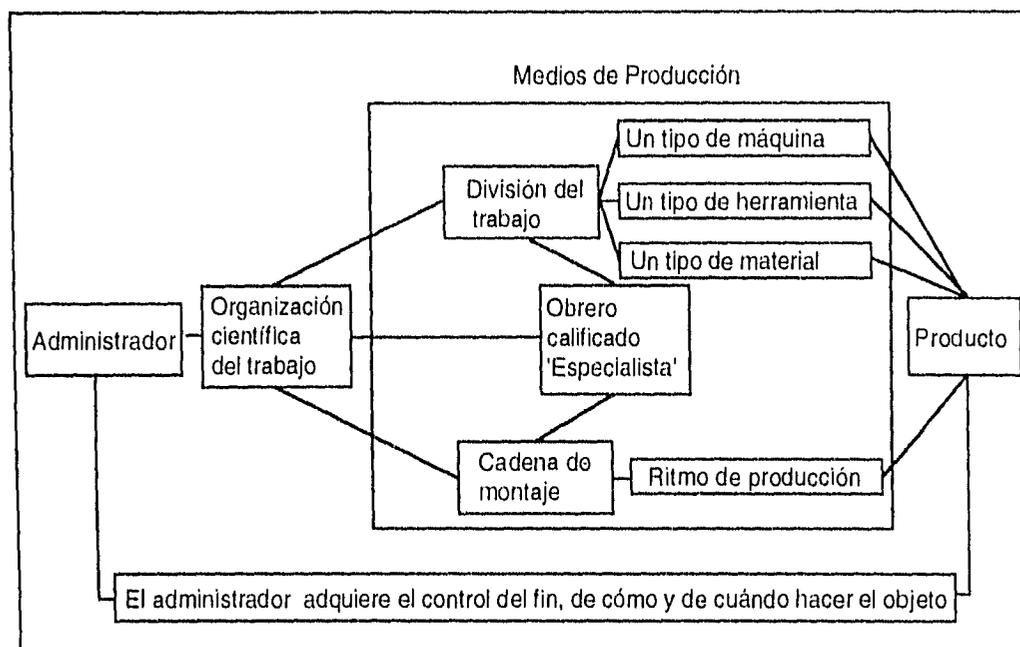


Figura 3: Diagrama de la relación administrador - obrero calificado - producto.

Para aclarar esta perspectiva, veamos algunos comentarios que hace Marx al respecto:

En la manufactura* los obreros, aislados o en grupos, ejecutan con su instrumento artesanal cada uno de los procesos parciales especiales. Si bien el obrero a quedado incorporado al proceso, también es cierto que previamente el proceso ha tenido que adaptarse al obrero. En la producción fundada en la maquinaria queda suprimido este principio *subjetivo* de la división del trabajo. Aquí se examina en sí y para sí, *objetivamente*, el proceso total, se lo analiza en sus fases constitutivas, y el problema consistente en ejecutar cada proceso parcial y ensamblar los diferentes procesos parciales, se resuelve mediante la aplicación técnica de la mecánica, de la química, etc.⁹

Para Marx la situación del hombre frente a la gran industria se presenta de forma muy crítica. En la manufactura, si bien el ser humano era incorporado al proceso productivo, también el proceso se incorporaba al hombre; aunque el obrero no tuviera el control sobre el saber y el poder, por lo menos decidía el cómo relacionarse. En cambio, al introducirse la máquina, hasta la misma posición frente a ella está condicionada. Si la máquina había sido proyectada para que el obrero estuviera de pie, así tenía que estar, y

* Entendida como el trabajo realizado por los obreros, esto es, lo confiado aún en la capacidad y habilidad manual.

⁹ Marx, C., *El Capital*, 16a ed., t. I, vol. 2, México, Siglo XXI, 1991, p. 462.

siempre; si la máquina estaba programada para producir determinado número de piezas, el obrero debía presionar el mismo número de veces cierto botón, siempre.¹⁰

También Marx describe la enajenación del obrero como un proceso de pérdida del saber y del poder, no sólo respecto al objeto o producto, sino respecto al proceso y los medios con los cuales se producen. La máquina impone el ritmo, tiene mayor capacidad de rendimiento, lo que conlleva una producción regulada, predecible.

Con la herramienta de trabajo, se transfiere también del obrero a la máquina el virtuosismo en el manejo de aquélla. La capacidad de rendimiento de la herramienta se emancipa de las trabas personales inherentes a la fuerza de trabajo humana. Queda abolido, con ello, el *fundamento técnico sobre el que descansa la división del trabajo en la manufactura*. Por eso en lugar de la *jerarquía* de los obreros especializados, característica de esa división del trabajo, aparece en la fábrica automática la *tendencia a la equiparación o nivelación de los trabajos* que deben ejecutar los auxiliares de la maquinaria.¹¹

Así mismo Marx señala la pérdida de la dignidad humana ante esta racionalización de la producción. La gran industria se enfoca a producir y vender más sin medir las consecuencias para el ser humano.

La subordinación técnica del obrero a la marcha uniforme del medio de trabajo y la composición peculiar del cuerpo de trabajo, integrado por individuos de uno u otro sexo y pertenecientes a diversos niveles de edad, crean una disciplina cuartelaria, que se desenvuelve hasta constituir un *régimen fabril* pleno y que desarrolla completamente el *trabajo de supervisión* (...). La libreta de castigos, en manos del capataz, reemplaza el látigo del negrero. Todas las penas, naturalmente, se resuelven en multas de dinero y descuentos del salario, y la sagacidad legislativa de los Licurgos fabriles hace que la transgresión de sus leyes les resulte más lucrativa, si cabe, que el acatamiento de las mismas.¹²

En realidad el reconocimiento de esta perspectiva tiene su justo valor en los inicios del capitalismo, pero ya no corresponden en cierto sentido a la situación actual de los trabajadores. Aunque hoy día siguen siendo cuestionables muchas de las ideas surgidas del modo de producción capitalista, también es verdad que las condiciones del trabajador no son tan dramáticas como en aquella época.

Hasta aquí es claro que la productividad y eficiencia desde los inicios de la revolución industrial -y aún hoy, sólo con diferente matiz- son ideas ligadas al nivel económico.

La división del trabajo, el estudio científico de tiempos y movimientos y el desarrollo de la cadena de montaje (serie - estándar), se enfocaron hacia una racionalización en donde importó la productividad y eficiencia en términos de cantidad de producto y ganancia. No se pensó en el deterioro de las condiciones físicas y psíquicas que podían padecer los trabajadores. Sin embargo debemos recordar: la productividad no tiene por qué estar en

10 Entiéndase "siempre" como la jornada laboral.

11 Marx, C., *op. cit.*, p. 512.

12 *Ibid.*, pp. 517 - 518.

oposición con la calidad de vida del trabajador. De igual manera, la eficiencia no tiene por qué estar en detrimento de lo humano. 'Productividad' y 'eficiencia' son conceptos que pueden ser compatibles con la calidad de vida del trabajador.

Ahora bien, podemos ver en términos de ventajas y desventajas lo que implicaron los conceptos desarrollados por Smith, Taylor y Ford. Las ventajas se relacionan directamente con el beneficio económico, las desventajas por el contrario, con el detrimento de la calidad de vida del trabajador.

Ventajas

- Se aumenta la cantidad de productos en relación con el tiempo de producción.
- Se reducen los costos de producción por construir componentes estándar y producir en serie.
- La producción en serie elimina la inmovilización improductiva de materia prima y el costo de almacenaje.
- Se reducen costos y aumenta la producción por la intensificación y normalización del trabajo (control de tiempos y movimientos).
- Se reducen costos de producción y por lo tanto aumenta la ganancia.

Desventajas

- El humano se vuelve parte de la maquinaria de producción.
- Se le impone al trabajador un ritmo y un tiempo de trabajo que no le es propio.
- Al imponerse el ritmo de la máquina el trabajador sólo importa como controlador.
- Se separa la capacidad física para realizar un trabajo de su propia capacidad de creación.
- Aunado todo lo anterior, el trabajador pierde su calidad de persona.

También es claro, que el análisis de tiempos y movimientos, así como el desarrollo de la cadena de montaje (estándar - serie) fundamentaron el estudio científico de lo que hoy se conoce como administración del trabajo. Tomaron y generaron conceptos sobre economía, psicología laboral y sociología del trabajo, cuando antes de 1881 (trabajos de Taylor) no eran una preocupación ni de la industria ni de los procesos de producción. El fordismo buscó la productividad y el taylorismo la normatividad. Juntos permitieron elevar el nivel de producción, recuperar los tiempos muertos del mantenimiento y convertir éstos en trabajo productivo al eliminar los desplazamientos del obrero.

El estudio científico del trabajo implicó sin duda:

- a) una parte de administración, con principios como planeación, control, etc.,
- b) una de economía, con racionalización de costos, etc., y consecuentemente,
- c) una de psicología social con selección de personal, entrenamiento, distribución de responsabilidades, etc. Sobre estas bases se formó como una disciplina científica,

académicamente autónoma la administración de empresas, encargada de preparar "administradores" para dirigir, planear, controlar y organizar una empresa.

Pero, la 'productividad' y la 'eficiencia' alcanzadas en términos económicos -mayor cantidad de mercancías en menor tiempo- se encontró con una nueva serie de problemas, especialmente relacionados con altos índices de accidentes y enfermedades laborales i. e., deformaciones en la columna vertebral debidas a malas posturas durante la jornada de trabajo. Dicha problemática trajo entre otras cosas:

- a) un retraso de la producción,
- b) el aumento en los costos de producción,
- c) gastos por problemas jurídicos,
- d) indemnizaciones o jubilaciones prematuras,
- d) daños a las instalaciones, maquinaria y equipo.

Surge así, especialmente en las décadas de los 20 y los 30, una preocupación por estudiar desde un punto de vista psicológico y fisiológico, las condiciones del ser humano en el trabajo, sin perder la premisa de mejorar la 'productividad' y la 'eficiencia'. Se inician investigaciones multidisciplinarias, en donde participan psicólogos, fisiólogos, ingenieros, diseñadores, etc. Estos profesionales se ocupan de problemas de salubridad y seguridad industrial. Los primeros trabajos multidisciplinarios muestran que los accidentes y las enfermedades laborales atribuidas anteriormente a ineptitud del trabajador, son más un problema de diseño y/o previsión de la administración. Demuestran cómo, si se contemplan cuidadosamente las capacidades y limitaciones humanas en el sentido fisiológico y psicológico, se obtendrán mejores condiciones de seguridad laboral y por lo tanto aumentará la eficacia en el trabajo y la productividad de la empresa.

En la medida de que un trabajador esté a gusto, sin problemas causantes de tensión o lesiones físicas, la productividad no sólo se mantendrá ¡se incrementará! **Esta nueva forma de entender la productividad y la eficacia son realmente las bases del estudio de la ergonomía.**

Es importante destacar cómo ningún ergónomo establece de manera explícita, que el punto de contacto e hilo conductor de la ergonomía con los trabajos de Smith, Taylor y Ford son la 'productividad' y la 'eficiencia'. Es más, autores como Uccelli y Pheasant plantean la ergonomía como una alternativa a las ideas de Smith, Taylor y Ford, esto es, como una postura opuesta a dichas ideas y no como un **cambio de perspectiva** donde se retoma y amplían las nociones de 'productividad' y 'eficiencia'.

Uccelli, por ejemplo, afirma que la ergonomía surgió como una alternativa humana y científica al taylorismo:

El condicionamiento del hombre y ambiente se originan en el momento en que se diseña la máquina: ésta ya tiene en sí la división del trabajo y el modo de cumplirla. Esto es evidente en la cadena de montaje. El cambio que propone la metodología ergonómica es contrario a la orientación del sistema Taylor, o sea el paso del sistema máquina-ambiente-hombre al sistema ergonómico hombre-máquina-ambiente. Es decir el sistema que considera al hombre como variable privilegiada y a la máquina y el ambiente variables dependientes.¹³

Pheasant por su parte, considera que:

La fragmentación de los procesos de producción en actividades discretas de corto ciclo alcanzan altos niveles de desarrollo económico al costo de la deshumanización del trabajo. Desde el punto de vista de la ergonomía, actividades de trabajo fragmentadas son insatisfactorias no sólo porque son psicológicamente no recompensadas y sociológicamente alienadas, sino también porque frecuentemente envuelven posturas de trabajo fijas o repetitivas cargas de grupos de músculos aislados.¹⁴

Como vemos, estas posiciones permiten deducir que la ergonomía se ocupa de la adecuación y/o adaptación de la máquina a las capacidades humanas (físicas y psíquicas). Busca fundamentalmente un equilibrio entre la capacidad humana y la potencialidad de las máquinas.

Sin embargo, los ergónomos al definir así su campo de acción, olvidan que la preocupación por las condiciones del hombre en el trabajo no están planteadas fuera de un contexto histórico. **El estudio científico del trabajo es una necesidad propuesta por todo lo implicado en la vida humana a partir de la revolución industrial.** La intención de ruptura sólo genera confusión. Entender la ergonomía como una ocurrencia novedosa y descontextualizada de los problemas concretos que fueron gestando la necesidad de esta técnica es un grave error. Los ergónomos tienden a olvidar que algunos de los principios guías de su labor están enmarcados dentro de la historia de los modos de producción y la administración de empresas. Algunos de los principios guías se refieren a: la productividad, el rendimiento, la eficiencia, la selección de personal, el entrenamiento, la seguridad, etc.

3. Historia y proyección

3.1 Algunas consideraciones previas

Elaborar un documento histórico lo más completo posible, donde se logre abarcar y contemplar la mayor cantidad de hechos, es una importante tarea la cual requiere de mucho trabajo y dedicación. Por tal razón, los apartados que a continuación se presentan, son más una reseña histórica y no un tratado sobre historia de la ergonomía. Empero, la

¹³ Uccelli, S. E., *La ergonomía clásica y la nueva ergonomía*, México, IMSS, 1982, p. 191.

¹⁴ Pheasant, S., *Ergonomic work and health*, Londres, MacMillan Press, 1991, p.13.

finalidad de esta sección es, fundamentalmente, lograr un marco de referencia histórico para el análisis de la gestación de la ergonomía.

Se podría decir que la ergonomía se inició cuando los primeros humanos (*homo faber*) empezaron a crear objetos. Los ergónomos rusos V. Zinchenko y V. Munipov nos ubican desde épocas prehistóricas, en donde el ser humano al construir los útiles y herramientas buscaba acoplarlas a sus características biofísicas (codimensionalidad entre el objeto y el humano y comodidad de utilización). Por ejemplo, la talla de una piedra que servía para cortar y raspar dependía, por un lado, de la manera cómo se sujetaba con la mano, por otro lado, de la facilidad y eficiencia requerida para realizar dicha actividad.

Sin embargo, esto puede ser un poco apresurado y pretensioso. Por supuesto éstas prácticas no eran producto de un estudio científico de las características y limitaciones humanas en relación con los objetos. Más bien eran producto de la experiencia, de la constante prueba empírica (prueba - error) y de la necesidad de supervivencia.

Los ergónomos chinos han revisado históricamente lo que su ancestral cultura reporta como indicios del estudio de las condiciones de trabajo. En la dinastía Han por ejemplo, el trabajo se consideraba la base de la nación, se evitaban por lo tanto procedimientos administrativos tediosos en favor del uso efectivo del tiempo. En la dinastía Yuan, la eficiencia en el trabajo está relacionada con la reducción de operaciones innecesarias en los procesos laborales. Es importante señalar que probablemente el historiador Sheng S. C. deduce las nociones de eficiencia y reducción de tiempos desde la perspectiva contemporánea o moderna. Difícilmente podemos creer que milenios antes de Cristo o incluso antes de la revolución industrial pudiera existir una preocupación explícita por la pérdida de tiempo en un proceso de fabricación.

No obstante, otras ideas de estandarización y control de calidad están bien documentadas en la literatura antigua. Según Sheng S. C.¹⁵, China es de las primeras culturas en desarrollar una práctica en el control de calidad¹⁶ por motivos de higiene. La industria más destacada en este sentido es la cerámica -la porcelana.

En 1713 surge en Europa la medicina ocupacional con los trabajos de Bernardini Ramazzini. Sus estudios se centran en tres niveles: • problemas de postura por estar sentado constantemente o con una posición fija, • Movimientos constantes en una sola dirección, • y esfuerzos. En este mismo sentido están los trabajos de Mathias Roth en 1861, sobre la prevención de las deformaciones de la columna vertebral debidas a posiciones inadecuadas. A partir de estos trabajos la medicina ocupacional se desarrolla

15 Sheng S. C., *Quality Control*, (Chinese Encyclopedia of Enterprise Management). Beijing, 1984.

16 No debemos olvidar que este control de calidad está relacionado con los procesos previos a la revolución industrial.

transformándose más adelante en un pilar importante para la conformación de la ergonomía.

Según V. Zinchenko y V. Munipov el término ergonomía fue propuesto en 1857 por el polaco Wojciech Jastrzebowski, profesor en ciencias naturales de Varsovia al publicar un documento titulado 'Ensayos de ergonomía, o ciencia del trabajo, basada en las leyes objetivas de la ciencia sobre la naturaleza'. Jastrzebowski jugó un papel importante en la creación de las bases para el estudio de la ciencia del trabajo (polish Ergo Society 1979).

Por otra parte, el biólogo inglés S. Francis Galton en 1882 ya había establecido un laboratorio antropométrico donde medía además la visión, la audición, los tiempos de reacción, la fuerza muscular y algunas funciones biomecánicas simples. Paralelamente el psicólogo norteamericano James Cattell en 1890 utiliza el término 'prueba mental' para designar qué determina el nivel intelectual. Esta prueba también incluía evaluaciones físicas; algunos de los contenidos eran fuerza muscular, rapidez de movimiento, sensibilidad al color, tiempo de reacción, agudeza de visión y de audición.

Las pruebas desarrolladas por Galton y Cattell fueron diseñadas para ser administradas individualmente. Las pruebas de grupo se aplicaron durante la primera guerra mundial. De esta forma se clasificaron rápidamente un millón o más de reclutados de acuerdo con el nivel intelectual y físico en general. Después, dichas pruebas fueron ajustadas para medir el rendimiento de la gente en el trabajo.

A. Wisner habla de precursores en el campo de la fisiología aplicada como Coulom y Lavoisier (en el siglo XVIII), Marev y Amar (en el siglo XIX). Estos autores se preocuparon por el funcionamiento del ser humano como un 'mecanismo generador de fuerzas -tipo motor-'. Desde esta perspectiva, se podía sacar el mejor provecho del esfuerzo humano para aumentar la producción.

Montmollin refiere tres épocas o fases históricas sustentándose en Cameron y Corkindale (1961).

La primera, se relaciona con los estudios centrados en la máquina. El desarrollo de las máquinas y demás utensilios eran lo importante. El ser humano tenía que terminar adaptándose. La selección del trabajador se basaba en la exigencia de las máquinas.

La segunda, se refiere a los estudios centrados en el hombre. Debido al aumento de la complejidad tecnológica de las máquinas, se tomó más conciencia del error humano; por supuesto, era mejor evitar daños que reparar o cambiar una costosa máquina. Se selecciona y entrena al trabajador.

La tercera, son los estudios donde se analiza el sistema. Hasta finales de los 60 se toma conciencia del sistema como una unidad, es decir, la relación entre las capacidades de las personas y las características de la máquina. Se diseñan las máquinas bajo parámetros humanos, i.e. alcance, fuerza, tipos de reacción, etc. Se entrena al trabajador para que

transformándose más adelante en un pilar importante para la conformación de la ergonomía.

Según V. Zinchenko y V. Munipov el término ergonomía fue propuesto en 1857 por el polaco Wojciech Jastrzebowski, profesor en ciencias naturales de Varsovia al publicar un documento titulado 'Ensayos de ergonomía, o ciencia del trabajo, basada en las leyes objetivas de la ciencia sobre la naturaleza'. Jastrzebowski jugó un papel importante en la creación de las bases para el estudio de la ciencia del trabajo (polish Ergo Society 1979).

Por otra parte, el biólogo inglés S. Francis Galton en 1882 ya había establecido un laboratorio antropométrico donde medía además la visión, la audición, los tiempos de reacción, la fuerza muscular y algunas funciones biomecánicas simples. Paralelamente el psicólogo norteamericano James Cattell en 1890 utiliza el término 'prueba mental' para designar qué determina el nivel intelectual. Esta prueba también incluía evaluaciones físicas; algunos de los contenidos eran fuerza muscular, rapidez de movimiento, sensibilidad al color, tiempo de reacción, agudeza de visión y de audición.

Las pruebas desarrolladas por Galton y Cattell fueron diseñadas para ser administradas individualmente. Las pruebas de grupo se aplicaron durante la primera guerra mundial. De esta forma se clasificaron rápidamente un millón o más de reclutados de acuerdo con el nivel intelectual y físico en general. Después, dichas pruebas fueron ajustadas para medir el rendimiento de la gente en el trabajo.

A. Wisner habla de precursores en el campo de la fisiología aplicada como Coulom y Lavoisier (en el siglo XVIII), Marev y Amar (en el siglo XIX). Estos autores se preocuparon por el funcionamiento del ser humano como un 'mecanismo generador de fuerzas -tipo motor-'. Desde esta perspectiva, se podía sacar el mejor provecho del esfuerzo humano para aumentar la producción.

Montmollin refiere tres épocas o fases históricas sustentándose en Cameron y Corkindale (1961).

La primera, se relaciona con los estudios centrados en la máquina. El desarrollo de las máquinas y demás utensilios eran lo importante. El ser humano tenía que terminar adaptándose. La selección del trabajador se basaba en la exigencia de las máquinas.

La segunda, se refiere a los estudios centrados en el hombre. Debido al aumento de la complejidad tecnológica de las máquinas, se tomó más conciencia del error humano; por supuesto, era mejor evitar daños que reparar o cambiar una costosa máquina. Se selecciona y entrena al trabajador.

La tercera, son los estudios donde se analiza el sistema. Hasta finales de los 60 se toma conciencia del sistema como una unidad, es decir, la relación entre las capacidades de las personas y las características de la máquina. Se diseñan las máquinas bajo parámetros humanos, i.e. alcance, fuerza, tipos de reacción, etc. Se entrena al trabajador para que

opere las máquinas de la manera más eficaz. Y finalmente, se supervisa la labor para corregir las posibles inadecuaciones del sistema.

3.2 Aparición y conformación de la ergonomía (1920 - 1960)

Es muy difícil señalar con precisión cuál y cómo fue el inicio del interés por estudiar las condiciones humanas en el trabajo. La aparición y el desarrollo de dicho interés está ligado al avance tecnológico y la revolución industrial ocurrida al final del siglo XIX y principios del XX. Ahora bien, el estudio formal y sistemático del rendimiento humano, (engineering human performance) se puede ubicar a principios de siglo XX con los estudios de motivación (usualmente a través de persuasión o coerción); entrenamiento (hacia 1930 fueron incorporadas en Inglaterra academias y centros de instrucción técnicas); y selección de personal (con pruebas para ver la aptitud y desarrollo psicológico).

Entre 1900 y 1920 el incremento de la productividad se relaciona directamente con el incremento de la rapidez o velocidad de la gente en el trabajo. Estas ideas se relacionan con el trabajo de Taylor así como con las publicaciones de los Gilbreth 'Bricklaying System' (1911) y 'Applied Motion Study' (1917).

A. Chapanis ubica a los esposos Frank y Lillian Gilbreth, ingeniero y psicóloga respectivamente, como los primeros en estudiar los niveles de rendimiento, fatiga y destreza en el diseño de estaciones y equipo para ser manipulado. Los Gilbreth, en 1911, por medio de técnicas fotográficas observaron pérdida de tiempo y exceso de carga en los albañiles cuando colocaban ladrillos. Como respuesta a dicho problema diseñaron un andamio móvil. Con esto, un albañil lograba subir o bajar el andamio de tal forma que siempre podía trabajar al nivel requerido. En consecuencia, disminuyó la fatiga y aumentó el número de ladrillos colocados de 150 a 350 por hora hombre. Los Gilbreth tendieron a identificar y eliminar movimientos innecesarios, dentro del campo del rendimiento humano (human performance) para aumentar la productividad.

En un estudio similar de tiempos y movimientos -estudio de micromovimientos universales y de su combinación- en una sala quirúrgica, detectaron una gran cantidad de tiempo perdido. Notaron que en la vieja técnica quirúrgica el médico requería de mayor concentración, pues gastaba mucho tiempo mirando y seleccionando los instrumentos y luego atendiendo al paciente. La adecuación consistió en tener una persona específica (instrumentista) para estar listos con el instrumental requerido. Con esto se logró no sólo disminuir los tiempos de operación sino, por supuesto, bajar la tensión del médico y reducir ostensiblemente la tasa de mortalidad.

Durante la primera guerra mundial, la necesidad de aumentar los niveles de producción condujo a una mayor intensidad del trabajo (cantidad de tareas) y una prolongada jornada de trabajo (entre 13 y 14 horas). En consecuencia, se aumentó la fatiga y los

índices de accidentes. Para enfrentar esta problemática en 1915, en Inglaterra, se forma un comité conformado principalmente por fisiólogos y psicólogos, encargado de estudiar la salud del obrero de la industria militar.

Paralelamente, en 1918 el ruso V. N. Miasíshev propone la 'ergología' o 'ergonología' ante la ausencia de una disciplina específica encargada del estudio del trabajo. Junto con V.M. Béjterev, plantean la creación del Instituto Ergológico o Instituto del Trabajo con el propósito de desarrollar los principios de organización científica, según ellos, alternativos al taylorismo. Más adelante en el Instituto Central del Trabajo A. K. Gástev al final de los 20, estudiará el trabajo desde una perspectiva cibernética¹⁷. Desarrolló la idea de 'disposición laboral' como una forma de organizar los movimientos, en donde se pudieran prever y orientar como reacciones controladas y eslabonadas. De aquí probablemente la idea de Zinchenko y Munipov de que Gástev ¡28 años antes de la aparición del término cibernética! haya tenido planteamientos de tipo cibernético.

Entre tanto, en los Estados Unidos durante las décadas de los 20 y los 30 se desarrolla la psicotécnica y la psicología del trabajo. Estas nuevas tecnologías se ocupan de problemas de formación y selección de personal, racionalización del trabajo y prevención de fatiga y/o accidentes de trabajo. La fisiología, biomecánica e higiene del trabajo también hacen grandes aportaciones a la optimización de la producción, acumulando conocimientos sobre los diversos factores, esto es, cómo influyen en la actividad laboral. Por ejemplo, la identificación de riesgos del ambiente de trabajo y el desarrollo de acercamientos de diseño para prevenir los daños que pasan inadvertidos para los trabajadores.

Según lo establece Murrell, durante la década de los 20 se produjo en Inglaterra una buena cantidad de investigaciones sobre las condiciones de trabajo y salud en la industria (se presentan cerca de 61 reportes de estudios). Se investiga sobre la fatiga basándose en experimentos controlados más que por observación directa. Estas investigaciones contaban con el apoyo del Instituto Nacional de Psicología Industrial y el Consejo de Investigación en Salud Industrial. Pero durante la década de los 30, las investigaciones sobre rendimiento humano decrecieron en forma notable debido en gran medida a la fuerte recesión económica e industrial y a la preferencia por seleccionar personal más calificado. La baja tendencia en investigación continuó hasta entrada la segunda guerra mundial.

En síntesis, el mayor énfasis de los científicos de la conducta antes de la segunda guerra mundial fue el uso de pruebas para seleccionar el personal apropiado para un trabajo, así como el desarrollo de mejores procedimientos de entrenamiento. Sin embargo es claro que a pesar de la selección y el entrenamiento, el manejo de algunos equipos complejos

¹⁷ Cibernética es comprendido como el estudio del control y las comunicaciones en animales y máquinas. Es importante mencionar que según los investigadores y la literatura de referencia, el término cibernética fue acuñado por Wiener sólo hasta 1948. Por lo tanto, si bien es cierto que el enfoque de A.K. Gástev se enmarca dentro de la cibernética, esta relación es hecha *posteriori* por parte de sus historiadores.

todavía excedían las capacidades de la gente. Es hasta este momento cuando se empieza a reconsiderar el adaptar la máquina al hombre.

En los años 30 en la URSS, dentro de las condiciones de la ideología estalinista, se frenan todos los estudios sobre problemas del trabajo. En 1936 la mayoría de los laboratorios de psicología y fisiopsicología fueron cerrados, cortando además el presupuesto del Instituto Nacional del Trabajo. En la década de los 40 se declaró como pseudocientífico burgués al ergónomo V. M. Munipov. Esta acusación fue el patrón seguido -según Munipov- en la URSS a finales de dicha década al declarar la ingeniería humana y La cibernética pseudociencias. Es paradójico ver cómo la revolución ideológica socialista llevada a cabo en la URSS -que abogó por la clase trabajadora- produjo un retroceso científico en los estudios sobre las condiciones del trabajo de por lo menos 20 años. Este atraso durará hasta mediados de los años 60 cuando se inician cambios ideológicos importantes.

Entre tanto, en los Estados Unidos se ampliaban las preocupaciones sobre las condiciones del trabajo desde la perspectiva sociológica. En la década de los 30 se iniciaron algunos estudios en psicología social como los de Levin y Mayo.

Kurl Levin realiza investigaciones experimentales sobre psicología de grupos. Se ocupa de la 'motivación' en los seres humanos como un factor decisivo en el rendimiento, la productividad y el bienestar en general. Además crea las bases teóricas de la dinámica grupal y de la motivación.

Durante esta misma época, surgen los trabajos de Elton Mayo (1933) en la Western Electric Hawthorne, enfocados a los problemas de motivación. Sus trabajos se prolongan por 12 años. Este autor procura mejorar las condiciones de trabajo del sistema taylorista, en el sentido de elevar la productividad. Mayo busca evitar las tensiones y contradicciones internas entre los empleados, al mejorar las relaciones humanas y al estimular una mejor actitud hacia el trabajo.

No obstante, la sociología industrial estadounidense que mostró la falta de atención hacia los problemas de las relaciones sociales en los procesos productivos, se ha desarrollado sin integrarse directamente a la ergonomía. Esto se puede ver fácilmente por el tipo de publicaciones de las revistas especializadas en factores humanos, en donde son más frecuentes los trabajos de perfil fisiológico o psicológico.

Como vimos en el primer apartado, Uccelli y Pheasant establecen una relación entre la ergonomía y los trabajos de Smith, Taylor y Ford. Sin embargo, ninguno de los autores estudiados contempla conexión alguna con los planteamientos de Marx en su crítica a las condiciones laborales y con los de E. Mayo interesado en mejorar la eficiencia al 'humanizar' las condiciones de trabajo.

En la década de los 40 en los Estados Unidos aumentó el uso de pruebas de inteligencia como una manera de selección y clasificación. Las aptitudes se fueron clasificando en mecánicas, de manejo, de oficina, etc. En la primera etapa de la segunda guerra mundial las pruebas psicológicas desarrolladas se especializaron según la actividad -pilotos, bombarderos, radio operadores, blindados y otra variedad de especialidades militares. Desafortunadamente esta forma de clasificación y selección no sólo centraban la responsabilidad en el operador humano sino que también eran los culpables de cualquier error "los errores son sólo del operador humano nunca de las máquinas".

Algunos autores coinciden en señalar: los primeros trabajos específicamente de ergonomía, se establecieron durante la segunda guerra mundial y en el periodo inmediato de posguerra. De hecho durante la guerra se comprenden que el error humano estaba "condicionado" por la complejidad de los aparatos e instrumentos utilizados para fines militares. Es más, descubren no solamente problemas de aprendizaje, o de simple descuido por parte del operador humano, sino inadecuados diseños de las máquinas por no pensar en las capacidades y limitaciones humanas. A partir de este momento el diseño pasa a ser el punto más importante, pues la eficiencia del operador está condicionada al tipo de máquina. El rendimiento y la productividad están en relación con la eficacia del diseño, la postura, el grado de movimientos, etc. En otras palabras, con una interfase o interfaz¹⁸ adecuada.

Como es de suponer, el alto costo del instrumental bélico (aviones, submarinos, tanques, etc.) y la necesidad de hacer más eficiente y efectivo el poder destructivo del armamento, justificó en los países anglosajones la inversión en investigación para "ajustar la máquina a las capacidades humanas". Se reunieron investigadores de diversas disciplinas y al lograr éxito en la solución de problemas, conformaron un espacio multidisciplinario de investigación.

Estos equipos de investigadores utilizaron al principio el término 'ingeniería humana' (human engineering) relacionada con la interfase hombre / máquina desde la perspectiva de las ciencias de la vida y de la conducta. Luego surge como psicología ingenieril (engineering psychology) logrando determinar las capacidades y limitaciones humanas y la relación con los sistemas y equipos diseñados. En este nivel se hizo hincapié básicamente en la percepción de los tableros de información, de acuerdo con las características dinámicas adecuadas a los sistemas de control. Finalmente, a este trabajo multidisciplinario se le llama hasta la fecha 'factores humanos' o 'ergonomía' (human factors).

¹⁸ La palabra interfase no aparece en los diccionarios de la lengua española, no obstante es una noción de uso muy común en ciencias y técnicas como por ejemplo la ergonomía. En inglés la palabra utilizada es 'interface' que significa 'entre caras' o 'puntos de intercambio'. Se ha estado traduciendo como interfase, pero esto significaría **entre fases**, es decir, entre estados o aspectos característicos de determinados fenómenos. La traducción más indicada sería **interfaz**. Ahora bien, se ha vuelto prácticamente una regla el uso del neologismo interfase.

Al contrario de lo que plantean los ergónomos anglosajones, los rusos Munipov y Zínchenko afirman:

....difícilmente se pueda ligar estrechamente el surgimiento de la ergonomía a esta guerra. Las premisas de la ergonomía fueron colocadas de hecho ya antes de la guerra, y como una dirección autónoma de investigación se configuró después de la guerra.¹⁹

Ahora bien, independiente de la ubicación exacta de los primeros estudios ergonómicos, debemos destacar que la psicología experimental da el fundamento a la llamada 'psicología ingenieril' o 'ingeniería humana'. Esta nueva técnica, por así decirlo, empezó a ocuparse de la eficacia y fiabilidad del funcionamiento de los sistemas de mando, control de máquinas y equipo de combate.

Durante la guerra se registraban muchos incidentes con los aviones de combate. En principio se consideraban como error humano. No obstante, la causa de muchos accidentes era la falta de oxígeno a gran altitud y la inadecuada distribución del espacio de la cabina. Como respuesta a dicho problema se inició el diseño de equipos de oxígeno para ser usados por los pilotos en grandes altitudes y el uso de datos antropométricos para definir los requerimientos de espacio de la cabina, las consolas, la ropa y el equipo personal.

Para cumplir con este fin, se crearon grupos de trabajo quienes estudiaban la seguridad y comodidad de soldados y pilotos en diversas condiciones ambientales a la hora de combatir. Dichos grupos se formaron principalmente en Inglaterra y los Estados Unidos, con la participación de médicos, fisiólogos, psicólogos, e ingenieros. Finalizada la segunda guerra mundial, continuaron con el trabajo debido al crecimiento de la industria bélica (guerra fría, carrera armamentista y aeroespacial) y a los éxitos alcanzados por la labor en equipo. La ergonomía se convirtió en el eje y punto de unión multidisciplinario de los trabajos que antes se desarrollaban de manera independiente.

A diferencia de los trabajos en fisiología y psicología desarrollados en los años 20 y 30, el enfoque ergonómico estructurado en la posguerra busca adaptar la máquina a las capacidades humanas. Y no la adaptación humana al instrumento de trabajo o a la máquina, que no toma en cuenta las variaciones biológicas y psicológicas. Ya no sólo en el sentido del esfuerzo, desgaste muscular, etc., sino en la capacidad sensorio-perceptiva y en la toma de decisiones del operador de la máquina. Surge de este enfoque la noción de 'carga mental'.

El carácter multidisciplinario aparte de ser novedoso permite superar las aparentes barreras y distancias entre investigadores formados en diversas ciencias, pues cada uno aporta desde su perspectiva, métodos y técnicas para la solución de problemas en forma integral.

¹⁹ Zínchenko, V. y Munipov, V., *Fundamentos de ergonomía*, Moscú, Progreso, 1985, p. 56.

En los primeros años de postguerra se crea la Sociedad de Investigaciones Ergonómicas en Inglaterra (1949) que tuvo un rápido crecimiento entre 1954 y 1957. Durante este periodo se integraban científicos de otros países como Suecia, Alemania, Holanda y Estados Unidos. La contribución fue esencialmente en el área médica, estimulados por las implicaciones fisiológicas en el trabajo. El trabajo de la Sociedad se enfocó al proceso de diseño de áreas y estaciones de trabajo en industrias civiles.

En el año de 1957 se crea la Sociedad de factores humanos en los Estados Unidos en Tulsa Oklahoma. Un año después se publican un boletín de la Sociedad y una revista llamada 'Human Factors'. El concepto 'Factores Humanos' se desarrolló en los Estados Unidos a partir del concepto de ingeniería en factores humanos, ligada directamente a la ingeniería para el desarrollo de productos y dentro del proceso de producción, como parte "humanizadora" de todo el trabajo. Se diferenciaba en las primeras etapas de desarrollo del concepto 'ergonomía' creado en Europa. Hoy en día sin embargo, los dos conceptos son totalmente equivalentes, con la tendencia a reemplazar factores humanos por ergonomía.

Por otra parte, después de la formación de la república China (finales de los años 40 - principios de los 50), la psicología aplicada y la ergonomía empezó a ser enfocada y vinculada al contexto social y cultural propio. En 1957 se realizaron las primeras investigaciones ergonómicas dirigidas a la producción industrial, especialmente al análisis preliminar de accidentes laborales en empresas de Beijing y Shanghai. En la década de los 60 además de los anteriores estudios, fueron conducidos experimentos de laboratorio dentro de tópicos como diseño sobre tableros de control, cantidad de signos, frecuencia, y efectos en el reconocimiento inmediato. Desafortunadamente estos esfuerzos en investigación ergonómica fueron descontinuados durante los 10 años del caos producido por la revolución cultural (1966 - 1976), donde la psicología y la ergonomía eran consideradas como pseudociencias.

El apoyo de la Agencia Europea de Productividad (EPA), subsidiaria de la Organización para la Cooperación Económica Europea, permitió un rápido desarrollo internacional de la ergonomía en los 60. El resurgimiento de la industria europea de posguerra contó con más intercomunicación y cooperación, no sólo entre países europeos, sino con los Estados Unidos. Este último se convirtió en el modelo a seguir, por lo que continuamente viajaban misiones europeas de productividad. Entre 1963 y 1964 se plantean las tesis fundamentales del enfoque sistémico de la disciplina. Más adelante W. Singleton y otros investigadores ingleses las elaborarán como metodologías y técnicas específicas. Es pertinente distinguir que la ergonomía para esta época tenía dos corrientes: la europea, dominada por los trabajos en fisiología; y la norteamericana, más centrada en investigaciones de psicología experimental.

En Holanda, a partir de los años 60 se forman cuatro centros de investigación. El Instituto Holandés de Medicina Preventiva, que trabajó básicamente en carga dinámica muscular; el Instituto para la Investigación de la Percepción en Eindhoven; el Instituto de

Percepción en Soesterberg y el Laboratorio para Ergonomía Psicológica en Amsterdam. También trabajaban algunos grupos en industrias Phillips, industrias del acero, vías férreas y minas. Estos grupos laboraban en forma interdisciplinaria, involucrando tecnólogos, fisiólogos, psicólogos, e ingenieros. En Bélgica y Luxemburgo la situación para este tiempo (años 60) era similar a la de Holanda aunque en menor escala. Los fisiólogos industriales y los psicólogos trabajaban en la industria y principalmente en las universidades de Leiden, Lieja y Bruselas.

En Francia, fueron los fisiólogos ocupacionales los que primero tomaron la ergonomía para aplicarla a los sistemas de transporte y a la industria del acero. B.G. Metz y A.W. Wisner trabajaron con equipos de investigación multidisciplinaria para tratar problemas como el calor y la tensión. Otro grupo trabajó en problemas sobre tensión debidos a la cantidad de información en los sistemas de tráfico aéreo.

La República Federal Alemana (RFA) desarrolló la ergonomía con base en la fisiología del trabajo y con la participación de la ingeniería industrial. Sin embargo, los problemas de tensión en los sistemas de tráfico aéreo estimularon un cambio de orientación. Toda investigación sobre tensión basada en fisiología se reorientó hacia la psicología. La RFA fue el único país en Europa en los 60 que siguió la tradición norteamericana de los modelos de control del operador humano tipo ingenieril, basándose en el comportamiento de los pilotos. A nivel académico, se impartía la ergonomía como materia en la carrera de diseño industrial de la Hochschule für Gestaltung de ULM (1957 - 1968).

Hasta finales de los 60, en la República Democrática Alemana (RDA) la ergonomía se desarrolla a partir de la colaboración de los soviéticos y demás países socialistas por medio de programas de cooperación mutua. En aquel momento la ergonomía se orientó principalmente dentro de la teoría de sistemas.

En la década de los 60 uno de los primeros laboratorios de ergonomía en la industria civil fue el de Eastman Kodak en Rochester, Nueva York, fundado por Harry L. Davis y Charles I. Miller y con el apoyo de L. Brouha del laboratorio Haskell donde se investigaba en fisiología del trabajo, problemas de salud por tensión y trabajo físico duro. Las investigaciones iniciales en el laboratorio de Kodak fueron sobre estudio de tiempos, demandas y carga de trabajo, así como la capacidad de los empleados en la inspección visual de tareas. Al ser aplicados estos trabajos se logró principalmente la reducción de tensión, la prevención de lesiones y la disminución del ausentismo. Al mismo tiempo se aumentó la producción.

Para esta misma década (60) en los Estados Unidos hay un predominio de los psicólogos experimentales y ambientales. Esto se nota por el desarrollo de investigaciones a partir del concepto de ingeniería psicológica y por las publicaciones de estas en libros y revistas

de psicología. Por el contrario en Europa, más exactamente en Francia e Inglaterra, predominan los fisiólogos como investigadores en ergonomía.

En la Unión Soviética, con las reformas políticas de 1965 se reactivaron los estudios en ingeniería humana. Se formó un departamento de ingeniería humana en la Unión Científica de Investigación del Instituto de Diseño Industrial (UNITE). La ergonomía toma un nuevo y rápido impulso en todos los países socialistas. Se desarrollan laboratorios de ergonomía para investigar las condiciones del trabajo en Rumania, Checoslovaquia, Yugoslavia, etc., con el apoyo de los científicos soviéticos.

El contexto del desarrollo de la ingeniería y psicología soviéticas era muy similar al de los Estados Unidos. Se iniciaron trabajos en la aviación estimulados por la defensa en la época de posguerra. Los sistemas de defensa, de energía atómica y los programas espaciales fueron involucrando el trabajo de ergónomos. Las universidades con programas en ergonomía estaban en Moscú, Kiev, Kharkov, San Petersburgo. Había énfasis en la investigación cibernética, y en el desarrollo de modelos matemáticos, asociados a equipos ortodoxos de medicina, fisiología y psicología.

Es curioso señalar que la tradición pavloviana no parece haber desempeñado una función importante. Así, por ej., los ergónomos soviéticos son, al parecer, más a menudo psicólogos experimentales de tipo 'occidental' que psicolisólogos especializados en el condicionamiento. Se cita más la cibernética que la neurología. La noción de sistema hombre - máquina y, más especialmente del 'sistema hombre autómatas' constituye el centro de las reflexiones.²⁰

En Japón el interés por la ergonomía se da en la década de los 20. Pero no es sino hasta después de la segunda guerra mundial, especialmente en los años 60 en donde toma mayor importancia. El trabajo se concentra en los sistemas de transporte, particularmente en el tren y en algunas industrias como las del vestido, las cocinas y las bicicletas.

En 1959 se conforma la Asociación Internacional de Ergonomía (IEA) compuesta por asociaciones nacionales e internacionales y con una representación inicial de más de treinta países. La idea se concibe desde 1955 cuando la agencia de productividad europea crea un programa de ayuda al mejoramiento de las condiciones de trabajo. En la primera fase del proyecto un grupo de científicos europeos viajó a conocer algunos laboratorios en factores humanos de los Estados Unidos como el de Johns Hopkins University. Luego de la visita se formó un seminario internacional en el instituto holandés de medicina preventiva en Leyden en 1957 donde se propuso la creación de un cuerpo científico internacional permanente para promover la aplicación de la ergonomía. Este comité sería la base para la formación de los artículos de incorporación de la asociación que se aprobaron en la reunión de Oxford el 6 de abril de 1959.

²⁰ Montmollin, M. de. *Introducción a la ergonomía. Los sistemas hombre - máquinas*, Madrid, Aguilar, 1971, p.10.

La creación de laboratorios y centros de investigación a partir de la década de los 60 en diversos países como EEUU, URSS, Rumania, Checoslovaquia, Bulgaria, Polonia, Alemania, Suecia, Dinamarca, Holanda, Suiza, Francia, Bélgica, e Italia, han marcado un desarrollo gradual y creciente de la ergonomía. Por el contrario, los llamados 'países tercermundistas' o en 'vías de desarrollo' han quedado marginados de este desenvolvimiento, atrasándose la aparición de esta multidisciplina por lo menos cuatro décadas.

3.3 Evolución y concreción (1970 - 1990)

En América Latina, al contrario de lo ocurrido en Europa y Estados Unidos, la ergonomía no surge dentro del terreno industrial o en centros de investigación industrial (del sector público o privado). El interés aparece en la mayoría de los casos directamente ligado al desarrollo académico de las carreras de diseño industrial. A finales de la década de los 60 las escuelas de diseño latinoamericanas toman como referencia el *curriculum* de la escuela Alemana de Hochschule für Gestaltung de ULM donde se incluía la ergonomía. ULM, por su perfil más científico que artístico, adoptó la ergonomía como una herramienta para el diseño de objetos y productos adecuados a las características y limitaciones humanas. A partir de los 60 el diseño se enfoca de manera más integral, ya no sólo importan las variables formales o funcionales.

Por otra parte, la formación de profesionales y técnicos como ingenieros industriales, administradores, técnicos en producción, etc., se limita, en el mejor de los casos, a estudios sobre seguridad industrial. En Latinoamérica las preocupaciones por las condiciones de trabajo, son tan sólo materia informativa dentro de algunos programas de administración, psicología, antropología, medicina laboral o ingeniería.

En la actualidad existe un mayor interés por la investigación en factores humanos y la formación académica se está fortaleciendo con cursos de especialización y con la creación de laboratorios. En todo caso, no se ha logrado la cabal trascendencia social y económica hacia los sectores productivos.

Los países latinoamericanos que han alcanzado mayor desarrollo en el área de ergonomía son Argentina, Brasil y México.

En Argentina, sólo hasta la década de los 80 se desarrollan los primeros centros de investigación en ergonomía. Se crean los laboratorios de ergonomía aplicada en la Universidad Nacional de Rosario y en la Universidad Nacional de la Plata. Con el apoyo de la OIT (Organización Internacional del Trabajo), el profesor A. Wisner de Francia participa en una serie de proyectos tanto para las industrias privadas como para el Ministerio del Trabajo y Seguridad Social. También se forma el Centro de Estudios e Investigaciones Laborales (CEIL) y el Área de Estudio e Investigaciones en Ciencias Sociales del Trabajo de la Secretaría de Estado de Ciencia y Técnica (1984).

No obstante, J. C. Neffa señala que el desarrollo de la ergonomía en Argentina salió apenas de la clandestinidad después de la participación del A. Wisner.

Hasta nuestros días, la Ergonomía, en tanto que materia formal, no forma parte de la currícula de profesiones tales como la arquitectura, la medicina, la psicología, las relaciones de trabajo, la antropología, la biología... La constatación acerca de este triste retraso se explica sólo a medias cuando se hace mención de las dificultades experimentadas por la vida académica durante el período denominado 'proceso militar' y a las tendencias bastante conservadoras que predominan aún entre los profesionales que se ocupan del -hombre en situación de trabajo.²¹

En general, se puede argumentar -en complemento a la posición de Neffa- que muchos otros países latinoamericanos con gobiernos civiles no han mostrado interés o desarrollo de la ergonomía. Tal es el caso entre otros de México, Colombia y Venezuela. Es más, países con estructuras militares como por ejemplo Chile, han trabajado problemas de seguridad en el sector minero e industrial. Es innegable, los gobiernos militares pueden ser un factor causante de dicho retraso, más no es ni el único ni el principal

Por su parte, Brasil organiza el primer seminario sobre ergonomía en 1974. Se logró muy poca dinámica, pero fue la semilla para la creación de la Asociación Brasileña de Ergonomía (ABERGO). Dicha asociación se creó el 31 de agosto de 1983 en Río de Janeiro por instituciones relacionadas con estudios sobre el trabajo. Sus comités se orientan en diseño industrial, salud ocupacional y seguridad en el metro. De este modo, la labor se concentra en el análisis de estaciones de trabajo, investigación en cronobiología, en la industria automotriz, en los operadores del metro y tren, antropometría, fatiga, tráfico de autos y carga mental. Pero además, existen grupos de trabajo en diseño, arquitectura, ingeniería, psicología y fisiología.

ABERGO, actualmente está afiliada a la Asociación de Ergonomía Internacional (IEA). Esto pone a Brasil como único país latinoamericano que pertenece a una asociación internacional de ergonomía. La Asociación Brasileña de Ergonomía ha logrado realizar el segundo seminario sobre ergonomía (1984), el tercer seminario sobre ergonomía - primer congreso latinoamericano (1988), el segundo congreso latinoamericano (1993) y recientemente el séptimo congreso brasileño (1995). Una de los proyectos más importantes de ABERGO es la creación de una revista latinoamericana especializada en ergonomía.

En México, durante el sexenio 1970 - 1976 una de las políticas básicas fue estimular la producción tecnológica nacional. Por tal razón, la ergonomía logra avanzar con la creación del Centro Nacional de Productividad (CENAPRO) dentro de la Secretaría del Trabajo y Previsión Social. Esta dependencia crea el programa "Servicio Nacional de Adiestramiento Rápido de la Mano de Obra para la Industria" (ARMO), invitando a Alain Wisner para impartir cursos de ergonomía al sector industrial. También se publican los

²¹ Wisner, A., *Ergonomía y condiciones de trabajo*, (colección *Ciencias Sociales del Trabajo*), Buenos Aires, Humanitas, 1988. En Introducción.

cuadernos de trabajo denominados 'ergonomía y fisiología del trabajo' de Wisner. Como resultado de este programa se crea un departamento de ergonomía dentro del CENAPRO.

En el caso de México, la visita del prof. Nils Lundgren en 1970, auspiciada por el Centro Nacional de Productividad estimuló el interés por esta área y la publicación de varios materiales sobre el tema (...). 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 UNAM.²²

Durante 1978 - 1979 se forma la 'Asociación Mexicana de Ergonomía A.C.' Dicha asociación generó desde el inicio una labor de divulgación principalmente por medio de la revista 'ergonómica'. Desafortunadamente se publicaron sólo unos cuantos números y la revista desapareció entre otros factores por falta de apoyo económico. En la década de los 80 se formaron los laboratorios de ergonomía en la Universidad Autónoma Metropolitana - Xochimilco y en la Universidad de Guadalajara. Dentro de los trabajos de investigación se han hecho muestreos antropométricos en niños de edad escolar. También trabajan en el diseño y rediseño de equipo como antropómetros y dispositivos e instrumentos de simulación.

En la maestría en diseño industrial de la UNAM (desde principios de la década de los 80 hasta la fecha) se han realizado ocho tesis sobre factores humanos, diversos seminarios y cursos de capacitación tanto para el sector académico como para el industrial. Hasta la fecha continúa un trabajo académico poco trascendente, ya que no se cuenta con publicaciones o reportes de investigaciones realizadas.

Actualmente la Universidad del Valle de México promueve una especialización en ergonomía con el apoyo de la Universidad de Nueva York. Conjuntamente han realizado dos seminarios sobre ergonomía y biomecánica (1993 - 1994). Por su parte, la Universidad de Guadalajara está trabajando en un programa de posgrado en ergonomía industrial y planea iniciar actividades a partir de 1997. También se está reorganizando la Asociación Mexicana de Ergonomía (1995) que había dejado de existir durante la década de los 80.

Sobre el resto de países latinoamericanos se sabe muy poco. El común denominador es que la ergonomía está asociada a la formación de los diseñadores industriales como herramienta para adecuar los productos al uso humano. Se han realizado estudios antropométricos en Perú y Colombia y algunos profesionales formados en el exterior empiezan a trabajar en la creación de laboratorios y centros de investigación en universidades y en organismos estatales.

²² Avila Chaurand, Rosalfo, *Fundamentos teórico metodológicos para la enseñanza de la ergonomía*, México, 1991. Tesis (maestría en diseño industrial), UNAM, p. 39.

Lo importante es esclarecer por qué la ergonomía en Latinoamérica llegó retrasada casi tres décadas. Son dos cosas las que debemos reflexionar. Por un lado, por qué en nuestros países la ergonomía se ha quedado en el ambiente académico con poca investigación y aplicación práctica, sin llegar a repercutir profunda y adecuadamente en los sectores productivos (industrial y de servicios); y por otro lado, por qué se han adoptado los modelos teóricos y metodológicos de esta disciplina -desarrollados en otros contextos- sin preguntarse si son correctos o adecuados para Latinoamérica.

Podríamos preguntar si las condiciones de nuestros países no plantean otra forma de enfrentar y enfocar la ergonomía. Se han desarrollado conceptos y métodos para hacer transferencia de tecnología, desde el lugar de origen de la transferencia, pero no desde los 'receptores de esta transferencia'. Es más, legalmente en algunos países receptores existen las normas que indican la posibilidad de exigir -al comprar maquinaria por ejemplo- las condiciones necesarias y adecuadas sobre los equipos. No obstante, hay un gran desconocimiento y desinterés por aplicar o cumplir dichos reglamentos.

Ante la situación previamente mencionada, consideremos como ejemplo los problemas que se presentan por la inadecuación o el desajuste de las medidas antropométricas. Si la maquinaria (importada a Latinoamérica) ha sido fabricada, por decir algo, en los Estados Unidos, seguramente el diseño estará basado en parámetros y tablas antropométricas de la población estadounidense. Una vez puesta en uso dicha maquinaria dentro de nuestras fábricas, muy seguramente los trabajadores empezarán a presentar problemas de inadecuación ergonómica (i.e. mala postura, alcances extremos, etc.) Al mismo tiempo, estas inadecuaciones causarán 'desórdenes de trauma acumulado' (DTA) como lumbalgia, síndrome del túnel del carpo, contractura muscular a nivel cervical, etc., etc. Es importante señalar cómo los datos antropométricos estadounidenses no corresponden en ningún caso a la población latinoamericana. Lo expuesto hasta aquí se agudiza más, cuando sabemos que la mayoría de los muestreos para elaborar tablas antropométricas, se llevan a cabo con personal del ejército y la marina de los Estados Unidos.

Por todo lo anterior, no es válido el uso de tablas antropométricas extranjeras como parámetro de diseño debido a la variabilidad humana la cual depende, entre otras cosas de: el tipo de alimentación, la raza, el estilo de vida, etc. Pero, muchas veces ingenuamente, utilizamos en la academia las tablas antropométricas extranjeras con un "factor de ajuste" pensando erróneamente que estos datos tienen veracidad y por lo tanto pueden ser utilizados como base para desarrollar productos o puestos de trabajo. En otras ocasiones se aplican los datos de los percentiles 70 - 75 extranjeros como si fueran equivalentes a los percentiles 90 - 95 de nuestra población. Si analizamos detenidamente la estructura corporal, las proporciones de los miembros y las diversas partes del cuerpo de un individuo quien mide, 1780 mm. correspondiente al percentil 70 en los Estados Unidos y se comparan con otro individuo de la misma estatura (1780 mm.) correspondiente al percentil 90 de nuestra población, observaremos una gran variación entre las medidas de los diversos segmentos del cuerpo (i.e. alcance máximo de brazos). Es verdad que se han realizado estudios antropométricos latinoamericanos, pero sólo en

poblaciones muy reducidas o específicas y no a nivel de toda la población. La generación de una base de datos antropométricos de nuestra población es un trabajo de abrumadora prioridad.

Si revisamos los trabajos científicos en las publicaciones especializadas en ergonomía, no encontraremos prácticamente ningún trabajo de investigadores en centros latinos. Con contadas excepciones habrán investigadores latinos desarrollando su investigación desde Europa o Estados Unidos.

Existen otros factores que coadyuvan al retraso de la ergonomía en Latinoamérica. Podríamos enumerar por ejemplo:

- La importación de maquinarias y herramientas agrícolas e industriales que acentúan nuestra dependencia tecnológica.
- El desinterés por cuestionar la adaptación de la tecnología a las necesidades humanas.
- El descuido de las industrias -sean nacionales o multinacionales-, por la salud y el bienestar de los empleados. Este factor se agudiza debido a: la abundancia y el bajo costo de la mano de obra, y la falta de suficientes condiciones legales para defender tanto la salud como las condiciones laborales de los trabajadores.
- El desinterés gubernamental por una salud ocupacional a nivel preventivo -riesgos profesionales.

Es evidente que podríamos seguir aumentando la lista, sin embargo, la cuestión se resume en la falta de políticas adecuadas para encaminarnos en un sólido proceso de industrialización. Claro está, un proceso el cual no sólo tenga presente el nuevo orden político-económico mundial, sino también, que esté acorde con las condiciones culturales y ambientales de nuestras naciones.

Países llamados en 'vías de desarrollo' como por ejemplo la India han solicitado la colaboración de ergónomos europeos y norteamericanos, contratados por organismos no gubernamentales. La Organización de Naciones Unidas tiene dos organismos que le han dado mucho apoyo a la ergonomía. Dichos organismos son la Organización Mundial de la Salud (OMS) y la Organización Internacional del Trabajo (OIT).

En los inicios de la década del 70 la Organización de las Naciones Unidas empezó a encausar sus esfuerzos en los países en 'vías de desarrollo' con misiones en el campo de la salud y el trabajo. El objetivo básico es absorber conocimiento técnico de los países desarrollados y transferirlo a los países en 'vías de desarrollo'. Uno de los primeros problemas enfrentados desde la perspectiva de la ergonomía fue que el principal recurso subutilizado era la fuerza humana, debido a las inadecuadas condiciones de trabajo. Otros problemas son:

- La maquinaria y los sistemas diseñados en los países desarrollados necesitan adaptarse o adecuarse a las capacidades humanas y al nuevo ambiente. Por ejemplo, diferente antropometría de las poblaciones, problemas de comunicación de riesgos y diversidad de climas.
- El trabajo físico pesado, en ambientes hostiles i.e. con dietas insuficientes y restringidas. Lo anterior conduce desde luego, a la importancia de la evaluación de los periodos de trabajo.

Sin embargo, las condiciones de trabajo deben ser estudiadas dentro de un campo más integral y multidisciplinario, de tal manera que se contemple el mejoramiento de las condiciones políticas, socioculturales, económicas y educativas. La dieta, por ejemplo en un sentido estricto, no es un problema, es una consecuencia de la falta de las condiciones arriba mencionadas. Por lo tanto, pensar sólo en mejorar las condiciones alimentarias (de los trabajadores) puede ser una solución meramente coyuntural.

Como ya se ha señalado, se debe emprender un trabajo serio y profundo, a mediano y largo plazo. Podemos empezar por un lado, con una reflexión sobre la disciplina, su teoría, métodos y técnicas, y por el otro, con propuestas de trabajos de investigación sobre situaciones muy relacionadas con la problemática de nuestro proceso de desarrollo social e industrial.

Nos adentramos ahora en la revisión de los nuevos y últimos aportes en ergonomía hechos en algunos países de diversos continentes. Daremos un vistazo en orden alfabético de cada uno de los países documentados en los informes de la Asociación Internacional de Ergonomía (International Ergonomics Association -IEA-) que se presentan regularmente en la revista *Ergonomics*²³.

En Alemania, la Sociedad de Ergonomía se estableció desde 1962 por iniciativa de investigadores holandeses, quienes regularmente trabajaban con ergónomos ingleses. El principio básico que la rige es: "ésta es una sociedad de ergonomía y no de ergónomos, por lo tanto esta abierta a diversas disciplinas". La sociedad publica la revista *Tijdschrift voor Ergonomie*, así como algunos libros sobre ergonomía relacionados con puestos de trabajo donde se usan computadoras. También existe una sociedad de ergónomos de países de habla alemana (Alemania, Austria, Suiza). Die Gesellschaft für Arbeitswissenschaft, es una sociedad cuya labor se orienta hacia los métodos de ergonomía aplicada para el diseño de productos y espacios de trabajo, ergonomía del software e impacto de nuevas tecnologías en empresas como Siemens, VW, Mercedes y BMW.

La investigación ergonómica en Australia se inicia en los años 40 especialmente en el área de la aviación. Existe una gran proporción de fisioterapeutas que trabajan sobre legislación en salud ocupacional y seguridad. Este perfil de formación los lleva a dirigir la atención hacia problemas de discapacidad, rehabilitación, postura y diseño del espacio

²³ La principal fuente de este recuento se hizo con base en la revista 'Ergonomics' editada en Londres por Taylor & Francis desde la década de los 60. Además, esta publicación es órgano oficial de la IEA.

de trabajo. En el Reino Unido por ejemplo, a diferencia de Australia, se trabaja con más énfasis la interacción hombre - computadora, el software y los tableros de información. Por su parte, en Nueva Zelanda se está trabajando con problemas de personas mayores a quienes se les niega el trabajo en lugares diseñados para jóvenes y en la evaluación de interfases de computador.

Recientemente, en Austria se creó el Institut für Arbeitswissenschaft (Instituto para las Ciencias del Trabajo) en la Universidad Tecnológica de Viena. Desde el primer momento el trabajo de investigación en este instituto se ha realizado en estrecha colaboración con representantes de la economía austríaca. De acuerdo con la filosofía del fundador N. Thumb y del sucesor F. Wojda, las ciencias del trabajo sólo pueden ser efectivas en estrecha cooperación con las ciencias económicas. El trabajo científico y la aplicación práctica han repercutido en la producción. Esto no es ajeno a los empresarios, por eso, existe una firme convicción de las importantes contribuciones que puede seguir haciendo la ergonomía a la economía nacional. La Asociación de Ergonomía de Austria colabora en este impulso organizando conferencias y publicaciones e investigando directamente con varias plantas industriales.

En las repúblicas checa y eslovaca dentro de las universidades de Praga y Bratislavia hay departamentos de psicología ingenieril. El énfasis del trabajo está centrado en los problemas industriales, en las condiciones del trabajo y seguridad y en la inusual incorporación de la estética como parte de la ergonomía.

La ergonomía China se ha revitalizado desde 1978 bajo la gran reforma social y cultural. La Sociedad de Psicología China reorganizó un grupo en psicología industrial, este comité tiene dos líneas de trabajo, estas son: ingeniería humana (ergonomía) y psicología organizacional. La Universidad de Hangzhou en 1978 desarrolló los primeros programas en ergonomía a nivel de maestría y doctorado, hoy día son varias universidades las que los imparten. En 1980 se creó el Comité de Normas de Ergonomía China, para establecer parámetros de antropometría, iluminación, ambiente y seguridad como requerimientos adecuados a los sistemas de trabajo. En 1989 se funda la Sociedad de Ergonomía China. Recientemente se inició un proyecto de investigación apoyado por el Banco Mundial sobre información en tableros y controles, toma de decisiones, responsabilidad y seguridad humana. En el área de interfase computador - humano se estudian toma de decisiones, trabajo mental, tensión y otras estrategias cognitivas.

La Comunidad Económica Europea (CEE) formó un grupo de trabajo en 1990 cuyo objetivo es equilibrar los programas de entrenamiento y elevar la calidad profesional de los ergónomos dentro de tres componentes: educación, incluyendo cursos y prácticas en el laboratorio, entrenamiento aplicado, y trabajo supervisado.

El impulso a la ergonomía en Corea se inició en la década de los 80, la formación de especialistas ha sido una de las prioridades, junto con una política de participación activa

del sector industrial. En Seúl, en la Universidad Nacional, en la Universidad de Corea y en POSTECH se imparten maestrías y doctorados relacionados con la ergonomía contando con laboratorios de antropometría, biomecánica, rendimiento humano y ambientes de trabajo. En 1988 fue creado un Instituto de Investigación de Normas. Además, la Sociedad de Ingeniería Humana de Corea publica regularmente una revista.

Durante la década de los 70, en los Estados Unidos se desarrolla el área de seguridad industrial gracias a nuevos modelos teóricos como el de Weaver (1971) y el de Adams (1976). Estos modelos denominados 'teoría dominó de la causación'²⁴ o teoría de la causación múltiple²⁵ buscan responder a preguntas como: ¿Qué causó el accidente? ¿Por qué el hecho o condición de inseguridad fue permitido? ¿El supervisor o administrador tiene el conocimiento en seguridad para prevenir accidentes?

El modelo de Adams (1976) es una notable contribución a la conceptualización en seguridad, porque construye todos los niveles de organización dentro de un esquema de causación basado en una distinción fundamental, no se puede cambiar la naturaleza humana. Este modelo sugiere la necesidad de una filosofía de trabajo donde se integre la prevención de accidentes a la actividad de administrar. Adams señala que las causas de problemas de seguridad y accidentes se han visto como fallas de los empleados, de su capacidad, destreza o entrenamiento, y no como un **problema administrativo**. El modelo no sólo contempla actos inseguros sino condiciones inseguras (diseño impropio, materiales o herramientas y establecimiento de procedimientos inseguros). Desde este punto de vista se pueden distinguir dos tipos de errores:

Errores operacionales: Por fallas de planeación de parte de la administración, en el sentido de no prever actos inseguros y condiciones inseguras que pueden terminar en accidentes. La organización operativa determina la 'personalidad' de la empresa; la estructura administrativa es un reflejo de los objetivos y la toma de decisiones.

Errores tácticos: Cuando es responsabilidad de los empleados, esto es, cuando no cumplen con los planes y las normas de seguridad o simplemente cometen algún tipo de error. Lo que antes se veía como errores técnicos derivados de las máquinas o de los operadores, ahora se ven como errores tácticos con el objeto de llamar la atención respecto a los actos y condiciones inseguras en relación con el sistema de administración.

Esta distinción entre táctico y operacional permite en principio, ver la problemática sobre la naturaleza del trabajo. En otras palabras, se hace más clara la responsabilidad de la administración en la prevención de accidentes, en la solución de problemas técnicos para evitar errores tácticos, y en la planificación estratégica para corregir los errores operacionales. El papel de la administración en el control del proceso en este nivel es

24 El modelo se basa en en fichas de dominó. El comportamiento de cascada o desencadenamiento producido al mover una ficha es la base del modelo.

25 Los accidentes son causados por la combinación de un número de cosas las cuales combinadas al mismo tiempo producen un daño.

seleccionar la alternativa más económica y efectiva. Este nuevo enfoque centrado en la administración hace del trabajo en seguridad una disciplina esencialmente preventiva. Hoy día, cualquier profesional en seguridad sabe que la administración influye directamente en las condiciones de la empresa y en el comportamiento del trabajador. Antes del modelo de Adams, el supervisor era quien tenía toda la responsabilidad de la seguridad. Actualmente el supervisor ya no es la persona clave y mucho menos el único responsable de la seguridad. Ahora la administración asume la responsabilidad de la seguridad.

La mayor contribución de esta teoría radica en la redefinición de las causas que subyacen a los errores tácticos. Los errores tácticos en el comportamiento de los empleados y las condiciones de trabajo se ven como consecuencia de los errores operacionales cometidos por administradores y supervisores. Los errores operacionales son estratégicos y se derivan de una deficiente estructura administrativa. Para prever dichos errores es esencial incluir medidas de seguridad como parte de los objetivos, de las formas de administración, planeación, y de las políticas empresariales.

Además, durante la misma década (los 70) en los Estados Unidos se crearon muchos centros de formación a nivel de licenciatura y posgrados de especialización (maestría y doctorado) llegando a ser últimamente un promedio de 40 centros universitarios encargados de dicha formación en toda la nación.

En otro sentido, es preciso señalar que a nivel industrial o empresarial, laboratorios como el de Kodak continúan ampliando las áreas de investigación. Recientemente, se reestructuró como laboratorio de factores humanos, seguridad y salud para interactuar con departamentos como medicina, seguridad, higiene industrial, epidemiología, relaciones industriales, ingeniería de diseño, diseño industrial e ingeniería industrial. En la actualidad cuenta con un equipo de ingenieros, psicólogos, expertos en seguridad y otras disciplinas donde se evalúan una gran variedad de trabajos y productos de consumo. El lema es: "Encajar el trabajo a la persona y no la persona al trabajo, además, hacer que los productos de Kodak sean fáciles de manejar, operar y servir". Como resultado de la expansión del grupo multidisciplinario se dio un incremento a las investigaciones en actividades incluyendo entre otras: carga de percepción, capacidad visual, análisis de esfuerzos físicos, efectos del ruido, de la iluminación y de la temperatura. La dirección general al comprender la importancia, ha ido incorporando secciones de Factores Humanos para otras plantas de la Kodak en Estados Unidos y Canadá.

Cada vez hay un mayor número de laboratorios en todo el país, los ergónomos están trabajando en compañías como IBM, Xerox, Boeing Aerospace and Airline, Mc Donnell Douglas, Westinghouse Electric Corporation, Bell, Johnson and Johnson, General Electric, 3M Company, HoneyWell y muchas otras. Esta tendencia muestra que la industria civil estadounidense comienza a reconocer la importancia y la contribución de la ergonomía en el diseño de puestos de trabajo y productos manufacturados.

En la década de los 90 continúan los estudios en programas aeroespaciales (NASA). Entre otros están: la participación en el proyecto de una estación orbital permanente, el diseño de cápsulas, aeronaves espaciales y la determinación de los límites gravitacionales que puede recibir un aeronauta cuando está siendo lanzado hacia el espacio. Al mismo tiempo estudian los problemas de desaceleración, vibración, presurización, movilidad limitada, crecimiento en el espacio y diseño de herramientas para ser usadas por los astronautas cuando están flotando en un espacio antigravitacional. De manera complementaria a las anteriores investigaciones, se construyen simuladores de vuelo donde se entrenan los astronautas, para llevar a cabo adecuadamente las misiones espaciales.

También han surgido nuevas áreas de aplicación como la industria automotriz, de computadoras, y demás productos de consumo. Además del trabajo en las industrias civiles y militares, el ergónomo es un consultor, un investigador y asesor en universidades, así como en los gobiernos estatal y nacional en proyectos de desarrollo de sistemas de transporte público y señalización de tráfico más claro y comprensible. A nivel estatal por ejemplo, el congreso de los Estados Unidos ha ordenado aumentar la investigación en ergonomía para mejorar la seguridad aérea. La Administración Federal sobre Salud y Seguridad Ocupacional, planea durante la década de los 90 formular regulaciones ergonómicas para la industria en general.

Regresando nuevamente al viejo continente, en Estonia una tercera parte de la población trabaja en el sector industrial. Se calcula que aproximadamente 80,000 personas están expuestas a accidentes laborales en el trabajo diario. En 1970 se estableció el Departamento de Seguridad y Derecho Industrial en la Universidad Técnica de Tallin. A su vez, en dicho departamento se formó el grupo de psicología del trabajo y ergonomía, siendo el principal campo de investigación la fatiga. Este problema es considerado uno de los más frecuentes de la industria de Estonia. El grupo ofrece además del servicio a la industria, 28 horas de enseñanza teórica y 14 horas de laboratorio a los estudiantes de ingeniería. Los temas impartidos son: seguridad, análisis de riesgo y legislación laboral. Desde 1972 existe en la Universidad de Tartu, un grupo de cinco personas el cual está trabajando en ergonomía. En 1989 se estableció el Centro Estoniano para la Salud Ocupacional en Tallin, dentro del Instituto para la Medicina Experimental y Clínica. El laboratorio de ergonomía recién formado, trabaja principalmente en determinar los parámetros de seguridad para mejorar de las condiciones de trabajo en las industrias. Una vez establecidos los parámetros, se incluirán como una nueva base contractual.

La Sociedad de Ergonomía de Finlandia, con apoyo del Instituto de Salud Ocupacional, el Centro de Productividad y el Centro de Seguridad Ocupacional tiene el reto de organizar el próximo congreso de la IEA en Tampere en 1997. A pesar de ser una sociedad joven, es muy activa. En 1993 organizó el congreso de la Sociedad de Ergonomía Nórdica y está trabajando con empresas como SAAB, Valmet y OLLON entre otras.

En todos los países nórdicos al igual que en Australia, la mayoría de los involucrados en ergonomía son fisioterapeutas. La Sociedad Nórdica publica una revista de investigación y práctica profesional desde 1983. Otro elemento importante es la gran interdependencia e interdisciplina lograda junto con el diseño industrial, especialmente en el diseño para discapacitados.

Un análisis de la ergonomía actual de Francia, muestra que un 55% son 'técnicos aplicadores', el 15% se dedica sólo a la investigación y el 30% restante realiza actividades combinadas. El 50% son psicólogos y el 45% son fisiólogos. Del total de ergónomos, el 20% vive fuera de Francia.

En Hungría, los interesados en la ergonomía han formado una sección dentro de la Sociedad para las Ciencias de la Organización y Administración. Esta forma de organización, liga a los ergónomos directamente con los economistas que han mostrado interés en las posibilidades de aplicación de los factores humanos. Desde la década de los 80 se consideró fundamental crear posgrados en el área, labor realizada por la Universidad Tecnológica de Budapest.

Durante 1972 se realizó en la India, el primer seminario sobre ergonomía, seguido de un simposio en 1974 sobre psicología del trabajo y ergonomía. Más aún, en el congreso hindú de ciencias de 1979, se habló sobre la importancia de la ergonomía como ciencia y tecnología del hombre en el trabajo, su papel en el desarrollo nacional y la urgencia de impulsarla. A pesar de este temprano reconocimiento, sólo hasta 1987 se funda la Sociedad Nacional de Ergonomía Hindú.

En Indonesia de manera similar a Corea, el desarrollo de la ergonomía es muy reciente (década de los 80) pero al mismo tiempo contundente en trabajo y resultados. La Sociedad de Ergonomía se fundó en 1988, como resultado de una reunión nacional sobre esta disciplina en el Departamento de Ingeniería Industrial del Instituto de Tecnología de Bandung. El sector industrial ha sabido interpretar las ventajas de estimular la investigación en factores humanos. Los empresarios comprenden que la ergonomía hace parte del desarrollo nacional al mejorar la eficiencia, la productividad, la comodidad y por consiguiente la salud de los trabajadores y la seguridad del sistema productivo, de manufacturas y de servicios. La participación de esta multidisciplinaria en la fabricación de objetos es creciente, pues los industriales saben del importante papel jugado en el desarrollo de nuevos productos de consumo más competitivos. El desarrollo de la ergonomía depende de diferentes instituciones quienes cooperan entre sí, tanto a nivel de instituciones gubernamentales, como de universidades. La sociedad de ergonomía está dividida en secciones donde se destacan: psicología del trabajo, biomecánica, fisiología del trabajo, aplicaciones de ingeniería y diseño. Además publican una revista con el contenido de las investigaciones y el desarrollo en teoría y práctica.

Desde un inicio, el trabajo de los ergónomos en Irlanda se ha encontrado con muchas dificultades por no tener eco con los industriales. Como una medida para enfrentar dicha problemática se crearon en 1992 cursos de maestría en ergonomía. Este proceso se ha acelerado por la iniciativa de la Comunidad Económica Europea preocupados por la nivelación de los programas de educación y entrenamiento de los ergónomos. Es importante mencionar que la CEE designó dicho año (1992) como el de la seguridad y la salud con énfasis en la construcción y en la agricultura.

En Japón ocurre un fenómeno curioso, los ergónomos están cobijados por la Sociedad de Ergología Humana que cubre entre otros, fisiólogos, psicólogos, higienistas, economistas, ecólogos y antropólogos. La sociedad fundada en 1970 promueve estudios relacionados con la conducta humana y publica la revista 'Ergología Humana' desde 1986. Al inicio de los 70, el estudio de los factores humanos se convierte en parte fundamental del proceso de industrialización del país. La ergonomía ha contribuido principalmente en elevar la calidad técnica de los procesos y aumentar la producción.

Luego del desmembramiento de la URSS, Lituania se convirtió en otro de los países bálticos independientes. La ergonomía, como muchas de las actividades profesionales tiene actualmente poco apoyo. Lamentablemente, debido a los problemas ideológicos, políticos y económicos la mayoría de proyectos son canceladas y se ha reducido el trabajo en el área. Los principales problemas son:

- Poca actualización del conocimiento, la literatura y los recursos materiales para la educación e investigación.
- Insuficiente conocimiento del idioma extranjero (inglés).
- Dificultad en cambiar las actitudes del viejo sistema político - económico. Hay mucha inseguridad y miedo de lo que implica trabajar dentro del nuevo sistema.

Dentro de la Universidad Técnica de Vilnius está la División de Protección del Medio Ambiente y el Trabajo. Esta división es responsable de enseñar a estudiantes de varias facultades teoría y práctica de laboratorio en seguridad en el trabajo. La investigación está concentrada principalmente en el campo de la reducción de polvo en los lugares de trabajo. En la Universidad de Tecnología de Kaunas, dentro de la Facultad de Economía Industrial, está el Departamento de Seguridad Laboral. Este departamento es responsable de la educación en seguridad en el trabajo que se ofrece a todos los estudiantes universitarios. Se enseña entre otros, factores de legislación, sanidad e higiene, vibración y riesgos del ambiente laboral. La principal investigación se hace a través de contratos con la industria en las áreas de reducción de ruido, vibración y polvo.

La Sociedad de Ergonomía de Polonia se creó en 1977, publica un boletín trimestral y la revista semestral 'Ergonómica'. La orientación de la ergonomía está dada hacia el diseño de máquinas-herramientas y en otro sentido hacia la medicina ocupacional, la salud y la seguridad. Las investigaciones para la década de los 90 se centran en: aplicación de computadoras para daños de trabajo, ayudas de diseño ergonómico por computador.

factores ambientales como, contaminación del aire, ruido, vibración y radiaciones electromagnéticas.

En Rumania el trabajo en ergonomía es esencialmente enfocado a la producción, soportándose en la investigación de universidades que tienen formación de psicólogos-ingenieros. En este país Existe una estrecha integración de la psicología del trabajo y la psicología experimental con la ergonomía.

Durante la década de los 70 en la URSS, se desarrolló la ergonomía con un enfoque sistémico y se terminó de consolidar el estudio multidisciplinario. En esta dirección se ha trabajado el análisis de tareas con sistemas complejos de control y mando, robots y autómatas computarizados. Más recientemente, en la década de los 80, los ergónomos han trabajado en el desarrollo de 'interfases' -lenguajes de diálogo- para las computadoras y en la industria aero espacial.

En la década de los 90 el trabajo ruso se centra principalmente en :

Problemas de automatización, sistemas de transporte, ciencias de la información, sistemas de ayuda en modelos biomecánicos por computador, desarrollo de normas y un banco de datos en ingeniería humana apoyados a nivel gubernamental y finalmente, en estado embrionario pero con mucha perspectiva están la macroergonomía y el diseño de software. También es pertinente mencionar que la ingeniería humana rusa está muy influida por la teoría de la actividad mental (deyatelnost) de L.S. Vygotsky y por la teoría fisiológica de la actividad de N.A. Bernstein. Los dos generan una nueva 'ontología' en el campo de la psicología y la fisiología muy relacionada con los movimientos y acciones del ser humano.

En 1992 se crea en Moscú la Asociación de Ergonomía Aplicada, de manera independiente de la sociedad de ergonomía de la federación rusa. Entre sus metas está el desarrollo teórico y práctico de la ergonomía, entrenamiento y reentrenamiento en el área de personal civil y el desarrollo de un código de conducta y ética profesional. Dentro de los proyectos de investigación se destaca el estudio en macroergonomía y el monitoreo de lugares de alto riesgo (estaciones nucleares). La asociación publica trimestralmente la revista 'Ergonomía aplicada' y el boletín 'Ergonomía novedades de Rusia.'

La enseñanza formal de la ergonomía en Singapur se inició en 1967, desde este momento se ha aumentado el reconocimiento jugando un papel fundamental -al igual que los demás países del Asia suroriental- en el diseño de productos . La Universidad Nacional ofrece dos orientaciones académicas: introducción a la ingeniería de factores humanos y diseño de lugares de trabajo. Cuentan con un laboratorio de fisiología y antropometría para evaluar fatiga visual y muscular en trabajos con computador. En dicho laboratorio también se miden los niveles de radiación (rayos catódicos y electromagnéticos) en las mujeres embarazadas. Se han propuesto nuevos estudios como por ejemplo la medición

de varios grupos étnicos y la variabilidad étnica en la percepción de íconos en las pantallas de computador.

Taiwan cuenta con cerca de 25 facultades que enseñan ergonomía y programas de posgrado desde 1984. Muchos proyectos de ergonomía han sido apoyados por el Concejo Científico Nacional, el Ministerio de Comunicaciones y empresas del sector privado. En 1991 se organizó el primer simposio en diseño e investigación ergonómica, y en 1992 la conferencia internacional de factores humanos en las plantas nucleares.

Durante el período de industrialización de Vietnam (1976 - 1980) se inician actividades dentro del Instituto Nacional de Salud Ocupacional dependiente adscrita al Ministerio de Salud. Algunos de los trabajos se centran en los departamentos de: fisiología del trabajo, higiene industrial y enfermedades ocupacionales. Cada departamento cuenta con personal de investigación multidisciplinario. El enfoque en principio fue hacia los sectores textil, minero, de la construcción y el transporte. Ahora se ha enfatizado la labor en el sector agrícola, con el diseño de herramientas, tractores, etc., en plantaciones de te, café y hule. El departamento de fisiología y ergonomía tomó distintas mediciones y ángulos de la gente. Con base en este trabajo se publicó en 1982 el libro 'antropometría ergonómica'. Estos datos, junto con los de otras investigaciones, son usados ahora por el Instituto para Normas de Construcción, Protección y Puestos de Trabajo.

Hagamos rápidamente un recuento de los países miembros de la Asociación Internacional de Ergonomía. En la tabla I se muestran los afiliados hasta finales de 1994.

Es importante señalar que del total de ergónomos de los 36 países afiliados, más del 50% se concentran tan sólo en tres naciones: Estados Unidos, Inglaterra y Japón. Donde hay más ergónomos registrados es en los Estados Unidos con 5,354. Esto implica que un sólo país (EE.UU.) acumula más del 30 % de los profesionales en esta multidisciplina.

Ahora bien, los congresos que ha realizado la IEA son:

1961	Estocolmo, Suecia	1979	Warsaw, Polonia
1964	Dortmund, Alemania	1982	Tokio, Japón
1967	Birmingham, Reino Unido	1985	Bournemouth, Reino Unido
1970	Estrasburgo, Francia	1988	Sidney, Australia
1973	Amsterdam, Holanda	1991	París, Francia
1976	College Park, Estados Unidos	1994	Toronto, Canadá

Y los futuros congresos serán en:

1997	Tampere, Finlandia
2000	Los Angeles, Estados Unidos

Tabla 1: Sociedades de ergonomía y membresía reciente

[si existen varias sociedades de ergonomía en un país, sólo se consideraron los miembros afiliados a la Asociación Internacional de Ergonomía (IEA)]

País / región	Fundación	Afiliación	Nº Erg.	Población	X Millón h.
Alemania*	1958	1991	700	76,6	9
Australia*	1964	1994	537	17,4	31
Austria*	1976	1990	42	7,5	6
Bélgica*	1986	1993	140	9,9	14
Brasil*	1983	1988	244	143,3	2
Canadá*	1968	1994	518	28,3	18
China*	1989	1989	300	1151	0,3
Corea del Sur*	1982	1988	250	43,9	6
Croacia*	1974	1993	70	4,6	15
Dinamarca**		1994	846	5,1	166
EEUU*	1957	1994	5,354	248,8	21
España*	1988	1992	187	39,6	5
Finlandia**	1985	1994	90	5	18
Francia*	1963	1987	531	55,2	10
Grecia*	1988	1993	33	10,2	3
Holanda*	1962	1994	631	15	42
Hungría*	1987	1988	90	4,6	20
India*	1987	1993	52	866	0,1
Indonesia***	1988	1988	120	176,8	0,7
Israel*	1982	1992	120	4,3	28
Italia*	1961	1994	320	57,2	6
Japón*	1964	1993	1,864	124	15
Noruega**		1994	155	4,2	37
Nueva Zelanda*	1986	1994	114	3,3	35
Polonia*	1977	1994	386	37,5	10
Reino Unido*	1949	1992	1,030	56,5	18
República Checa y Eslovaca*				15,7	
Rusia*	1989	1994	150	150	1
Singapur***	1988	1990	36	2,6	14
Sudáfrica	1984	1994	40	39,4	1
Sudeste asiático*	1984	1990	86	250	3
Suecia**		1994	298	8,5	35
Taiwan	1993	1994	240	20,6	12
Ucrania	1992			52	
Anterior Yugoslavia	1973	1989	50		
Sociedades afiliadas					
Soc. Europea para Ergonomía Dental		1994	37		
Soc. de Ergología Humana	1970	1994	230		
Miembro					
Consejo Húngaro de Diseño Industrial y Ergonomía					
Total			15,891		

* Miembro de IEA ** Parte de la Sociedad de Ergonomía Nórdica (fundada en 1969), la cual es miembro de IEA *** Parte de la Sociedad de Ergonomía de Asia Suroriental.

La Human Factors Society cambió el nombre en 1993 por el de Human Factors and Ergonomics Society (HFES).

En general, una característica importante durante la década de los 80 fue la llamada 'revolución informática', esto es, el desarrollo de computadores, la fabricación automatizada por control numérico, la robótica, etc. A partir de esta década se habla de "los parámetros ergonómicos para el diseño del equipo de computación"; del "diseño del hardware y del software de uso amigable"; y de la "oficina ergonómica eficiente". Los ergonomistas están trabajando en el diseño de mecanismos de presentación e interpretación de la información en la pantalla y en el diseño de la documentación, las instrucciones y los manuales de operación tanto de programas como de computadoras. Más aún, se investiga en las estaciones de trabajo con computadoras, los efectos de fatiga, dolores de cabeza y malestar general asociados con problemas músculo-esqueléticos y de postura.

Se están iniciando estudios sobre los efectos de la automatización por computadoras. Cada vez es más frecuente que los trabajadores muestren conductas de tensión, debidas a la constante concentración frente a los monitores. Las estaciones computarizadas y automatizadas no permiten pausas en las labores. Muchos trabajos computarizados son rutinarios y estructurados de forma rígida y están planeados sólo para cumplir las demandas del sistema productivo, sin tener en cuenta las limitaciones del trabajador.

Como vemos, a pesar del gran avance científico y tecnológico que ha implicado la 'revolución informática' continúan los inconvenientes, parece como si regresáramos a los problemas originados en la "revolución industrial". Dichos problemas son, entre otros:

- Opresión o tensión debido a ritmos excesivamente repetitivos y homogéneos. Actualmente las computadoras, los autómatas, etc., generan dicha tensión en los operarios.
- Mayor desgaste y molestias o lesiones físicas por movimientos repetitivos y excesivos. Este problema se ve ahora reflejado en los capturistas de datos, registradores de códigos de barras, etc., quienes generalmente reportan lesiones como el síndrome del túnel del carpo (inflamación de los ligamentos y tendones en la zona de la muñeca).
- Lesiones por problemas de postura. Hoy día, esto aparentemente está solucionado con mejores diseños de las estaciones de trabajo. Sin embargo, el excesivo tiempo en una misma postura -sedentaria, estática- demandada por la vigilancia de un sistema automático - computarizado, causa daños músculo-esqueléticos.

Pero además de estos problemas, que aunque han cambiado de forma (en vez de máquinas mecánicas, autómatas y computadores) han surgido otros nuevos:

- Cansancio visual e irritación de los ojos, debidos a la excesiva exposición a las radiaciones catódicas de los monitores de computador.
- Impacto psicológico y social de las nuevas tecnologías como los avances en realidad virtual que cada vez son más utilizados para el entrenamiento, la simulación y el entretenimiento (problemas de capacidad de asimilación, adaptación o rechazo).

Finalmente, el computador es instalado como un supervisor que monitorea las operaciones y evalúa el rendimiento del personal. Este tipo de control causa tensión y rechazo, sobre todo por ser visto como una forma de control deshumanizada.

No obstante, desde una perspectiva positiva, los computadoras le han posibilitado a la ergonomía desarrollar mejores experimentos, recolectar, organizar y analizar datos de manera más precisa y flexible. Hoy día es una herramienta ideal para la simulación con base en modelos matemáticos y se está desarrollando software sobre parámetros antropométricos y biomecánicos que permitan realizar rápidos ajustes de los lugares de trabajo.

Periódicos y revistas tratan sobre la "revolución informática" con mucha frecuencia. Se ha llegado al punto de ser ahora el centro de la atención pública. Cada vez hay un mayor número de procesos tecnológicos dependientes de controles electrónicos, computadoras o controles programables (control numérico) como cortar, armar, ensamblar, etc. En los 70 era razonable afirmar que la tecnología avanzada no había alcanzado el punto entre confiabilidad y economía. En los 90 esta excusa no es tan válida. Hoy día el trabajo del ergónomo es adecuar esta nueva tecnología ocupándose entre otros, de la capacidad, la velocidad, la precisión, y la flexibilidad ofrecida al usuario.

En relación con la ergonomía, cada vez se nota que está adquiriendo mayor importancia. Esto se ve reflejado por dos aspectos:

- El incremento de profesionales -según la IEA en 1961 eran aproximadamente unos 300- hoy día sobrepasan los 15,000 asociados (ver tabla IEA). En los años 60 los miembros de la Sociedad de Factores Humanos de los Estados Unidos con sede en Santa Mónica, California, eran cerca de 500. Para 1980 habían cerca de 3,000 y para 1990 el número de agremiados llegaba aproximadamente hasta 6,000. En la última relación de la Asociación Internacional de Ergonomía (1994) el número de agremiados en el mundo es de 15,891 personas, esto sin contar con los no asociados y con los países que ya cuentan con ergónomos.
- También se observa el aumento de publicaciones especializadas. Los libros en ergonomía en la década de los 60 eran contados (no más de 12). Actualmente aparecen nuevos libros y revistas prácticamente a diario.²⁶ También se han desarrollado guías y manuales de uso con algunos lineamientos, normas y recomendaciones para un diseño adecuado a las características humanas. Dichas

²⁶ Algunas de estas son: Applied Ergonomics; Space and Environmental Medicine; Behavior and Information Technology; Building and Environment; Computers in Human Behavior; Ergonomía; Ergonomics Abstracts; Human -Computer Interaction; International Journal of Industrial Ergonomics; International Journal of Man - Machine Studies; Journal of Biomechanics; Journal of Environmental Psychology; Journal of Human Ecology; Scandinavian Journal of Work, Environment and Health; Soma; Engineering for the Human Body; Work and Stress.

guías no son una camisa de fuerza, son sólo puntos de referencia para establecer adecuados parámetros de diseño. Una guía muy completa es la de Woodson aparecida en 1954, revisada y actualizada constantemente. La última es de 1992.

Los intereses y aplicaciones de la ergonomía se han ido extendiendo no sólo en las fábricas, sino las actividades deportivas, recreativas y de ocio. El estudio de las características particulares de los niños y de los viejos según sus acciones. Hoy día el interés de la ergonomía incluye la totalidad de las actividades que puede realizar el ser humano y las cuales implican una interacción con algún tipo de objetos, productos y ambientes generados por nuestra civilización.

A manera de conclusión de este apartado, podemos englobar la tendencia de la ergonomía década a década de la siguiente manera:

- 1950 Ergonomía militar.
- 1960 Ergonomía de la producción.
- 1970 Ergonomía del consumo.
- 1980 Ergonomía de la computación.
- 1990 Ergonomía de la información, leisure ergo, space ergo, home tele working ergo, sport ergo.

En los años 90 y sucesivos, el trabajo se centrará principalmente en los problemas de: ambiente de trabajo por el uso de tecnologías viejas y pobres que causan problemas de ruido, postura, cargas, y polvo entre otras; y en los nuevos problemas debidos a la importación de tecnología ('irracionalidad' en el diseño).

3.4 Una perspectiva del futuro

Es difícil predecir el futuro de la ergonomía pues esto implica extrapolar la actual tendencia de investigar y aplicar los logros de las "ciencias computacionales" a las "ciencias del trabajo". La nueva aplicación de la informática y la computación modificará las necesidades y demandas de la investigación ergonómica. Por un lado, el uso de computadoras como herramientas para la investigación, la experimentación y la simulación. Por otro lado, el estudio sobre los "nuevos" problemas generados en las estaciones de trabajo que usan computadoras, i.e., síndrome del túnel del carpo.

En Latinoamérica y países como Finlandia e Irlanda del Norte en la presente década, las compañías e industrias tienden a descuidar la incorporación de la ergonomía como parte de sus estrategias. En Latinoamérica, como ya se mencionó, la ergonomía no juega ningún papel en los sectores productivos, públicos o privados. Esta es debido a que no se considera la ergonomía dentro de las políticas de desarrollo. En Finlandia, a pesar de la introducción de nuevas tecnologías, la ergonomía no se toma en cuenta como un medio para adecuar dichas tecnologías. La ergonomía es vista como un factor marginal y en

ocasiones superflua en vez de ser una herramienta con un valor estratégico para alcanzar una meta.

En Irlanda del Norte los empresarios, ya sea por ignorancia o por negligencia no utilizan la ergonomía. En una encuesta hecha a 700 organizaciones incluyendo manufactura, servicios y sector público, sólo 417 regresaron los cuestionarios, esto es el 59,7% del total. De este 59,7% 152, es decir el 36,5% dijo no tener conocimiento alguno de lo que era la ergonomía. Quedaron 265 cuestionarios de los cuales sólo 36 organizaciones utilizaban el servicio de consultoría en ergonomía, 163 reportaron contratar ergónomos en los últimos 12 meses para circunstancias específicas.

La investigación reveló un consenso general: el empresario tiene una actitud cínica. En el mejor de los casos hay desdén expresado en comentarios como por ejemplo: "la ergonomía no ayuda en nada al estado de la organización". Los empresarios y administradores no ven a la ergonomía como una multidisciplina con continuidad histórica ligada directamente a la administración. Como se señaló en el primer apartado de este capítulo, la ergonomía se ha disociado de la administración **por la falta de la comprensión histórica de los hilos conductores, productividad y eficiencia**. Por lo tanto, no es cierto que no ayude en nada al estado de la organización. Es más, la macroergonomía (ergonomía desde la administración) se ha conformado para solucionar esta "aparente" separación de la administración. Desde esta perspectiva, el considerar la ergonomía dentro del análisis de recursos y ambiente, así como en la formulación e instrumentación de estrategias, puede resultar de suma utilidad. La ergonomía por lo tanto, puede ser un valioso instrumento para la planeación a nivel táctico y operacional.

Por otra parte, los empresarios y administradores dicen "nosotros hemos funcionado sin ergonomía". Ante esta afirmación cabría preguntar a qué costo se ha funcionado sin ergonomía. Al contrario de lo que parece, la ergonomía no es un lujo, es parte esencial del sistema empresarial, en el sentido de prever y corregir problemas de interacción entre el hombre la máquina y el ambiente.

Como vemos, la actitud de los administradores irlandeses respecto a la importancia de la ergonomía demuestra indiferencia, desconocimiento o mala interpretación de los principios ergonómicos. Esta situación es similar a la de Latinoamérica ya que, como se mencionó anteriormente, para los empresarios la ergonomía tampoco juega un papel trascendente en la industria.

Ante esta situación se debe crear toda una campaña de información dentro de las organizaciones para generar una actitud más abierta, especialmente en los administradores, de tal manera que comprendan la aplicación de la ergonomía.

En contraste, encontramos reportes con estudios de los países del sudeste asiático, donde la ergonomía es un elemento fundamental para pequeñas y medianas empresas desde el

punto de vista de la productividad, la seguridad y la salud. En este sentido la macroergonomía produce buenos resultados para la implementación de nuevas tecnologías, tiene un 'significado estratégico' y es valorada como prerrequisito por las compañías.

La diferencia de estos puntos de vista se sustenta en la manera de ver la cobertura y aplicación de la ergonomía. Mientras que en Latinoamérica, Finlandia e Irlanda sólo tiene una posición coyuntural, en los países del sudeste asiático la ergonomía es comprendida como una ciencia de sistemas lo cual le permite tener un gran impacto en la etapa organizacional. Dicho impacto sólo es posible si la ergonomía hace parte integral de la estructura administrativa, y es contemplada desde la planeación y la organización de las empresas.

En relación con la profesionalización de la ergonomía, se han hecho avances tanto en Estados Unidos como en Europa. La Sociedad de Factores Humanos de Estados Unidos ha establecido criterios para la actividad profesional. Por su parte, la Comunidad Económica Europea está considerando la acreditación de ergónomos individuales o instituciones para la práctica en cualquiera de los países miembros. En el mismo sentido en Australia y Canadá se está buscando una certificación para la práctica profesional.

La idea de la certificación profesional surge como respuesta a una serie de problemas de desprestigio de la disciplina debidas a la práctica de personas que se hacen responsables de grandes actividades y proyectos de ergonomía después de haber completado un curso introductorio. Las consecuencias de dichas acciones están haciendo daño a la imagen de la profesión, pues un ergónomo profesional con entrenamiento y conciencia debe de entender la compleja interrelación del ser humano y su trabajo, saber recurrir a otros especialistas una vez detectada la problemática del sistema estudiado e interpretar datos humanos de forma confiable. Es pertinente reconocer el valor interdisciplinario y multidisciplinario de la ergonomía, en donde el aporte de otras disciplinas es esencial.

Es oportuno recordar que la ergonomía es una multidisciplina donde se requiere de la labor no de un "especialista", sino de la conjunción de diversos especialistas en grupos que trabajen de forma interdisciplinaria para la solución de problemas de manera integral, holística. Desafortunadamente, es cada vez más común la postura de los ergónomos de querer solucionar los problemas desde una sola perspectiva, la de su profesión básica -sea médico, psicólogo, diseñador, etc.- y no el del trabajo en equipo.

Los ergónomos no sólo debemos ser especialistas en detalles, también debemos tener un conocimiento del contexto técnico y organizacional del sistema que se estudia. El enfoque más adecuado es ser especialistas en sistemas. El ergónomo, como parte de un equipo multidisciplinario, puede aconsejar, dirigir y controlar los cambios técnicos y organizacionales de la empresa. Dirigir el cambio desde la perspectiva de sistemas puede darle mejor futuro, prestigio y acogida a la práctica profesional del ergónomo.

Respecto al área de formación, las escuelas de ingeniería y diseño deben de introducir conceptos básicos de ergonomía. La estrategia no es crear nuevas materias. La introducción de estas ideas no requiere de nuevos cursos. Los conceptos pueden y deben ser incorporados en los cursos regulares de diseño de máquinas o sistemas de manufactura. De esta forma los principios ergonómicos tendrán la misma posición que otros principios de diseño y no serán relegados como segundos en importancia.

En la Conferencia Internacional Anual de Ergonomía y Seguridad Industrial en junio de 1992 en Denver, Shrawan Kumar de Canadá organizó un foro abierto sobre el futuro de la ergonomía. El propósito fue discutir sobre el crecimiento de la disciplina, y llegar a un consenso sobre la dirección de la investigación y aplicación de la ergonomía en los próximos años.

En general lo más destacado fue el interés por mejorar la educación y aplicación de manera que se amplíe la conciencia del importante papel de la ergonomía en el aumento de la calidad de vida, no sólo en el trabajo sino en las actividades humanas en general. Además se habló del papel significativo de la ergonomía en el incremento de la productividad y capacidad industrial para competir en el mercado mundial.

Para tener un papel protagónico, hay que involucrarse con las nuevas tecnologías, evaluando los efectos de los cambios tecnológicos, (i. e., realidad virtual) en las personas y sus capacidades. Estamos en una etapa de expansión del campo de estudio de la disciplina. Esto se nota con la aparición de la macroergonomía. Por lo tanto y como conclusión, no sólo es importante sino necesario desarrollar las teorías, métodos y conceptos relacionados con los nuevos enfoques tecnológicos, pues finalmente deben servir como aplicación en las actividades de diseño.

En la Conferencia de Denver (1992), se establecieron como prioridades para los próximos años:

- La transferencia de tecnología.
- Humanización del lugar de trabajo.
- Desarrollo de modelos predictivos para evaluar el rendimiento humano.
- Estudio del ambiente organizacional.
- Diseño para personas mayores y para discapacitados.
- Aplicación de la ergonomía en áreas no ocupacionales (ocio).
- Desarrollo de normas y códigos de ética para la práctica profesional.

La educación universitaria y el entrenamiento como práctica de campo llegará a tener un papel central en el control y la modificación del perfil profesional de los futuros ergónomos. Para una buena formación, es importante trabajar en la preparación de investigadores y futuros profesores que garanticen una práctica con alta utilidad social y al mismo tiempo generen un status profesional respecto a otras ciencias.

Se ha escogido como una de las prioridades de la IEA (Asociación Internacional de Ergonomía), la transferencia de tecnología entre países desarrollados y en desarrollo.²⁷ La razón aludida es que existirán problemas de efectividad funcional y mala utilización del equipamiento en los países receptores, lo cual no traerá ninguna ventaja económica para las dos partes. Alain Wisner es uno de los pioneros de la ergonomía en relación con la transferencia de tecnología. Este autor subraya el hecho de que la transferencia de tecnología implica también la transferencia de la cultura del país de origen. Por lo tanto se demanda al ergónomo tomar en cuenta las variables antropológicas en el diseño de sistemas de trabajo orientados al humano. A partir de esta idea crea el término '**antropotecnología**'.

Para designar el empleo simultáneo de las ciencias de la naturaleza y de la sociedad para acompañar lo mejor posible las transferencias de tecnología en los países en vías de desarrollo industrial.²⁸

Ahora bien, otra área de importancia para la ergonomía es la relacionada con la repercusión de nuevas tecnologías. Las computadoras han traído nuevos retos para la ergonomía como es la adecuación de dispositivos de control y novedosas formas de presentar la información en las pantallas del computador. El acelerado desarrollo de la realidad virtual ha traído un gran impacto en las personas. En este campo la ergonomía está haciendo un buen número de contribuciones.²⁹

Otra área con gran crecimiento especialmente en los Estados Unidos, es la denominada ergonomía forense. Dicha área se especializa en explicar y definir los daños o las enfermedades ocurridas a los usuarios por diseños defectuosos en los productos o por accidentes de trabajo. Se ocupa de evaluar la efectividad de avisos o señales de advertencia y de las instrucciones de un producto. El ergónomo forense participa con su testimonio de experto en condiciones de trabajo, en litigios para esclarecer responsabilidades y determinar conductas sobre daños personales. Apoyan a los abogados para demandar compañías y establecer los montos de las compensaciones o indemnizaciones. "En los Estados Unidos, aproximadamente el 15 % de los miembros de la Sociedad de Factores Humanos están involucrados en esta área." ³⁰

Tanto en Estados Unidos como en Europa, especialmente en los países nórdicos, los niveles de vida y tipo de población han llevado al estudio de la ergonomía para desarrollar productos, dispositivos y ayudas para minusválidos, ancianos y otros tipos de poblaciones. Hasta el momento estos grupos se mantenían marginados por las

27 Kuorinka . I., "Ergonomics in the future", *Ergonomics*, Londres, vol. 33, n° 3, 1990, pp. 283 - 285.

28 Wisner, A., *op. cit.*, p . 265.

29 Por ejemplo, en la Universidad de Minnesota, se está estudiando el impacto de la realidad virtual en los procesos de entrenamiento. Ver el estudio de: J.J. Kozak, P.A. Hancock, E.J. Arthur and S.T. Chrysler. "Transfer of training from virtual reality", *Ergonomics*, Londres, vol. 36, n° 7, 1993, pp. 777- 784.

30 Sanders M. S. and McCormick E., *Human factors in engineering and design* (Psychology series), 7a ed., Singapur, Mc Graw -Hill INC, 1993, p. 9.

condiciones de limitación física o mental, pero ahora se integran a la vida productiva al desarrollar puestos de trabajo adecuados a sus capacidades.

Es importante hacer notar que la ergonomía puede generar espacios de intervención, en nuevos y vastos campos como por ejemplo:

- Participando en aseguradoras como expertos asesores. En este sentido ya están trabajando compañías de seguros como MAFRE de España con un programa iberoamericano de capacitación en el área de seguridad industrial, prevención de incendios y ergonomía, entre otros. El objetivo es mostrar a la ergonomía como una herramienta capaz de disminuir los incidentes, accidentes, enfermedades laborales y daños en equipo e instalaciones. Las industrias y empresas que solicitan ser aseguradas pueden contar con consultorías para así prever y controlar diversos riesgos. Esta estrategia de trabajo beneficia tanto a las empresas como a las compañías de seguros, pues se reducen los altos costos que se enfrentan cuando hay algún tipo de accidente
- Otro campo aún prácticamente sin explorar - por lo menos en Latinoamérica - es el de la participación en comisiones de derechos humanos. Atendiendo una invitación de la Academia Mexicana de Derechos Humanos, junto con Cecilia Flores elaboramos propuestas para establecer puntos de contacto entre los problemas de derechos humanos y la ergonomía. Participamos en dos grupos temáticos: derecho laboral y derecho de los discapacitados. En el grupo de derecho laboral nuestra propuesta causó sorpresa y novedad, pues indicamos un camino alternativo a la discusión, la calidad de la salud, el bienestar de vida del trabajador y su dependencia a las condiciones de trabajo. En dicho grupo la problemática siempre ha girado en torno a las posibilidades de concertación económica, número de horas laborables y otros tipos de beneficios o compensaciones salariales. Se han descuidado por supuesto, las mínimas condiciones de seguridad, higiene y salud. En el grupo de derechos de los discapacitados en cambio, nuestra participación fue incontrovertible e incuestionable. La ausencia de un discurso bien fundado nos permitió organizar y proyectar a la ergonomía como un medio para evaluar las condiciones marginales de los discapacitados y señalar la violación de sus derechos. En este sentido se hizo una declaratoria presentada en el Congreso Nacional de Derechos Humanos celebrado en México D.F. en diciembre de 1994.

Finalmente, debemos tomar en cuenta: en la medida de que un ser humano se sienta más cómodo con las máquinas,³¹ más productivo y eficiente puede ser en el trabajo. No sólo se debe contemplar en el **sistema** al ser humano en el potencial de fuerza de trabajo, capacidad de reacción, resistencia física, capacidad de concentración, etc., sino en sus

³¹ Máquina emendada como cualquier objeto o producto con quien interactúa el ser humano

costumbres y hábitos, estilos de vida. Éstos también son aspectos que determinan las regularidades entre tiempos de trabajo y descanso. La investigación en ergonomía se debe preocupar más por las condiciones del ser humano en el sentido de su calidad de vida como trabajador.

Tal y como se analiza en el nuevo enfoque de la teoría de sistemas, no hay variables privilegiadas, ni la máquina ni el hombre. Lo que hay es un equilibrio dinámico a partir del reconocimiento de las capacidades humanas y las limitaciones técnicas de la máquina como componentes de un sistema. Esta radical diferencia compromete al estudio de la ergonomía con diversas ciencias y disciplinas cuyo objeto de estudio es el hombre como ser social y productivo.

Mientras un trabajador este a gusto, sin problemas causantes de tensión o lesiones físicas, la productividad y la eficiencia no sólo se mantendrán sino que se incrementarán.

4. Relación y ubicación con otras disciplinas

El recorrido histórico hasta ahora realizado nos permitió comprender no sólo la gestación de la ergonomía, sino el desarrollo y hasta cierto punto, su dominio de aplicación. Sin embargo, para comprender aún mejor el campo de trabajo de la ergonomía, es pertinente en este momento, ubicarla respecto a otras ciencias o disciplinas que estudian al ser humano en el trabajo. Tomaremos la seguridad industrial, la higiene industrial y la medicina del trabajo, como las disciplinas más cercanas y relacionadas con la ergonomía. La idea es establecer un análisis comparativo donde se facilite conceptualizar y distinguir a la ergonomía de las demás disciplinas afines.

Antes de entrar de lleno en la discusión de las diversas disciplinas, es importante ver cómo está estructurado el apartado. Para cada una de las disciplinas se establecieron dos parámetros de análisis:

- El objeto de estudio, las definiciones, las teorías y los términos o conceptos básicos que utilizan.
- El respectivo campo de acción en el contexto laboral, esto es, las responsabilidades de cada una de las disciplinas en una empresa.

En el primer parámetro se incluye aquella información útil para determinar cuál es el concepto actual de la disciplina. Se tocan modelos o conceptos desarrollados y actualmente utilizados en la práctica profesional de cada una de las disciplinas. En otras palabras, el objetivo de esta primera parte es esclarecer el qué es y el cómo se practica cada disciplina.

Con el segundo parámetro se pretende ahondar un poco más en la práctica, es decir, ver cómo los conceptos básicos así como los métodos que se han desarrollado se "aterrizan", por así decirlo, en acciones concretas, ejecutables y medibles.

Posteriormente y a manera de conclusión, estaremos en la posibilidad de comparar y ver qué tipo de conexiones y distinciones hay entre seguridad industrial, higiene industrial, medicina del trabajo y ergonomía. Este análisis es útil, si pensamos que existe mucho "celo" profesional entre los diversos campos involucrados en el estudio del ser humano en el trabajo. Cada especialidad pretende ser no sólo la más importante, sino la que de manera jerárquica, establece la perspectiva por encima de las demás. Mi objetivo es examinar cada una de las disciplinas para demostrar cómo las respectivas posiciones no son excluyentes sino compatibles y complementarias. Esta comprensión -espero- nos puede ser útil para enfrentar problemas de manera interdisciplinaria y multidisciplinaria. Empecemos ahora por abordar qué es lo comprendido por la seguridad industrial.

4.1 Seguridad Industrial ³²

Objeto de estudio. Modelos y conceptos

El objetivo tradicional de la seguridad industrial ha sido la prevención de accidentes en el trabajo. Antes de 1931 la práctica de dicho campo consideraba cómo la mala condición física y la falta de preparación de los trabajadores eran las causantes de los accidentes. En otras palabras, se pensaba que los accidentes se debían sólo al error humano. Por esta razón los estudios se concentraron en:

- Entrenamiento para mejorar la condición física de los trabajadores.
- Selección de personal en el manejo técnico (eficiente) de las máquinas.

En aquella época -década de los 20- para tratar de tener mayor control sobre las acciones y el rendimiento de los empleados se designaba una persona específica, *i.e.*, el supervisor. Este nuevo miembro dentro de la estructura organizacional se convirtió en una pieza clave para la responsabilidad y el control de la seguridad. El supervisor fungía como un intermediario adecuado entre la administración y la producción.

En 1931 H. W. Heinrich es uno de los primeros en expresar la importancia de la seguridad industrial. Antes de sus aportaciones no había conceptos guía ni fundamentos teóricos para esta disciplina. El documento "**Industrial Accident Prevention**" permitió el desarrollo de algunas bases teóricas que sirvieron de lineamientos de la denominada 'seguridad industrial'. Heinrich llegó a plantear algunos principios básicos como:

³² Los documentos utilizados como base para desarrollar esta sección son parte del material del "Diplomado en salud y seguridad" impartido por el Instituto Mexicano del Seguro Social (IMSS), mayo y junio de 1995, México.D.F.

- La causa primaria de accidentes es la gente. El error humano se debe a una actitud impropia, desconocimiento, falta de destreza, falta de previsión, exceso de confianza, cansancio, etc., por eso es importante analizar de manera efectiva la conducta humana, es decir, el comportamiento que tienen los trabajadores durante la jornada.
- La seguridad es un problema de la administración. Los errores de la administración también son errores humanos. La falta de planeación, coordinación, previsión, etc., causan accidentes. La administración debe comprender que la adecuada conducta de los empleados frente al trabajo es esencial para la seguridad de la empresa. El administrador debe ser un líder capaz de integrar, comunicar, supervisar y motivar a los subalternos. En la medida que la administración controle las condiciones de trabajo y comprenda la conducta de los empleados existirán menos riesgos y accidentes.

El enfoque dado por Heinrich llevó a trabajar en:

- Capacitación de los administradores y el personal de planta en aspectos de seguridad industrial.
- Medidas de planeación y prevención como la distribución de espacios y la señalización de áreas de trabajo o lugares de peligro.
- Vigilancia, inspección y mantenimiento de máquinas, herramientas o equipos. En este nivel se incluye la adaptación de dispositivos o componentes de éstas.

En la década de los 70 hubo cambios importantes en la conceptualización de la seguridad gracias a Weaver (1971) y Adams (1976), quienes introdujeron nuevos modelos teóricos denominados 'teoría dominó de la causación' o 'teoría de la causación múltiple'.

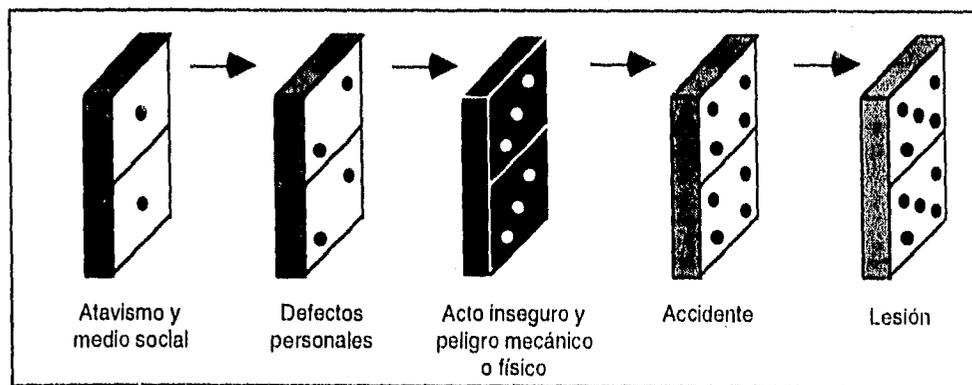


Figura 4: Factores de la secuencia de un accidente. Teoría dominó de la causación.

El modelo se basa en fichas de dominó. El comportamiento de cascada o desencadenamiento producido al mover una ficha es la base del modelo. En el dibujo anterior se muestran los cinco factores en la secuencia del accidente. La lesión es causada

por la acción de los factores precedentes, siendo el acto inseguro y el peligro mecánico quienes constituyen el factor central de la secuencia del accidente. Bajo este modelo, se pensó que la remoción del factor central hacía ineficaz la acción de los factores precedentes y consecuentes. Según el modelo dominó, es suficiente con quitar la ficha negra para evitar un accidente y por lo tanto una lesión. Para Adams, al controlar los actos inseguros (en el modelo es quitar la ficha negra), ya no importan los atavismos, el medio social ni incluso los defectos personales.

El modelo de Adams construye todos los niveles de organización dentro de un esquema de causación basado en un concepto fundamental, 'no se puede cambiar la naturaleza humana'. Sugiere la necesidad de una filosofía de trabajo que integre la prevención de accidentes a la actividad de administrar. Señala cómo los accidentes se producen no sólo por el error humano sino por fallas en el proceso administrativo. Adams advierte: si no se hace una planeación y organización dirigida a educar para prevenir accidentes; si tampoco se elaboran mecanismos de control para evitar lesiones, entonces, tendremos condiciones inseguras y tarde o temprano repercutirán en pérdidas o daños en personas, propiedad, y/o procesos (materia prima). De ahí que ya no se consideren los incidentes sólo como ACTOS INSEGUROS (concepción de Heinrich), sino, como CONDICIONES INSEGURAS. Las diferencias entre estos dos conceptos podemos verlas de la siguiente manera:

ACTO INSEGURO (Heinrich)

- Falta de conocimiento
- Actitud impropia
- Defecto físico
- Práctica de seguridad difícil o imposible

CONDICION INSEGURA (Adams)

- Diseño impropio
- Materiales y herramientas inseguros
- Establecimiento de procedimientos inseguros

Como puede observarse, el acto inseguro se refiere exclusivamente a la persona, mientras que la condición insegura incluye el diseño del producto, el espacio de trabajo, el proceso productivo y el proceso administrativo.

La siguiente comparación muestra las diferencias entre el planteamiento general de lo que es el estudio de la seguridad industrial según el concepto clásico de Heinrich y según el concepto actual:

CONCEPTO CLÁSICO

Busca la prevención de accidentes.

ACCIDENTE (hecho):

Hecho en el cual ocurre una lesión de una persona o se crea la posibilidad de tal lesión.

CONCEPTO ACTUAL

Busca el control de pérdidas totales.

INCIDENTE (riesgo, posibilidad):

Acontecimiento no deseado que puede resultar en daño a las personas, daño a la propiedad o pérdidas en el proceso.

CONCEPTO CLÁSICO

MODELO DE CAUSALIDAD:

1. Atavismo y medio social
2. Defectos personales
3. Acto inseguro / peligro mecánico o físico
4. Accidente
5. Lesión

CONCEPTO ACTUAL

MODELO DE CAUSALIDAD:

1. Falta de control
2. Causas básicas (factores personales y factores de trabajo)
3. Causas inmediatas (condiciones subestándares y actos subestándar.)
4. Incidente
5. Pérdida

Campo de acción - contexto laboral

La seguridad industrial es parte de las responsabilidades de la administración, por lo tanto, generalmente existe en las industrias un departamento encargado de dicha área o un asesor externo contratado periódicamente. Algunas de las acciones y responsabilidades del departamento de seguridad industrial son:

- Control y cambios de materia prima que puedan implicar algún riesgo
- Vigilancia del mantenimiento de maquinaria y equipo
- Confinamiento de determinadas materias primas o desechos
- Cambios de proceso de producción
- Capacitación y entrenamiento a supervisores y trabajadores
- Clasificación de los riesgos de trabajo
- Dotación y control del equipo de protección personal
- Selección, mantenimiento y almacenamiento del equipo de protección personal

Como se puede observar, actualmente la seguridad industrial tiene un enfoque preventivo y esto se refleja en el diseño de programas de **acciones preventivas**, como lo son el establecimiento de estándares en los puestos de trabajo (perfil de puesto) y los programas de control de incidentes. Los programas se deben diseñar en corresponsabilidad con la administración, específicamente con el gerente o encargado de recursos humanos.

4.2 Higiene Industrial (Higiene en el trabajo)³³*Objeto de estudio. Modelos y conceptos*

La higiene industrial es la multidisciplinaria cuyo principal objetivo es mantener la salud e integridad física y mental de los trabajadores, esto es, el estudio de las causas de cualquier tipo de enfermedad, lesión laboral, o incluso los efectos nocivos de sustancias potencialmente tóxicas. La higiene industrial trabaja entre otras cosas con:

³³ La base de la información es el curso - taller "Fundamentos de higiene en el trabajo" impartido por el Centro Interamericano de Estudios de Seguridad Social (CIESS), abril de 1995, México, D.F.

- Estudios fisiológicos, principalmente para corregir malas posturas, riesgos tóxicos, tipos de dieta, etc.
- Estudios psicológicos, para mejorar el ambiente de trabajo y disminuir la tensión.

Pero además, la higiene industrial se puede definir como la ciencia del reconocimiento, la evaluación y el control de los riesgos laborales capaces de generar lesiones, enfermedades o epidemias en lugares de trabajo. Por reconocimiento se entiende la identificación organoléptica de los factores de riesgo físicos y psicológicos, capaces de generar daño al trabajador, como resultado de la exposición durante su jornada laboral. Evaluación es la etapa cuantitativa, que de acuerdo con la identificación de los factores de riesgo, se aplica con base en determinados métodos y técnicas de muestreo. Control son las acciones para manejar los factores de riesgo y evitar en lo posible el daño a la salud de los trabajadores. El control comprende el diseño de instalaciones y equipos de protección, así como las medidas administrativas en base a un programa escrito y apoyado en políticas internas que determinan la seguridad de los trabajadores.

En un esquema podríamos ver lo anterior así:

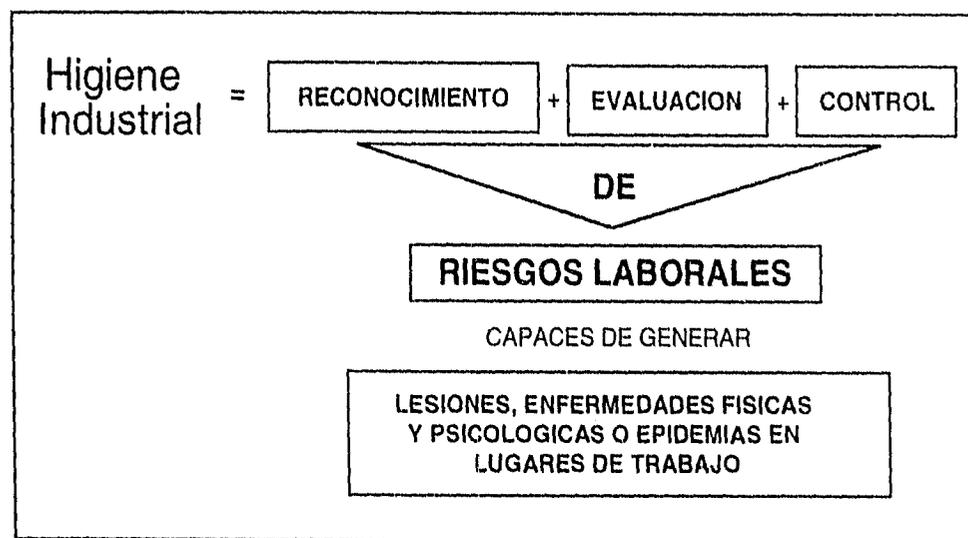


Figura 5: Objeto de estudio de la higiene industrial.

Se considera que un lugar de trabajo sólo puede ser seguro cuando reúna las condiciones de higiene y seguridad y los médicos, ingenieros, supervisores, trabajadores entiendan cabalmente los riesgos involucradas al no controlar los agentes psíquicos, físicos, químicos y biológicos, dentro de los niveles permisibles y aceptables por la legislación laboral.

Campo de acción - contexto laboral

No está de más señalar que los higienistas se han dedicado principalmente al estudio de los agentes físico-químicos y su repercusión fisiológica. Los avances de la toxicología industrial, como por ejemplo, la determinación de sustancias cancerígenas, le permiten hoy día al higienista realizar un trabajo preventivo.

La higiene industrial es un área muy importante, especialmente en industrias Químicas, farmacéuticas y alimenticias o en cualquier otra empresa o lugar de trabajo que maneje sustancias potencialmente nocivas a la salud humana. También se ocupa de industrias o establecimientos los cuales requieren un alto grado de asepsia, i.e., hospitales, laboratorios, preparación-consumo de alimentos, etc. Algunas de las acciones y responsabilidades que un higienista debe cumplir dentro de una empresa son las siguientes:

- Diseñar un programa que le permita obtener un inventario de sustancias peligrosas.
- Identificar a través de un análisis cualitativo y cuantitativo los principales compuestos manejados, sean estos sólidos, líquidos o gaseosos.
- Determinar la cantidad del compuesto a usar en cada operación, la forma en que se va a aplicar y el lugar o departamento donde se va a utilizar.
- Evaluar si los compuestos son inmediatamente peligrosos a la salud, esto es, si son cancerígenos, mutágenos o teratógenos ³⁴.
- Establecer si los compuestos son absorbidos por la piel, las mucosas o las vías respiratorias. Esto implica saber si los productos son irritantes, ácidos, asfixiantes, etc.

Las anteriores acciones pueden apoyarse en estrategias de muestreo y memorias de cálculo. Una vez realizado el muestreo, se hace una comparación de resultados con relación a los valores legalmente permitidos (establecidos por organismos como OSHA o NIOSH) en el manejo de sustancias. Finalmente se interpretan los resultados y se establecen las recomendaciones sobre las medidas de control más adecuadas.

4.3 Medicina del trabajo / Salud en el trabajo ³⁵

Objeto de estudio. Modelos y conceptos

Como ya lo mencionamos en el apartado anterior, se considera que la medicina del trabajo se inicia con los trabajos de Ramazzini. Pero es más o menos hasta 1939 cuando la Organización Mundial de la Salud (OMS) y la Organización Internacional del Trabajo (OIT) definen cuál es su objeto de estudio.

³⁴ Teratógeno significa anomalías o deformaciones en los seres vivos. Por lo tanto, la teratología es el estudio de las anomalías y deformaciones en los seres vivos.

³⁵ Los conceptos sobre medicina /salud en el trabajo tienen dos fuentes básicas: El "Diplomado en salud y seguridad" impartido por el Instituto Mexicano del Seguro Social (IMSS) en mayo y junio de 1995 en Ciudad de México y el libro de W.T. Singleton. *The body at work: biological ergonomics*.

La medicina del trabajo estudia a los trabajadores enfermos, investiga a individuos en particular y busca como prioridad curar y conocer las lesiones, daños o enfermedades. En algunas ocasiones, una vez que se tienen suficientes datos epidemiológicos, la medicina del trabajo se enfoca a su prevención. Sin embargo, la prevención pasa a ser un objetivo de segundo orden debido, entre otras cosas, a la ausencia de planes educativos en las empresas y a la forma como están educados los especialistas en medicina.

Desde los años 40, las estadísticas muestran un alarmante incremento en las tasas de accidentes y enfermedades de trabajo, cada vez resultan más y más personas discapacitadas o muertas debido a las malas condiciones de trabajo. Un gran número de personas aún en edad económicamente activa quedan relegadas y dependientes de la familia. Los gastos por concepto de atención médica (hospitalización y tratamiento) e indemnización (pensiones, pago de seguros, etc.), así como las pérdidas económicas que representan para las empresas las licencias del trabajador enfermo o accidentado, la nueva contratación de personal y su entrenamiento, el tiempo perdido, la materia prima desperdiciada, etc., son prácticamente incalculables. El problema para la medicina del trabajo se debía, por una parte, al rápido desarrollo de nuevas sustancias, procesos técnicos y puestos de trabajo, los cuales superaban la capacidad de acción del médico del trabajo; por otra parte, se debía a la poca acción preventiva respecto a las condiciones de salud en el trabajo.

Pasaron prácticamente cuatro décadas y continuó el problema a nivel mundial. Las estadísticas sobre enfermedades laborales, en lugar de reducirse, aumentaron considerablemente en proporción al surgimiento de industrias manipuladoras de nuevas materias primas como, por ejemplo, aquellas del sector químico. Esta problemática condujo a que la OIT, en la década de los 80, iniciara una profunda reflexión sobre la labor de la medicina del trabajo, sus métodos, estrategias, alcances, etc. El diagnóstico mostró como principal dificultad el enfoque utilizado para enfrentar los problemas de salud, pues se basaba en una relación **unicausal** del proceso salud-enfermedad. Por ejemplo, una vez diagnosticada una intoxicación por plomo, se establecía como causa (la única causa) la exposición que tenía el trabajador en el área de pintura.

No obstante, sabemos que la exposición en el área de pinturas puede ser el detonador de una cadena de variables las cuales pueden ir desde la condición física, susceptibilidad y hábitos alimentarios del trabajador hasta las medidas de seguridad, el nivel tecnológico para el manejo de los productos, o el control de tiempos de exposición, entre otros. La lista de variables podría seguir creciendo, lo importante aquí es señalar cómo esta visión unicasal no sólo reducía el problema a una variable contingente, sino que muchas veces no lo solucionaba. Por otro lado, la actitud para enfrentar los problemas era esperar, estar a la expectativa hasta cuando ocurriera una lesión o aparecieran síntomas de alguna enfermedad o intoxicación. Más que acciones preventivas, se realizaban acciones puntuales ante la inminente presencia de la lesión o de los síntomas de la enfermedad.

En 1985 la OIT luego del diagnóstico, planteó una reorganización y un cambio de enfoque. Por medio de una recomendación se propuso la idea de un trabajo multidisciplinario que girara alrededor del concepto de **salud en el trabajo**. La idea fue aglutinar las diversas disciplinas y puntos de vista de los profesionales dedicados al estudio del ser humano en el trabajo en función del concepto "salud". La estrategia fundamental, el objetivo primordial cambió de simplemente curar a educar y prevenir.

Para la OIT la salud es el estado de completo bienestar físico, mental, social y no solamente la ausencia de afecciones y enfermedades. La salud³⁶ no es un estado obvio, por el contrario es una condición que debe ser protegida y cultivada. Además, se empieza a comprender la importancia de mantener y preservar la salud, para lo cual es fundamental conocer el estilo de vida de los trabajadores, pues éste indicará, por ejemplo, el grado de nutrición (hábitos dietéticos y costumbres higiénicas), el manejo del tiempo libre, las relaciones familiares, la condición física (hábitos), la situación económica y social, el nivel educativo, el tipo de cultura a la que pertenece y comparte, etc.

La salud en el trabajo estudia a los trabajadores expuestos no sólo como individuos sino como poblaciones. El proceso salud-enfermedad ya no es visto como una relación unicausal y puntual, ahora se comprende bajo una relación **multicausal**, es decir, que el efecto observado se presenta por varias causas y, por lo tanto, se necesitan múltiples acciones. La prevención pasa a ser contemplada por la administración desde la planeación estratégica. El propósito es evitar o eliminar el riesgo al que están expuestos los trabajadores y enfrentar los problemas con una actitud activa y anticipadora. La educación es, por lo tanto, esencial para modificar los hábitos (alimentarios, lúdicos, deportivos, posturales, etc.) y así conservar o aumentar el nivel de salud. Dentro de los objetivos de la salud en el trabajo están, proteger al ser humano de los factores nocivos a los que se expone en el trabajo, preservar el nivel de rendimiento y la condición física, mental y social, así como mejorar los mecanismos de adaptación al trabajo.

Campo de acción - contexto laboral

En las industrias, el médico del trabajo puede desempeñar su labor dentro del departamento o área dedicada a la seguridad e higiene. De hecho, la mayoría de profesionales encargados del área de seguridad e higiene son médicos, lo cual implica -como se indicó anteriormente- un propósito y un enfoque muy particular del trabajo. Es común que en las empresas mexicanas el trabajo del médico siga siendo de tipo curativo; más aún, se observa que la administración no es consciente o no le interesa realizar y apoyar acciones preventivas. Además, por lo menos en lo referente a México, la

³⁶ El concepto de salud proviene del latín y significa buen estado físico, salvación, conservación; es el estado en donde el ser orgánico ejerce normalmente todas sus funciones. Es importante mencionar al estado de salud completo como un ideal, pues el ser humano nunca está libre de enfermedad, por lo tanto no se puede delimitar con precisión la salud de la enfermedad. Un individuo enfermo psíquicamente puede tener una buena salud física, mientras que, un individuo con alguna enfermedad física no necesariamente tendrá una completa salud psicológica. Una persona con gripe, por ejemplo, presentará un estado anímico caracterizado por la depresión, el cansancio y el desánimo.

legislación sólo avala el registro profesional y la firma del médico, como responsable de dictaminar, dentro de las empresas, las formas MT1 y MT3 del sistema de seguridad social. Más exactamente, dichas formas tienen que ver con las altas y/o bajas de los trabajadores cuando sufren algún accidente o padecen algún tipo de enfermedad a causa del trabajo.

El médico del trabajo evalúa la aptitud³⁷ que debe tener el trabajador para una determinada actividad, i.e., coordinación psico-motora, es decir, la capacidad de los factores motores y sensitivos que requiere el ser humano en el trabajo. Existen muchas técnicas de prueba psicomotriz, como por ejemplo, la prueba de Romberg, la de rebote y las diadococinesias. De la misma manera, existen técnicas (nomograma) para medir el consumo máximo de oxígeno (VO₂ max), considerado como un indicador para valorar la capacidad física de trabajo.

Las principales actividades que debe cumplir un médico del trabajo dentro de una empresa son:

- Exámenes médicos de ingreso para asegurarse de que no se contratan riesgos.
- Valoración de la capacidad de trabajo. Esto se hace con base en perfil de puesto.
- Clasificación de puestos de trabajo de acuerdo con la capacidad física de trabajo.
- Exámenes médicos periódicos. La intensidad se determina de acuerdo con el tipo de trabajo y el grado de exposición a determinado agente.
- Rehabilitación para el trabajo, incluso reubicación de puesto de trabajo.
- Evaluación de la capacidad física de trabajo antes y después de la rehabilitación.

Para realizar todas estas acciones, el médico se apoya en la fisiología, toxicología, dermatología, neurología y epidemiología. Dentro de los diagnósticos el médico puede determinar patologías en relación con el trabajo como, por ejemplo, bronceumopatías, intoxicaciones, dermatitis o complicaciones otológicas. Como vemos, los exámenes de diagnóstico, le permiten al médico llevar un historia clínica de los trabajadores y así controlar situaciones que pueden llegar a ser epidémicas.

4.4 Ergonomía de la producción (industrial)

Objeto de estudio. Modelos y conceptos

Puede afirmarse que la ergonomía es una actividad multidisciplinaria estructurada a partir de la contribución de ciencias ocupadas del ser humano en condiciones laborales. La actividad de investigación se apoya en la anatomía, antropometría, fisiología, biomecánica.

³⁷ En este contexto, aptitud es la relación que existe entre el trabajo a realizar y la capacidad de cada individuo para poder ejecutarla con eficiencia. Es importante destacar que una buena actitud, no siempre indica la existencia de un adecuado estado de salud. Para el buen desempeño laboral, se requiere una aptitud anatómica, fisiológica, psicológica, neuromuscular y social.

ingeniería y psicología del trabajo, entre otras. Hay por lo menos dos posiciones respecto al alcance de la ergonomía. La primera, la considera como una ciencia. Dicha postura argumenta cómo los trabajos experimentales realizados en diferentes ámbitos, esto es, del ser humano y su relación con el trabajo, buscan las bases y los criterios para otorgarle a la ergonomía una jerarquía científica. La otra postura afirma que la ergonomía es una técnica aplicada a las condiciones de trabajo en sectores donde se requieren decisiones prácticas, con un soporte directo y urgente para mantener o mejorar la productividad. A decir verdad, los argumentos a favor de la ergonomía en tanto ciencia, no pueden basarse meramente en la realización de experimentos. Hoy día, es difícil afirmar que la ergonomía es una ciencia, puesto hasta el momento, no cuenta con un sólido cuerpo teórico. Si bien es cierto que está tratando de crear conceptos, leyes y métodos propios, aún no posee carácter científico. Es más, aún teniendo métodos propios, la ergonomía seguirá siendo una disciplina técnica, pues lo que primordialmente busca es resolver problemas con relación a los espacios, las máquinas y los objetos utilizados por el ser humano.

Ahora bien, en el siguiente apartado regresaremos a lo que es el objeto de estudio de la ergonomía y hablaremos con más detalle de sus implicaciones conceptuales. Por el momento y tomando en cuenta lo hasta aquí expuesto, podemos indicar que la ergonomía persigue dos fines fundamentales:

- Reducir o eliminar riesgos profesionales (accidentes y enfermedades laborales) y reducir la fatiga y la carga de trabajo (física y psíquica)
- Mejorar la productividad, aumentar la rentabilidad financiera y reducir los costos laborales por ausentismo, rotación, conflictos, desinterés o desmotivación.

La ergonomía puede subdividirse en diversas tipologías como pueden ser: ergonomía forense, ergonomía cognitiva, ergonomía deportiva, macroergonomía, etc. De hecho existe una clasificación establecida por la Sociedad de Factores Humanos y Ergonomía de los Estados Unidos de América.

En general, hay una tipología que nos permite distinguir a la ergonomía ocupada de la producción, de la ergonomía encargada del producto. En la primera, los principales criterios de trabajo son la productividad y la seguridad por medio de la modificación de máquinas y/o procesos de producción; está directamente relacionada con la ingeniería, la seguridad, la higiene y la medicina industrial. En la segunda, los criterios son la eficiencia y la seguridad, en esta última, el ergónomo participa en el diseño de productos para adecuarlos al usuario; trabaja con la ingeniería de diseño y el diseño industrial en la evaluación de las características de uso.

Campo de acción - contexto laboral

A diferencia de la seguridad industrial y la higiene industrial, los ergónomos generalmente no tiene un departamento propio dentro de una empresa, salvo una gran empresa de desarrollo de productos como, por ejemplo, la Kodak Co. De lo contrario, lo

común es contratar los servicios externos de un especialista en el área. Lo que sí existen son laboratorios o centros de investigación en ergonomía, y por lo general cuentan con el apoyo de una o varias instituciones educativas, como son las universidades.

Algunas de las actividades básicas que puede realizar un laboratorio de ergonomía son las siguientes:

- Investigar y solucionar problemas ergonómicos en las industrias que así lo requieran como, por ejemplo, inadecuados puestos de trabajo a nivel antropométrico y biomecánico.
- Desarrollar simulaciones de tipo ergonómico para establecer la disposición o distribución más conveniente de tableros y comandos, en máquinas / herramientas o estaciones de control.
- Realizar levantamientos antropométricos de diversas poblaciones para proporcionar datos útiles y acertados para el diseño de productos y espacios.
- Comprobar la adecuación de un producto respecto a su potencial usuario.
- Publicar información relevante para el diseño de mejores productos.
- Desarrollar nuevas interfaces hombre-máquina.
- Evaluar la capacidad de conocer, interpretar, distinguir, memorizar, etc. diferentes símbolos o sistemas de señales (lenguajes).

Aunque el estudio de la ergonomía se centra en el ser humano y su interacción con los medios de trabajo, en la práctica normalmente la línea de investigación se concentra en evitar gastos y pérdidas de dinero a la empresa por desfases o retardos en la producción. Más aún, la ergonomía es utilizada para reducir los cambios de personal por incapacidades resultantes de malas posturas o accidentes de trabajo, para aumentar la productividad y la calidad en la producción, reducir incidentes por fatiga o carga de trabajo (física y mental) y reducir los costos laborales por ausentismo, rotación, conflictos, desinterés, desmotivación, etc. En síntesis, la ergonomía, busca reducir o eliminar los riesgos profesionales para tener un trabajo seguro, es decir, sin accidentes o enfermedades profesionales.

4.5 Análisis comparativo

Las anteriores disciplinas tienen tanto bases conceptuales como intereses técnicos comunes, lo que dificulta poder establecer con exactitud distinciones o límites en los respectivos campos de acción. Todas se ocupan, de alguna manera, directa o indirectamente, de la salud, la seguridad (o confiabilidad), la efectividad operacional y la productividad del ser humano en el trabajo.

La parte en común que tienen estas cuatro disciplinas es la preocupación por la condición del ser humano en el trabajo, es decir, por su integridad física y psicológica. Todas ellas, en alguna medida y de alguna forma, tienen que ver con las máquinas / herramientas, el

ambiente de trabajo y la administración. No obstante, cada disciplina hace énfasis en los estudios de manera distinta, esto es, cada una de ellas varía el enfoque teórico y técnico. Veamos de manera sintética los cuatro objetos de estudio.

Seguridad Industrial	Higiene Industrial	Medicina del trabajo	Ergonomía
Prevenir o evitar los accidentes en el trabajo. Hoy día hace parte de la administración, especialmente en dirección y control - "control de pérdidas totales"	Reconocer, evaluar y controlar los riesgos laborales capaces de generar enfermedades de trabajo, como por ejemplo, manejo de materiales tóxicos.	Estudia al hombre y su ambiente de trabajo. Busca proteger la salud del trabajador y determinar la aptitud física para realizar tareas específicas.	Estudia el sistema humano - ambiente construido (espacio físico y objetos). Ahora se incluye como parte de la administración, en la planeación y organización del trabajo.

Desde mi perspectiva y en el sentido más amplio, las cuatro disciplinas comparten las bases que ofrecen campos tan variados como son:

Anatomía, que trabaja con la estructura morfológica y funcional (mediciones del cuerpo). Es por lo tanto, uno de los pilares para la definición de la capacidad física, así como para establecer la antropometría y la biomecánica de los trabajadores.

Fisiología, que se ocupa del funcionamiento del organismo humano, así como de la capacidad de adaptación a determinado ambiente. Comprende al ser humano como fuente / consumo de energía.

Psicología, que estudia el comportamiento humano, en particular, cómo aprende, trabaja, se socializa, etc.

Ingeniería, especialmente la ingeniería industrial que se ocupa del estudio de métodos de trabajo como tiempos y movimientos, la cual es una técnica con muy pocos cambios desde su creación a principios de siglo. Sin embargo, debemos reconocer que los conceptos de economía de movimientos han evolucionado gracias al desarrollo de la antropometría y la biomecánica.

Administración, apoyado en los principios de planeación, dirección, organización y control se ocupan de los recursos humanos (e.g. definición del perfil de puesto). Cuando los métodos de trabajo se aplican desde la perspectiva económica de la administración, se tiende a concentrar más la atención en las implicaciones de la reducción de costos de producción, que en el mejoramiento de las condiciones del trabajador.

No incluyo ciencias sociales como la antropología o la sociología, porque su participación ha sido muy marginal. A decir verdad, la antropología y la sociología industrial han realizado trabajo teórico e investigativo desligado de las disciplinas aquí tratadas.

Tampoco contemplo la incidencia de la cibernética, la toxicología, la neumología, etc., porque considero que la influencia conceptual no alcanza a las cuatro disciplinas, sino que más bien, son apoyos puntuales a determinada disciplina en particular.

Pasemos ahora a establecer las diferencias y relaciones de la ergonomía respecto a cada una de las otras disciplinas enunciadas. Empecemos por seguridad industrial y ergonomía.

La principal diferencia entre la seguridad industrial y la ergonomía es que, para la primera, la causa de todo error depende del operario o usuario de las máquinas / herramientas; mientras que para la segunda, no sólo puede ser error del operario, también puede ser un inadecuado diseño de las máquinas /herramientas o incluso una deficiente condición del ambiente de trabajo. Más aún, en la ergonomía no se atribuye a los problemas una relación unicausal, sino que desde una perspectiva sistémica se analizan todos los elementos que interactúan. Para el ergónomo el error humano es una consecuencia de la inadecuación de todo el sistema (hombre - máquina - entorno) y no sólo de uno de los elementos aislados.

No obstante, la disciplina en seguridad industrial tiene una sólida convicción: el análisis de la conducta humana, tomando en cuenta más que los estados psíquicos del operario, la capacidad para seguir eficientemente ciertas instrucciones de trabajo. Además, es importante reconocer que la seguridad industrial ha cambiado su enfoque. Ahora hace más énfasis en el aspecto de la rentabilidad. Ya no se puede pensar sólo en términos de lesiones, sino en términos de pérdidas totales y su repercusión económica (lesiones o incluso muertes, retraso de la producción, materia prima y producto terminado irrecuperable, daño en maquinaria e instalaciones, etc.)

Otra diferencia fundamental es que los problemas de seguridad industrial pertenecen directamente a la administración y, por lo tanto, dependen de una adecuada dirección y control. En cambio, los problemas de ergonomía se consideran sólo como del sistema hombre - máquina - entorno. El sistema en ergonomía es entendido únicamente como lo que rodea al lugar de trabajo de cada uno de los empleados y no como toda la empresa incluida la administración. Sin embargo, en las últimas dos décadas la ergonomía y la seguridad industrial se han influido mutuamente. Por un lado, la seguridad industrial empieza a operar con la teoría de sistemas, por el otro lado, la ergonomía empieza a ver cómo la problemática esta directamente relacionada con la administración.³⁸

³⁸ Al final de la década de los 80, la ergonomía tomó un giro hacia la prevención planificada, logró un fuerte contacto con la administración y por lo tanto, un cambio de visión para el enfoque sistémico. De esta nueva visión surgieron dos naciones: la macroergonomía y ergoma (Ergo Managment), las cuales cada vez tienen mayor impacto, especialmente cuando se trata de iniciar o renovar proyectos empresariales a nivel administrativo.

Tomemos ahora el caso de las diferencias y relaciones entre la higiene Industrial y la ergonomía.

En la década de los 50 existía una considerable discusión respecto a la relación y la diferenciación entre higiene industrial y ergonomía. La mayor preocupación se centró en que cada profesional pudiera trabajar en un espacio autónomo y concreto sin interferir en el espacio del otro. Se llegó a un consentimiento general cuando se asumió que los riesgos ambientales como ruido y calor hacían parte del estudio ergonómico. En cambio, los riesgos tóxicos (químicos, biológicos, etc.) quedaron como campo o dominio de la salud e higiene industrial.

También se discutió en aquella década hasta dónde deberían ser considerados por los ergónomos los problemas de dieta, i.e., la repercusión en el gasto calórico de acuerdo con el tipo de tarea y las condiciones ambientales. Pero los problemas de alimentación deficiente de los primeros años de posguerra en Europa, paulatinamente fueron mejorando y este tema pasó prácticamente al olvido. Además, la virtual ausencia de deficiencia alimentaria en los Estados Unidos fue reduciendo el interés en este campo. Los problemas del tipo de dieta y la manera en que afectan en el rendimiento laboral, serán nuevamente contemplados con la entrada de las multinacionales a los llamados países en 'vías de desarrollo' entre las décadas de los 60 y 70.

Es importante mencionar que hoy día esta problemática es enfrentada indistintamente tanto por ergónomos e higienistas como por médicos del trabajo. Pero esto no quiere decir que sea lo correcto. El ergónomo no tiene por qué investigar y enfrentar problemas de dieta, pues no tiene ni la capacidad ni el conocimiento para solucionarlos. En realidad, lo que al ergónomo le incumbe es detectar cuándo el rendimiento o la eficiencia de un determinado puesto de trabajo está siendo afectado por problemas de dieta y una vez identificado el problema, se debe recurrir al higienista, al médico o al nutricionista. En otras palabras, el ergónomo puede manejar esta información pero no le compete dedicarse a la investigación de los aspectos que implica la dieta.

En síntesis, la higiene industrial se ocupa fundamentalmente de la salud del trabajador, mientras que la ergonomía no sólo busca preservar y mantener el bienestar humano, sino que también se enfoca hacia la productividad de la empresa, y por lo tanto, busca su beneficio económico.

Para concluir con las relaciones y diferencias, veamos el caso de la salud en el trabajo y la ergonomía.

La medicina del trabajo utiliza el diagnóstico clínico para establecer el estado de salud del trabajador. Por ejemplo, reconocer cierta patología otológica producto de exposición continua al ruido, o problemas como la neumoconiosis causada por la excesiva inhalación de partículas de polvo. El propósito fundamental del médico del trabajo es sanar y prevenir daños a la salud de los operarios. Mientras que para el ergónomo, quien

realiza un análisis sistemático de las tareas de cada operario, el propósito es incrementar la eficiencia y la productividad en el trabajo, sin dañar claro está, la salud del operario.

Ahora bien, el médico puede detectar determinado daño, por ejemplo, una lesión en el oído a causa del ruido producido por la vibración de una máquina que no está adecuadamente anclada al piso. Pero es responsabilidad del ergónomo establecer las medidas de control para eliminar el ruido, por ejemplo, fijar la máquina con un adecuado sistema de anclaje para que no se produzca vibración y consecuentemente ruido. En realidad lo pertinente para el médico es informar al departamento de ingeniería / mantenimiento para buscar la solución más adecuada al problema.

Por otra parte, con el replanteamiento de la noción de medicina en el trabajo por la de salud en el trabajo cambio no sólo el enfoque, sino la cobertura teórico-práctica. No está de más insistir en que la "salud" no sólo es la condición que nos ayuda a funcionar en armonía, sino también la que nos permite mantener las capacidades funcionales, desarrollarlas y preservarlas.

La noción de salud en el trabajo implica entre otras cosas:

- Promover y mantener el mayor grado de bienestar físico, mental y social de los trabajadores en todos los oficios.
- Prevenir de todo daño causado a la salud de los trabajadores por las condiciones de trabajo. Establecer los antecedentes y las consecuencias de los daños a la salud durante la jornada de trabajo.
- Proteger a los trabajadores en su empleo contra los riesgos resultantes de la presencia de agentes perjudiciales a la salud.
- Colocar y mantener al trabajador en un puesto de trabajo acorde con sus aptitudes físicas, psicológicas y sociales.

Hasta donde logramos entender la noción de 'salud' aquí expuesta, sería la "articuladora", por así decirlo, de las cuatro disciplinas. Es más, podría ser el concepto que cubre y establece un orden jerárquico entre las diversas disciplinas.

Vimos anteriormente cómo en las últimas tendencias, la ergonomía y la seguridad Industrial han tendido a acercarse e interdepender. Inclusive, pareciera que con dicho acercamiento la ergonomía cobija a la seguridad industrial. Ambas consideran al hombre y a la administración dentro de un enfoque sistémico. Por otro lado, la higiene industrial quedaría en gran parte supeditada a la seguridad industrial y por ende a la ergonomía. Si pasamos esta idea a un esquema tendríamos entonces lo siguiente :

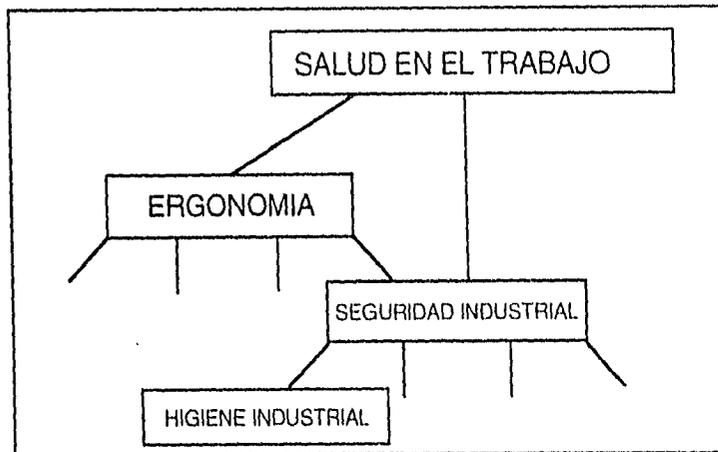


Figura 6: Relación jerárquica entre salud en el trabajo, ergonomía, seguridad industrial e higiene industrial.

Sin embargo, los expertos en cada una de las cuatro disciplinas -como en cualquier otro campo de investigación- suelen utilizar una estructura jerárquica a partir de su profesión al referirse a las interacciones entre el área de especialidad y la de los demás. Por ejemplo, si se le pregunta a un experto en seguridad industrial, éste dirá que "la seguridad industrial es la de mayor jerarquía". Pero si igualmente le preguntamos a un ergónomo, de seguro contestará que "por supuesto la ergonomía está por encima de las demás disciplinas".

La verdad es que el intento de orden jerárquico no ha dado resultado. Es más, la intención de comprender una disciplina cubriendo a las otras sólo ha agudizado las discrepancias en la práctica profesional. Tal vez debamos decir que la postura **excluyente** ha sido el motivo de los conflictos y los celos profesionales al no poder comprender cabalmente cuáles son las acciones y responsabilidades que tiene cada área. Debemos señalar como lo fundamental de estas disciplinas las similitudes y diferencias desde un punto de vista incluyente y multidisciplinario y no excluyente y jerárquico.

En realidad, la principal causa de las discrepancias se debe fundamentalmente a la errónea concepción **jerárquica** de las disciplinas. Por lo menos dos razones nos permiten sostener esta afirmación.

La primera, y la más contundente es que la ergonomía no se puede reducir al ámbito de la salud en el trabajo. La ergonomía de la producción es sólo una parte del campo de acción. Otros campos de acción pueden ser la ergonomía en la evaluación y el diseño de productos, la ergonomía de la recreación y el deporte, la ergonomía forense o, incluso, aunque parezca contradictorio, se puede hablar de una ergonomía del ocio. La lista de tipologías podría continuar, lo cual demuestra que el intento por globalizar, establecer una noción central y a la vez sustancial, se convierte en algo inoficioso.

La segunda razón es que la relación de la administración con la ergonomía no es la misma que con la seguridad industrial. La ergonomía participa en la planeación y organización de condiciones adecuadas en los diversos lugares de trabajo, mientras que la seguridad industrial toma parte en la dirección y el control de actividades para prevenir accidentes.

Finalmente podemos afirmar en consideración a todo lo anterior, más que una relación jerárquica entre las cuatro disciplinas se debe establecer una relación **interdependiente**, esto es, una relación sin un dominio central por parte de un determinado concepto. Es inaceptable establecer de antemano o *a priori* una definición o un concepto global, el cual, a su vez sea la esencia o síntesis de las disciplinas en cuestión. Veamos rápidamente lo que hasta aquí planteo en el siguiente esquema:

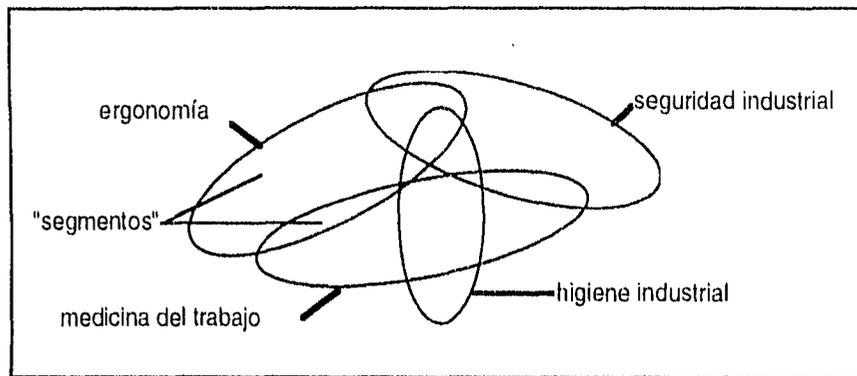


Figura 7: Relación interdependiente entre medicina del trabajo, ergonomía, seguridad industrial e higiene industrial.

Salta a la vista del anterior esquema una ausencia de centro, no hay una disciplina dominante o capaz de contener a las demás. Por lo tanto, es imposible hablar de una disciplina que rebase o cubra a la otra. Ninguna cobija o es más importante respecto a las otras, se trata de un trabajo multidisciplinario. Tampoco vemos un punto o cruce central y común, lo que existen son puntos de contacto "teóricos y conceptuales", los cuales dependen de la relevancia del problema y del aspecto a evaluar. No obstante, las cuatro disciplinas están interrelacionadas -se entrelazan unas con otras- y por supuesto comparten entre ellas "segmentos", por así decirlo, de conocimiento. Pero también hay "segmentos" no compartidos y éstos últimos establecen al mismo tiempo, la diferencia, la unidad y la autonomía a cada una de las disciplinas involucradas en la relación hombre - trabajo.

III

Algunos problemas conceptuales, teóricos y metodológicos de la ergonomía

El principal objetivo del presente capítulo es, por un lado, señalar algunos de los problemas conceptuales de la ergonomía y, por el otro, mostrar ciertas opciones teóricas y metodológicas con fundamento en el método sistémico. Lo que me propongo al desarrollar este capítulo es, por una parte, crear las bases de un enfoque integral / multidisciplinario y, por otra parte, concentrar y reorientar el trabajo del ergónomo a partir de conceptos claramente definidos.

Esta sección consta de cuatro apartados presentados así:

5. Análisis etimológico y definicional de la ergonomía,
6. análisis del sistema ergonómico,
7. análisis del comportamiento complejo de los sistemas, y
8. análisis del entorno respecto al sistema ergonómico.

En el apartado sobre lo etimológico y definicional busco, en forma sintética, los componentes comunes de diversas concepciones de la ergonomía, para tratar de deducir los elementos fundamentales que operan dentro del enfoque sistémico.

El siguiente apartado analiza y desarrolla un sistema ergonómico y se subdivide en tres: el primero se ocupa básicamente de definir qué es un sistema ergonómico, el segundo compara el sistema ergonómico propuesto con relación al sistema ergonómico clásico para mostrar la diferencia de interpretación; y finalmente el tercero es la aplicación del sistema ergonómico propuesto y la consecuente invalidación del sistema planteado por Huchingson - McCormick.

El apartado del análisis del comportamiento complejo de los sistemas también está subdividido. La primera parte se ocupa de describir en términos generales las características del comportamiento complejo de los sistemas no lineales, y en la segunda, se hace una aplicación del esquema de comportamiento complejo de un sistema ergonómico.

Finalmente, el apartado donde se habla del análisis del entorno respecto al sistema ergonómico se compone de tres fracciones. La primera describe los factores del entorno y las posibles relaciones que se pueden llegar a establecer; la segunda trata sobre algunos de los enfoques actuales en ergonomía los cuales pueden ser ubicados desde la perspectiva de los factores del entorno; y por último, la tercera establece algunas consideraciones alrededor del factor sociocultural, esto es, cómo incide y qué importancia tiene para el estudio en un sistema ergonómico.

5. Análisis etimológico y definicional de la ergonomía

En la anterior sección hicimos un análisis definicional entre diversas disciplinas ocupadas del estudio del hombre en condiciones laborales. Esto nos permitió deducir la ubicación, los alcances y las relaciones o conexiones que tiene la ergonomía como multidisciplina. Ahora bien, en este apartado abordaremos la manera de conceptualizar y definir la ergonomía. Del análisis de sus definiciones también podremos comprender y analizar las dos siguientes cuestiones: ¿qué es el sistema ergonómico? y ¿cómo se concibe su dinámica, esto es, las interacciones entre sus elementos?

Empecemos por distinguir la conceptualización y la definición etimológica del término ergonomía, esto nos dará una primera idea de su objeto de estudio, cobertura y campo de acción disciplinaria.

Existen básicamente dos versiones sobre la aparición de dicho concepto, la rusa y la anglosajona: la versión rusa, compartida por algunos de los países de Europa del este como Polonia, Rumania, Bulgaria y las antiguas repúblicas de Yugoslavia y Checoslovaquia. Afirma que:

El término fue propuesto en 1857 por el naturalista polaco Wojciech Jastrzebowski, que publicó en el semanario *Naturaleza e industria* un artículo titulado *ensayos de ergonomía, o ciencia del trabajo, basado en las leyes objetivas de la ciencia sobre la naturaleza*.³⁹

La versión anglosajona, donde en general se suman los países de Europa occidental y algunos de los investigadores de los Estados Unidos, ubica el concepto e inicio de la ergonomía en el tiempo de posguerra. Según ellos, el término ergonomía fue acuñado por el fisiólogo y psicólogo inglés K. F. H. Murrell, junto con un grupo reunido en Oxford en 1949.

Se tomó la decisión de formar una sociedad que debería juntar anatomistas, fisiólogos, psicólogos, médicos ocupacionales, especialistas en higiene industrial, ingeniería de diseño, arquitectura, luminotecnia, de hecho cualquier profesional sin importar su formación, cuyo trabajo estuviera relacionado con cualquier aspecto del desarrollo del trabajo humano. Inmediatamente surgió la necesidad de encontrar un nombre para este

³⁹ Zínchenko, V. y Munpov, V., *op. cit.*, p. 40.

campo interdisciplinario y finalmente se decide crear una nueva palabra, ERGONOMIA, del griego ergos : trabajo; nomos: leyes naturales.⁴⁰

En ambas versiones, etimológicamente la ergonomía se define como: **el estudio de las leyes "naturales" del trabajo**. Pero todavía queda incompleto el "sentido" de lo que puede ser el objeto de estudio de la ergonomía. Más aún, se habla de términos sinónimos al de 'ergonomía', i.e., 'factores humanos', 'ingeniería de factores humanos', 'ingeniería humana' e 'ingeniería psicológica'. Estos términos en general tienden a aparecer intercambiables en la literatura especializada.

En este momento, es pertinente aclarar y distinguir dichos términos para tener una mejor comprensión del significado de la ergonomía. Debemos empezar por decir: el único término que se puede considerar sinónimo de 'ergonomía' es el de 'factores humanos'.

Sin embargo, los términos 'ingeniería de factores humanos' o 'ingeniería humana', en general, no pueden ser considerados como sinónimos de 'ergonomía'. Los dos primeros términos se refieren a la implementación y aplicación de los conocimientos acumulados en los experimentos y las investigaciones ergonómicas. Por lo tanto, cuando hablamos de 'ingeniería humana' debemos entenderla como la aplicación de la información de la 'ergonomía', es decir, como un conocimiento técnico para el diseño de equipamientos, máquinas u objetos. De manera similar, la 'ingeniería psicológica' usa el conocimiento experimental de la 'ergonomía' y lo aplica para mejorar el diseño de la interfase hombre - instrumentos de control (tableros, paneles de control, dispositivos de mando etc.)

En síntesis, la 'ingeniería humana' y la 'ingeniería psicológica' se pueden comprender como **técnicas** en tanto que se encargan de aplicar el conocimiento ergonómico. Por su parte, la 'ergonomía' como ciencia desarrolla investigaciones para generar nuevos conocimientos, por lo tanto se puede comprender dentro del ámbito **teórico-científico**.⁴¹

Consideremos ahora las definiciones de ergonomía y factores humanos dadas por diversos autores⁴². Estas definiciones nos darán más elementos para tener una mejor comprensión del "sentido" que involucra el término ergonomía. Los criterios de selección de las definiciones presentadas a continuación fueron: el origen diverso (me refiero al país), las diferencias de interpretación y la manera como se complementan entre sí. Veamos algunas de ellas a continuación:

40 Murrell, K.F.H., *Ergonomics*, Londres, Chapman and Hall, 1965, p. viii.

41 Es importante recordar que la ergonomía aún no puede ser considerada como una 'ciencia' propiamente dicha, debido principalmente a la ausencia de un cuerpo teórico propio.

42 Para lograr esto, se tomaron como referencia más de quince autores de diversos países, quienes han trabajado teóricamente en la definición de ergonomía / factores humanos. Entre ellos están: Murrell, Montmollin, Zinchenko y Munipav, Sanders y McCormick, Osborne, Singleton, Pheasant, D. Huchingson, K. Gay, Dul y Weerdmeester, Stramler, Woodson, Nordin, Eastman Kodak Company, etc.

La ergonomía está interesada en el diseño de sistemas de trabajo, en los cuales el *ser humano interactúa* con las máquinas. La ergonomía es la ciencia de la adecuación del trabajo al hombre y del producto al usuario.⁴³

La ergonomía ha sido definida como el estudio científico de la relación entre el *hombre* y su medio ambiente de trabajo. En este sentido, el término medio ambiente es tomado para cubrir no sólo el medio ambiente en el cual el hombre trabaja, sino también sus materiales y herramientas, sus métodos de trabajo y la organización de su trabajo, tanto individualmente o dentro de un grupo de trabajo. Todo esto está relacionado con la naturaleza del hombre mismo, sus habilidades, capacidades y limitaciones. En la periferia (...) están las relaciones del hombre con sus compañeros, sus supervisores, sus directores y su familia.⁴⁴

Para aquellos quienes les gustaría una definición concisa sobre los factores humanos, la cual combine los elementos esenciales a los que se enfoca, objetivos y el acercamiento (...), presentamos la siguiente definición, modificada ligeramente de la de Chapanis (1985): los factores humanos descubren y aplican información acerca del comportamiento humano, habilidades, limitaciones y otras características para el diseño de herramientas, máquinas, sistemas, actividades, trabajos y medio ambientes, para un uso humano productivo, seguro, confortable y efectivo.⁴⁵

La segunda definición más reciente y más europea considera a la ergonomía como el estudio específico del trabajo humano dentro de ciertas condiciones. Pretende constituirse en una ciencia del trabajo, completamente autónoma (...) pero ella constituye más una tecnología que una ciencia. Una tecnología de las comunicaciones en los sistemas hombres - máquinas (herramientas, diversos accesorios, instrucciones, consignas, registros).⁴⁶

La ergonomía es una disciplina científica que estudia integralmente al *hombre* (al grupo de *hombres*) en las condiciones concretas de su actividad relacionada con el empleo de las máquinas. El *hombre*, la máquina y el medio ambiente son vistos en la ergonomía como un todo complejo funcional en donde el papel rector corresponde al *hombre*. Es una disciplina científica y de diseño puesto que su tarea es elaborar los métodos para tener en cuenta los factores humanos al modernizar la técnica y tecnología existentes y crear otras nuevas, así como organizar las condiciones de trabajo (actividad) correspondientes.⁴⁷

Los factores humanos son el campo en el cual están involucradas las investigaciones de la conducta que consideran las características psicológicas, físicas, biológicas y sociales de los humanos. Mantiene la información obtenida de las investigaciones como una base de datos i.e. tablas antropométricas. Trabaja en la aplicación de la información respecto al diseño, operación y uso de productos, o sistemas de productos. Es una multidisciplina

* De antemano debemos aclarar: las negrillas, subrayadas y cursivas de las siguientes citas, son nuestras y obedecen a un tipo de clasificación que más adelante explicaremos.

43 Pheasant, S., *op. cit.*, pp. 3 - 4.

44 Murrell, K.F.H., *op. cit.*, p. XIII.

45 Sanders, M., *op. cit.*, pp. 4 - 5.

46 Montmollin, M., de, *L'ergonomie*, Nouvelle édition, París, La Découverte, 1990, p. 6. No está de más señalar cómo el autor utiliza la palabra 'tecnología' para expresar a la ergonomía, como algo menor a una ciencia y mayor que una técnica. Sin embargo, esto es un error conceptual, pues por definición, la manera correcta de designar lo relativo a las aplicaciones de las ciencias y/o las artes es la palabra 'técnica'

47 Zínchenko, V. y Múñpov, V., *op. cit.*, pp. 8 - 9.

que busca *optimizar el rendimiento, la salud, la seguridad y la habitabilidad del ser humano*.⁴⁸

Dentro de cada una de las definiciones anteriormente citadas, elegí marcar ciertas palabras ya sea subrayadas, en negrilla o en cursiva. La razón o el propósito de estas distinciones es agrupar las palabras que guardan ciertas semejanzas y/o relaciones, es decir, tratan de dar más o menos el mismo "sentido". Es importante destacar cómo en todas las definiciones revisadas encontré aquellos términos que mantienen ciertas semejanzas por lo menos en tres niveles o sentidos distintos. Por lo tanto, deduje *-a posteriori-* tres bloques diferentes. Cada grupo de palabras está formado según las conexiones conceptuales compartidas y mantenidas en común. Los tres grupos o bloques de palabras resultantes son:

Cursivas:

Hombre, ser humano, capacidades, habilidades y limitaciones según las diferentes características físicas, psíquicas, biológicas y sociales. También están las condiciones más adecuadas para el trabajo del ser humano como: seguridad, salubridad, eficiencia, productividad, comodidad, rendimiento y bienestar.

Subrayadas:

Objetos, productos, máquinas, ambientes, materiales, herramientas, adaptación, ingeniería y diseño de tareas, instrucciones, lugares de trabajo, equipamientos, etc.

Negrilla:

Referidas a las relaciones, acciones o dinámicas. Trabajo, actividad, situaciones de la vida diaria, operación, uso, organización, secuencias, interfases, relaciones, comunicaciones, interacciones, comportamientos o conductas y sus implicaciones.

Por supuesto, el objetivo de esta forma de agrupar no es buscar la esencia del término 'ergonomía'. La idea es reconocer las semejanzas y relaciones guardadas por cada grupo de palabras, esto es, cómo tienen que ver unas palabras con otras para poder comprender, por así decirlo, la "estructura" común que sustenta la actividad multidisciplinaria denominada ergonomía. Las palabras de cada uno de los tres grupos anteriores, mantienen ciertas "conexiones" entre sus significados. Estas conexiones están dadas por los acuerdos entre los teóricos de la ergonomía, es decir, los usos más frecuentes o acostumbrados en el campo de trabajo del ergónomo. De esta manera podemos comprender las "reglas" determinadas por el uso y significado de las palabras, las cuales hacen parte de las definiciones. Por lo tanto, los sentidos, nociones y conceptos manejados normalmente dentro de la literatura como "sinónimos" de ergonomía, lo que muestran son las relaciones entre los componentes configuradores del sistema ergonómico.

⁴⁸ Siramler J. H. Jr., *The dictionary for human factors: ergonomics*, Los Angeles CA., CRC Press Inc., 1993, p. 148.

Hasta donde logramos ver, no es común en las definiciones tener en cuenta los aspectos sociales como parte de los factores humanos. Sólo en la definición de Stramler se hace una mención directa a las "características sociales de los humanos". A decir verdad, aunque se incluye en la definición las características sociales, la investigación y aplicación de la ergonomía aún las mantiene al margen.

Ahora bien, a pesar de la diversidad de términos encontrados en las definiciones, podemos afirmar que las palabras integradas en el grupo de cursivas (1) giran en torno al ser humano; las palabras del grupo de subrayadas (2) se refieren al mundo tecnológico, es decir, los objetos, los espacios y los procedimientos o medios para transformar los productos naturales en productos útiles al ser humano; y finalmente, las palabras del grupo en negrilla (3) implican fundamentalmente las relaciones entre los dos anteriores. Con base en lo anterior podemos deducir cómo el estudio de la 'ergonomía' involucra cuando menos tres aspectos:

1. Al ser humano con todo lo que él implica (características, capacidades, limitaciones, etc.)
2. El mundo material transformado por el ser humano (objetos, equipos, máquinas, lugares de trabajo, etc.)
3. Las interacciones establecidas entre los dos anteriores, esto es, ser humano - mundo material transformado por el ser humano.

Los dos primeros aspectos nos indican elementos⁴⁹ o componentes del sistema ergonómico, mientras que el tercer aspecto no es en sí mismo un elemento, sino las relaciones o conexiones existentes entre los dos elementos anteriores. Además, debemos tener en cuenta que de aquí en adelante, vamos a comprender 'el mundo material transformado por el ser humano' como el **ambiente construido**. Esta nueva noción nos permite, por un lado, integrar en una sola frase todas las palabras mencionadas en el segundo aspecto, y por otro lado, distinguirla de las nociones 'ambiente' y/o 'entorno' las cuales tienden a confundirse o manejarse como sinónimos. Más adelante estableceremos la distinción entre ambiente construido y entorno.

Por lo pronto permítanme decir que, si alguien quien no conoce la ergonomía -y tampoco ha seguido el presente texto- le dijéramos en una sola frase: "la ergonomía estudia las **interacciones** entre el ser humano y el ambiente construido", le diríamos todo y nada a la vez. Esto nos confirma nuevamente porque si no acompañamos con una descripción al significado de cada una de estas palabras -esto es, del uso de las expresiones, las circunstancias y los contextos en donde se aplica- no tendrán sentido alguno. Desde esta perspectiva, podríamos hablar entonces de 'escalas del discurso'. En este momento estamos en una "escala", por así decirlo, muy abstracta, en donde podemos tener un seguimiento conceptual más general del problema del cual nos ocupamos.

49 Es importante aclarar: cada elemento en sí es un subsistema y como tal puede ser analizado y comprendido desde muy diferentes perspectivas.

Si lo que queremos es comprender cómo se interconectan los conceptos o nociones hasta aquí tratados (i.e., interacciones, ser humano, ambiente construido), necesitamos ver en esta escala del discurso, el carácter sistémico implicado en el estudio de la ergonomía. Para ello es necesario observar primero, qué se entiende por el término sistema. De esto trata nuestro siguiente apartado.

6. Análisis del sistema ergonómico

6.1 Definición del sistema ergonómico

Para poder llegar a la definición del sistema ergonómico, lo primero por enfrentar es la explicación de qué es un sistema. Según Ludwig von Bertalanffy, -considerado el padre de la teoría de sistemas:

Un sistema es un complejo de elementos en interacción que tienen un fin común.⁵⁰

Según Felipe Lara, uno de los investigadores quien cultiva este campo en México:

Un sistema es un conjunto de elementos que interactúan; en donde el comportamiento de uno de ellos afecta el comportamiento de la totalidad; y la forma como afecta el comportamiento depende de los demás elementos. Un sistema se caracteriza por ser holístico, transdisciplinario y dinámico.⁵¹

A partir de las anteriores definiciones y recordando los dos elementos deducidos en el anterior apartado, podemos precisar sistémicamente a la ergonomía como "el estudio del sistema ser humano - ambiente construido". Expresemos esto mediante un diagrama:

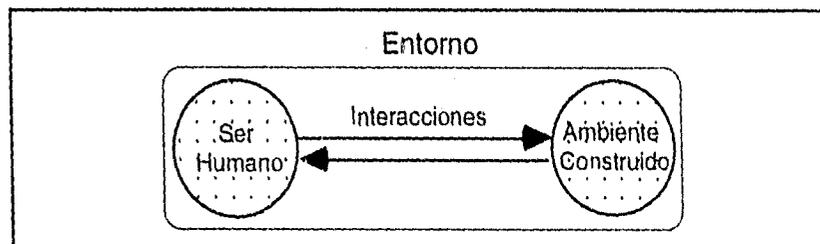


Figura 8: Diagrama ser humano - ambiente construido.

Ya definido el concepto de sistema ergonómico, quiero recuperar la distinción hecha en el apartado anterior, entre la noción 'ambiente construido' y la noción 'entorno', que.

⁵⁰ Bertalanffy, L., Von, *An outline of general system theory*, Londres, British Journal of Philosophy of Science, 1950, pp.139 - 164. Como vemos en la definición, al hablar de 'un fin', este autor le está dando a los sistemas la característica de ser propositivos.

⁵¹ Lara, F., [La teoría general de sistemas] (conferencia presentada en: Centro de Instrumentos UNAM), México, septiembre 29 de 1993.

como ya lo mencioné, desafortunadamente en la literatura especializada se maneja como si fueran términos sinónimos. No está por demás mencionar cómo esta falta de claridad y precisión conceptual, ha traído muchos problemas que impiden tener un enfoque de la ergonomía más integral. Veamos con más cuidado esto.

Cuando hablamos de 'ambiente construido' nos referimos a componentes materiales, físicos, concretos, producto del ser humano, los cuales hacen parte del sistema ergonómico, i.e., una calle, una casa, una fábrica, una silla, un coche, etc. En cambio, al referirnos al 'entorno' estamos expresando aspectos que condicionan o enmarcan al sistema ergonómico, esto es, cuando lo hacen operar de determinada manera como un todo.

Aunque no es pertinente detallar en este momento cada uno de los factores contemplados por la noción de 'entorno', por lo menos debemos enumerarlos y recordar que de ahora en adelante se abreviarán con la sigla PESTE⁵².

Dichos factores son:

- **Político - Jurídicos**
- **Económico - financieros**
- **Socio - culturales**
- **Tecnológico - científicos**
- **Ecológico - geográficos**

Ahora bien, el 'ambiente construido' está compuesto por dos elementos:

1. El espacio físico (lugar de trabajo, recreo, descanso, etc.) y
2. los objetos, las máquinas y demás facilitadores de las actividades o acciones humanas.

La delimitación, creación y construcción del espacio físico ha estado generalmente a cargo del urbanista, el ingeniero civil y el arquitecto. Mientras que en el caso de los objetos, máquinas herramientas y demás utensilios se han realizado en gran parte por ingenieros y diseñadores.

El 'ambiente construido', subdividido en los dos anteriores elementos, nos permite comprender cómo realmente el sistema se compone mínimo de tres elementos⁵³ básicos (un **ser humano**, un **espacio físico** y un **objeto o máquina**) y no de dos como en principio se marcó (un ser humano y un ambiente construido). El diagrama corregido quedará así:

52 Este concepto es manejado en los estudios sobre transferencia de tecnología. Laes, E., [Transferencia de tecnología] (En: Seminario síntesis de diseño industrial URL). Guatemala, 1991.

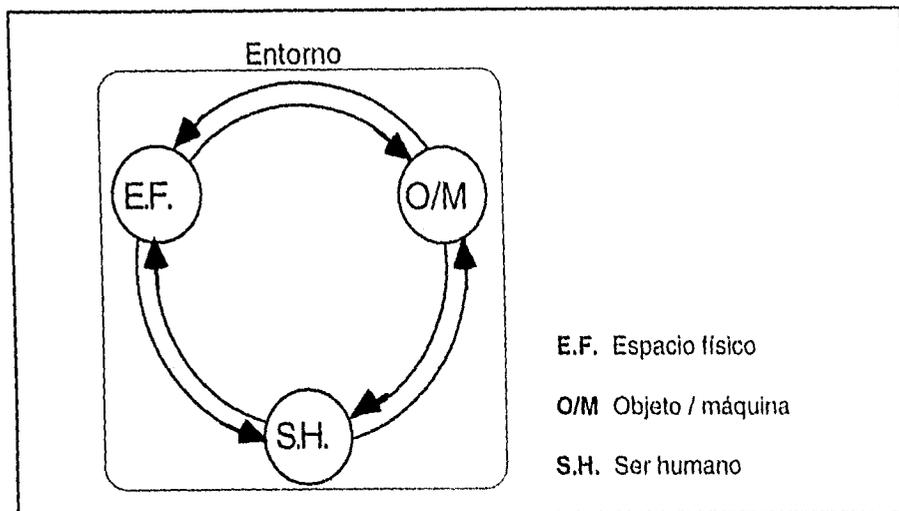


Figura 9: Diagrama ser humano - espacio físico - objeto / máquina.

Pasemos ahora a examinar el componente que involucra el estudio de la ergonomía desde una postura sistémica, nos referimos a **las interacciones** entre el ser humano, el espacio físico y el objeto / máquina. Cada relación entre los elementos (interfase) tienen una serie de interacciones posibles. Pero además cada relación y por ende cada una de las interacciones, tiene una dirección claramente diferenciable. No es lo mismo la relación cuando parte -por poner un ejemplo-, de la máquina al ambiente construido, que la relación dirigida del ambiente construido a la máquina.

Manteniendo en mente esta distinción podemos establecer las interacciones entre los tres elementos del sistema ergonómico. Para facilitar la comprensión de todas las posibles interacciones, vamos a utilizar la siguiente tabla:

Tabla 2: Posibles Interacciones

De / a:	Máquina	Espacio físico	Ser humano
Máquina	X	1	2
Espacio físico	3	X	4
Ser humano	5	6	X

53 Es pertinente aclarar: cada uno en sí mismo puede ser comprendido como un subsistema y como tal pueden ser analizado y comprendido desde muy diferentes perspectivas.

• De la máquina al espacio físico:

La máquina ocupa un espacio y puede emitir, reflejar, absorber, la luz, el sonido / ruido y los olores. Puede modificar la temperatura y producir vibraciones, polvos, humos, líquidos, gases, vapores y radiaciones. Además, en algunas ocasiones se requiere de una fuente de energía e.g., corriente eléctrica, la cual generalmente se toma del espacio físico. Claro está que existen objetos capaces de funcionar con una fuente de energía autónoma, esto es, independiente del espacio físico, i.e., una batería, o utilizando al mismo ser humano como fuente, tal es el caso de una bicicleta.

• De la máquina al ser humano:

La máquina / objeto, por sus formas, texturas, colores, o por señales sonoras, visuales, olfativas, táctiles emite o le permite proseguir al ser humano el tipo de acciones a realizar, o el curso a seguir al usar los componentes de control como palancas, botones, asas, mangos, manubrios, etc.

• Del espacio físico a la máquina:

El espacio físico condiciona la ubicación, el tipo de iluminación, la temperatura y la humedad. También es el medio de transmisión y contención de vibraciones, sonido / ruido radiaciones, polvos, humos, gases, líquidos y vapores.

• Del espacio físico al ser humano:

El espacio físico sirve de medio para proporcionar al ser humano la iluminación, la temperatura, la humedad, las vibraciones, el sonido / ruido, las radiaciones, los polvos, humos, gases, líquidos, vapores, y agentes biológicos como virus, bacterias y hongos.

• Del ser humano a la máquina:

El ser humano acciona, utiliza, dirige, controla, guía, manipula, programa, etc., la máquina o el objeto.

• Del ser humano al espacio físico:

El ser humano provoca en el espacio físico cambios de temperatura, humedad, sonido / ruido, transmite agentes biológicos y emite sólidos, líquidos y gases.

Es oportuno aclarar que las relaciones máquina con máquina, espacio físico con espacio físico y ser humano con ser humano, no le competen directamente a la ergonomía sino a otras ciencias y disciplinas como la cibernética, la robótica, la ecología, la arquitectura, el urbanismo, la sociología y la psicología entre otras. Estas interacciones repercuten en el estudio ergonómico, pero no son su objeto de estudio.

Para ampliar la comprensión del esquema, podemos agregar a la anterior descripción otros detalles, como son:

- Por un lado, la noción de 'interacción' la cual básicamente describe el mútuo intercambio de acciones entre los elementos de un sistema. La interacción se presenta en la 'interfase' o puntos de intercambio entre el humano y la máquina, esto es, entre las conductas y las acciones como ver, oír, tocar, etc. Por ejemplo, la interfase entre el visor de un microscopio y el ojo⁵⁴ humano, implica tener en cuenta, por una parte, la anatomía del ojo, esto es, la forma, proporción, tamaño y demás características físicas que faciliten la adaptación del microscopio al ojo. Por otra parte, se debe contemplar la relación operativa o la manera cómo se utiliza un microscopio, es decir, se gradúa, se inclina, se enfoca, etc. En verdad, tanto las características anatómicas, como las condiciones de uso determinan la forma del microscopio y de cada una de sus partes i.e., el visor.
- Por otro lado, está la noción de 'retroalimentación'⁵⁵, comprendida como el circuito que se establece entre cualquier nivel de relación, i.e., el ser humano y la máquina. La retroalimentación mantiene la dinámica del sistema, pues al mismo tiempo ayuda en la existencia del cambio y/o permanencia. La retroalimentación permite corregir o ajustar las acciones de la máquina para cumplir con la tarea o meta establecida. Se debe tener presente cómo el entorno puede interferir en la eficacia de este "circuito". Pero también, es importante mencionar que puede haber 'retroalimentación' por separado, es decir, para cada una de las partes del sistema, i.e., nuevas instrucciones al operario, dispositivos autoreguladores, aumento de la temperatura del espacio físico, etc.

Ahora bien, existen dos tipos de retroalimentación, la negativa y la positiva. La retroalimentación negativa fundamentalmente cumple como **regulador** del sistema, un ejemplo clásico es un calentador de agua, cuyo termostato reacciona encendiendo o apagando la flama para poder mantener el agua en determinada temperatura. Por otra parte, la retroalimentación positiva produce un efecto **amplificador** en las condiciones del sistema: el ejemplo más adecuado es el ruido producido cuando un micrófono está muy cerca de un parlante. El sonido que sale del parlante es recogido por el micrófono y éste a su vez es nuevamente emitido por el parlante pero ya amplificado. Si el proceso de amplificación no se interrumpe, se producirá un molesto chirrido.

Ambas nociones, tanto interacción como retroalimentación, están directamente asociadas. De hecho podemos considerar la retroalimentación como un tipo de interacción, más exactamente, la retroalimentación es la corrección, por así decirlo, de la interacción. Veamos rápidamente un ejemplo para comprender dicha asociación.

54 Recordemos que el ojo es sólo uno de los mecanismos necesarios para que se de la acción (o conducta) de ver.
55 Esta noción fué desarrollada en la cibernética con Wiener.

Supongamos que un operario de computadora⁵⁶ quiere guardar (grabar) el documento en el cual ha estado trabajando. Para ello presiona las teclas COMANDO y G. Inmediatamente la computadora ejecuta el protocolo para "guardar", y paralelamente aparece en la pantalla el icono de un reloj y un porcentaje el cual va aumentando de 0% a 100%. Es importante hacer notar que como parte del protocolo, se estipula la manera en que el ser humano comprende cómo se está llevando a cabo la acción "guardar".

En este caso las interacciones establecidas son:

- Presionar las teclas COMANDO G,
- ver el icono del reloj en la pantalla y,
- observar el porcentaje y cómo va cambiando en la pantalla.

La retroalimentación se da una vez aparece el icono del reloj, el porcentaje en la pantalla, y se escucha el sonido característico de la cabeza lectora de la unidad de almacenamiento. El usuario tiene certeza de la satisfactoria ejecución de su operación cuando el reloj desaparece, el porcentaje llega al 100% y cesa el ruido.

Hemos visto antes cómo el esquema básico del sistema ergonómico se compone mínimo de tres elementos, un ser humano, un espacio físico⁵⁷ y un objeto o máquina. Sin embargo, pueden existir, por así decirlo, variantes a partir de este sistema básico, i.e., varios seres humanos, un espacio físico y un objeto o máquina.

En la tabla 3 se establecen las posibles variantes o tipos de sistema ergonómico:

⁵⁶ Para este ejemplo vamos a suponer un operario manejando como hardware una Apple Macintosh.

⁵⁷ Es importante señalar cómo la noción de espacio físico no sólo se refiere a lo contenido en cuatro paredes, sino que incluye las características o condiciones de la actividad realizada en determinado espacio. Por ejemplo, para la actividad de planchar la ropa, puede estar bien la lavandería, una habitación o inclusive la sala, siempre y cuando podamos tener a la mano una toma de electricidad. Generalmente las características de uso de los objetos condicionan cuál es el espacio más idóneo donde deben ser utilizados.

Tabla 3: Tipos de sistema ergonómico

Tipo de sistema	Ser humano	Máquina /objeto	Espacio físico	Ejemplo
1	uno	uno	uno	Una persona lavándose los dientes
2	varios	uno	uno	Varias operarias empacando galletas sobre una banda transportadora
3	varios	varios	uno	Red de trabajadores bancarios
4	uno	uno	varios	Un gerente que usa teléfono celular
5	uno	varios	uno	Una persona que escribe y escucha música al mismo tiempo
6	varios	varios	varios	Personas de las áreas de ensamble y de acabados que interactúan
7	uno	varios	varios	Un electricista con radio y kit de herramientas revisando instalaciones
8	varios	uno	varios	Varias personas viajando en un automóvil

Antes de entrar en la descripción de los sistemas, debo afirmar que lo importante en este tipo de relación es la utilidad como modelo de análisis, es decir, cómo determinado sistema con determinadas características pueda ser comprendido dentro de alguna de las ocho tipologías. Pero esto no significa ver sólo desde una tipología los sistemas por analizar. La idea es que la ubicación de un sistema dentro de alguna tipología no sea excluyente, o sea, si en determinado momento un sistema puede ser analizado como tipo 1, en otras circunstancias pueda ser comprendido como tipo 4. Las interacciones pueden cambiar de tipo 1 a tipo 4, pero lo importante es controlar en el análisis dicho cambio.

Por ejemplo, el uso de una computadora personal portátil dentro de la oficina podría ser analizado como sistema de tipo 1 (un ser humano, una máquina y un espacio físico). No obstante, este sistema también podría estudiarse como tipo 4 (un ser humano y una máquina en varios espacios físicos), si consideramos que por ser portátil podemos cambiar de espacios y por lo tanto cambian los componentes, las condiciones, las características y las interacciones del sistema. Al considerar el sistema como tipo 1 podríamos concentrarnos en las interacciones humano-computadora. Pero si lo comprendemos como tipo 4, el estudio de las interacciones computadora-espacio físico pasarían a primer plano.

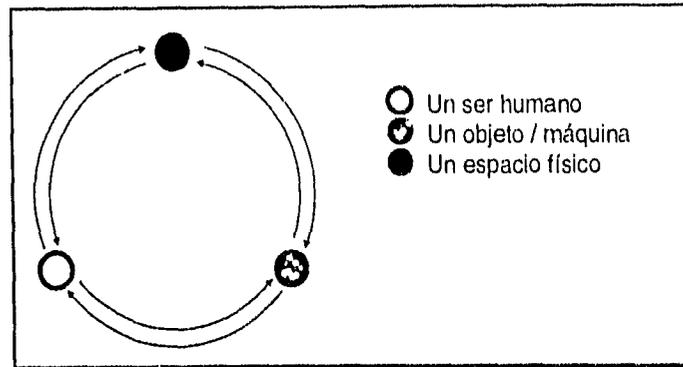


Figura 10: Sistema base o tipo 1.

El sistema base o tipo 1, es uno de los más frecuentes y por ello es nuestro punto de partida para el análisis. Pertenece a esta primera tipología todo objeto o máquina que está proyectado para ocupar determinado espacio y ser usado sólo allí por un ser humano.

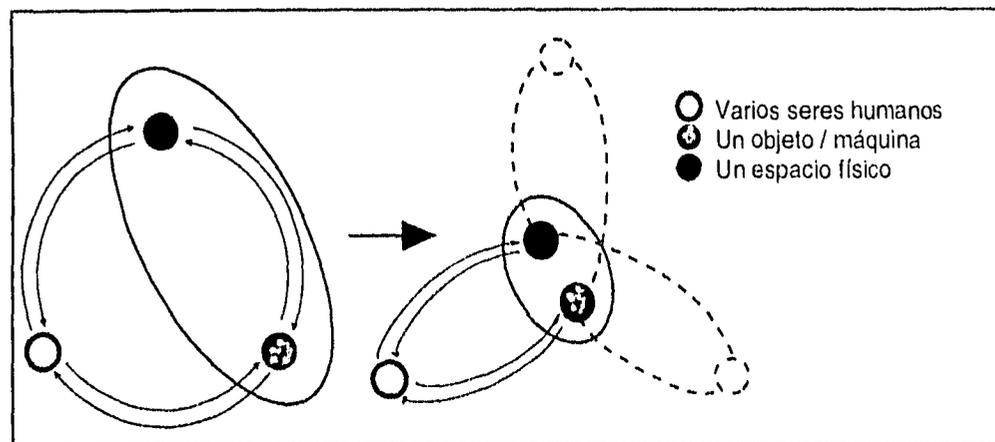


Figura 11: Sistema tipo 2.

En el sistema -denominado de ahora en adelante- tipo 2, la principal característica es que una máquina / objeto dentro de un determinado espacio físico entra en relación con n° de seres humanos, i.e., una banda transportadora. Lo más destacado de este tipo de sistema es la homogeneidad de los grados de interacción y los ritmos de trabajo para todos los usuarios, pues dependen de una sola máquina. En la máquina se establece un estándar específico el cual obliga a una adecuación por parte de los seres humanos involucrados en el sistema. En otras palabras, por ejemplo, la altura de la superficie de una banda transportadora se establece bajo un parámetro estadístico - antropométrico; pero cualquier usuario que esté fuera de dicho parámetro deberá adaptarse o simplemente ser

reemplazado. Por supuesto ya conocemos las consecuencias en la salud humana de "adaptarse" a una máquina.

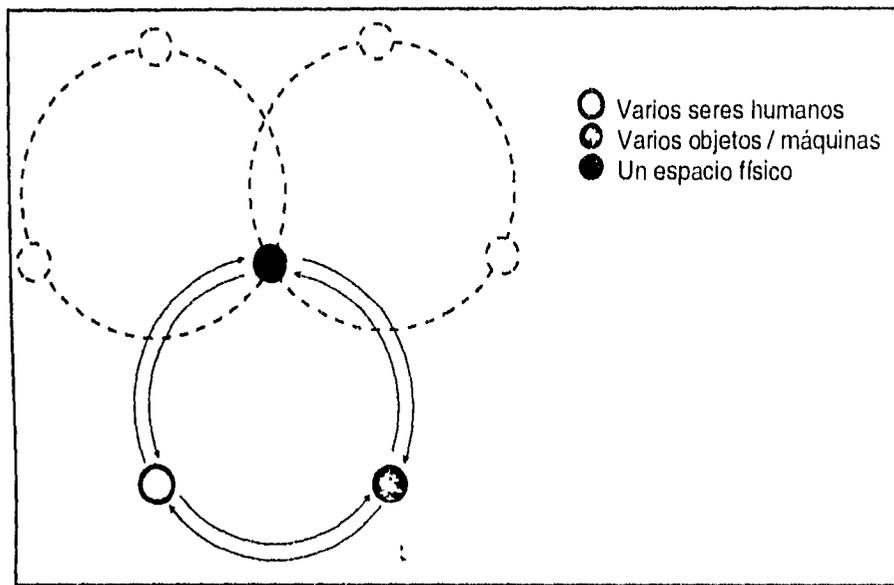


Figura 12: Sistema tipo 3.

El sistema tipo 3 también es muy frecuente, y se caracteriza porque en un mismo espacio físico se encuentran varios seres humanos con sus correspondientes máquinas / objetos. i.e. una oficina bancaria. La distribución del espacio generalmente es modular, esto es, para determinado puesto de trabajo corresponde un módulo. Una vez estudiada la actividad de un puesto de trabajo, se extrapolan todos sus indicadores como parámetros de diseño para proyectar y definir otros puestos de trabajo los cuales deben cumplir con el mismo perfil de puesto. Es importante mencionar que pueden existir diversos tipos de trabajo con diversos tipos de máquinas / objetos, pero en algunos casos al compartir el mismo espacio físico, las actividades entre unos y otros se perturban y se hacen incompatibles. Por ejemplo, en una fábrica donde el troquelador comparta el mismo espacio físico, con el puesto de trabajo donde se requiere de atención y concentración para seleccionar piezas por forma y tamaño.

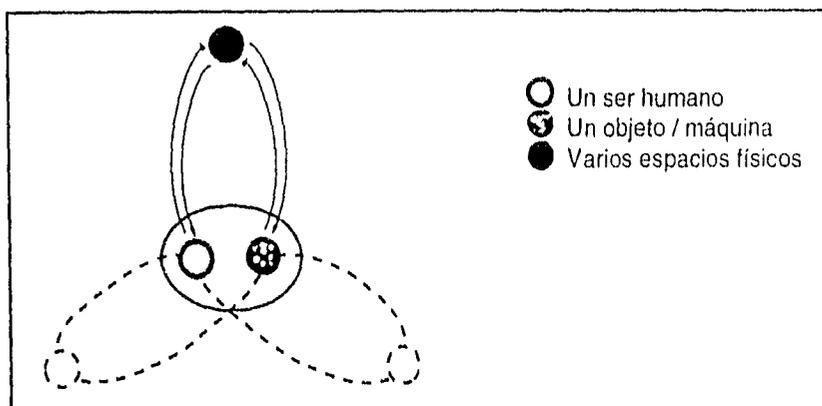


Figura 13: Sistema tipo 4.

En el caso del sistema tipo 4 cada vez es más común debido a la tecnología y a los cambios en nuestros estilos de vida. La principal característica de este grupo es que el objeto puede ser transportado por el ser humano prácticamente a cualquier lugar o espacio físico. Esta "flexibilidad" del objeto, por así decirlo, para adaptarse a diversos ambientes, hacen de este tipo de sistema el de mayor perspectiva hacia el futuro. Me refiero por ejemplo a la importancia científica y tecnológica de un objeto (computador, calculadora, etc.) el cual puede llegar a ser utilizado dentro de las profundidades marinas o en lugares extremadamente fríos y altos como un pico nevado. Pero sin ir tan lejos, tomemos el ejemplo de un reloj de pulso común. Un reloj debe ser legible ya sea en condiciones normales o deficientes de luz, o de lo contrario el objeto se convierte en algo inútil.

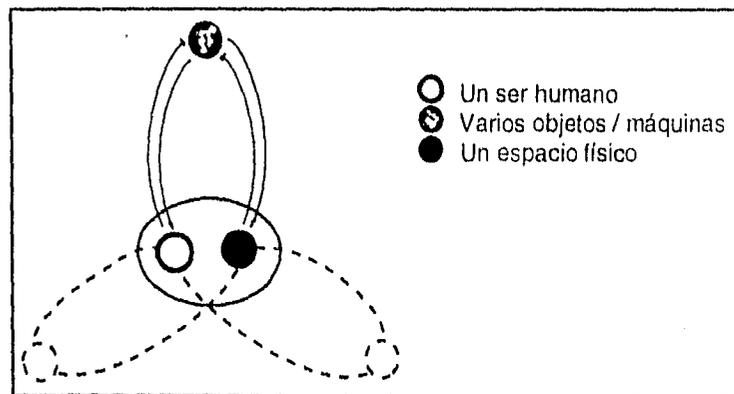


Figura 14: Sistema tipo 5.

El sistema tipo 5, es aquel en donde un sólo ser humano puede estar usando simultáneamente dos o incluso más objetos. Por ejemplo quien está pasando un texto en una computadora y a la vez esta escuchando música con su audífono personal, o el

conductor de un carro quien al mismo tiempo está hablando por teléfono celular. Como estos casos podríamos seguir enumerando otros, pues también existe la tendencia -igual al anterior sistema- de crecer debido a los nuevos estilos de vida. Claro está que en este sistema, el ser humano puede perder el control o cometer algún error con más facilidad, pues está interactuando simultáneamente con más de un objeto. La información y el control de los objetos entra en competencia, lo cual se refleja en una conducta, en el mejor de los casos, más atenta o en un estado de tensión y confusión.

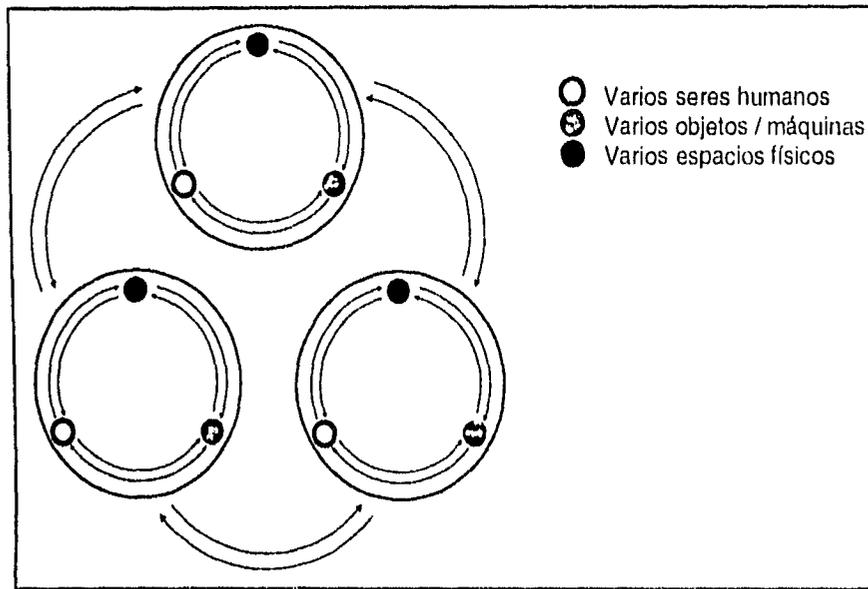


Figura 15: Sistema tipo 6.

Respecto al sistema tipo 6, lo que se establece es una variación del sistema base 1. El número de cada uno de los tres elementos integrantes del sistema debe ser el mismo, por ejemplo, dos seres humanos, dos máquinas / objetos y dos espacios físicos. Realmente el sistema tipo 6 es un macrosistema compuesto por otros sistemas analizables como un todo, es decir, como un sólo elemento. Esto nos hace pensar en un sistema tipo 6 el cual puede ser estudiado como una serie de sistemas o un multi-sistema de base 1. Es importante mencionar que este tipo de sistema puede ser útil para el análisis de una gran variedad de estados, en donde cambian el número y las características de los componentes.

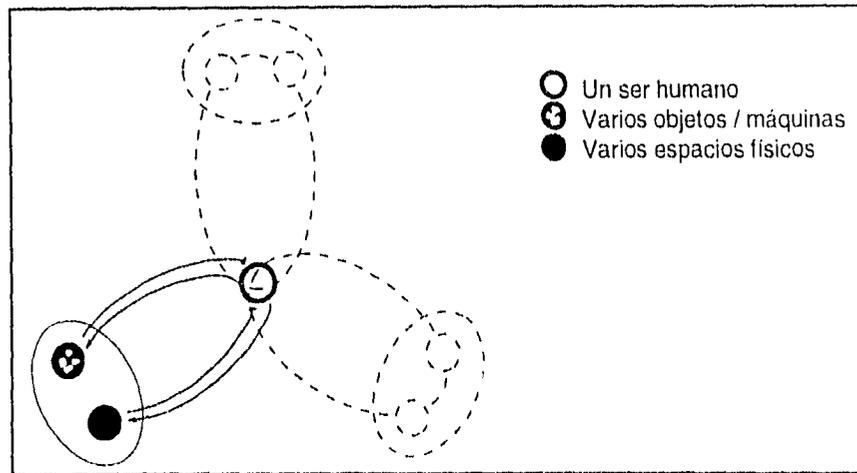


Figura 16: Sistema tipo 7.

El sistema tipo 7 describe cómo un ser humano puede operar varias máquinas / objetos en varios espacios físicos. Es pertinente aclarar que la frase "en varios espacios físicos", no se refiere a un ser humano capaz de estar **simultáneamente** en varios lugares, sino a uno quien frecuentemente está cambiando de espacio.

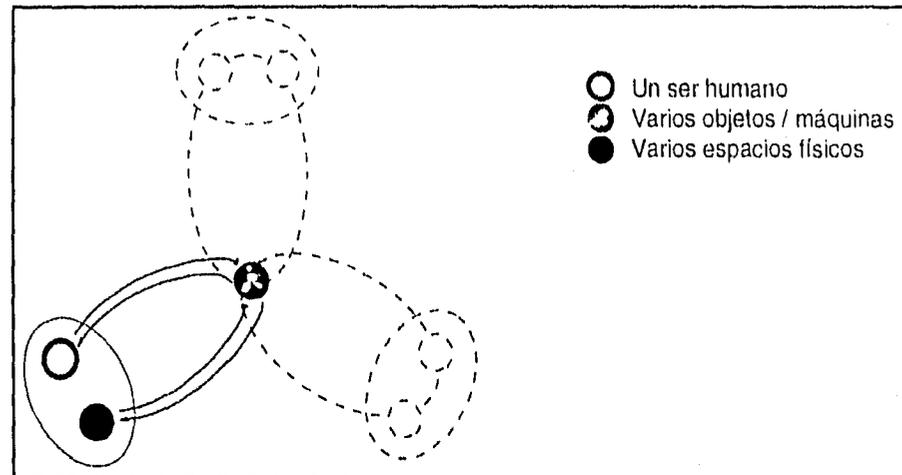


Figura 17: Sistema tipo 8.

El sistema tipo 8 establece una relación entre varios usuarios con una máquina / objeto y en varios espacios físicos. Nuevamente debemos aclarar que no se refiere a espacios físicos simultáneos, sino al frecuente cambio de lugares del ser humano junto con su objeto.

Todo lo anterior nos lleva a caracterizar y validar 8 tipos de sistemas, uno básico y siete derivados de éste. No vamos a discutir aquí la posibilidad de poder llegar a reducir todos los tipos descritos al sistema base 1, lo que aquí nos interesa es mostrar lo complejo no sólo de las interacciones sino también de las características de los componentes del sistema y sus subsistemas. Recordemos cómo lo importante no es toda la máquina / objeto, sino la interfase con determinada parte del ser humano, de la máquina o del espacio físico.

6,2 Comparación del manejo de los elementos del sistema ergonómico propuesto con respecto a los elementos del sistema ergonómico clásico

La comprensión de los problemas ergonómicos dentro del método sistémico, nos permite seleccionar y prestar más atención a la clase de interacción para determinada tarea establecida en términos ergonómicos. Si bien es cierto que una determinada tarea se da en las interacciones, ser humano - máquina / objeto y máquina / objeto - ser humano; también es cierto que las otras cuatro interacciones referidas en el anterior apartado (definición del sistema ergonómico), de alguna manera afectan la tarea, el propósito, o la función del sistema ergonómico.

El sistema ergonómico propuesto establece la relación entre tres elementos. El espacio físico como parte del sistema ergonómico (componente del ambiente construido) ya no es "pasivo", es decir que no es un simple marco de referencia en donde interactúan ser humano y máquina, sino un elemento igualmente activo e importante como los otros dos.

Debemos considerar también la imposibilidad de comprender los objetos como independientes del ambiente construido, porque los objetos *constituyen, generan y son* también dicho ambiente. La errónea forma de entender lo que es el ambiente no termina aquí, es común ver cómo en la mayoría de las definiciones sobre ergonomía la relación sistémica se establece prácticamente como una relación **bilateral** entre el ser humano y la máquina. El ambiente, en el mejor de los casos, es tomado sólo como el espacio o marco de referencia en donde interactúan humano y máquina. En teoría se contemplan los tres elementos del sistema, pero no como una relación auténticamente **trilateral**, esto es, con iguales condiciones. Se le da más importancia a las interacciones entre el ser humano y la máquina / objeto y pasan prácticamente desapercibidas las demás interacciones.

Aparte de lo hasta ahora mencionado, existen muchos otros problemas a nivel teórico-conceptual los cuales se ven reflejados en el esquema clásico del sistema ergonómico. Esto ha generado una confusión en la interpretación de los resultados, que impide la adecuada aplicación y el avance técnico-científico de la ergonomía. Sin embargo, no es

pertinente entrar en discusión sobre todos los posibles problemas teóricos y conceptuales del sistema ergonómico clásico⁵⁸.

Pasemos ahora a analizar con cuidado el esquema clásico del sistema humano - máquina⁵⁹ - ambiente. Un sistema clásico en ergonomía se define como la relación entre:

El sistema en el cual las funciones tanto del ser humano como de la máquina están interrelacionadas. Los componentes interactúan (tienen una relación recíproca) y son necesarios para una adecuada operación o dinámica del sistema. (...) La interfase humano - máquina es la región o punto en el cual una persona interactúa con una máquina [en un ambiente dado].⁶⁰

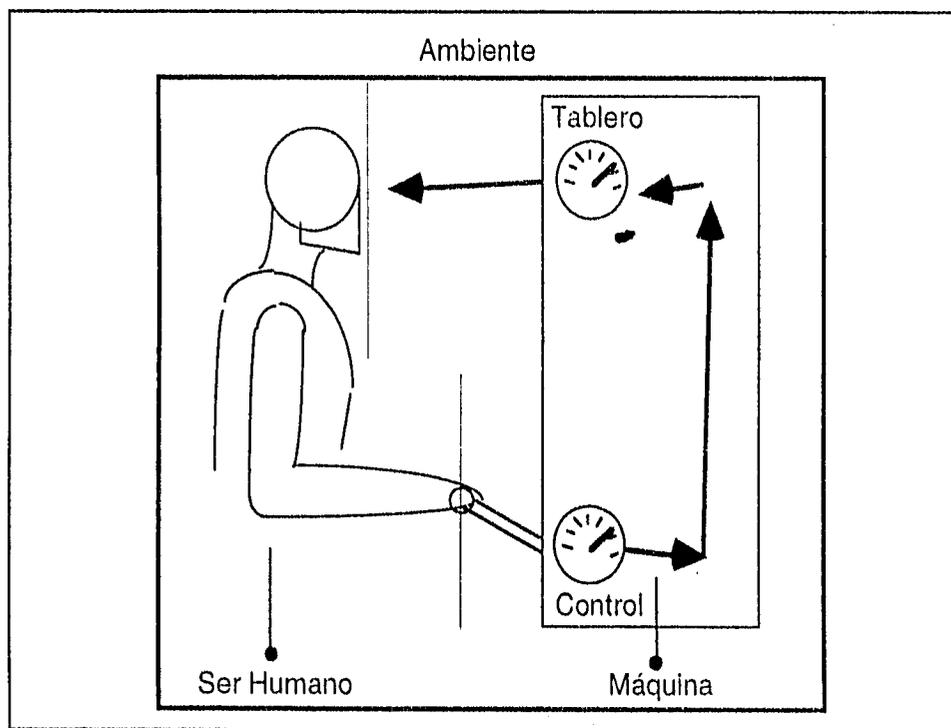


Figura 18: Sistema clásico hombre - máquina - ambiente.

- 58 Como parte de los anexos decidí dejar algunos de los borradores los cuales me han servido para el desarrollo de estos apartados, pues considero que de una u otra forma, señalo una serie de problemas los cuales requieren de un trabajo aún más profundo y por supuesto de un análisis interdisciplinario entre ergónomos y filósofos.
- 59 En los textos de ergonomía, utilizan el término "máquina" para referirse a cualquier objeto utilizado por el hombre al desarrollar una actividad. Por otra parte, tampoco hacen ninguna distinción entre los términos ambiente o medio ambiente y entorno. En el diagrama presentado, hemos dejado únicamente los elementos del sistema, para centrar la atención en el problema tratado, esto es la comprensión del ambiente en el sistema ergonómico clásico.
- 60 Stramler J. H. Jr., *op. cit.*, p.149. A la definición le agregamos en un ambiente dado.

Nótese cómo el ambiente está tomado como condición necesaria y no como uno de los componentes del sistema, porque no aparece originalmente en la definición. Si nos fijamos, a la definición le hemos tenido que agregar "en un ambiente dado", pues, en general, para los ergónomos es algo tácito el hecho de que una relación humano - máquina se establezca en un ambiente. Por lo anterior salta a la vista como algo incuestionable, la ausencia de una definición conceptual en el sistema clásico respecto al significado para la ergonomía de las palabras ambiente y entorno.

En el anterior apartado sobre la definición del sistema ergonómico, ya establecimos una explicación y una distinción conceptual entre ambiente y entorno. Recordando el sistema propuesto, al definir el espacio físico como uno de los tres elementos del sistema ergonómico, lo que obtenemos es una relación equitativa. Los tres elementos del sistema tienen la misma importancia y uno no enmarca a los otros, sino, por el contrario, el espacio físico (como parte del ambiente construido) interactúa con cada uno de los otros elementos, estos son, el ser humano y la máquina / objeto. Ahora bien, el entorno conformado por los cinco factores anteriormente mencionados, de alguna manera sí enmarca a todo el sistema ergonómico.

6.3 Análisis de uno de los tipos de sistema ergonómico de McCormick - Huchingson y aplicación del sistema ergonómico propuesto

En la primera parte de este apartado "Definición del sistema ergonómico" se hace una propuesta distinta a la tradicional. Ahora bien, una nueva propuesta tiene razón de ser en la medida en que contribuya a realizar un mejor análisis del objeto en cuestión, en este caso, del sistema ergonómico. Por ello, en la segunda parte de este apartado se enfatiza la diferencia en el manejo de los elementos, tanto en el sistema ergonómico propuesto como en el sistema ergonómico clásico. Además, se puntualiza la importancia de examinar al ambiente como elemento activo del sistema, diferenciándolo del entorno.

No obstante, esta sección no estaría completa si no se señalan al menos algunas inconsistencias presentes en varios de los tipos de sistemas hombre-máquina trabajados tradicionalmente en la ergonomía. No está demás aclarar, que el mencionar estos problemas no persigue invalidar el trabajo de los ergónomos involucrados, el cual contiene muchos puntos valiosos para la ergonomía. Se pretende mostrar la existencia de problemas conceptuales y teóricos, y cómo estos pueden conducir, en el mejor de los casos, a una mala interpretación de los resultados.

Tomaremos como ejemplo uno de los tipos de sistema hombre-máquina desarrollados por McCormick (1970) y adaptados por Huchingson.⁶¹

Se plantean tres tipos de sistema hombre-máquina:

⁶¹ Huchingson, D., *New horizons for human factors in design*, Nueva York, McGraw-Hill, 1981, pp.14 - 18.

- el manual, en donde el ser humano provee la fuerza y el control (la máquina funciona como una extensión de las capacidades humanas). Como ejemplo, se sugiere una persona operando una herramienta manual simple, como un azadón.

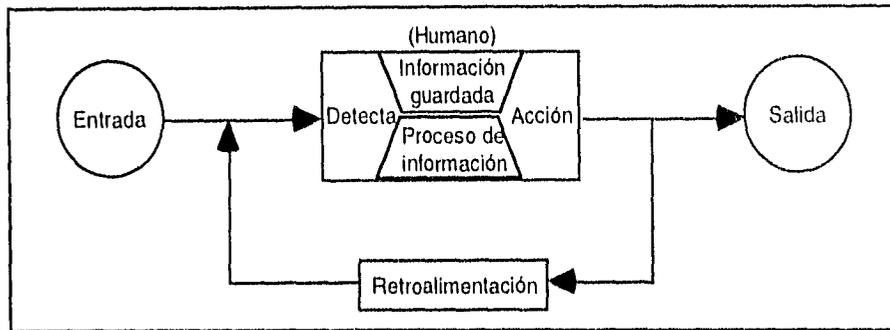


Figura 19: Sistema hombre - máquina manual (McCormick - Huchingson)

- el semiautomático, en donde la máquina proporciona la fuerza para que el sistema se mueva, y el hombre quien provee el control a través de dispositivos de salida. Se propone dentro de este tipo, el control ejercido por un conductor sobre el tanque de gasolina y la velocidad a través del tablero de señales y de las palancas.

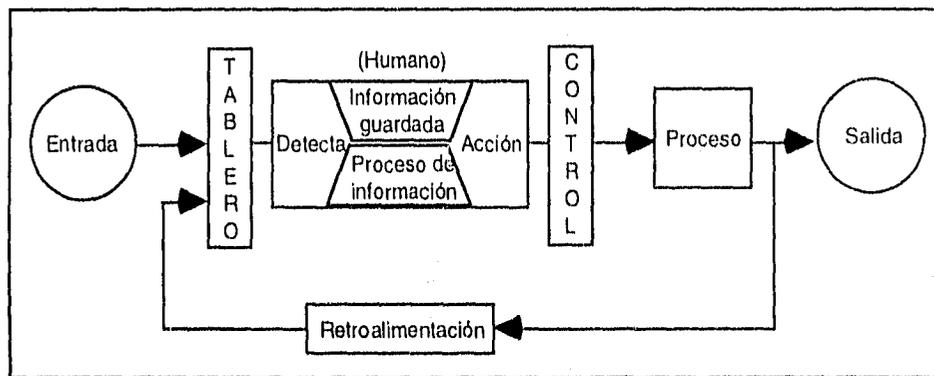


Figura 20: Sistema hombre - máquina semiautomático (McCormick - Huchingson)

- el automático, en donde la máquina hace ambos, detectar y controlar la operación normal, y el ser humano funciona como un supervisor realizando el control para anular el sistema automático o bien si es necesario, ingresando nuevos datos. Como ejemplo se menciona a los pilotos quienes establecen y luego modifican sus pilotos automáticos.

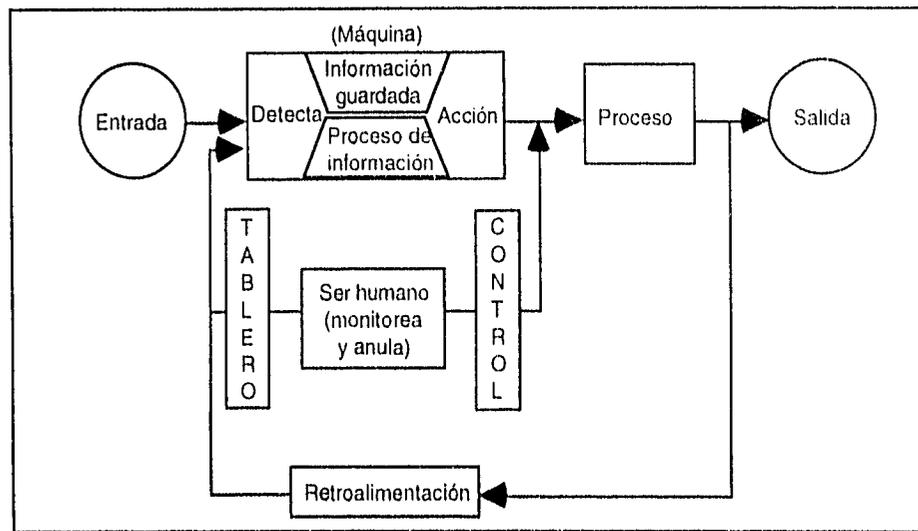


Figura 21: Sistema hombre - máquina automático (McCormick - Huchingson)

Como se puede observar, los autores hacen una "adaptación" de los sistemas de control por retroalimentación utilizados en la teoría de control y en la cibernética⁶², pero como se verá más adelante, en nada contribuyen al análisis del sistema ergonómico. Para efectos de este ejemplo tomaremos únicamente el esquema del sistema automático hombre-máquina.

La descripción que Huchingson hace del sistema automático es la siguiente:

Con sistemas automáticos, la máquina detecta y controla el procedimiento normal de operación. El operador funciona como un supervisor realizando el control para anular el sistema automático y para ingresar los nuevos datos que sean requeridos. Por ejemplo, los pilotos establecen y luego modifican sus pilotos automáticos.⁶³

Si parafraseamos la anterior descripción, podemos llegar al siguiente texto: la máquina está programada para realizar un proceso autónomo y normal de operación, sin la intervención del ser humano. En el momento de presentarse alguna situación anormal, el operador puede intervenir en el sistema, modificando lo previamente establecido.

Si consideramos el ejemplo presentado por los autores (el 'piloto automático'), está claro cómo las únicas interacciones que le competen al ergónomo se dan cuando el piloto decide modificar lo establecido en el 'piloto automático'. Y esto lo realiza a través de la interpretación de los sensores en el tablero de control, los cuales corresponden a cada una de las tareas ejecutadas por el 'piloto automático', así como la manipulación de los

⁶² Ver por ejemplo Rose, J., *La revolución cibernética*, México, FCE, 1987, p. 31.

⁶³ Huchingson, D., *op. cit.*, p.17.

controles de la máquina (entendiendo por controles no el sistema de control sino las palancas, botones, etc.)

Ahora bien, si describimos paso por paso el esquema del sistema automático, notaremos cómo la mayor parte de información que presenta es innecesaria e irrelevante para el ergónomo. Veamos por qué.

Para hacer más evidente lo anterior, se enumerarán todas las acciones que de alguna manera se establecen en el esquema, enfatizando qué elemento es el responsable de ejecutarlas (máquina o ser humano)

- La máquina ... [tiene dispositivos de entrada] que detectan "información".⁶⁴
 ... procesa la "información".
 ... confronta la "información" con el programa (información guardada)
 ... establece determinado curso de acción.
 ... ejecuta determinado proceso.
 ... se retroalimenta con la salida del proceso que ejecutó.
- El ser humano ... interpreta las señales del tablero.
 ... interviene en el sistema (anula o ingresa datos) por medio de los controles.
- La máquina ... ejecuta los procesos que le indican los controles accionados por el ser humano.

Como se puede observar, según la secuencia descrita en el esquema, pareciera que al ergónomo le compete el estudio de las funciones del 'piloto automático', cuando en realidad, de todo lo señalado en el esquema, la única parte que le compete al ergónomo es la ubicada en la interfase hombre-máquina (El ser humano interpreta las señales del tablero. El ser humano interviene en el sistema por medio de los controles). Todas las demás acciones ocurren dentro del 'piloto automático', e interesan únicamente a la ingeniería de control. Inclusive, la retroalimentación planteada sólo corresponde a la máquina. Dicho en otras palabras, para efectos del sistema ergonómico podría eliminarse la mayor parte del esquema.

El diseño del 'piloto automático' en nada le compete al ergónomo. Lo que sí es de vital importancia para la ergonomía es el diseño del tablero que le indica al piloto el funcionamiento del 'piloto automático', así como el diseño de los controles para poder manipularlo.

⁶⁴ Es importante mencionar, que existen muchos otros problemas conceptuales los cuales conducen a confusiones y malas interpretaciones. Tal es el caso del uso de la teoría de la información, manejada indistintamente tanto para la máquina como para el ser humano.

Por otro lado, en este esquema no se establecen claramente cuáles son los elementos constitutivos del sistema y sus interacciones. Al separar el área de tablero y control de la máquina, pareciera que no son parte de la misma máquina. Es como si el tablero y el control fueran dos elementos del sistema y no parte de la máquina (que es sólo un elemento).

No está demás recalcar que el anterior esquema desvía la atención del objeto de estudio de la ergonomía -el diseño de la interfase ser humano - máquina- hacia el objeto de estudio de la ingeniería de control.

Ahora bien, si analizamos el ejemplo del piloto dentro del sistema ergonómico propuesto, obtendremos el siguiente esquema:

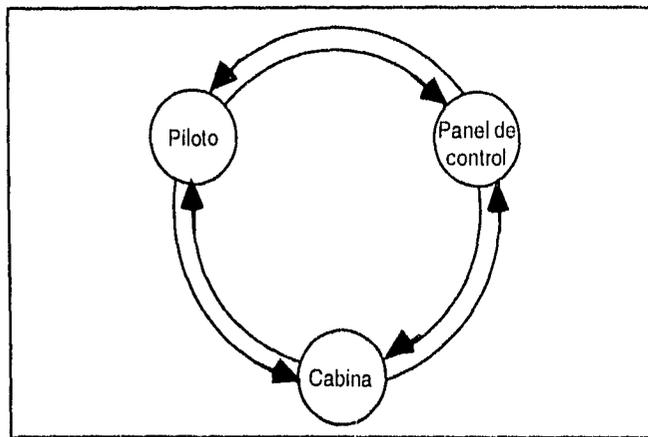


Figura 22: Sistema ergonómico propuesto (ej. piloto automático)

Si estudiamos el ejemplo del 'piloto automático' con relación al sistema base, debemos asumir que el 'piloto automático' hace parte de los componentes de control. En este esquema sería posible estudiar las interacciones entre el tablero como un todo, el piloto y la cabina.

Ahora bien, si queremos ahondar en el análisis de las interacciones entre el ser humano y el 'piloto automático', podríamos aplicar el sistema tipo 5 (un ser humano, un espacio, varios objetos) en donde se tomarían cada dispositivo de control (palancas) y cada tablero como objetos independientes. Obtendremos entonces el siguiente esquema:

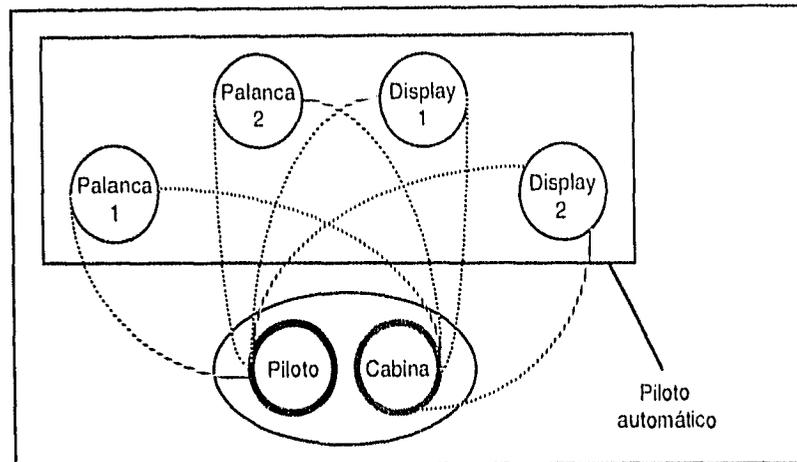


Figura 23: Interacciones entre el ser humano y el piloto automático según el esquema ergonómico propuesto.

Como se puede notar, con la aplicación de este tipo de sistema, se vuelve evidente que el 'piloto automático' es una noción y no un ente físico. Es un programa manipulado a través de los dispositivos físicos de control del avión (palancas y tableros). Por lo tanto, las interacciones que se dan realmente no son entre el 'piloto automático' y el ser humano, sino, entre un grupo de palancas y tableros (los cuales me indican cómo está funcionando el 'piloto automático').

Con este sistema, conociendo el número de palancas y de tableros que se necesitan, es posible establecer y analizar todas y cada una de las interacciones presentes entre el ser humano y los mecanismos de control del 'piloto automático'.

Por último, cabe mencionar cómo en el sistema hombre-máquina de McCormick - Huchingson, el ser humano pasa a ser un subsistema del sistema automático, quedando de alguna manera subordinado. Por el contrario, dentro del sistema ergonómico propuesto el ser humano nunca pierde la característica de elemento, y mantiene la misma jerarquía que los demás elementos del sistema.

7. Análisis del comportamiento complejo de los sistemas⁶⁵

Dentro de las denominadas ciencias de sistemas se encuentra una gran variedad de disciplinas, como por ejemplo la ingeniería, la biología, la sociología, la ergonomía, así como también la filosofía. Todas estas disciplinas tienen como interés común entender los mecanismos conformadores de la conducta de los sistemas. Recordemos que un sistema, en términos generales, se puede comprender como un conjunto de elementos interdependientes.

La metodología de sistemas permite establecer las características dinámicas de los comportamientos complejos de los sistemas, en donde puede ser enmarcada la ergonomía. En este sentido, esta disciplina tiene la particularidad de poder ser analizada en términos no lineales⁶⁶. Ahora bien, las características de los mecanismos internos que conforman los sistemas son:

- Estar formados por múltiples elementos (formas complejas),
- esos elementos interactúan unos con otros, tienen mecanismos de retroalimentación,
- las interacciones entre los elementos son, en general, no lineales.
- presentan alta sensibilidad a las condiciones iniciales (tendencia a conductas impredecibles),
- la actividad global de cada elemento afecta la actividad global de todo el sistema, y
- la conducta unida de los elementos que conforman los mecanismos del sistema parecen tender a realizar ciertas funciones, metas o tareas.⁶⁷

Desde la perspectiva de sistemas, podemos plantear una distinción entre la tarea por desarrollar, la cual define una meta o un propósito, y las diferentes acciones que el

⁶⁵ En la literatura se habla de los sistemas complejos o no lineales, cuando en realidad lo complejo son los comportamientos de los sistemas. Por lo tanto, es importante plantear una precisión. Lo que le interesa analizar a un investigador quien utiliza el método sistémico es el comportamiento de un sistema. Para ello debe observar si son o no complejas las conductas, pues el sistema se define una vez se comprenden los posibles juegos de relaciones entre los elementos. Por otro lado se habla de ciencia o teoría del caos, pero en realidad no existe tal ciencia o teoría. Existe es una serie de técnicas o métodos para evaluar el comportamiento caótico de un sistema. La noción de caos puede ser comprendida de la siguiente manera: "Técnicamente los científicos nombran como "caótico" aquellos movimientos aleatorios y complicados los cuales muestran un muy rápido crecimiento de errores que, a pesar del determinismo perfecto, inhiben cualquier habilidad pragmática para representar predicciones acertadas a largo plazo." Peitgen H.O, Jürgens H. & Saupe D., *Chaos and fractals: new frontiers of science*, Nueva York, Springer Verlag, 1992, p. 6.

⁶⁶ "Linealidad significa que la regla que determina cómo una pieza de un sistema se comportará después, no se ve influida por lo que está haciendo ahora. Más precisamente, esto es, pensado en un sentido diferencial o de incremento: para un resorte lineal, el aumento de la tensión es proporcional al incremento de lo estirado, siendo la proporción de estos incrementos exactamente independiente de qué tanto se haya estirado. Un resorte de este tipo puede ser estirado arbitrariamente, y particularmente nunca se rompería. Acorde a esto, ningún resorte real es lineal." Peitgen H.O, Jürgens H. & Saupe D., *op. cit.*, p. 3. Con base en esta definición, todo sistema real es no lineal.

⁶⁷ Lara, N., [System science and the study of complex behavior] (manuscrito presentado en: international conference on sinergics), Karlovi vari, república checa, agosto de 1995.

sistema realiza para alcanzar dicha tarea. Ahora bien, las acciones como un todo requeridas para cumplir con la tarea pueden ser vistos como comportamientos teleológicos, más exactamente como el nivel de interpretación teleológica. Mientras que si analizamos por separado cada una de las acciones y lo vemos como el resultado del trabajo realizado por los mecanismos, estaremos observando meramente el comportamiento mecánico, más exactamente, el nivel de descripción mecánica. Esta importante distinción tiende a ser soslayada. A continuación vamos a profundizar en la definición y la ejemplificación del comportamiento complejo de un sistema ergonómico.

7.1 Esquema del comportamiento complejo del sistema ergonómico

Todo sistema ergonómico es propositivo. A este tipo de sistemas se les llama sistemas teleológicos o teleonómicos. Un sistema teleológico tiene una finalidad, es decir, incluye funciones, metas, tareas⁶⁸ o propósitos específicos. Para poder alcanzar la finalidad del sistema -la cual es *definida a priori*- son indispensables dos cosas: En primer lugar, cada uno de los subsistemas o elementos debe de cumplir con las condiciones necesarias y suficientes para poder interactuar y por lo tanto cumplir con la tarea (A_n). En segundo lugar, cada uno de los subsistemas o elementos debe realizar la secuencia o cadena de acciones que conduzca a la realización de la tarea (A_n). Ahora bien, para que cada una de las acciones pueda ser ejecutada, se necesita de un mecanismo (M_n) el cual, a su vez, puede estar conformado por otros mecanismos internos (m_n). No está demás señalar, que cada uno de los mecanismos internos (m_n) ejecuta una serie de acciones específica (a_n).

El inadecuado análisis de lo anteriormente descrito, en apariencia tan simple, puede conducir a graves problemas conceptuales si no se toma en cuenta en qué nivel de estudio se está operando. Cuando nos referimos a la secuencia o cadena de acciones globales en relación con la finalidad del sistema estamos hablando de un nivel de **interpretación teleológica**. En cambio, cuando analizamos una de las acciones globales en relación con el mecanismo que permite su ejecución, estamos realizando una **descripción mecánica**, la cual es totalmente independiente del *telos* del sistema. Lo mismo sucede cuando establecemos relaciones entre una acción global y cualquier mecanismo interno o bien cualquier acción del mecanismo interno.

Es muy común la confusión de los dos niveles. Por un lado está el nivel teleológico, referente a la interpretación del propósito y por otro lado está el nivel mecánico, el cual es descriptivo. Se tiende a pensar que el propósito del sistema puede ser encontrado si se analiza la secuencia de movimientos.

"Esta inexactitud consiste en pensar que si un mecanismo es responsable de causar ciertos movimientos, y esos movimientos son requeridos para cumplir cierta tarea, entonces, estos movimientos causados por los mecanismos son producidos por los mecanismos con el objeto de cumplir la tarea. Nótese que a través de este enredo conceptual, los mecanismos

⁶⁸ Conviene desde este momento dejar claro: por una parte, el término tarea será comprendido como equivalente a propósito, función o meta, y por otra, el término acciones será equiparable a movimientos u operaciones.

ahora aparecen no sólo como capaces de producir movimientos, sino como capaces de producirlos con propósitos específicos." ⁶⁹

El trasladar los propósitos a las actividades mecánicas o a los mecanismos, involucra a los investigadores con consideraciones metafísicas. Esto quiere decir que se intenta la comprensión empírica de la 'fuerza misteriosa' que motiva, guía o dirige la actividad de los mecanismos. Sin embargo, al no encontrar nada como argumento explicativo, sólo queda apoyarse en definir dichas fuerzas como 'entidades emergentes'.

"En este punto la ciencia ficción tiende a reemplazar la falta de datos obtenidos por la investigación empírica y, además, entidades extrañas como propiedades emergentes, almas, mentes, *elan vías*, entelequias, programas genéticos, etc., empiezan a formar parte de la explicación concerniente a la fuente de la fuerza que nadie es capaz de encontrar." ⁷⁰

Para comprender más claramente el comportamiento complejo de un sistema, describiremos el siguiente esquema. ⁷¹ (Ver figura 24.)

La codificación del esquema es la siguiente:

- A = Acciones para realizar una tarea (acción global)
- M = Mecanismos que permiten realizar la acción
- m.i. = Mecanismos internos del mecanismo general
- a = Acciones de cada uno de los mecanismos internos

Descripción del esquema

Como punto inicial tenemos la tarea, para cuya realización intervienen dos elementos / subsistemas. (No está demás enfatizar, que la tarea no es una acción extra sino, el resultado de la secuencia de acciones realizada por el sistema). Es importante que ambos elementos cumplan con una serie de condiciones necesarias y suficientes. Cada uno de los elementos / subsistemas debe ejecutar una cadena de acciones globales (A₁, A₂, ... A_n). Por otra parte, para poder ser realizada la acción global (A₁) se requiere de un mecanismo (M₁). A su vez, el mecanismo (M₁) puede estar compuesto de un determinado número de mecanismos internos (m.i), los cuales ejecutan una serie de acciones meramente mecánicas (a'). Finalmente, entre las acciones globales (a_n) de ambos elementos / subsistemas se establece una interfase, la cual permite realizar la tarea.

69 Lara, N., *Idem.*

70 *Loc. cit.*

71 Este esquema es fruto del trabajo interdisciplinario de Gabriel García, Nydia Lara y Karen Lange.

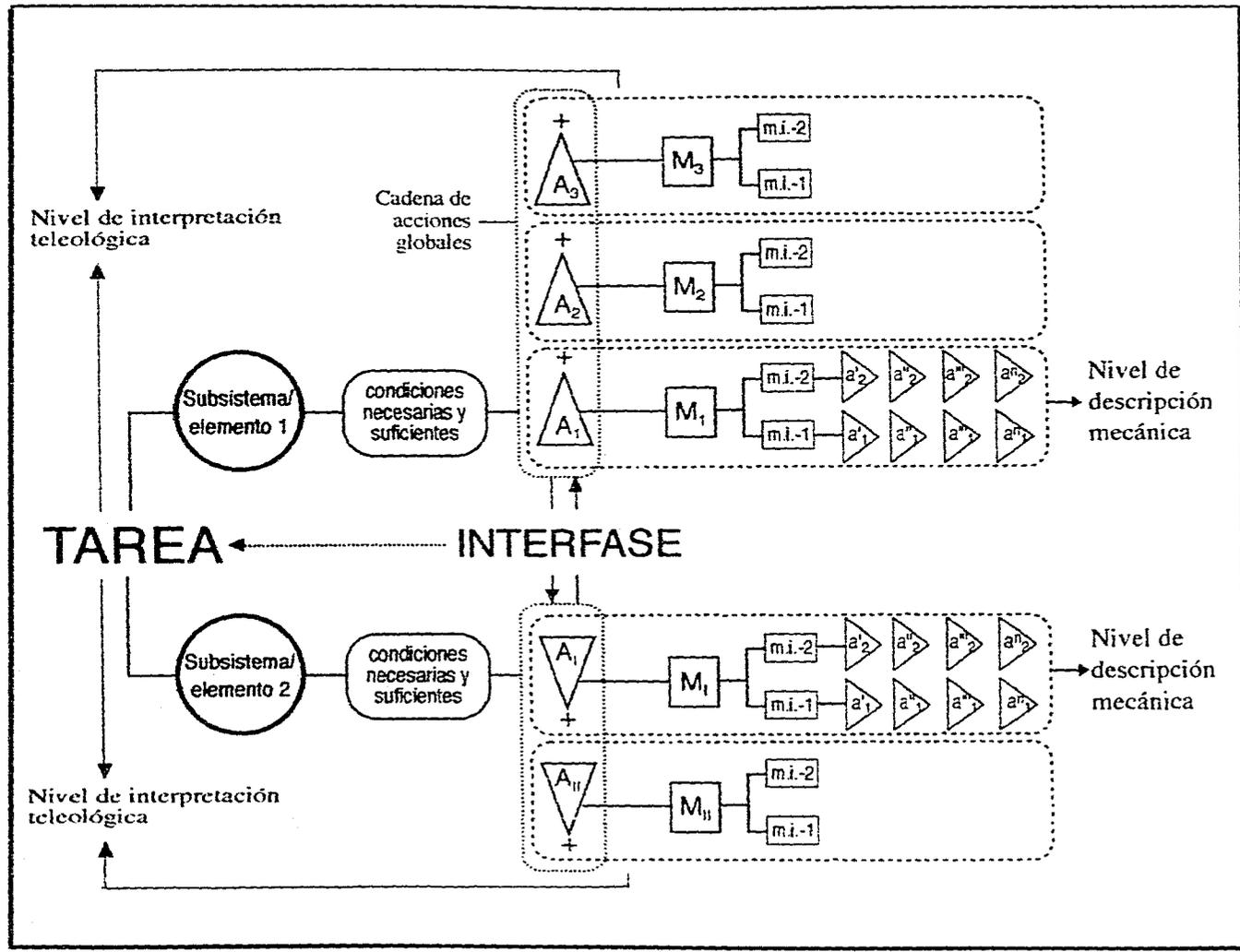


Figura 24: Esquema del comportamiento complejo de un sistema.

Al observar el esquema, no olvidemos que la tarea se da cuando está ocurriendo una interacción en la interfase⁷², por lo tanto la flecha que conecta la interfase con la tarea sólo es para recordar esta situación.

7.2 Aplicación del esquema de comportamiento complejo de un sistema en ergonomía

En primer lugar, es pertinente aclarar que el ergónomo no interviene en todo el análisis del comportamiento complejo del sistema. Basados en el esquema anterior, la ergonomía puede intervenir en varios aspectos:

- el estudio de la secuencia de acciones de cada uno de los elementos (cadena de acciones globales) en relación con la tarea (interpretación teleológica).
- el análisis de la relación o interfase entre la secuencia de acciones del elemento 1 con relación a la secuencia de acciones del elemento 2, y
- el diseño de los mecanismos (M) que participan en la interfase entre los elementos (palancas, manómetros, etc.)

Respecto a lo anterior, una mala comprensión de la secuencia de acciones lleva a problemas conceptuales y, consecuentemente, se refleja en un mal diseño de los mecanismos que se relacionan en la interfase o bien en el mal uso de la máquina. Recordemos cómo en este sentido, el único elemento con posibilidad de corregir y rediseñar es la máquina.

Vamos a suponer que en un análisis ergonómico la tarea o el propósito es unir dos piezas metálicas por medio de soldadura. Los elementos participantes en la realización de esta actividad son: el operario, las herramientas utilizadas (estopa, prensa, soldador, careta, etc.) y el espacio físico en donde se efectúa la acción (área de soldado). Estamos hablando entonces de un sistema de tipo 5, según la propuesta del apartado anterior. Ahora bien, no hay que confundir el establecimiento del sistema con el análisis del comportamiento del mismo. Para efectos del estudio del comportamiento del sistema, -independientemente de la cantidad de elementos interactuando- el análisis se realiza simultáneamente sólo entre dos elementos. En este caso (unir dos piezas metálicas por medio de soldadura) algunos de los comportamientos con posibilidad de ser analizados son los siguientes:

- entre el operario y el equipamiento para soldar y
- entre el operario y el espacio físico.

En este ejemplo nos concentraremos en la relación entre el operario (elemento 1) y el equipamiento para soldar (elemento 2)

Algunos ejemplos de las condiciones necesarias y suficientes para cada uno de los elementos son los siguientes:

⁷² El análisis de tal interfase es lo que le compete directamente al ergónomo

OPERARIO⁷³

Que tenga la habilidad manual para soldar.
 Que tenga las aptitudes y actitudes para ese tipo de tarea.
 Que tenga el conocimiento y/o entrenamiento acerca de las acciones a realizar.

EQUIPAMIENTO PARA SOLDAR⁷⁴

Que esté bien diseñado para ser usado.
 Que tenga el adecuado mantenimiento.
 Que tenga dispositivos de seguridad (p.e. desconectarse automáticamente)

La cadena de acciones globales ($A_1 + A_2 + \dots + A_n$) no tiene un propósito en sí, pero si se analiza en relación con la tarea, estaremos hablando de un nivel de interpretación teleológica. En este caso, si decimos que la tarea es unir dos piezas metálicas por medio de soldadura a través de limpiar la superficie (A_1), juntar las partes (A_2) y aplicar la soldadura (A_3), como cadena de acciones, estaremos haciendo una **interpretación teleológica** del comportamiento del sistema. Ahora bien, esta secuencia de acciones analizada independientemente del propósito, es decir, limpiar la superficie, juntar las piezas, aplicar la soldadura, etc. pertenece al nivel de **descripción mecánica**. Esta distinción nos permite comprender y tener claramente definida la tarea a ser realizada por el sistema, pero el diseño de los mecanismos y secuencias de movimientos puede tener diversas soluciones e incluso diversas aplicaciones. El punto idóneo está en construir un sistema capaz de realizar con eficiencia la secuencia de acciones independientemente del propósito. En síntesis, una tarea no está supeditada a los movimientos, y tampoco la tarea determina una secuencia específica de movimientos.

"El mejoramiento de este método consiste en el hecho de que el interés de la investigación se centra simultáneamente en dos ítems diferentes: una es la predicción, reproducción o simulación de aquellos movimientos externos que podrían permitir al sistema ser capaz de realizar una actividad, la otra es el esfuerzo por encontrar el diseño de los mecanismos que podrían permitir a un sistema ejecutar los movimientos externos."⁷⁵

Con relación a la interfase, podemos expresar que una inadecuada instrucción o secuencia de reglas para ejecutar las acciones, puede llevar a un mal diseño de los mecanismos artificiales y a un mal uso del sistema. Por un lado, un mal diseño del mecanismo artificial (manija o agarradera) puede echar a perder el mecanismo biológico (mano, tendones, músculos, etc.) y por el otro lado, un mal uso del mecanismo artificial (debido a una mala comprensión o instrucción) puede deteriorar o dañar, tanto al mecanismo artificial como al biológico.

Para finalizar este apartado, recordemos uno de los esquemas que tradicionalmente se maneja en ergonomía.

73 Los límites y alcances fisiológicos determinan la manera más eficiente de realizar las acciones.

74 Los límites tecnológicos y económicos condicionan el adecuado diseño de los dispositivos y mecanismos.

75 Lara N., *Idem*.

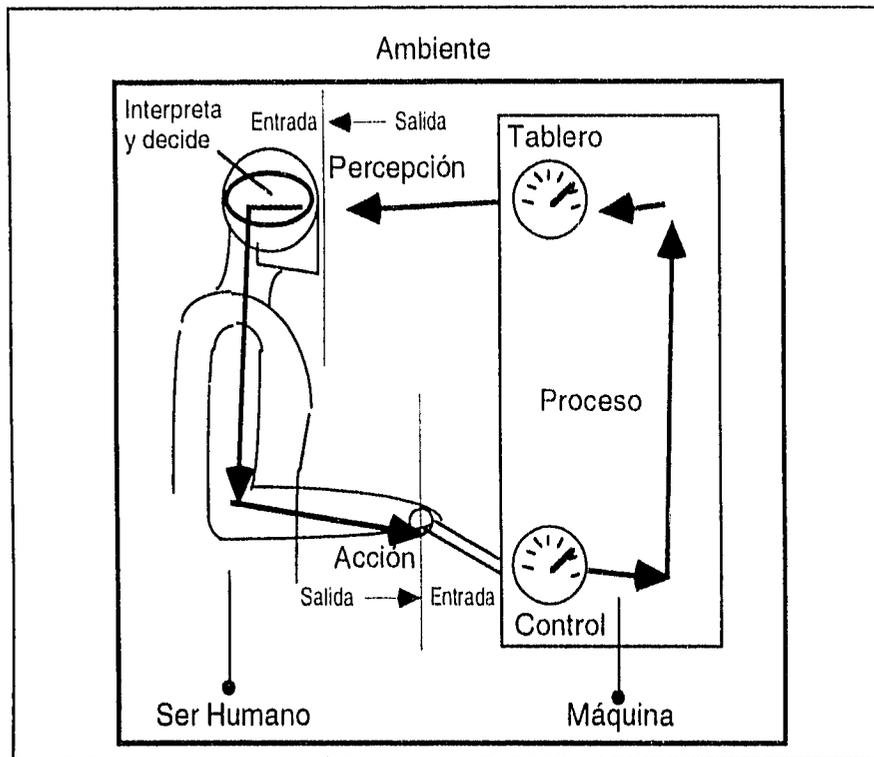


Figura 25: Esquema clásico sistema hombre - máquina - ambiente

Después de la descripción que se hizo del comportamiento del sistema ergonómico propuesto cabe preguntar: en el esquema del sistema hombre-máquina clásico, ¿cómo es comprendido el comportamiento?

Lo primero que salta a la vista es la imposibilidad de establecer una distinción entre la interpretación teleológica y la descripción mecánica. Es más, la interpretación teleológica se integra como parte de la descripción mecánica. Como mencionamos anteriormente, la tarea es definida *a priori*, y como tal es una noción, es decir, un concepto, por lo tanto no es un ente ni físico ni no físico.⁷⁶ Sin embargo, como en este esquema no se hace tal distinción, se confunde la tarea con el conjunto de acciones que la llevan a cabo. Se piensa que la tarea puede ser ubicada o está en alguna parte de los mecanismos. Por otro lado, tampoco se hace una distinción entre tarea, acciones globales, mecanismos y acciones de los mecanismos. Al pasar de acciones a mecanismos se cae en un dualismo, puesto se asume que los mecanismos saben cuales acciones deben realizar. El problema

⁷⁶ ¿Cómo es posible que el cerebro tenga la capacidad de recordar, interpretar y decidir algo si por definición recordar no es un evento físico sino mental? ¿Son los cerebros o sus partes (neuronas, procesos bioquímicos, etc.) capaces de realizar algo más que actividades físicas? ¿Qué tipo de fenómenos está estudiando la llamada ergonomía cognitiva? ¿Mentales? ¿Conductuales?

no es si el operario está **pensando** bien o mal lo que debe de hacer, sino si lo está **ejecutando** correcta o incorrectamente. Nótese cómo el primer concepto (pensando) se refiere a lo mental, mientras el otro (ejecutando) se refiere a lo conductual.

Con este esquema es muy fácil creer que al ergónomo le compete el análisis de **toda** la cadena (mostrada con flechas) y no únicamente la interfase ser humano-máquina. Por último, cabe enfatizar: no son los mecanismos (la mano y la palanca, campos del fisiólogo y del ingeniero respectivamente) los que le interesan al ergónomo, sino las acciones y sus consecuencias al interactuar estos dos mecanismos.

Hasta aquí queda esbozado lo que es el comportamiento de un sistema ergonómico. Sin embargo, es necesaria la aplicación en diversas disciplinas y casos, con el fin de poder determinar su validez y utilidad.

En el siguiente apartado nos ocuparemos de analizar los factores PESTE, que como parte del entorno de un sistema ergonómico, afectan y condicionan directa o indirectamente el funcionamiento de cada uno de los elementos del sistema. Más aún, las interacciones establecidas entre el sistema y el entorno determinarán cambios al sistema en su totalidad. El análisis girará en torno al factor socio - cultural, pero esto no lo marca jerárquicamente como el más importante. Nuestro interés es ver cómo dicho factor influye en el sistema ergonómico, sin olvidar al mismo tiempo cómo los demás factores del entorno, no sólo actúan sobre el factor sociocultural, sino que también inciden en todo el sistema.

8. Análisis del entorno en relación con el sistema ergonómico

8.1. Descripción de los factores del entorno

Como ya lo mencionamos en el apartado dedicado a la definición del sistema ergonómico, lo denominado como 'entorno' en este trabajo, está conformado por cinco factores abreviados bajo la sigla PESTE y que se refieren a los aspectos:

- **Político-jurídicos (P-J)**
- **Económico-financieros (E-F)**
- **Socio-culturales (S-C)**
- **Tecnológico-científicos (T-C)**
- **Ecológico-geográficos (E-G)**

Los cinco factores tienen exactamente la misma importancia y de una u otra manera interactúan entre sí, de hecho, se establecen veinte tipos diferentes de interacciones, como podemos verlo en el siguiente esquema:

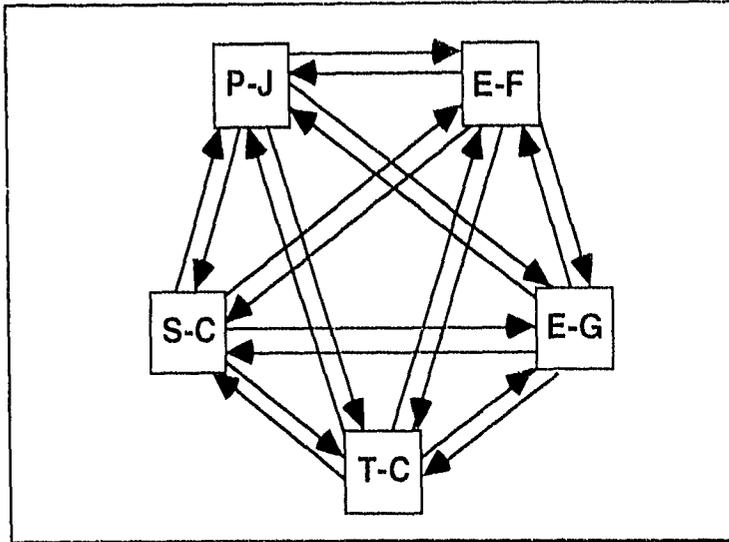


Figura 26: Interacciones entre los cinco factores del entorno.

Por ejemplo, observemos las interacciones entre lo económico-financiero y lo socio-cultural. Podemos analizar en determinadas circunstancias cómo la situación económico-financiera incide en la situación socio-cultural, o a la inversa, es decir, cómo la situación socio-cultural afecta la situación económico-financiera.

Ahora bien, este esquema puede aplicarse a distintos tipos de estadíos⁷⁷, en donde lograremos observar las particulares interacciones de los factores PESTE en condiciones específicas. Algunos de los estadíos pueden ser:

- la empresa y el ramo al que pertenece (tipo de empresa),
- la ciudad / estado en donde opera,
- la nación a la que pertenece y el país donde funciona (tipo de desarrollo económico),
- la región geográfica o el bloque económico que lo respalda y,
- la ubicación respecto a la situación internacional (globalización de la economía, política internacional).

La decisión sobre qué estadío establecer y trabajar debe obedecer, entre otras cosas, al tipo de problemas por resolver, al propósito y alcances del estudio y al ámbito o sector productivo (industria, comercio o servicios). Además de tener en cuenta lo anterior, es importante establecer con claridad el factor en el cual va a 'gravitar', por así decirlo, el estudio de las interacciones entre el sistema ergonómico y el entorno. El énfasis en

⁷⁷ Utilizo la palabra estadío para indicar el análisis a partir de un cambio en las condiciones del entorno. Por lo tanto, la noción de estadío aquí manejada no tienen nada que ver con clasificaciones jerárquicas.

alguno de los factores PESTE nos permite un mejor control de las variables que intervienen en el estudio de la relación sistema - entorno. Todo esto tiene el propósito de comprender cómo el entorno afecta la sinergia⁷⁸ del sistema ergonómico.

Cabe agregar: el entorno es dinámico, lo cual significa que los factores PESTE pueden cambiar a lo largo del tiempo. La transformación de los factores puede estar determinada por nuevos escenarios, como por ejemplo, las tendencias a la globalización de la economía y la reorganización de bloques de intercambio comercial. Más aún, los últimos avances tecnológicos generan sistemas de producción y productos mucho más flexibles⁷⁹ y potentes. Consecuentemente se produce un cambio en muchos aspectos de la vida diaria, incluyendo, por supuesto, el proceso administrativo.⁸⁰

Por poner un ejemplo, durante la década del sesenta se presentó una crisis en el sector industrial. Lo que antes eran bajos costos de fabricación, rápidamente se convirtieron en altos, debido, entre otras cosas, al absentismo, a la rotación del personal y a la falta de cuidado en la producción. Pero indudablemente, se perdió la eficacia y la productividad por el tipo de proceso de producción aplicado en ese momento.

Para enfrentar esta crisis, se plantearon dos opciones. Por un lado, la recomposición de la línea de montaje, y por el otro, la nueva gestión del empleo obrero. Ahora bien, si se quería replantear la línea de montaje era necesario primero reconocer cómo ésta operaba dentro de un sistema sociotécnico. Ya no sería el individuo y su puesto de trabajo el elemento básico sobre el cual se organiza el trabajo. En adelante se tomarían en cuenta los grupos como unidades autónomas capaces de marcar la secuencia de actividades más acordes a sus capacidades.⁸¹

Pero aún así las experiencias de reorganización del trabajo fueron muy empíricas y se limitaron a remedios y no a investigaciones sistemáticas que llevaran a verdaderas alternativas de principios o teorías. En esencia se mantuvo la producción de flujo continuo y la división del trabajo. Lo más importante fue la transformación del enfoque productivo, el cual consistió en trabajo por módulos. Anteriormente, para cada espacio de trabajo se tenía cierta provisión de piezas y herramientas por individuo. Ahora, en lugar de un individuo actúan grupos de individuos (módulos) frente a una banda transportadora, donde paralelamente se suministran piezas y herramientas al módulo. Es importante mencionar que este replanteamiento de la forma de producción también

-
- 78 Sinergia se define como el concurso activo y concentrado de varios órganos para realizar una función. Coordinación de movimientos para ejecutar determinados actos. Son, pues, sinérgicas las fuerzas cuando sus efectos se suman entre sí, antagonistas cuando se restan uno de otro.
- 79 Con flexibles nos referimos por ejemplo a las posibilidades de comunicarse prácticamente desde cualquier lugar con una computadora portátil y un teléfono celular.
- 80 Esta tendencia se conoce en el ámbito económico administrativo como GEO, la cual significa: Globalitation, Empowerment, Orchestration.
- 81 El Tavistock Institute of Technology de Londres está trabajando en una nueva teoría la cual fundamentalmente propone ver la tecnología como una variable dependiente del sistema social donde se pretende instalar (en el seno de la fábrica o empresa).

permite rotación de los trabajadores, lo cual a su vez, disminuye el trabajo repetitivo y aumenta la eficiencia y la productividad.

La producción en módulo realmente es una racionalización más avanzada, una alternativa de organización del trabajo a la que se agrega el *control de calidad*. Cada grupo de cada módulo puede con base a una guía montar indistintamente uno u otro producto y controlar más independientemente el trabajo y su calidad (sello de calidad). Este nuevo esquema abrió la posibilidad de explotar la producción en pequeñas y medianas series de productos alternativos como es el ejemplo de la industria italiana i.e. Olivetti. Las pequeñas y medianas industrias pueden hacer (con el enfoque de producción por módulos), sin mayor traumatismo, una adaptación inmediata de la fabricación según las variaciones de la demanda y una supresión de los "stocks" de producción.

Desde esta postura se abre la posibilidad ya no de producciones en masa de una gran industria, sino, la producción **organizada en red**⁸² de las pequeñas y medianas industrias. Este tipo de enfoque permite ante todo una organización de la producción "flexible" y establece una nueva noción de las relaciones de producción. Ya no es válida una estructura piramidal fundada en bajos costos de producción, el costo no debe ser el condicionante más importante. Lo que ahora debe importar más es el control pero "descentralizado".

Cada vez surgen más empresas que trabajan con producción en red, en donde la intercomunicación y el incentivo de la calidad y la entrega a tiempo reemplazan la idea del bajo costo.⁸³

Vale la pena en este momento enfatizar la distinción entre los esquemas de análisis de los factores del entorno. Me refiero al tradicional esquema de análisis subordinado y jerárquico, versus el esquema con base en estadíos que se está proponiendo.

Para empezar, es cierto que la influencia de los factores económicos, políticos, tecnológicos, etc., de una u otra forma, son tomados en cuenta en los análisis del sistema ergonómico, pero desde mi punto de vista, se han estado manejando como si uno de los factores cobijara a los demás. Es como si el dominio del factor económico "cubriera", de alguna manera, el dominio del factor tecnológico, del factor político, etc. Hagamos un esquema para representar esta postura.

82 Esta propuesta esta siendo desarrollada por Mónica Casalet investigadora de la Facultad Latinoamericana de Ciencias Sociales, Flacso sede México. El proyecto de investigación dentro del convenio mafin-flacso tuvo como objeto, la publicación del libro [Red de apoyos públicos y privados hacia la competitividad de las PYMES] Nacional Financiera, 1995.

83 Casalet, M., [Las redes en sociología] (conferencia presentada en: Centro de Instrumentos UNAM), México, febrero 4 de 1994.

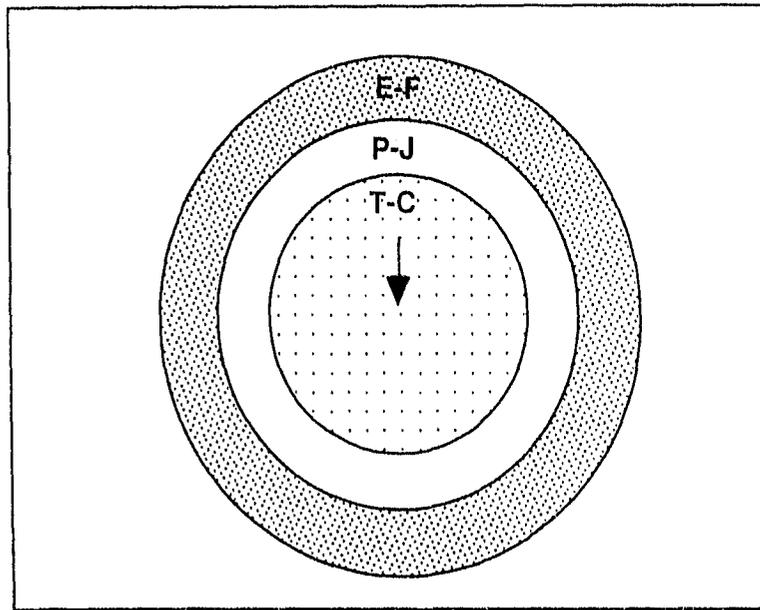


Figura 27: Esquema tradicional de análisis subordinado y jerárquico de los factores del entorno.

Dentro de este esquema se observan dos problemas fundamentales. Por un lado, no hay posibilidad de realizar un análisis que no sea factor subordinado / factor subordinante y, por otro lado, es imposible comprender las relaciones de los factores en términos de interacciones. El enfoque sistémico, por el contrario, nos permite establecer con claridad cuáles son las relaciones entre el sistema ergonómico y cada uno de los factores del entorno. Pero además, al no existir jerarquías, pueden ser estudiadas las interacciones de cada uno de los factores con relación a los otros.

Ahora bien, en el esquema propuesto con base en estadíos, es posible concentrar o "gravitar" nuestro estudio en uno de los factores, e.g. el socio-cultural, y así lograr una comprensión más profunda de cómo incide este factor en el sistema ergonómico. Sin embargo, se debe tener cuidado de no ubicar la investigación en un sólo factor de manera **aislada**, pues sería un error olvidar los demás factores y sus interacciones. Desde mi punto de vista, podemos concentrar el estudio en un factor sin perder el enfoque sistémico, esto es, con la condición de que se **establezcan y se mantengan** claramente las interacciones con los otros cuatro factores.

Es importante señalar que el ergónomo no debe perder la perspectiva de análisis, a-él no le corresponde estudiar con profundidad las interacciones presentes en todos los factores. Lo que le incumbe al ergónomo es poder ver y concebir en qué medida y cómo las interacciones entre los factores del entorno afectan al sistema ergonómico.

Por esta razón el enfoque holístico es significativo, en tanto nos permite comprender el encañamiento y desencadenamiento sistemático de un problema, esto es, cómo una determinada situación está siendo afectada por muchas causas. La metodología sistémica nos puede ayudar a entender -independientemente del estado de análisis- dos cuestiones básicas. Por un lado, el comportamiento dinámico del sistema y, por otro lado, el grado de equilibrio en que se encuentra el sistema, i.e., entre los tres elementos del sistema y los cinco factores PESTE. Usemos el siguiente diagrama para expresar los conceptos hasta aquí expuestos:

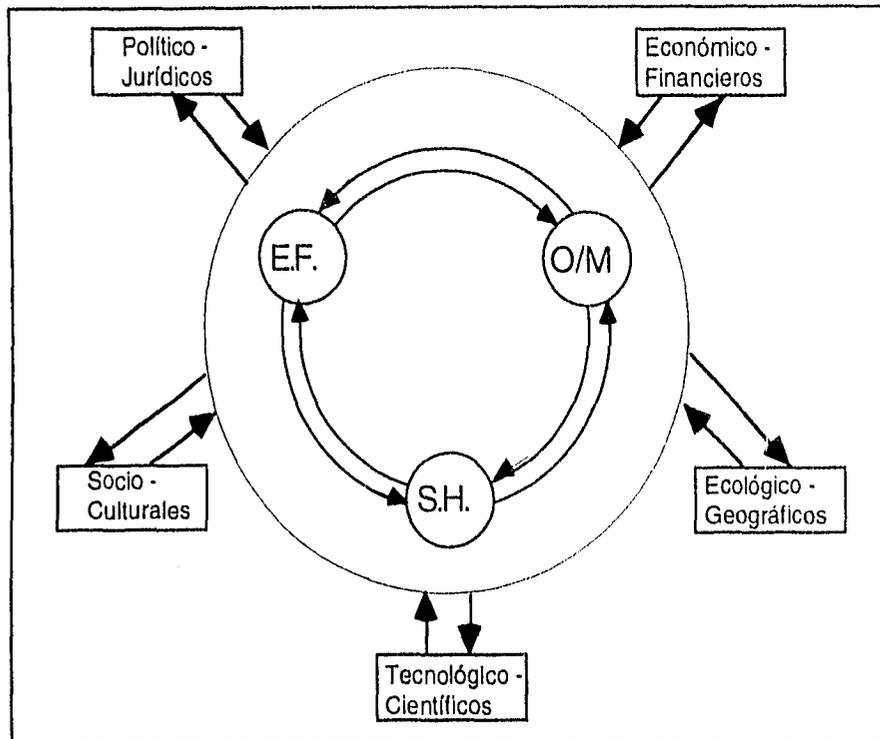


Figura 28: Relación entre el sistema ergonómico propuesto y los factores del entorno

Obsérvese que los factores del entorno afectan al sistema como totalidad, pero al mismo tiempo, el sistema incide sobre todos y cada uno de los factores del entorno.

Como hemos visto, el enfoque de sistemas es el eje central sobre el cual gira el nuevo planteamiento para comprender el campo de estudio de la ergonomía. Hasta donde logro ver, la fragmentación del conocimiento conduce a la incompreñsion de la metodología de sistemas, y mi intención es evitar que esto suceda en la presente propuesta.

Deseo mencionar en último término, la importancia que tiene el trabajo interdisciplinario. La estructura tradicional de la metodología y por supuesto, de la teoría del conocimiento

o epistemología⁸⁴ en donde se fundamentan los científicos, se ha preocupado por alcanzar mayor profundidad en sus diversos campos de estudio. Se cree que una ciencia, dentro de ciertos límites, alcanza mayor precisión experimental y técnica cuando es enfocada hacia la profundidad de los hechos. Pero la profundidad puede llegar a ser de tal magnitud que se pierde la perspectiva. La profundidad implica especialización y ésta tiende a fragmentar el conocimiento. Por lo anterior podemos deducir: a mayor profundidad menor perspectiva. Esta regla aparentemente ineludible puede ser enfrentada con el conocimiento interdisciplinario y el trabajo multidisciplinario, los cuales permiten un estudio profundo sin la pérdida de perspectiva.

8.2 Enfoques actuales sobre los factores que inciden en el sistema ergonómico

Es incuestionable que las preocupaciones de muchos investigadores contemporáneos en el área de la ergonomía cada vez se han ido extendiendo. Hasta el punto en donde las "nuevas" conexiones de la ergonomía con campos tan variados como la administración, la transferencia de tecnología, los estudios sociales, etc., sugieren la necesidad de ampliar o revalorar el objeto de estudio de dicha disciplina. La cobertura e incidencia de la ergonomía, de alguna manera ya ha sido ampliada por nociones como ergoma, macroergonomía y antropotecnología. Sin embargo, no sólo se puede seguir ampliando su campo de estudio, sino que también se debe ubicar claramente en relación a qué factor se están planteando las nuevas propuestas teórico-metodológicas.

Quiero mencionar y comentar algunas de las nuevas nociones que se han desarrollado alrededor de la ergonomía, pero sobre todo, buscaré ubicarlas con relación al esquema de los factores del entorno. Por último, señalo la necesidad de desarrollar otras nociones como por ejemplo la "ergoecología". La idea es llegar a tener una visión equitativa entre los cinco factores del entorno. Veamos caso por caso las nociones mencionadas.

Antropotecnología

La antropotecnología es un concepto desarrollado por el investigador francés Alain Wisner y su equipo de colaboradores del (CNAM) Conservatoire National des Arts et Métiers, a mediados de la década de los ochenta. Wisner dice:

Proponemos la expresión "antropotecnología" para designar el empleo simultáneo de las ciencias de la naturaleza y de la sociedad para acompañar lo mejor posible las transferencias de tecnología en los países en vías de desarrollo industrial.⁸⁵

84 La epistemología entendida como 'el buscar conocer un fenómeno en función de las ciencias'. Extracto del seminario de Axiología con Miguel Romero. O como 'la historia de la construcción de una disciplina' Extracto de seminario de semiótica con César González O.

85 El original se publicó en la revista *Technologies, ideologies, pratiques*, París, vol. 5, 1984, pp. 28 a 59. Wisner, A., *op. cit.*, p. 265.

Wisner inicia su estudio haciendo una distinción fundamental. Para él, una cosa es la noción de "países en vías de desarrollo" y otra es la noción de "países en vía de desarrollo industrial".

La primera cuestión que debemos discutir es la relativa al concepto de "países en vías de desarrollo industrial", que parece más conveniente utilizar en lugar de "países en desarrollo". La China, la India, Egipto, México, el Perú, son considerados países en desarrollo, pero poseen, sin embargo, civilizaciones mucho más antiguas que los de los países cuya industria domina el mundo.⁸⁶

A partir de esta distinción cuestiona los actuales modelos de desarrollo basados en la economía planificada y en donde lo que menos salta a la vista es un equilibrio entre naciones. Mientras unos se enriquecen más, otros, por el contrario no sólo se hacen más pobres, sino que realmente se llega a niveles donde la calidad de vida se refleja en la miseria.

Los países económicamente más pobres tienen dos opciones, o el desarrollo agrícola y artesanal o la "industrialización". Sin embargo, en el campo de la ergonomía, podemos encontrar esfuerzos en ambos sentidos, es decir, en la ergonomía de las actividades tradicionales y en la ergonomía de la transferencia de tecnología. Por lo menos en Latinoamérica está el ejemplo del laboratorio de diseño industrial de Brasil (directamente ligado con investigaciones ergonómicas), en donde se busca no sólo el llamado desarrollo autocentrado o autosustentable, sino también, la adecuada transferencia de tecnología.

Con relación a la ergonomía de las actividades tradicionales, Wisner nombra algunas de las investigaciones de ergónomos que trabajan en los países en vías de desarrollo industrial, por ejemplo:

Sen, (1984) que estudia la ergonomía del poussepousse (rickshaw, cochecito chino tirado por un hombre), de la pala, de la laya, de las canastas de las recolectoras de té, de las herramientas de los obreros del nácar, de los sombreros de los campesinos, del trabajo de acarreo.⁸⁷

Ahora bien, centrandó la revisión en relación con la ergonomía de la transferencia de tecnología, lo primero que se destaca es el indudable valor para poder establecer los parámetros más adecuados, los cuales deben ser indicados por el país receptor de la tecnología. Dichos parámetros no sólo son necesarios a nivel antropométrico y biomecánico, sino a nivel psicológico y sociocultural.

Si las industrias nacionales no toman en cuenta los parámetros de cómo se debe hacer la transferencia tecnológica, lo que obtendremos son fábricas con altas tasas de accidentes y enfermedades de trabajo. Más aún, se tendrá baja productividad, volúmenes reducidos de

86 *Ibid.*, p. 242.

87 *Ibid.*, p. 247.

producción, nula calidad de productos y por consiguiente bajos niveles de ventas. Esto implica en el sentido económico financiero, no sólo ningún tipo de ganancias, sino con certeza, grandes endeudamientos que terminarán haciendo fracasar la empresa.

Por otra parte, algunas de las grandes multinacionales quienes implantan sus empresas en los países en vías de desarrollo industrial hacen una transferencia tanto de maquinaria y equipo como de las formas de organización, hasta el punto de llegar a constituir verdaderas "islas antropotecnológicas" como les llama Wisner. En algunos casos las empresas que realizan este tipo de transferencia, pasan al extremo de crear incluso sus propios centros de vivienda, educación, y consumo de productos para los trabajadores y sus familias. El problema está en que realmente se produce una especie de aislamiento o separación del tipo de vida de sus compatriotas y el nuevo tipo de vida iniciado en la isla antropotecnológica. Para los trabajadores de estas "islas" terminan existiendo, por así decirlo, dos tipos de realidades con los consecuentes conflictos implicados en esta situación, como por ejemplo, cambio de los hábitos alimentarios (dieta establecida por la empresa versus dieta que obedece a las festividades o celebraciones nacionales).

En este momento es pertinente preguntar, ¿hasta que punto la transferencia de tecnología es además una transferencia cultural? ⁸⁸

La antropotecnología contempla las diferencias no sólo étnicas en el sentido antropométrico, biomecánico, capacidad de fuerza, de resistencia muscular, etc., sino además las diferencias lingüísticas. En este sentido, es común ver la carencia de traducciones y las pocas existentes son incompletas o mal realizadas. El adecuado conocimiento del idioma permite hacer correctas traducciones de los instructivos de manejo y seguridad de la maquinaria transferida. Un instructivo bien transferido evita que se presenten tanto incidentes como accidentes.

Otro aspecto tratado dentro de la antropotecnología es el olvido sobre los aspectos del mantenimiento de equipo. Al no considerarse este rubro, la transferencia de tecnología adquiere un carácter incompleto. Comúnmente los compradores vean el mantenimiento como algo irrelevante o secundario. Se piensa que con un poco de ingenio, con los mismos recursos de la empresa, se pueden adaptar o arreglar los dispositivos desgastados o dañados. Todo esto se traduce en una degradación, no sólo de los dispositivos (adaptados) sino de toda la maquinaria. Es más, en algunos casos, se le atribuye la responsabilidad de dicha degradación al inadecuado manejo del equipo por parte de los operarios.

Por otro lado, la tecnología que normalmente se transfiere es tecnología madura (máquinas de segunda mano). Estos equipos son prácticamente obsoletos, defectuosos y por lo tanto potencialmente más peligrosos, es decir, pueden generar con más facilidad

⁸⁸ Recordemos cómo esta pregunta no sólo es válida para los procesos de fabricación sino para el consumo de productos. El diseño y la ergonomía de los objetos también son "impactados".

incidentes y accidentes. En realidad, este tipo de maquinaria es improductiva, ineficiente y genera mayores grados de desechos o contaminantes.

Finalmente, las condiciones ecológico-geográficas y técnico-científicas del país receptor de la maquinaria son distintas a las del país vendedor. Existen por ejemplo, a nivel ecológico-geográfico, diferencias en el clima; el mayor grado de humedad y temperatura aceleran el proceso de corrosión. El mal estado de las carreteras acorta la vida de los sistemas de rodamiento, engranes y articulaciones (sistemas de transporte). A nivel técnico-científico encontramos las variaciones de la tensión eléctrica, las cuales provocan daños en los equipos electrónicos o en los sistemas automatizados.

En síntesis, la noción de antropotecnología puede ser ubicada en el esquema de los factores del entorno del sistema ergonómico, dentro del factor técnico-científico:

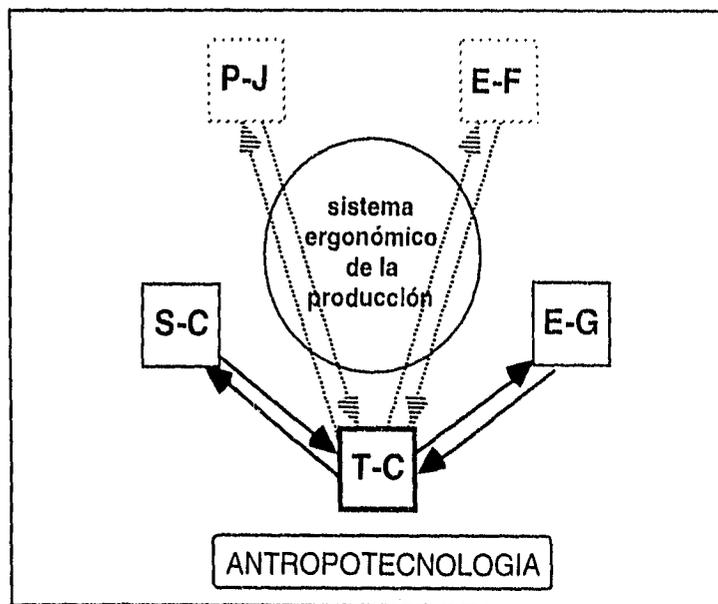


Figura 29: Antropotecnología dentro del esquema de los factores del entorno.

Como podemos ver, la noción de antropotecnología es muy completa. Wisner, aunque no sistemáticamente, de alguna manera plantea interacciones entre el factor técnico-científico y los otros cuatro factores del entorno. No obstante, hace más énfasis en los aspectos socioculturales y ecológico-geográficos.

Ergoma

El concepto "Ergoma" es una contribución del ergónomo japonés Masaharu Kumashiro en los años ochenta. La palabra tiene como base etimológica la unión entre la ergonomía y la administración (ergo-management)

Una de las principales dificultades que se presenta en el ejercicio profesional de los ergónomos es la incompatibilidad entre los objetivos empresariales y los objetivos del investigador. Son muchas las investigaciones en ergonomía a lo largo de cinco décadas pero son mínimas las aplicaciones en el sector industrial. Esta situación llevó a Kumashiro a preguntarse por qué no se hacían converger los intereses de los empresarios con los intereses de los ergónomos. La principal diferencia observada fue la actitud frente al costo laboral y la eficiencia salud-costo en relación con las ganancias. Kumashiro dice:

Si los ergónomos se pusieran en la posición de los gerentes corporativos y dueños y propusieran un plan para incrementar la productividad, esto permitiría establecer áreas claras de intervención, factores que harían más aceptable el plan [de los ergónomos].⁸⁹

La mayor preocupación del ergónomo es la salud del ser humano, en el sentido más amplio del término. Pero esta no debe ser incompatible con las preocupaciones de la administración, por ejemplo, el balance general de la empresa. La productividad puede ser comprendida sistemáticamente, como un equilibrio entre economía y salud. Por fortuna, en la década de los ochenta las preocupaciones teóricas encaminadas a un enfoque más global, permitieron el surgimiento de nuevos conceptos. Tal es el caso de la noción de macroergonomía propuesta por Hendrick en 1986, la cual tiene por objeto ubicar a la ergonomía dentro del diseño organizacional y administrativo. Sin embargo, aunque la noción está propuesta en términos generales, no se han establecido aún las suficientes herramientas o técnicas que nos permitan abordar problemas concretos. En esta labor se encuentran algunos investigadores preocupados por la participación de la ergonomía desde la planificación de la empresa. Ya no es suficiente con la intervención correctiva, ahora se hace necesaria la intervención **preventiva** de la ergonomía.

En este sentido, ergoma es un planteamiento que establece un acercamiento con la administración, más exactamente a nivel de la planificación. La noción de ergoma toma en cuenta los factores corporativos (políticas empresariales, objetivos, estrategias, presupuestos, etc.) y los relaciona como variables interdependientes en el diseño de un sistema ergonómico.

Comparado con la macroergonomía, según Kumashiro, el acercamiento de ergoma tiene un objetivo más preciso. Aunque no se aportan técnicamente nuevos métodos, sí se establecen nuevas correlaciones al examinar como un todo la organización corporativa. Más aún, combina los tres elementos fundamentales de la mayoría de prácticas - preguntar / escuchar, observar y acercarse con el método científico. El acercamiento básico se apoya en la metodología usada en el campo de la ingeniería industrial. De acuerdo con cada problema que se desea estudiar, se eligen y aplican ciertas técnicas.

89 Kumashiro, M., et al. "An ergonomic approach to developing supporting equipment: focus on an assembly line where poor work postures are common". *Advances in industrial ergonomics and safety IV*. Londres, Taylor & Francis, 1992, pp. 527 - 534.

En síntesis, se busca establecer metas que serán fácilmente aceptadas por la corporación y ensamblar sistemáticamente métodos convencionales utilizados en la ergonomía desde diferentes puntos de vista. Además de todo esto, se realiza un trabajo más participativo, en donde todas las personas, de todos los niveles, colaboran en la consideración de problemas y soluciones relacionados con la empresa.

Los conceptos macroergonomía y ergoma pueden ser ubicados tanto en relación con los factores político-jurídicos, como en relación con los factores económico-financieros. No podemos afirmar que estas nociones graviten sólo en uno de estos factores. Por esta razón ergoma debe ser comprendido a partir de las interacciones entre estos dos factores:

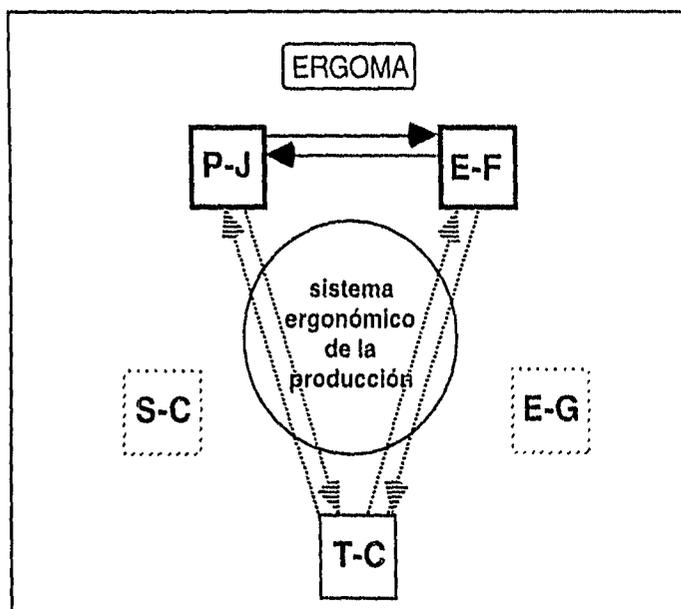


Figura 30: Ergoma dentro del esquema de los factores del entorno.

Factores humanos culturales

John Heskett es uno de los historiadores y teóricos ingleses más destacados en el área del diseño industrial. Actualmente imparte cátedra en la maestría en diseño de productos del Instituto Tecnológico de Illinois. Heskett ha estado desarrollando en los últimos años el concepto de factores humanos culturales, y actualmente lo está impartiendo como parte de su cátedra.

El hilo conductor del planteamiento es la "interpretación", por así decirlo, que tienen las personas según su cultura respecto a las funciones simbólicas y utilitarias de un objeto. Como veremos a lo largo de este comentario, la preocupación de Heskett se centra alrededor del diseño de productos y no toca en ningún momento lo que podríamos

llamar como el diseño de los procesos de fabricación. Sin embargo, su acercamiento a los factores culturales y el impacto en el producto es muy valioso.

Heskett señala cómo los factores humanos culturales son los más vagamente tratados, los menos definidos y por supuesto, los más elusivos, debido a que se relacionan con pautas de conducta regulados por un sistema de valores. Conuerdo con el autor respecto a lo elusivos, porque como seres generadores de cultura, estamos inmersos en ella. Nos cuesta tomar perspectiva para analizar cómo se demarca el uso (correcto o incorrecto) de un objeto en términos fisiológicos versus el uso del mismo objeto en términos culturales.

Algunos de los aspectos culturales más obvios que se pueden indicar son agrupados por Heskett en cinco grandes niveles: lenguaje y sentido, sensibilidad al contexto, imaginaria visual, mal cálculo cultural en el mercado previsto y destrucción de la identidad cultural.

Del gran número de ejemplos indicados por Heskett, sólo voy a mencionar aquellos que guardan más relación con lo que puede ser la implicación cultural en la ergonomía.

Iniciemos con uno de los ejemplos ubicados en la sensibilidad al contexto. Durante el gobierno de Margaret Thatcher se privatizaron las telecomunicaciones. La política de la empresa fue cambiar la imagen a través de la innovación de las casetas telefónicas.

Decidieron reemplazar la largamente establecida red de casetas telefónicas a lo largo del país por una nueva versión, compradas a una fábrica americana. Parecía que esto no llevaría a una crisis cultural. Sin embargo, las viejas casetas, construidas alrededor de 1936 habían asumido un papel de icono de identidad británica, usada ampliamente en estampillas y afiches de promoción turística. La propuesta provocó un reclamo público y una tremenda presión, que fue contestada con una arrogante respuesta por parte de la empresa telefónica. La empresa insistía que la nueva caseta era más barata y funcional.⁹⁰

En el nivel de mercados de proyección, el autor menciona como un enfoque acertado los lineamientos de Whirlpool al lanzar su "lavadora mundial", en contraposición a la falta de sensibilidad al contexto que tuvo Electrolux al lanzar un refrigerador para Europa basado en las condiciones del mercado norteamericano, el cual terminó en un rotundo fracaso.

En el nivel de mercados de proyección, Whirlpool evitó los problemas de Electrolux al introducir en 1992 una "lavadora mundial" liviana para la India, Brasil y México, diseñada para acomodarse a las diferentes capacidades de fabricación y condiciones de uso de cada país, como poder lavar saris (vestidura hindú) de 18 pies de largo sin que se enreden, y agregarle un ciclo de remojo para Brasil, para complacer una creencia local la cual indica que sólo pre-remojando se logra realmente una buena lavada.⁹¹

Desde mi perspectiva, el uso de los objetos, herramientas, máquinas, o cualquier otro artefacto hecho por el ser humano, de alguna manera, participa en el aprendizaje de pautas de conducta y en el proceso de identificación como grupo. Podemos tomar

90 Heskett, J., [Cultural human factors] (manuscrito inédito). Et subrayado es nuestro.

91 *Loc. cit.* Et subrayado es nuestro.

cualquier objeto como ejemplo. El empleo de cubiertos (cuchara, tenedor y cuchillo) está directamente asociado a los hábitos alimentarios de la cultura occidental, mientras los palillos chinos están -como su nombre lo indica- directamente asociados a la alimentación oriental. Claro está que la utilidad de estos objetos no es exclusivo de cada cultura. De hecho, el uso de cada uno de ellos se ha permeado en la otra cultura. Pero lo innegable es: quien los maneja (sea cubiertos o palillos) inmediatamente se adscribe a las formas de comportamiento cultural, por lo menos respecto al momento de comer.

Finalmente, considero que un objeto puede llegar a tener un profundo arraigo cultural, puesto la gente toda la vida ha concebido al objeto de esta forma y por lo tanto el uso correcto se deriva de ello. Dos ejemplos se pueden mencionar en este sentido, uno es la taza sanitaria y la otra es la silla ergonómica de Peter Opsvik ya mencionada en la introducción. En el diseño de la taza sanitaria no se tuvo en cuenta desde el principio cómo la disposición fisiológica más adecuada para la evacuación de excretas es de cuclillas. La razón es que en esta postura los músculos del abdomen pueden efectuar un mejor trabajo. Sin embargo, con el tiempo nos hemos acostumbrado a estar sentados para excretar, hasta el punto de pensar como correcta dicha posición, además la taza sanitaria está diseñada para usarse en dicha posición. Con el uso continuo se ha creado el hábito de evacuar sentados, pero, en principio, esto es una cuestión cultural que va en contra de la condición fisiológica.

Ubiquemos el planteamiento de Heskett dentro del esquema de factores del entorno:

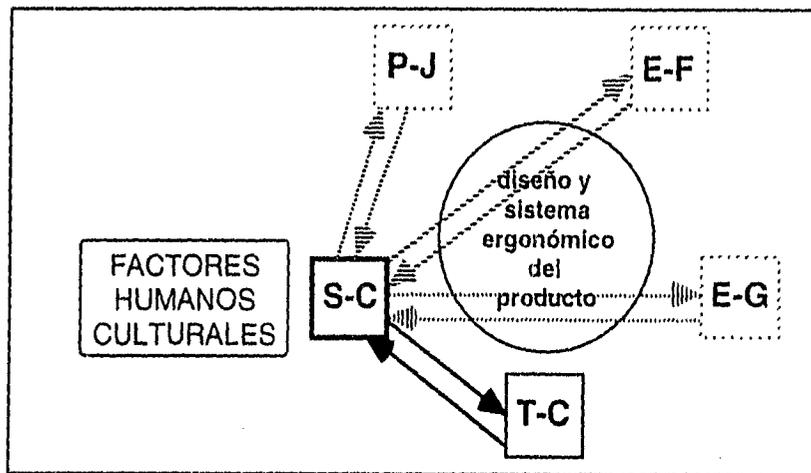


Figura 31: Factores humanos culturales dentro del esquema de los factores del entorno.

El trabajo de Heskett, aunque gira en torno de lo sociocultural, también establece relaciones con el factor técnico-científico. El énfasis se da en el diseño de objetos y cómo este es a su vez un instrumento de creación de cultura y un instrumento creado por y para la cultura. En toda la serie de ejemplos, como es el caso de la descripción del fracaso de

Eurodisney, también hace referencia a los factores ecológico-geográficos, económico-financieros y político-jurídicos. Tener en cuenta la cultura al diseñar un producto o instalar una fábrica nos ayuda a prever problemas de uso y de adaptación, lo que contribuye a obtener, entre otras cosas, una mayor productividad.

Ergoecología

Hasta donde yo conozco, ningún autor en el área de ergonomía ha tratado de establecer una conexión interdisciplinaria directa con el vasto campo de la ecología. Sin embargo, decidí incluir en este apartado algunos comentarios sobre lo que puede ser un nuevo campo de trabajo multidisciplinario.

Propongo la palabra **ergoecología**, para tratar de designar un campo interdisciplinario aún por desarrollar. La ergoecología podría marcar la frontera y a su vez implantar los vínculos de la ergonomía con la ecología. En este estadio de comprensión, se puede establecer lo pertinente al ergónomo y hasta que punto o grado es adecuado para él tener en cuenta los factores ecológico-geográficos.

Veamos pues, *a grosso modo*, algunas de las conexiones de este factor con relación a los demás. La idea es empezar a comprender cuáles pueden ser la cobertura y las implicaciones para el sistema ergonómico.

Hoy día, hablar de ecología puede tener diversas connotaciones. Por ejemplo, puede ser relacionado con un término simplemente de moda, con un alto impacto por el uso político y comercial. O también, por el contrario, puede indicarnos un trabajo serio y muy ligado a la metodología de sistemas. Muchas disciplinas han establecido vínculos sistémicos con la ecología. Mencionemos algunas de las nociones desarrolladas:

La "ecología profunda", que enlaza fundamentalmente lo ecológico con lo político y lo económico. Se señala cómo una de las causas de la actual crisis ambiental es haber comprendido la idea de progreso y desarrollo humano desligada de la naturaleza y de su indisoluble y dependiente vínculo con los recursos naturales. Ante esta crisis, el cambio planteado debe ser multidireccional, pero por sobretodo, ideológico, político y económico. Fritjof Capra marca claramente la incompreensión sistémica de los aspectos ecológicos.

La mayoría de economistas caen en el error de ignorar que la economía es simplemente un aspecto de una totalidad ecológica y social. Los economistas tienden a disociar la economía del contexto en que está inmersa y la describen con modelos extremadamente simplistas e irreales.⁹²

El autor describe la necesidad de una visión desde la economía en términos sistémicos, que permita restablecer el equilibrio entre las organizaciones sociales y los ecosistemas.

⁹² Capra, F., "El nuevo paradigma ecológico", en *Nueva conciencia*, nº 22, Barcelona, Integral editores, 1994, p. 29 - 31.

Se han hecho evidentes graves problemas como el adelgazamiento de la capa de ozono y el sobrecalentamiento de la tierra por el aumento de temperatura, debido principalmente al incremento de las concentraciones de gases contaminantes en la atmósfera. Más adelante el mismo autor menciona la llamada economía verde:

El enfoque sistémico proporciona a los economistas la perspectiva ecológica que tan urgentemente necesitan. Según este enfoque, la economía es un sistema vivo compuesto por seres humanos y organizaciones sociales en continua interacción con los ecosistemas ambientales de los que nuestras vidas dependen.⁹³

Otro autor francés, P. Dansereau, habla de la problemática ambiental como un problema de lo que han sido los enfoques económicos, en donde prevalece la idea de un estilo de desarrollo fundamentalmente monetario.

Enfrentar el problema ambiental verdadero implica una serie coordinada de acciones y situaciones. Estas van desde el cambio del *ethos* cultural imperante, expresado en "el hombre dominador de la naturaleza", por otro que podría más bien expresarse como "el hombre solidario con su planeta", hasta acciones concretas derivadas de un conocimiento más preciso del funcionamiento de los ciclos naturales y de su mejor coordinación con los sistemas económico-sociales que los hombres utilizan para su subsistencia.⁹⁴

El enfoque de este investigador implica, por supuesto, un trabajo interdisciplinario, puesto enmarca la influencia de múltiples variables, como es lo biológico, lo físico, lo económico, lo político y lo psicológico. Dansereau llega a establecer la importancia de crear nuevas leyes para el control del ambiente, así como la necesidad de desarrollar un plan para entrar en conciencia y hacernos responsables a todos y cada uno de nosotros sobre lo que implica el equilibrio ecológico.

Desde la perspectiva de las ciencias sociales se habla de la noción de ecosistema cultural, ecología social y, dentro de esta última, la de ecología de la vivienda. Estos enfoques plantean la idea de ver la sociedad como un sistema en relación simbiótica con los ecosistemas. Veamos la noción de ecosistema cultural.

El presente enfoque, el del ecosistema cultural (Díaz-Guerrero, 1979a, 1980, 1981), intenta ser interdisciplinario. Las medidas que se han desarrollado hasta ahora procuran hacer operativos aspectos psíquicos en analogía con los bióticos y aspectos apsiquicos en analogía con los abióticos. Además, los ha relacionado con elementos del desarrollo humano individual e intenta relacionarlos con la evolución de los sistemas sociales.⁹⁵

Por otra parte, C. E. Fabregat menciona los términos ecología social y ecología de la vivienda. Se refiere con ecología de la vivienda al estudio de los problemas que enfrentan los grupos sociales en los espacios físicos en donde se desenvuelven, es decir, en donde se dan las funciones socioculturales. El tipo de espacio de convivencia está determinado por los niveles de ingresos y por las ocupaciones dentro de la sociedad. Se tiende a establecer

93 *Idem.*

94 Dansereau, P., *Interioridad y medio ambiente*, México, Nueva imagen, 1981, p.10.

95 Díaz-Guerrero R., *El ecosistema sociocultural y la calidad de la vida*, México, Trillas, 1986, pp.10-11

una relación entre el estatus social y el área de habitación y recreación. En una misma ciudad podemos tener áreas delimitadas como suburbios, donde vive gente con altos ingresos económicos, y áreas definidas como tugurios, en donde sus habitantes apenas pueden sobrevivir por las malas condiciones de espacio, de ambiente y de servicios.

De acuerdo con esto, un carácter distintivo de la ecología social es el hecho de que los miembros de una sociedad, por estar organizados funcionalmente, tienden a manifestarse homogéneamente en el espacio. Por añadidura, este hecho nos advierte acerca de las formas de vida: 1) especialmente dadas; 2) socioeconómicamente condicionadas, y 3) culturalmente definidas.⁹⁶

Podríamos seguir enunciando no sólo más conceptos sino autores, pero el interés de lo anterior es mostrar cómo sí se pueden establecer conexiones entre disciplinas donde aparentemente no se guarda ninguna relación. Lo que pongo a consideración es algunos de los vínculos entre la ergonomía y la ecología. La ergonomía como campo que interviene en los procesos de fabricación y en el desarrollo de productos, no puede estar más comprometida y llamada a trabajar en la consecución de un equilibrio entre los sistemas de producción, los sistemas sociales y los ecosistemas. Así pues, mejorar un sistema ergonómico, desde el punto de vista ecológico, debe ser hacerlo eficiente en dos sentidos:

- controlar, orientar y racionalizar tanto los insumos, materias primas y materiales que participan en la fabricación de un producto (me refiero al diseño de las tareas el cual debe contemplar la secuencia de acciones más eficiente) y
- controlar, orientar y racionalizar las salidas de productos con calidad (evitar rechazos de partes y productos terminados) y disminuir, hasta donde sea posible, los desechos y desperdicios.

Veamos rápidamente lo anterior con un ejemplo. El desperdicio de material en un puesto de trabajo en donde se troquelan partes plásticas (piñones) puede tener varias causas. Una de ellas podría ser un mal diseño del patrón que se repite sobre la lámina, cuya corrección sería del campo de trabajo de un ingeniero o un diseñador. Ahora bien, puede darse la situación en donde el desperdicio de material en el troquelado sea debido a un erróneo uso de la máquina, ya sea por una inadecuada ejecución de la tarea o por malas condiciones del puesto de trabajo. Cuando el problema es lo inadecuado de la ejecución, es importante distinguir si se debe a una incorrecta e insuficiente inducción o bien a un errado establecimiento de la secuencia de acciones. En el primer caso la solución del problema es de la competencia directa del área de recursos humanos, mientras en el establecimiento acertado de la secuencia de acciones la participación del ergónomo puede ser de suma utilidad. Por último, si el desperdicio de material es provocado por un mal diseño del puesto de trabajo, (condiciones inadecuadas a nivel antropométrico, de luminosidad, de visibilidad, etc.) es evidente cómo la ergonomía es la que puede

⁹⁶ Fabregat, C. E., *Antropología industrial*, Barcelona, Anthropos, 1984, p. 359.

contribuir significativamente a reducir el desperdicio de material, y por ende el impacto ecológico implicado.

Considero que es responsabilidad del ergónomo participar en la creación de normas sobre condiciones ambientales en los sitios de trabajo, así como en la consecución de políticas y programas de recuperación de la calidad del ambiente, por ejemplo en los programas de reciclaje y recuperación de basuras, podría colaborar en la adecuación de las condiciones y los puestos de trabajo.

Con base a lo anterior, podemos ubicar la ergoecología dentro del esquema de los factores del entorno de la siguiente forma:

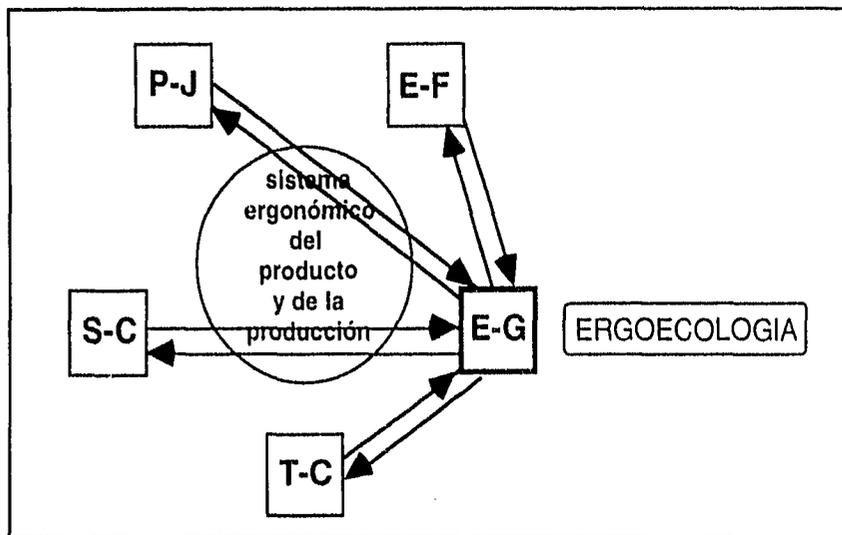


Figura 32: Ergoecología dentro del esquema de los factores del entorno.

Por último, quiero enfatizar cómo uno de los problemas que está ocasionando el actual desequilibrio ecológico es la incomprensión del enfoque sistémico.

Un grupo de expertos del PNUMA [programa de las naciones unidas para el medio ambiente], trabajando sobre el concepto de ecodesarrollo propuesto por M. Strong en 1973, advirtió que en la nueva dimensión que adquiriría el desarrollo por la inclusión de la variable ambiental, o por su propia confusión con el ambiente, había tendencias ideológicas que iban desde el "enfoque utópico -anárquico- humanista" hasta las del "desarrollo económico iluminado por la ecología". Era por lo tanto necesario efectuar una profundización teórica en el concepto de ecodesarrollo.⁹⁷

Desafortunadamente la política y la economía internacional son quienes marcan y condicionan los aspectos ecológicos. Por ejemplo, el hecho de continuar con el uso de

⁹⁷ Vidari, D., *Filosofía ambiental*, Bogotá, nueva américa. 1986, p. 525.

energéticos con base en combustibles fósiles es una cuestión de orden política y de poder económico. A pesar de conocer claramente las consecuencias del uso de estos materiales, no son considerados una prioridad política. Se sigue usando este tipo de energéticos prácticamente de forma indiscriminada, a pesar de la existencia de tecnologías alternas. Si bien es cierto que dichas tecnologías aún no son ni rentables ni eficientes (en términos de rendimiento energético), también lo es el hecho de que no se está invirtiendo lo suficiente en investigación para bajar costos y aumentar el rendimiento. Desde mi forma de ver la problemática, y siendo optimista, este esquema jerárquico predominante (en donde lo político-económico está por sobre todo) tiende a ser reemplazado por uno con mayor equidad entre los diversos factores. Sin embargo, el denominado "otro desarrollo" o ecodesarrollo implica cambios de orden estructural / sistémico.

Esta fórmula, según sus autores, contiene en síntesis una respuesta a los requerimientos sociales, económicos, ecológicos y culturales que hasta ahora no han sido atendidos por las modalidades de desarrollo propuestas y/o puestas en práctica hasta la fecha. Sin embargo -y aquí la consideración de la *Realpolitik*, ausente en otros documentos, aparece en forma implícita-, debe reconocerse que para lograr este nuevo desarrollo, o quizá el verdadero desarrollo, será imprescindible ejecutar drásticas modificaciones en las esferas de la organización de las actividades sociales, económicas, políticas y educativas imperantes en las formas de hacer y pensar de la sociedad, además de poner en marcha otras escalas de valores en la relación hombre-naturaleza.⁹⁸

8.3 Consideraciones generales alrededor del factor sociocultural

En este apartado quiero mencionar algunas de las reflexiones referentes a los factores socioculturales en relación con la ergonomía. El análisis de hasta qué punto le compete a la ergonomía estudiar o por lo menos comprender y tener en cuenta dichos factores es un asunto que se sale de esta discusión. Considero que la pertinencia o no de estos factores debe ser ampliamente debatida entre los ergónomos en diversos espacios como foros, mesas redondas, simposios, etc. Sin embargo, desde mi perspectiva, no hay lugar a dudas acerca de la importancia para la ergonomía de tal preocupación.

Lo primero que debemos mencionar es: el ser humano es un ser **biosocial** y **biosimbólico**. Con esto lo quiero afirmar es como por un lado, confluyen y se afectan mutuamente los aspectos biológicos con los aspectos sociales y, por el otro, se entrelazan los aspectos biológicos con los aspectos de significación cultural. El ser humano no puede entenderse aisladamente, pues interactúa y convive dentro de un grupo social. Las relaciones sociales son esenciales para la subsistencia y el adecuado desarrollo humano.

Si aceptamos que todos los seres humanos somos seres sociales, entonces debemos aceptar también que cada individuo es identificado por pertenecer a una determinada **cultura**.⁹⁹ A decir verdad, cada cultura genera sus propias reglas de comportamiento y

98 *Loc. cit.*

99 Se debe entender cultura como el "conjunto de pautas de significado, incorporadas en formas simbólicas - esto es, en acciones significativas, objetos y expresiones de variado tipo- en relación con contextos y procesos históricamente específicos y socialmente estructurados, en virtud de los cuales dichas formas

valoración las cuales sirven de base para determinar las creencias y la serie de significaciones e interpretaciones de la "realidad". Las normas y valores construidos, ayudan a conformar lo que se denomina como identidad, pues marcan la pauta sobre cómo ver y entender el mundo. Cada individuo está educado y formado dentro de una determinada concepción del mundo (esto implica una ubicación espacio - temporal concreta). Si en determinadas circunstancias un individuo se llega a cambiar de cultura, en el sentido de ir a vivir con otro grupo social, i.e., un cambio de región o de país, se puede producir un choque de valores. Esta confrontación se establece por el desacuerdo entre la concepción de la realidad dada por su cultura y la concepción de la realidad de la cultura a donde pasó a vivir. Debido al conflicto de valores ocurren dos cosas: primero, una crisis psicológica, esto es, se pone en tela de juicio la objetividad y la significación de lo que era "su mundo" antes de ser consciente de las nuevas vivencias. Y segundo, una adaptación o un cambio a las nuevas circunstancias, es decir, un reajuste del sistema de reglas y valores.

Para el funcionamiento y progreso de una cultura es necesario un acuerdo social sobre la concepción del mundo, es decir, un consenso sobre el significado de la "realidad" para determinada comunidad. Por lo tanto, si comprendemos que dicha significación y visión del mundo es tal y como la estructuró nuestra cultura, podemos afirmar que los problemas ergonómicos relacionados con el factor sociocultural pueden ser abordados desde las diversas **significaciones sociales** estructuradas para cada cultura. Por lo anterior planteo la posibilidad de estudiar como parte de la ergonomía la conducta social, el proceso de semiosis y los demás componentes culturales. Recordemos, por ejemplo, cómo la comunicación y socialización están mutuamente ligados con la evolución cultural del ser humano. Si comprendemos *a priori* la visión del mundo manejada por determinado grupo social, por una parte, podremos definir con claridad los conceptos técnicos que van a ser evaluados y, por otra parte, lograremos establecer los criterios de investigación y aplicación de los factores humanos más adecuados a dicha visión del mundo. Esta comprensión es básicamente el estudio de cómo aprendemos a estructurar nuestros conceptos. Observemos la siguiente cita relacionada con el aprendizaje de conceptos.

El niño que transfiere la palabra mamá de todos los humanos a todas las mujeres, y más tarde, a su madre, no está aprendiendo sólo qué significa mamá o quién es su madre. Simultáneamente aprende algunas de las diferencias entre varones y hembras, así como también algo sobre el modo como todas las hembras, excepto una, se comportan o pueden comportarse con él. Sus reacciones, esperanzas y creencias -en realidad, gran parte del mundo que percibe- cambia consecuentemente.¹⁰⁰

Con este planteamiento Kuhn muestra cómo se estructuran los conceptos socialmente, o lo que es igual, la forma de adquirir el conocimiento y la manera cómo se marcan las

simbólicas son producidas, transmitidas y recibidas". Definición de J.B. Thomson reformulada por Gilberto Giménez [La teoría y el análisis de la cultura: problemas teóricos y metodológicos] (manuscrito inédito).

100 Kuhn, T. S., *La estructura de las revoluciones científicas*, México, FCE, 1978, p. 201.

características de cada cultura. Éste debe ser uno de los puntos de partida para establecer y definir con claridad los conceptos a ser evaluados en el sentido social.

Los seres humanos tenemos determinadas vivencias, experiencias y en general una serie de aprendizajes familiares y sociales los cuales se van conformando en el transcurso de la vida de manera compleja hasta conformar las 'significaciones sociales'. Sin embargo, se puede dar el caso en donde los avances tecnológicos tomen por sorpresa a muchos individuos. No es extraño ver que muchas personas mayores no se atreven a usar objetos como la video, una computadora, etc. Se podría continuar con una lista interminable si tenemos presente también el estrato social, el lugar de origen, o cualquier otra variable de tipo sociocultural. Es más, muchas veces la innovación se convierte en un elemento negativo, impertinente y en algunos casos incluso se toma como una agresión a los códigos de comportamiento cultural.

El estudio de la actividad o comportamiento humano dentro del sistema ergonómico y en relación con la productividad, no sólo obedece a factores fisiológicos, biomecánicos o antropométricos. También hace referencia a otros aspectos o variables circunstanciales, es decir, dependen de las características culturales del grupo que conforma el sistema. Como variables del factor sociocultural podemos mencionar entre otras:

a) La satisfacción sentida en el trabajo efectuado; b) el ritmo impuesto en la producción; c) la ambición profesional que se posea; d) la monotonía o, por el contrario, la estimulación que perciba el individuo en su labor; e) las aptitudes que tenga para la actividad; f) el sentido de cooperación o resistencia a la sociabilidad que haya desarrollado; g) la confianza que sea capaz de promover en sus relaciones de trabajo (...)¹⁰¹

Ahora bien, es evidente cómo cada cultura de acuerdo con su contexto genera unas normas, creencias y valores que forman la manera de ver el mundo. Se crean unas bases de significación social más o menos estables y perdurables. En otras palabras, podemos afirmar que la visión del mundo de cada grupo social está fundamentada en significaciones construidas socialmente por los individuos. Por tal razón es relativa y cambiante de una cultura a otra. Los individuos pertenecientes a un mismo grupo social, al compartir sus hábitos, costumbres, valores, idioma, etc., -en síntesis una misma cultura- establecen pautas de comportamiento similares para enfrentarse a determinada situación.

Tomemos el ejemplo de las relaciones jerárquicas a nivel laboral entre la cultura oriental y la cultura occidental. En principio, el respeto por la autoridad es más marcado en la cultura oriental en relación con la occidental. Hasta donde logro ver, en Latinoamérica, el sentido de identificación o de pertenencia es más de tipo horizontal, es decir, se establecen más lazos sociales entre los mismos rangos o jerarquías estipulados dentro del gremio. O sea que comparten independientemente obreros con obreros, directivos con directivos, etc. En cambio, en Japón, las personas se sienten más identificadas con la propia empresa y por lo tanto se puede dar la situación en donde comparten socialmente

¹⁰¹ Fabregat, C. E., *op. cit.*, p. 20.

el obrero y los mandos medios. La solidaridad empresarial y el sentido de pertenencia, han permitido en las empresas japonesas con problemas financieros plantear políticas de austeridad, -como lo es trabajar un día sin goce de salario- que logran o contribuyen a la recuperación económica y por supuesto a su solidez financiera.

Como se dijo inicialmente, no podemos desligar (en el sentido de que interactúan) lo biológico y/o fisiológico de lo sociocultural, pues el ser humano es un ser biosocial. Por poner un ejemplo, las características antropométricas y biomecánicas se afectan por variables de tipo sociocultural. Stephen Pheasant en su libro "Bodyspace"¹⁰² dedica el capítulo tres a las diferencias humanas, las cuales pueden darse a nivel biológico debido principalmente a las condiciones de vida social entre diferentes grupos humanos. Los estilos de vida se convierten en variables llegando incluso a afectar y diferenciar las mediciones antropométricas. Entre las variables biológicas están: el sexo, la edad, la raza y los períodos de tiempo (evolución y desarrollo) y entre las variables socioculturales están: el grupo étnico, el lugar geográfico (ambiente), la clase social, el tipo de alimentación - nutrición y el tipo de ocupación o estilo de vida. Esta clasificación es meramente operativa pues realmente muchas de las enumeradas entran en juego en constante interacción. Es evidente que no se pueden separar o aislar, por ejemplo, las proporciones de los segmentos del cuerpo o de las extremidades. Estas medidas están condicionadas simultáneamente por la edad, el sexo, el crecimiento y desarrollo o por variables biosociales como la raza o el origen étnico. Veamos pues algunas de las variables:

- El sexo es la variación y la distinción biológica más básica (hombres - mujeres). En general la mujer es un 7% más baja respecto al hombre, claro está que estas variaciones en las mediciones según la diferencia de sexo es sólo comparando con determinantes del mismo tipo. Esto significa que, por ejemplo, no se pueden comparar grupos de diferente raza aunque el sexo sea el mismo. Se han realizado estudios donde se marcan grandes diferencias antropométricas entre europeas, indias americanas y africanas.
- Con las diferencias étnicas queda demostrado lo inadecuado de utilizar las tablas antropométricas extranjeras, incluso cualquier tipo de ajuste puede generar datos erróneos. Pheasant presenta varias tablas de estudios antropométricos de diferentes lugares y de diferentes grupos étnicos y socioculturales, i.e., en adultos británicos, norteamericanos, franceses, alemanes, suecos, suizos, japoneses, polacos, chinos (Hong Kong), e hindúes. Se pueden analizar comparativamente cómo cambian no sólo las dimensiones generales sino los diferentes segmentos corporales. Existe una interacción entre la base genética y las costumbres socioculturales, es decir, el ambiente, el tipo de alimentación, el tipo de actividades y otras variables conformadoras del tipo de constitución física. No está por demás recalcar que la

¹⁰² Pheasant, S., *Bodyspace - anthropometry, ergonomics and design*, Londres, Taylor & Francis, 1988, pp. 42 - 66.

carencia de datos antropométricos de los países latinoamericanos es preocupante pues, de entrada, es un problema para la planeación o adecuación de puestos de trabajo.¹⁰³ Las diferentes razas tienen diferentes estructuras óseocorporales, no es lo mismo un negro, un caucásico, un mongol, o un japonés a un latinoamericano.

- En el crecimiento y desarrollo, las dimensiones corporales se ven afectadas según el tipo de dieta, el grado de nutrición proporcionada por ésta, el lugar geográfico, el clima y el ambiente en general. Se podría indicar que el crecimiento humano se produce desde la fecundación, y dentro del vientre materno el desarrollo y crecimientos son relativamente acelerados. En nueve meses pasa de ser microscópico hasta alcanzar longitudes de cincuenta centímetros en promedio. Conforme transcurre la edad, el crecimiento varía respecto a la relación de sus segmentos y extremidades. Finalmente, el mayor crecimiento se da hasta llegar más o menos a los dieciocho años.

Tomemos ahora un ejemplo para referir algunos de los puntos hasta aquí tratados. En Latinoamérica es muy frecuente la coexistencia de varias culturas dentro de un mismo país. Esta convivencia pluricultural complica no sólo el hecho de buscar un significado de identidad común, sino que también se refleja en cualquier ámbito técnico-productivo. Cada grupo estructura su vida y su forma de ver el mundo de acuerdo con las costumbres, los hábitos y las creencias. Tal es el caso de los indígenas del altiplano de Guatemala quienes conciben el espacio, la distribución y el manejo de una manera muy distinta a la nuestra, enmarcada dentro de un sentido occidental. Está, por ejemplo, la casa, como un solo espacio, sin ningún tipo de divisiones internas. No hay una separación física (paredes) de las actividades realizadas, i.e., comer, dormir, platicar. Todas estas actividades se delimitan más que por espacios, por tiempos y actitudes de la familia. La nuclearización y cohesión familiar es más evidente respecto de la visión occidental.

Lo anterior implica una reflexión sobre la razón por la cual es importante una visión más amplia de los 'factores humanos' en Latinoamérica. Esta visión se debe deducir de la complejidad de la situación social y de las diversidades culturales existentes en nuestros países. Una nueva perspectiva de los 'factores humanos' debe contemplar todos los elementos que actualmente son objeto del estudio tradicional de la ergonomía. Pero de igual manera, dentro de un concepto balanceado y holístico es necesario tener presente las diversidades anteriormente mencionadas, entendidas como las diferencias en las concepciones del mundo, i.e., sus hábitos, valores y costumbres.

¹⁰³ En México, David Sánchez M. realizó un estudio antropométrico de conductores para Diesel Nacional. En este estudio se tomaron 37 medidas a 75 conductores de autobuses de pasajeros pertenecientes a la Ruta 100. La tabla antropométrica obtenida es actualmente utilizada no sólo para el diseño de vehículos mexicanos para mexicanos, sino muchos estudiantes de diseño la utilizan como base para el diseño de otros objetos / puestos de trabajo. Esto pone en evidencia la necesidad de contar en el campo del diseño y la ingeniería, con estudios de este tipo en otros grupos poblacionales.

¿Pero sólo hay un visión del mundo correcta? Particularmente pienso que cada postura, cada forma de ver y entender el mundo es igualmente válida. Lo importante es "comprenderla" cabalmente para poder establecer con coherencia el sistema ergonómico y sus diversas interacciones. Por otra parte, dos culturas, en un mismo momento pueden tener una visión muy distinta de lo que es por ejemplo la noción de comodidad. En estas condiciones podemos realizar un análisis sincrónico¹⁰⁴, es decir, un análisis atemporal, en donde se tenga en cuenta la coexistencia de dos formas de ver el mundo en relación con una misma situación. Por seguir el ejemplo, dos culturas contemporáneas con distintas nociones de comodidad. Pero también, por otra parte, podemos realizar un análisis diacrónico, esto es, de los sucesos, de las evoluciones, del transecurso a lo largo del tiempo de los hechos históricos. El análisis diacrónico nos ayuda a comprender cómo una cultura, de acuerdo con su desarrollo, ha ido modificando el concepto de comodidad.

Es muy importante saber aplicar diversos métodos de organización de la 'investigación ergonómica' según las finalidades que se desean conseguir. Debemos tener en mente que la forma como organizamos el mundo es hasta cierto punto flexible o adaptable. No debemos olvidar: lo "real" para nosotros es lo que hemos construido y acordado en comunidad. Lo real no es algo individual o privado a nuestras vivencias, es el producto de una interacción sistémica del ser humano con el mundo -junto con las prácticas sociales.

Lo que pongo a consideración ahora es el uso de los conocimientos teóricos de la etología humana y de la proxémica, en relación al estudio del sistema ergonómico. Más exactamente, la aplicación de las nociones desarrolladas en estos campos, las cuales nos permiten establecer las variables que se relacionan con el factor socio-cultural. La proxémica, en particular, nos puede dar varios argumentos y elementos teóricos para nuestro campo de estudio -la ergonomía. Veamos pues algunos de ellos:

La proxémica¹⁰⁵ se refiere al estudio de las interrelaciones que los seres vivos (en especial el ser humano) hacen respecto al espacio, tanto en el sentido biológico, como en el sentido socio-cultural. Por tal razón, la concepción del espacio personal y social depende de una base biológica pero se modifica por la cultura.

La proxémica está poniendo en tela de juicio la creencia de que dos seres humanos, sin importar su cultura, enfrentados a una misma 'experiencia' comprenden del mismo modo [el mundo que les rodea].¹⁰⁶

Esto significa cómo la cultura hace que tengamos determinada forma de concebir el mundo y por lo tanto diferentes maneras de relacionarnos con él. Los fenómenos o las

104 Estas nociones se estudiaron en el seminario de semiótica del posgrado en diseño industrial de la UNAM, con César González. La referencia dice: "Es sincrónico todo lo referido al aspecto estático de nuestra ciencia, y diacrónico todo lo relacionado con las evoluciones." Saussure, F., de., *Curso de lingüística general*, 5a. ed., México, Fontanara, 1992, p. 121.

105 Hall acuñó el término proxémica como: observaciones y teorías interrelacionadas con el uso que el ser humano hace del espacio; las relaciones de distancia son una elaboración especializada de la cultura.

106 Hall, E. T., *La dimensión oculta*, 14a. ed., México, Siglo XXI, 1991, p. 7.

experiencias vividas pasan a través de "filtros" por así llamarles, los cuales pueden ser por ejemplo, las significaciones sociales o el aparato simbólico normado culturalmente. Por lo tanto, la experiencia no es única, ni constante, ni estable para todos los seres humanos. El lenguaje¹⁰⁷ es, junto con el aparato biológico (sensorio-perceptual) quien determina la forma de ver el mundo.

Para la concepción del espacio, se crea una interacción entre la "visión" y el conocimiento que el individuo tiene de su cuerpo, esto es, la ubicación espacio temporal. A esto Hall lo denomina como *actitud cenestésica*, la cual define el espacio personal y social más adecuado para llevar a cabo determinada actividad. La actitud cenestésica es la base de la proxémica, en el sentido de que con ella se puede llegar a entender el empleo hecho por el ser humano del espacio, en común acuerdo con la cultura a la que pertenece.

Hall también define el término *adumbrativo* como el punto en el cual se percibe un determinado cambio de conducta. Dicho termino se refiere al conocimiento previo que tienen los seres humanos con el objeto de evitar conflicto o agresión. Es un tipo de pre-concepción de la conducta del 'otro', que permanece implícito dentro del grupo al cual pertenece el individuo. Esta noción tiene relación con el proceso de significación cultural, en donde, al no tener unidad o coherencia para dos individuos, puede producir falta de entendimiento o comunicación, como por ejemplo en individuos con diferente cultura.

Finalmente, podemos considerar con base en el esquema de los factores del entorno, algunas otras observaciones para cada uno de los otro cuatro factores.

¹⁰⁷ Entendido como una facultad humana, como la capacidad de simbolizar, de poder producir y usar sistemas de signos. Se ha demostrado cómo el lenguaje es un elemento básico en la formación del pensamiento, por ejemplo Paul Watzlawick plantea cómo la forma de estructurar las ideas en determinado idioma hacen prácticamente imposible la existencia de una traducción correcta, especialmente si las raíces de los idiomas distan. Por ejemplo, al traducir del alemán al español se requieren de muchos ajustes u omisiones, se asume que muchas palabras no pueden tener traducción literal, y otras por fuerza hacen correr el peligro de distorsionar el sentido de la idea. (Ver Watzlawick et al., *La realidad inventada*, Barcelona, Gedisa, 1990.) Por su parte Hall afirma: "como dos lenguas suelen programar la misma clase de sucesos de modo totalmente diferente, ninguna creencia podría considerarse disociada del lenguaje." Pienso que estas diferencias lingüísticas y culturales en la forma de estructurar la 'realidad' dan origen a múltiples conflictos, por tal razón la ergonomía debe de incluir esto dentro de su objeto de estudio.

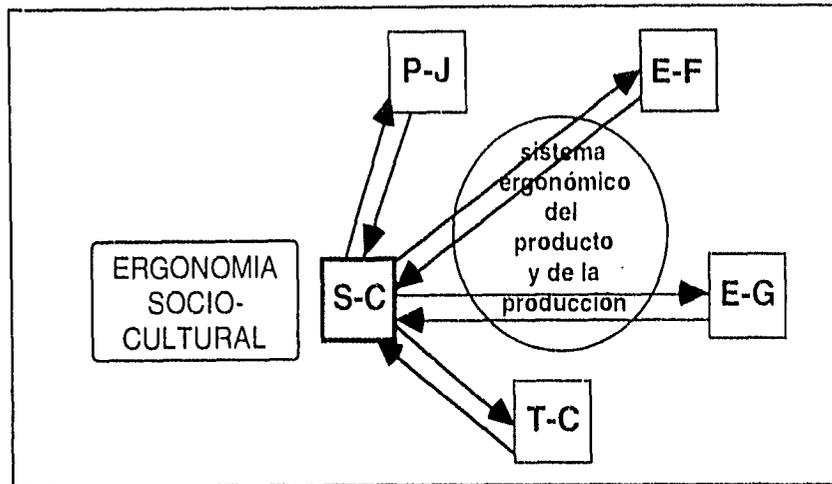


Figura 33: Ergonomía sociocultural dentro del esquema de los factores del entorno.

El planteamiento que hace John Heskett se refiere fundamentalmente a las implicaciones de la cultura y el uso de productos, mas no toma en cuenta los aspectos de producción. En este sentido, sé ya de algunos ergónomos quienes empiezan a establecer conceptos como lo es el trabajo realizado por Olga Lazcano de la Universidad de las Américas, quien ha establecido una serie de consideraciones en relación con la antropología aplicada a la industria. Esta investigadora establece cinco aspectos: la concepción del trabajador sobre el centro de trabajo, las relaciones de jerarquía, las relaciones de género, la identificación del proceso de trabajo y su ubicación en éste, y, por último, la identificación con el producto que se está fabricando.

En relación con las interacciones entre lo sociocultural y lo político-jurídico, cabe hacer notar cómo en México existe un gran vacío en lo que se refiere a leyes y normas sobre las condiciones de trabajo en términos ergonómicos. Por ejemplo, no existe ningún tipo de legislación, ni siquiera a nivel de recomendación, de los problemas derivados por malas posturas o técnicas de levantamiento de cargas. Las lumbalgias no son consideradas enfermedades de trabajo. Además, los reglamentos ahora transformados en normas sobre seguridad e higiene industrial los cuales están basados en los reglamentos norteamericanos, no son "ajustados" a las condiciones mexicanas. A pesar de ser publicados en el diario oficial las normas y los reglamentos que se desean reformular, prácticamente no se recibe ningún tipo de sugerencia por parte del público o de los profesionales especializados. A todo esto se suma, por un lado, la incomprensión del reglamento o de las normas, y por otro lado, una inadecuada metodología de evaluación sobre los criterios ergonómicos, debido a la poca preparación y actualización de los inspectores, técnicos y profesionales encargados de practicar dichas evaluaciones.

Se suma también a todo esto, los altos niveles de corrupción: se evita el pago de multas "arreglando" con los supervisores, y se opta por continuar con las malas condiciones de

trabajo. Además, cabe agregar la inconsciencia y el desconocimiento de los factores ergonómicos, tanto del empresario, de los responsables de la inspección y supervisión, así como de los mismos trabajadores. Por ejemplo, los trabajadores tienden a no obedecer las normas y las disposiciones sobre seguridad, debido a que no se implementan adecuados mecanismos de comunicación de riesgos y condiciones de seguridad.

Desde otro punto de vista, la inconsciencia de la importancia política en relación con las normas internacionales hace que muy pocos acuerdos y tratados se suscriban con organismos como la OIT encargados de velar por la salud de los trabajadores.

En cuanto a los productos de consumo, el común de las personas tiende a subvalorar sus derechos como consumidor. Pocos son quienes conocen las funciones de la Procuraduría Federal del Consumidor (Profeco). Como resultado de este desconocimiento se tiene una baja exigencia de calidad en lo que se refiere a los productos y la maquinaria. Por el contrario, en otros países como los Estados Unidos de Norteamérica, incluso se llega a exageraciones y abusos, pues constantemente se están presentando más y más demandas sobre lesiones, daños y perjuicios causados por el mal diseño de productos.

De todo lo anterior se deduce que una falta educación, tanto de la gente en general como de los trabajadores, empresarios y políticos, impide la toma de conciencia para establecer adecuadas políticas respecto a las condiciones de trabajo y la calidad de los productos.

En las relaciones con el factor económico-financiero, en México la crisis económica ha repercutido notablemente en todo el sector productivo. Los bajos salarios producen bajos rendimientos y, al mismo tiempo, generan desmotivación e insatisfacciones en el desempeño laboral. Pero también, el alto índice de desempleo aumenta la demanda, lo que termina siendo un elemento de presión para los trabajadores quienes tratan de mantener el empleo a como dé lugar.

Por otra parte, los altos niveles de endeudamiento a los que están sometidas las empresas, frenan la inversión planeada (si en algún momento fue planeada) con relación a cambios de maquinaria, reajustes en líneas o sistemas de producción, asesorías o consultorías para adecuar puestos de trabajo, etc. La presión económica también establece menores ritmos de producción, o peor aún, ajustes en las jornadas de trabajo, paros técnicos o reducción de personal y aumento en las horas de trabajo de quienes se mantienen empleados. Todos estos cambios de condiciones generados por el factor económico-financiero, producen más tensión, más agresión, y por supuesto, menos eficiencia y productividad dentro de las empresas.

Respecto al factor ecológico-geográfico, es indudable el deterioro de la salud y por consiguiente la baja del rendimiento humano debido a los altos índices de contaminación registradas en lugares como la ciudad de México¹⁰⁸. La calidad del aire ya no es un

108 " (...) Hoy, las consecuencias de la contaminación ambiental del aire, agua y suelo no es posible ignorarlas. Por ejemplo, el deterioro de la salud en general, como el caso de los niños que al nacer tienen plomo en su

asunto que se pueda ver aisladamente, el aire es una condición ambiental compartida por todos independientemente de los tipos y lugares de trabajo.

en algunas zonas de México el deterioro ambiental ya es irreversible particularmente, la contaminación del aire en la ciudad de México y su área metropolitana es crítica, verificado especialmente por el hecho que la concentración de ozono rebasa hasta el doble o triple los límites de la Organización Mundial de la Salud (0, 11 partes por millón una hora por año) en más de 200 días por muchas horas, sólo en noviembre 1988 en 25 días con un promedio de 4 horas.¹⁰⁹

Desde otra perspectiva, los desechos industriales, los cuales son salidas del sistema productivo, no están siendo lo suficientemente atendidos y provocan un alto impacto en el equilibrio ecológico. Debe ser responsabilidad del ingeniero ambiental establecer cual es el impacto ambiental que están causando las salidas del sistema productivo y además, debe crear campañas de concientización sobre la corresponsabilidad respecto al deterioro de la calidad ambiental. Sin embargo, el ergónomo debe trabajar interdisciplinariamente con el ingeniero ambiental y el ecólogo pues puede aportar datos sustanciales en relación con el rendimiento y la eficiencia del sistema productivo. Como especialista en el subsistema ergonómico, puede indicar problemas ecológicos en términos de gasto energético, porcentaje de pérdidas, cantidades de desechos y desperdicios de materia prima y/o producto terminado, debido a las inadecuadas condiciones en los puestos de trabajo. Muchas veces, los empleados por cansancio, por negligencia o por falta de instrucción y seguimiento desperdician materia prima o insumos que salen como material contaminante ya sea en forma de desechos sólidos, líquidos o gaseosos.

organismo con una concentración que muchas veces sobrepasa los niveles permitidos en adultos en otros países, con el peligro de un desarrollo cerebral reducido. Por otra parte, existe una tasa creciente de casos de cáncer en niños y adultos aparte de otras pequeñas y grandes enfermedades." Weidner, H. y Hilker, T. H. *Hacia una nueva conciencia ecológica*, Caracas, nueva sociedad, 1989, p. 7.

109 *Ibid.*, p. 15.

IV

Consideraciones finales

Después de una lectura global del presente trabajo, pienso que no es pertinente hablar de conclusiones. Lo hasta aquí desarrollado es fundamentalmente un planteamiento general que requiere ser confrontado y comprobado a través de su aplicación en casos específicos de investigaciones en ergonomía.

No obstante, como colofón de lo propuesto en este documento, enunciaré algunos de los aspectos más relevantes que se deducen de la investigación.

- La base teórico conceptual de la ergonomía -en esencia es la búsqueda de la productividad y la eficiencia- realmente se encuentra ligada a los trabajos de Smith, Taylor y Ford. El surgimiento de la ergonomía es una consecuencia lógica e histórica derivada de dichos trabajos y no una ocurrencia a partir de un grupo interdisciplinario.
- En el nuevo proceso de producción (industrial) el ser humano se tomó como parte o medio para lograr determinadas acciones. En otras palabras, el ser humano perdió su condición de creador activo y pasó a ser un ejecutor más como lo es la máquina.
- La 'cadena' de montaje no sólo requirió de la estandarización de piezas y componentes. También el ser humano fue estandarizado en lo que se refiere a su ritmo de trabajo, capacidad física, dimensiones antropométricas, etc. Así como las piezas y componentes podían ser intercambiables, el operario también podía ser intercambiable, siempre y cuando llenara las condiciones de determinado perfil de puesto (estándar).
- Se disminuye el tiempo de aprendizaje y por lo tanto la exigencia intelectual es prácticamente nula. El operario se limita a repetir una constante secuencia de acciones.
- El ser humano queda condicionado a la máquina, i.e., su postura y manipulación. La máquina impone el ritmo, los tiempos y los movimientos, por lo tanto se ven afectadas la productividad y eficiencia.

- Ante la anterior circunstancia, se establece la ergonomía como un cambio de enfoque para recuperar la productividad y eficiencia. Esta nueva multidisciplinaria trata de "equilibrar" la fuerte atención que había recibido la máquina. La productividad y eficiencia ya no dependen sólo de la ingeniería y diseño de la máquina, sino también de la correcta adecuación con relación al operario para su pertinente uso.
- Tradicionalmente la ergonomía no se considera como un cambio de enfoque en la consecución de la productividad y eficiencia, esto es, como una consecuencia lógica derivada de los cambios y ajustes de los procesos de producción.
- Como producto de lo anterior, el surgimiento de la ergonomía se desliga de los problemas de la administración. Esta 'ruptura' en el análisis histórico ha traído para la ergonomía problemas de ubicación y credibilidad ante los ojos de la administración. Es hasta mediados de la década de los 80 que se restablecen las conexiones con la administración (macroergonomía y ergoma). Antes de esta fecha, el trabajo del ergónomo se quedaba prácticamente sin aplicación en la industria por no ser lo suficientemente comprendido.
- En otro sentido, la revisión histórica mostró no sólo el desfase temporal de la ergonomía en Latinoamérica, sino también la dependencia conceptual de esta disciplina con relación a Europa y Estados Unidos de Norteamérica. La ergonomía latinoamericana aún no se logra desprender del marco académico para integrarse activamente a todos los sectores productivos.
- A Latinoamérica no sólo importamos maquinaria, objetos, sino también importamos modelos de desarrollo y modelos de producción y operación. Más aún, no hay que olvidar cómo el consumo de un producto o el uso de cierta maquinaria importada no sólo repercuten en el proceso productivo sino en la forma de vida de nuestra gente.
- La inconsciencia política a nivel estatal e industrial sobre la importancia de la ergonomía como herramienta para el desarrollo integral nos mantiene en un rezago con relación a los denominados "países desarrollados".
- Al dar un vistazo a las últimas tendencias de la ergonomía, notamos cómo hoy día incluyen prácticamente todas las actividades humanas, como las deportivas, recreativas, de ocio, etc. De cualquier manera, toda actividad implica la interacción o el uso de algún tipo de objeto, producto o ambiente generado por nuestra civilización. Desde esta perspectiva, etimológicamente el término ergonomía -por más flexible y amplio que se comprenda- no alcanza a cubrir lo que hace parte hoy día de su objeto de estudio.

- La incompreensión de lo que es el trabajo interdisciplinario ha generado controversias y polémicas inoficiosas. Es necesario comprender adecuadamente a la ergonomía como una de las multidisciplinas la cual se ocupa del ser humano y su ambiente de trabajo.
- Es indispensable un correcto enfoque sistémico para dar igual importancia a todas las interacciones que se establecen entre los elementos o subsistemas.
- Como se vio en la sección del análisis del sistema ergonómico propuesto por McCormick - Huchingson los tipos de sistema manual, semiautomático y automático no corresponden en nada a lo que es el análisis o el interés de un ergónomo. ¿De qué sirve analizar todos los procesos internos de una máquina / ser humano cuando lo que en realidad le compete al ergónomo es hacer efectiva la interfase, es decir, estudiar y optimizar las interacciones ser humano - objeto - espacio físico?
- Dentro de las nuevas corrientes de la ergonomía i.e. ergonomía cognitiva, existe una serie de problemas teóricos y conceptuales los cuales requieren de un análisis más profundo desde el punto de vista filosófico.
- La ergonomía ha venido estudiando al ser humano sólo como un ente fisiológico aislado de sus costumbres, hábitos y valores. Ahora bien, si tomamos en cuenta disciplinas como la etología humana y la proxémica, notaremos cómo no sólo lo fisiológico determina la forma de percibir y comportarse espacio - temporalmente. También la cultura condiciona nuestra visión del mundo. Este enfoque nos permite comprender los factores humanos de manera más completa, esto es, con mayor validez y cubrimiento a diferentes tipos de sociedades.
- Por último, al considerar los cinco factores del entorno, se establecen nuevas conexiones y límites de hasta donde debe ser el trabajo del ergónomo y su relación interdisciplinaria con áreas como por ejemplo la economía, sociología, antropología, ecología, etc. Esto indica la necesidad de ampliar o revalorar el objeto de estudio y el campo de acción de la ergonomía.

V

Bibliografía

1. Libros

- [1] Avila, R., *Fundamentos teórico metodológicos para la enseñanza de la ergonomía*, México, 1991, tesis (maestría en diseño industrial), Universidad Nacional Autónoma de México.
- [2] Ayoub, M., *Manual materials handling*, Londres, Taylor & Francis, 1989.
- [3] Balley, R.W., *Human performance engineering: a guide for system designers*, Nueva Jersey, Prentice-Hall Inc, 1982.
- [4] Bennett, E., *Factores humanos en la tecnología moderna*, México, Continental, 1965.
- [5] Braudel, F., *Civilización material, economía y capitalismo siglos XV - XVIII. las estructuras de lo cotidiano*, Madrid, Alianza, 1984.
- [6] Briggs, J. y Peat, F. D., *Espejo y reflejo: del caos al orden*, vol. 10, Barcelona, Gedisa, 1990.
- [7] Burgess, J.H., *Human factor in industrial design*, Pensilvania, Blue Ridge Summit, 1989.
- [8] Casalet, M., et al., *Red de apoyos públicos y privados hacia la competitividad de las PYMES*, México, Nacional Financiera, 1995.
- [9] Coriat, B., *El taller y el cronómetro, ensayo sobre el taylorismo, el fordismo y la producción en masa*, 6a. ed., México, Siglo XXI, 1991.
- [10] Cushman, W.H. y Rosenberg, D.J., *Advances in human factors/ergonomics*, 14a ed., Nueva York, Elsevier Science Publishers B.V., 1991.
- [11] Dansereau, P., *Interioridad y medio ambiente*, México, Nueva Imagen, 1981.
- [12] De Launoy, J.D. y Feyereisen, P., *La etología humana*, México, Siglo XXI, 1989.
- [13] Díaz-Guerrero, R., *El ecosistema sociocultural y la calidad de la vida*, México, Trillas, 1986.

- [14] Eastman Kodak Company (Health safety and human factors laboratory), *Ergonomic design for people at work*, vol. I, Nueva York, Van Nostrand Reinhold, 1983.
- [15] Fabregat, C.E., *Antropología industrial*, Barcelona, Anthropos, 1984.
- [16] Gay, K., *Ergonomics: making products and places fit people*, Nueva Jersey, Enslow Publishers Inc., 1986.
- [17] Gleick, J., *Chaos: Making a new science*, Nueva York, Penguin Books, 1987.
- [18] Grandjean, E., *Fitting the task to the man: a text book of occupational ergonomics*, 4a. ed., Londres, Taylor & Francis, 1988.
- [19] Hall, E., *La dimensión oculta*, 14a. ed., México, Siglo XXI, 1991.
- [20] Handcock, P.A., (ed.), *Human factors psychology*, North-Holland, Elsevier Science Publishers B.V. 1987.
- [21] Hayles, N.K., *La evolución del caos*, vol. 28, Barcelona, Gedisa, 1993.
- [22] Huchingson, D., *New horizons for human factors in design*, Nueva York, McGraw-Hill, 1981.
- [23] Kantowitz, S., *Human factors*, Londres, John Wiley & Sons, 1983.
- [24] Kosik, K., *Dialéctica de lo concreto*, México, Grijalbo, 1967.
- [25] Laszlo, E., *La gran bifurcación*, vol. 20, Barcelona, Gedisa, 1990.
- [26] Leplat, J., *La psicología ergonómica*, París, Oikos, 1980.
- [27] LeShan, L. y Margenau, H., *El espacio de Einstein y el cielo de Van Gogh*, 2a. ed., Barcelona, Gedisa, 1991.
- [28] Marx, C., *El Capital*, 16a. ed., t. I, vol. 2, México, Siglo XXI, 1991.
- [29] Lund, R.T., et al., *Designed to work: production systems and people*, Nueva Jersey, PTR, Prentice Hall, 1993.
- [30] Mital, A. y Karwowski, W., (eds.), *Ergonomics in rehabilitation*, Londres, Taylor & Francis, 1988.
- [31] Montmollin, M. de, *Introducción a la ergonomía . Los sistemas hombres - máquinas*, Madrid, Aguilar, 1971.
- [32] Montmollin, M., de, *L'e ergonomie*, 9a. ed., París, La Découverte, 1990.
- [33] Montmollin, M., de, *Los psicofarsantes: una autocrítica de la psicología industrial*, 8a. ed., México, Siglo XXI, 1989.
- [34] Morison, E., *Men, machines and modern times*, Massachusetts, The MIT Press, 1966.
- [35] Osborne, D., *Ergonomía en acción*, México, Trillas, 1987.

- [36] Peitgen, H., Jürgens, H. y Saupe, D., *Chaos and fractals: New frontiers of science*, Nueva York, Springer-Verlag, 1992.
- [37] Petersen, D., *Human - error reduction and safety management*, Nueva York - Londres, Garland STPM Press, 1982.
- [38] Pheasant, S., *Bodyspace -Anthropometry, ergonomics and design-*, Londres, Taylor & Francis, 1988.
- [39] Pheasant, S., *Ergonomics work and health*, Londres, MacMillan Press, 1991.
- [40] Ramírez, C., *Ergonomía y productividad*, México, Limusa, 1991.
- [41] Rodahl, K., *The physiology of work*, Londres, Taylor & Francis, 1989.
- [42] Rose, J., *La revolución cibernética*, México, Fondo de Cultura Económica, 1987.
- [43] Sanders, M. S. y Mc Cormick, E., *Human factors in engineering and design*, 7a. ed., Singapur, McGraw-Hill INC, 1993.
- [44] Saussure, F., *Curso de lingüística general*, 5a. ed., México, Fontamara, 1992.
- [45] Shaff, A., *Historia y verdad*, Madrid, Grijalbo, 1974.
- [46] Sheng, S. C.: *Quality Control, en Chinese Enciclopedia of Enterprise Management*, Beijin, (s.e.), 1984.
- [47] Singleton, W.T., *The body at work: biological ergonomics*, Cambridge, Cambridge University Press, 1986.
- [48] Smith, A., *Investigación sobre la naturaleza y causas de la riqueza de las naciones*, 1a. ed., México, Fondo de Cultura Económica, 1958.
- [49] Stramler J. H. Jr., *The dictionary for human factors: ergonomics*, Los Angeles CA., CRC Press Inc.,1993.
- [50] Taylor, F.W.: *Principios de la administración científica*, 11a. ed., Buenos Aires, Atenero, 1991.
- [51] Tomasini, A., *Lenguaje y anti-metafísica: cavilaciones wittgensteinianas*, México, Interlínea, 1994.
- [52] Uccelli, S.E., *La ergonomía clásica y la nueva ergonomía*, México, Lecturas en materias de seguridad social, Instituto Mexicano de Seguridad Social, 1982.
- [53] Vidart, D., *Filosofía ambiental*, Bogotá, nueva américa, 1986.
- [54] Viquiera, C., *Percepción y cultura: un enfoque ecológico*, México, Ediciones de la casa chata, 1977.
- [55] Von Bertalanffy, L., *Perspectivas en la teoría general de sistemas*, 2a. ed., Madrid, Alianza universidad, 1986.

- [56] Von Bertalanffy, L., *Teoría general de sistemas*, 3a. ed., Buenos Aires, Fondo de Cultura Económica, 1992.
- [57] Watzlawick, P., et al., *La realidad inventada*, Barcelona, Gedisa, 1990.
- [58] Weidner, H. y Hilker, T. H., *Hacia una nueva conciencia ecológica*, Caracas, nueva sociedad, 1989,
- [59] Wilson, J.R., Corlett E.N., (eds.), *New Methods in applied ergonomics*, Londres, Taylor & Francis, 1987.
- [60] Wilson, J.R., Corlett E.N., (eds.), *The ergonomics of working postures*, Londres, Taylor & Francis, 1985.
- [61] Wilson, J.R., Corlett E.N., (eds.), *Evaluation of human work: a practical ergonomics methodology*, Londres, Taylor & Francis, 1990.
- [62] Wisner, A., *Ergonomía y condiciones de trabajo*, Buenos Aires, Humanitas, 1988.
- [63] Woodson, W. E., *Human factors design handbook (information and guidelines)*, 2a. ed., Nueva York, McGraw-Hill, 1992.
- [64] Zinchenko, V. y Munipov, V., *Fundamentos de ergonomía*, Moscú, Progreso, 1985.

2. Artículos • Cuadernos

- [65] Achinstein, P. "Los modelos teóricos", *Cuadernos del seminario de problemas científicos y filosóficos*, México, UNAM, Suplementos III / 8, 1987, pp. 5-27.
- [66] Capra, F., "El nuevo paradigma ecológico", en Pigem, J., (ed.), *Nueva conciencia*, Barcelona, Integral ediciones, núm. 22, 1994, pp. 28-31.
- [67] Casalet, M., "Una nueva orientación en la relación innovación-producción en México", *Perfiles Latinoamericanos*, México, Flacso, año 4, núm. 7, 1995, pp.99-119.
- [68] Chapanis, A., "The international ergonomics association: its first 30 years", *Ergonomics*, Londres, Taylor & Francis, vol. 33, núm. 3, 1990, pp. 275-282.
- [69] Grice, H.P., "La teoría causal de la percepción", *Cuadernos de crítica*, México, UNAM, núm. 41, 1985.
- [70] Imada, A.S., "Ergonomics: influencing management behaviour", *Ergonomics*, Londres, Taylor & Francis, vol. 33, núm. 5, 1990, pp. 621-628.
- [71] International Ergonomics Association, "IEA-affiliated society membership. Ergonomics in Taiwan, China, Poland.", *Ergonomics*, Londres, Taylor & Francis, vol. 37, núm. 9, 1994, pp. 1578-1583.

- [72] James, D. et al., "Ergonomics in Northern Ireland: a survey of knowledge, attitudes, and implementation in industry and the public services", *Ergonomics*, Londres, Taylor & Francis, vol. 37, núm. 5, 1994, pp. 953-963.
- [73] Kozak, J.J., et al., "Transfer of training from virtual reality", *Ergonomics*, Londres, Taylor & Francis, vol. 36, núm. 7, 1993, pp. 777-784.
- [74] Konz, S., (ed.), "International ergonomics association", *Ergonomics*, Londres, Taylor & Francis, vol. 37, núm. 6, 1994, pp. 1113-1117.
- [75] Kuorinka, I., "Ergonomics in the future, the next leg", *Ergonomics*, Londres, Taylor & Francis, vol. 33, núm. 3, 1990, pp. 283-285.
- [76] Kumashiro, M., et al., "An ergonomic approach to developing supporting equipment: focus on an assembly line where poor work postures are common", *Advances in industrial ergonomics and safety IV*, Londres, Taylor & Francis, 1992, pp. 529-534.
- [77] Kwallek, N. Lewis, C.M., "Effects of environmental colour on males and females: a red or white or green office", *Applied ergonomics*, Londres, vol. 21, núm. 4, 1990, pp. 275-278.
- [78] Muller F.A. y S.A. Seven., "Seleccinando medidas de desempeo: Medida 'objetiva' vrs 'subjetiva'", *Human factors*, vol. 34, núm. 4, 1992, pp. 441 - 455.
- [79] Rijnsdorp, J.E., Lenior, T.M.J., "Summary workshop organizational design and management", *Ergonomics*, Londres, Taylor & Francis, vol. 33, núm. 5, 1990, pp. 655-656.
- [80] Sanchez, D., "Estudio antropométrico de conductores", *La tinta verde*, México, UNAM, enero/marzo, 1983, pp. 20-29.
- [81] Rosenblueth, A., "La psicología y la cibernética", *Cuadernos del seminario de problemas científicos y filosóficos*, México, UNAM, núm. 4, 1987, pp. 1-11.
- [82] Shahnava, H., "Ergonomics in Vietnam", *Applied ergonomics*, vol. 23, núm. 2, 1992, pp. 34-35.
- [83] Shahnava, H., "Ergonomics in the baltic countries", *Ergonomics*, Londres, Taylor & Francis, vol. 33, núm. 4, 1990, pp. 445-447.
- [84] Shahnava, H., "Russia, Italy, USA,", *Ergonomics*, Londres, Taylor & Francis, vol. 33, núm. 7, 1990, pp. 856.
- [85] Tomasini, A., "Lenguaje y pensamiento, Homenaje a Wittgenstein", *Cuaderno de filosofía*, México, Universidad Iberoamericana, núm. 15, 1992, pp. 79-95.

3. Conferencias • documentos inéditos • otros

- [86] Centro Interamericano de Estudios de Seguridad Social (CIESS), *Fundamentos de Higiene en el Trabajo*, "Curso en higiene industrial", México, abril de 1995.
- [87] Casalet, M., *Las redes en sociología*, "Seminario sobre problemas conceptuales, teóricos y metodológicos de modelos computacionales inspirados en sistemas biológicos", Centro de Instrumentos, UNAM, México, febrero de 1994.
- [88] Giménez, G., [La teoría y el análisis de la cultura: problemas teóricos y metodológicos] (manuscrito inédito) "seminario", FLACSO, México, 1993.
- [89] Heskett, J., [Cultural human factors] (manuscrito inédito), "seminario sobre factores humanos", Institute of Design, Illinois Institute of Technology, Chicago, 1993.
- [90] Instituto Mexicano del Seguro Social (IMSS), *Salud y Seguridad*, "Diplomado en seguridad", Centro Regional de Seguridad en el Trabajo, México, mayo-junio de 1995.
- [91] Lara, N., *System science and the study of complex behavior*, "International conference on sinergetics", Karlovi Vari, republica checa, agosto de, 1995.

VI

Anexos

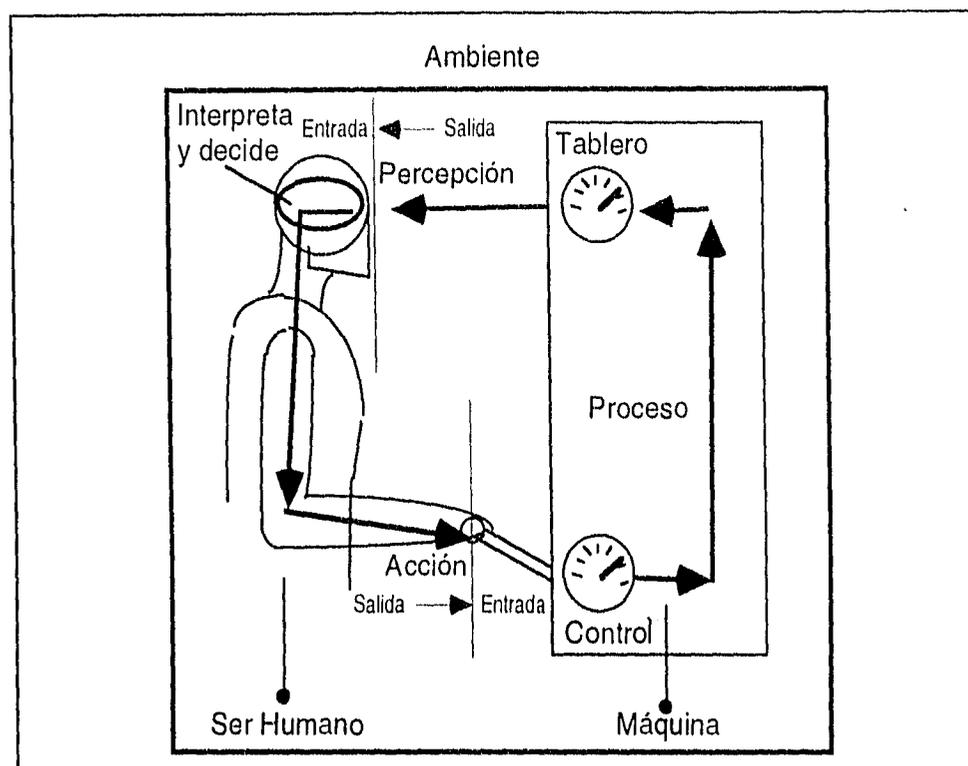
Apuntes sobre problemas teóricos y conceptuales de los sistemas clásicos en ergonomía

El esquema clásico del sistema humano - máquina - ambiente básicamente describe lo siguiente:

La máquina presenta la información sobre su funcionamiento (emisión), por medio de tableros de registro (fuente). El ser humano recibe la información por alguno(s) de sus sentidos (percepción). Inmediatamente interpreta y decide si es correcta o incorrecta dicha información de acuerdo con su conocimiento previo (sentido del mensaje). Una vez tomada la decisión la "comunica" a la máquina usando los controles para dirigirla a un proceso específico (curso de acción). El resultado de este proceso nuevamente se presenta como información sobre el funcionamiento de la máquina (emisión) en los tableros de registro. De esta manera la secuencia continúa hasta que termina la jornada o se detiene la interacción.

Examinemos poco a poco la descripción anterior. Lo primero es: las palabras que aparecen entre paréntesis son parte fundamental de las nociones y conceptos manejados en la teoría de la comunicación. Más adelante analizaremos la relación entre la ergonomía y la teoría de la comunicación en un modelo desarrollado por investigadores franceses.

Quiero señalar en este momento cómo se concibe la interacción ser humano - máquina / objeto en este esquema clásico. Veamos paso por paso la definición.



Se dice que "la máquina presenta la información sobre su funcionamiento (emisión), por medio de tableros de registro (fuente)". Pero esto no es cierto, los signos están representados en los tableros para ser interpretados. El tablero tiene sólo un conjunto de signos que el ser humano es capaz de manipular. Si sabemos de antemano las reglas de operación, entonces también sabemos qué actividades puedo o no hacer. Una vez estructurado el sistema de reglas, lo que se debe de implementar es un plan de entrenamiento para que el operario de la máquina pueda interpretar correctamente cómo tiene que hacer el trabajo. Si nos fijamos con cuidado, en ningún momento esto es un proceso mental, y si lo fuera no tiene ninguna relevancia para la ergonomía. Realmente no hay una emisión de información, lo que ocurre más bien es una interpretación de una serie de signos¹¹⁰ para tomar la acción pertinente. Ahora bien, los signos entran en un determinado contexto y ciertas reglas establecen las acciones a realizar. Dichas acciones son dan el sentido y la utilidad a los signos. En este nivel ya podemos hablar de que

110 Es importante aclarar que símbolo en este contexto se refiere a algo más amplio que signo, de hecho, dentro de la lógica, el símbolo es el signo más su uso con sentido. El símbolo será más bien la aplicación que se nace del signo.

se están manejando símbolos (los signos más sus reglas de uso y aplicación) y por lo tanto adquiere validez hablar de información.

Pasemos al siguiente párrafo. "El ser humano recibe la información por alguno(s) de sus sentidos (percepción)". La información adquiere sentido por un acuerdo social, lo que realmente ocurre es una acción, una conducta de ver, oír, gustar, etc. En ningún momento hay una "salida" de información de la máquina y luego una "entrada" de información en el ser humano. Lo que aquí se llama información opera esencialmente en el plano de la conducta, pues recordemos cómo ver, oír, tocar, etc., son verbos y por lo tanto nos remiten claramente a acciones.

Consideremos ahora la tradicional manera de separar acción y pensamiento. Según la teoría causal de la percepción, antes de que el ser humano realice una acción, debe interpretar y decidir. Se asume *a priori* que para poder ejecutar la acción se requiere de pensamiento previo. La causa de la acción, según esta perspectiva, es el pensamiento. Dicha postura llevó a que corrientes filosóficas como los representacionistas, consideren por ejemplo el término "ver" con dos usos potenciales. Por un lado "ver" lo que todos vemos y en donde nuestros juicios coinciden socialmente, y por otro lado "ver" desde mí particular punto de vista, esto es, que sólo cada quien sabe lo que está viendo, lo cual es un absurdo. Por supuesto, esta forma de interpretación implica una dicotomía, yo "veo" como los demás, pero al mismo tiempo nadie "ve" como yo, lo que implica un misterio. Desde otra perspectiva filosófica - la Wittgensteiniana por ejemplo -, aunque efectivamente hay dos usos de la palabra "ver", ninguno de estos hace parte de algún tipo o especie de lenguaje privado.

En el pensamiento de Wittgenstein no hay lugar para dicha dicotomía: toda distinción conceptual, por íntima que parezca o resulte, presupone acuerdo social.¹¹¹

Por supuesto cada ser, como individuo o ente independiente, tiene su percepción en tanto experiencia subjetiva, pero no podemos aceptar es que cada quien tiene sus objetos privados de percepción. Aceptarlo implicaría no sólo una innecesaria multiplicación de mundos, sino también la imposibilidad de comunicarnos y comprendernos como seres humanos. La acción de ver está permeada por la cultura, esto quiere decir que cada ser verá de acuerdo con sus diversos "filtros", por así decirlo, con los que se ha ido formando. Por lo tanto, la percepción está ligada indisolublemente con el pensamiento, el cómo vemos depende del cómo expresamos lo que vemos.

Por ejemplo, para alguien que ignora todo sobre clasificaciones botánicas (clases, familias, especies, etc., de hierbas y flores), ver un prado equivaldría a ver una superficie coloreada sobre la cual se puede caminar, correr, descansar, jugar, etc. (...) Pero ese mismo objeto de percepción naturalmente se trasmuta cuando quien

111 Tomasioti, B., A., *Lenguaje y Anti - Metafísica, Cavilaciones Wittgensteinianas*. México. Interlínea, 1994, p. 207.

la observa es un botánico. El botánico ve el prado de otra manera, puesto que él sí distingue entre las plantas y las flores de diversa forma, tamaño, olor y demás.¹¹²

Continuemos con el otro párrafo. **"Inmediatamente interpreta y decide si es correcta o incorrecta dicha información de acuerdo con su conocimiento previo (sentido del mensaje)."** Como vimos anteriormente, aceptar que hay una "entrada" de información es aceptar cómo la interpretación y decisión son procesos mentales que ocurren en el sujeto, en alguna parte del cerebro, cuando se confrontan memoria y lo "percibido". Todo lo anterior suena aparentemente cierto pero está lleno de contradicciones e inconsistencias conceptuales. El error está en que "características del pensamiento", por así llamarles, como interpretación, decisión, etc., conceptos y nociones pertenecientes al plano lingüístico y definidos *a priori*, tratan de ser ubicados y reducidos a un órgano, el cerebro. Lo que antes era producto de relaciones lingüísticas y acciones concretas, ahora pasa a ser algo "abstracto", algo mental e interno, pero a su vez y contradictoriamente, algo que se puede localizar en el cerebro. Como si un concepto fuera un ente físico. Intención, memoria, inteligencia, creatividad, etc., se fisicalizan y se tratan de ubicar en algún lugar. Los conceptos no tienen un espacio y por lo tanto no pueden ser parte del conocimiento científico.

La "intención", por ejemplo, es una noción que puede ser definida a partir del análisis de la conducta, esto es, de la cadena de acciones que realiza un operario de acuerdo con un conjunto de reglas previamente establecidas. En este sentido, aprender una regla es a su vez saber hacer correctamente la secuencia de acciones.

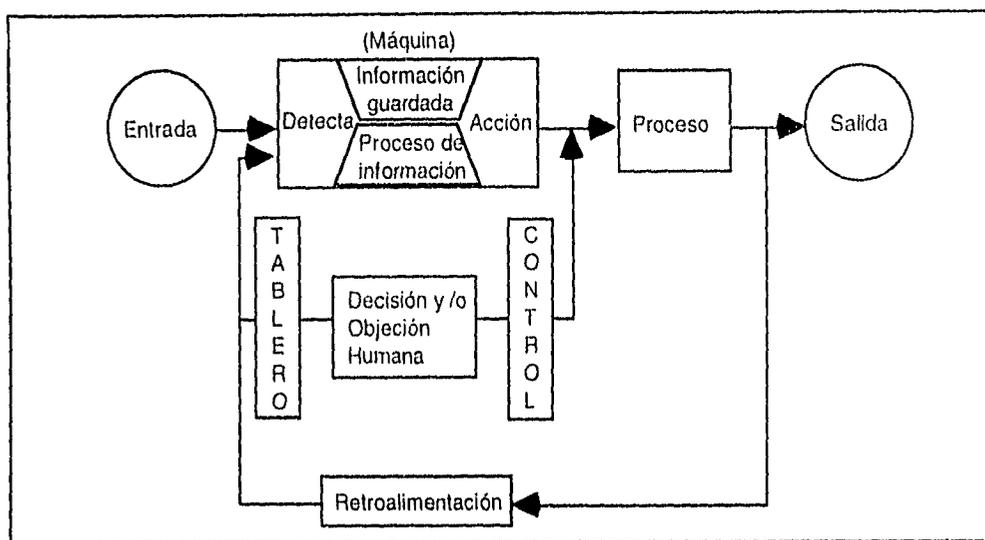
Finalmente, los últimos párrafos dicen: **"Una vez tomada la decisión la "comunica" a la máquina usando los controles para dirigirla a un proceso específico (curso de acción)".** El resultado de este proceso nuevamente se presenta como información sobre el funcionamiento de la máquina (emisión) en los tableros de registro. De esta manera la secuencia continúa hasta que termina la jornada o se detiene la interacción." Aquí cabe preguntar ¿cómo de un concepto "mentalizado" y "atrapado en el cerebro" se puede pasar nuevamente a una acción o conducta? ¿Cómo una idea, un 'elemento mental', por así llamarlo, puede fungir como causa de una acción física? ¿Cómo un conjunto de elementos físico - químicos pueden tener funciones mentales, si por definición son diferentes? Esto es un misterio y lo seguirá siendo en tanto no comprendamos que dentro del cerebro no está el mundo ni los conceptos sobre él.

Lo que aquí trato de enfatizar es lo complejo y controvertido de la noción "percepción" y de otros términos contemplados directamente en la teoría de la información i.e. la interpretación y la decisión. Como ya vimos, dichos términos son atribuidos al pensamiento, a la mente y por supuesto reducidos al cerebro. Además, quiero señalar cómo desde una perspectiva dualista - mente / cuerpo -, la noción de percepción es trasladada indistintamente, del plano de la conducta y de las acciones, al plano de la mente.

112 Tomasini, B., A., *op. cit.*, p. 209.

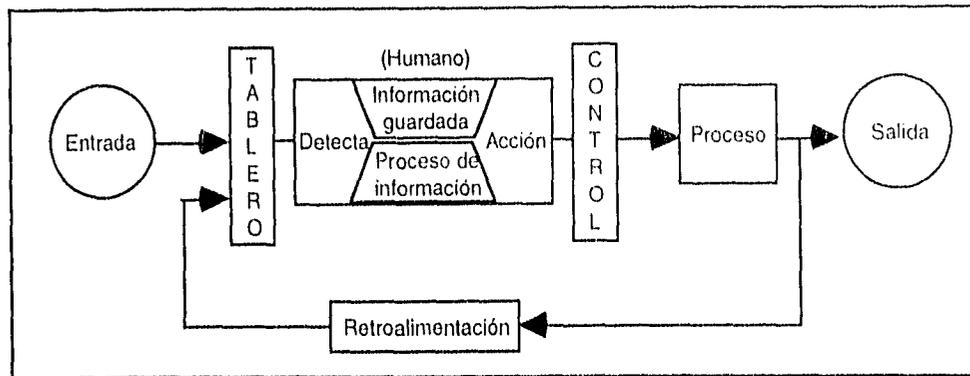
Otros modelos

Seguramente el cuestionamiento sobre la noción de percepción aún no ha quedado lo suficientemente claro, es más, hasta aquí sólo es una crítica superficial. Pero lo importante en este momento es llamar la atención, sobre la problemática que encierra dicho término, pues por mucho tiempo se ha mal interpretado, dificultando una correcta base teórica de la ergonomía.



Hasta este momento, la principal objeción al esquema es que el autómatas en ningún momento toma decisiones, simplemente su conducta obedece a un programa, el cual independiente de lo complejo que éste sea, no tiene nada que ver con un proceso de conocimiento o inteligencia humanos en donde se opera con conceptos. No está por demás recordar cómo en este esquema la relaciones con el espacio físico brillan por su ausencia, tal vez porque se consideran obvias o porque normalmente no se establecen. Lo cierto es que no es claro qué es parte de la máquina y hasta dónde va lo que le compete al ser humano.

Pasemos ahora a considerar el esquema semiautomático (Mc Cormick 1970). A diferencia del anterior, la detección, la información guardada, el procesamiento de información y la acción ya no son competencia de un autómatas o un computador programado sino del ser humano. La máquina posee mecanismos de entrada i.e., controles y de salida i.e., tableros, esenciales para una adecuada interacción del sistema. Esto se representa así:



En la máquina, el tablero de registro da la información sobre los 'procesos internos' de esta i.e. el indicador del nivel del tanque de gasolina. El conductor recibe la información (detecta) - cantidad de gasolina en el tanque -, luego de observar los símbolos del tablero, los interpreta y les da sentido (procesa) de acuerdo con su conocimiento (información guardada). Con base a la interpretación y a las experiencias previas, el conductor toma una decisión (acción) i.e. llenar el tanque de gasolina. El dispositivo de control se activa de nuevo por la cantidad de gasolina -la cisterna del tanque- y así el tablero le indica al conductor el resultado de su acción -retroalimentación-. El proceso puede continuar gracias a la interacción permanente del sistema.

Al igual que en el anterior esquema, no se establecen interacciones con el espacio físico, en el mejor de los casos se describe como un medio de entrada y salida entre el ser humano y la máquina. El espacio físico es tomado como un intermediario, como un posible perturbador o inhibidor de la relación ser humano - máquina. Tampoco es claro lo que pertenece a cada uno de los componentes del sistema, es más, no se sabe cuales y cuántos son los componentes. Por otro lado, el esquema representa dentro de una caja -que para algunos simboliza el cerebro- una serie de procesos internos o mentales atribuidos generalmente a las neuronas. Esta interpretación como vimos anteriormente, genera un sinnúmero de problemas, pues estamos cayendo, entre otros, en reduccionismos, dualismos y mentalismos. Aceptar esta postura nos lleva a pensar, que es válido afirmar cosas como: "mi vida mental o mi conciencia pueden localizarse en el cerebro".

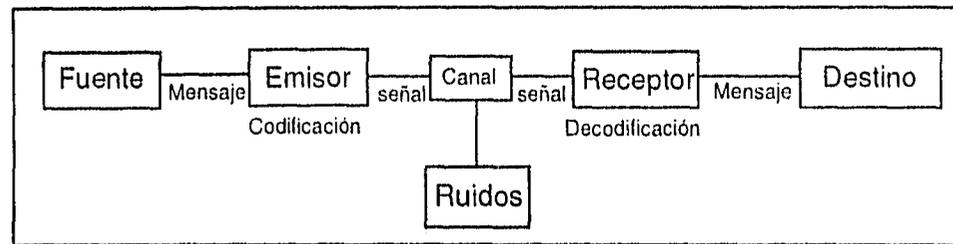
Se equipara a la máquina con las potencialidades del ser humano como son detectar, confrontar y procesar información. Pero la realidad es que una máquina, por más compleja que sea, no posee conciencia y es incapaz de elaborar y estructurar nuevos conceptos.¹¹³ Por lo tanto, es

113 Haber adquirido un concepto no es más que la conjugación de dos 'facultades': la de reaccionar en forma apropiada frente al uso del lenguaje por parte de otros y la de usar en forma correcta las expresiones relevantes en las situaciones pertinentes. Ibid., p. 45.

inaceptable creer tanto que el pensamiento está dentro del cerebro, como creer que la máquina piensa y decide.

En los anteriores esquemas o modelos clásicos del sistema ergonómico, existen nociones comunes como por ejemplo, emisión, fuente, mensaje, decisión, acción, etc., que permiten establecer dos relaciones conceptuales, una con la teoría de la información y otra con la cibernética. La primera relación se da alrededor del concepto de 'información', que según los ergónomos que manejan dicha teoría, está presente en el momento en que un ser humano hace uso de cualquier producto, objeto, máquina etc. Entre tanto, la segunda relación gira entorno a los conceptos de 'control y comunicación', que se presentan en la constante interacción del ser humano y la máquina. Teóricos como Ombredane y Favergé en 1955 establecieron una relación entre la ergonomía y la teoría de la información de Shannon. Por su parte R.M. Gagné en 1962 desarrolló un modelo inspirado en la cibernética de Wiener para estudiar las funciones de los operadores humanos. Echemos un vistazo para entender mejor de que tratan estos modelos.

Ombredane y Favergé utilizan el siguiente modelo (Shannon):



Si observamos detenidamente, la descripción hecha con anterioridad del sistema clásico humano - máquina - entorno y de los sistemas automático y semiautomático, muchas de las nociones se mencionan en el modelo de Ombredane y Favergé sobre información. Este modelo se ocupa de estudiar supuestamente, la manera en que se transmite, percibe, interpreta, etc., la información entre el ser humano y la máquina. Se ha utilizado por ejemplo, para describir la tensión que se presenta, en actividades que requieren de interpretación de datos o instrucciones en una pantalla de computadora. También se aplica para calcular la "entropía" (entendida como cantidad media de información) de los elementos de señalización o de la presentación de la información -tableros y pantallas.

Pero a pesar de ser útil de alguna forma, al establecer una analogía con la teoría de la información, aparecen problemas de tipo teórico y metodológico, señaladas parcialmente por Montmollin de la siguiente manera:

Resulta útil distinguir entre el mensaje y su señal, comparar la codificación y decodificación (p.e., las instrucciones emitidas y recibidas), etc. Pero a nuestro

parecer, la metáfora no puede ir mucho más allá, y se necesitan otros modelos para proseguir el análisis. (...) no hay que olvidar que la teoría estadística de la información no permite, por sí sola, tener en cuenta todos los aspectos de las comunicaciones hombres - máquinas. Deja de lado el carácter semántico de las señales, es decir, su verdadero significado.¹¹⁴

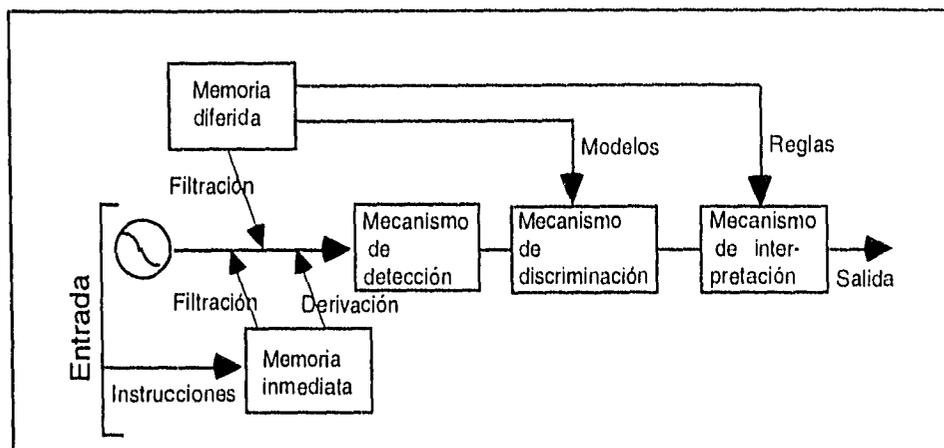
Independiente de lo que señala Montmollin, existen dificultades aún más graves y estas tienen que ver con problemas filosóficos. La incompreensión del uso de palabras conlleva a establecer erróneas analogías entre campos científicos con diferentes formas de expresión. Por ejemplo, la confusión que se produce por el uso de la noción 'entropía'¹¹⁵, que pertenece originalmente a la termodinámica y luego es trasladada por Shannon a la teoría de la información creando un sinnúmero de confusiones. Por otro lado, esta propuesta olvida que para que opere el modelo, esto es, para que se de la comunicación, se requiere que tanto en la fuente como en el destino no sólo se descodifique la información sino que se "comprenda" el mensaje. La comprensión, en el sentido estricto de la palabra, es una característica humana y no de las máquinas, pues implica conocimiento y la posibilidad de generar nuevos conceptos. Una máquina puede estar sofisticadamente programada para cumplir una tarea, pero esto no significa que esté comprendiendo lo que hace, es decir que no sea un ente consciente. Por lo tanto, no podemos hablar de que una máquina "comunica" determinado mensaje, simplemente es un autómata que tiene una interfase para ser **interpretada** por el ser humano.

Acabamos de ver que la idea de una comunicación entre ser humano - máquina presenta muchas inconsistencias, entre otras razones, por un mal uso del lenguaje o por erróneas analogías conceptuales. Pero además de esto, dicho planteamiento no contempla que el sentido, como dice Montmollin "el verdadero significado", depende del uso que se tenga de las palabras. Así las reglas son pragmático - semánticas y no sólo semánticas o preestablecidas en un modelo o programa. Las reglas de cualquier lenguaje son dinámicas, pues están ligadas a las acciones de los seres humanos y por lo tanto, el uso en determinadas circunstancias y condiciones es la que establece su validez. Es esta dinámica la que caracteriza el pensamiento humano y al cual ninguna máquina puede llegar, pues implicaría auto programarse con todos los rangos de libertad posibles. En síntesis, el modelo cae en un reduccionismo al tratar de comprender la comunicación como algo "neutro" y "esencial", desligado del contexto social en donde se construye el sentido de los mensajes.

114 Montmollin, M., de *Introducción a la ergonomía*, Madrid, Aguilar, 1971, p. 26.

115 Es importante señalar que dentro de la misma teoría de la comunicación existen dos versiones que se oponen sobre el significado de "entropía". "La coyuntura se produce cuando Leon Brillouin y Claude Shannon discrepan acerca de lo que debería ser la relación entre información y entropía. (...) Para Brillouin, entonces, información y entropía son opuestas y deben tener signos opuestos. El destaca la conexión inversa entre información y entropía acuñando el término 'neguentropía' (de *negative entropy*) como sinónimo de información. (...) Para Shannon, un ingeniero de los laboratorios Bell que publicó un trabajo en dos partes que habría de constituirse en la base de la moderna teoría de la información (1948), información y entropía no eran opuestas: eran idénticas (...) Como las dos ecuaciones (la de información de Shannon y la de entropía de Boltzmann) tenían formas similares, era tentador considerar que las entidades que definían eran iguales.", en Hayles, N. K., *La evolución del caos*, Barcelona, Gedisa, 1993, pp. 71, 72.

Pasemos ahora a ver el modelo cibernético de Gagné que se esquematiza de la siguiente manera:



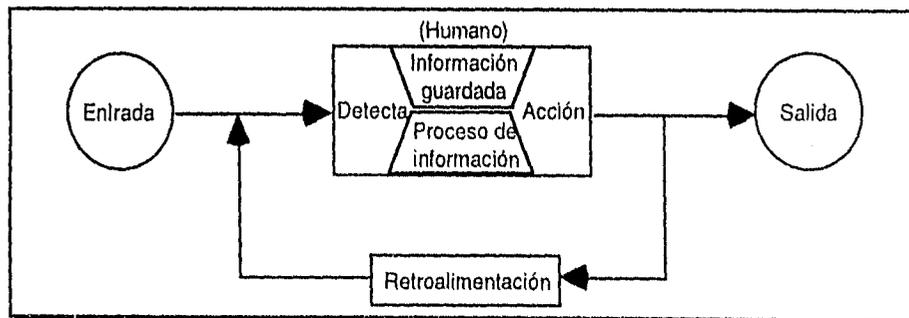
El modelo expresa cómo una señal (entrada) después de ser detectada, discriminada e interpretada, se convierte en respuesta (salida). La detección se establece por un diferencial de la señal, es decir, se determina si el usuario percibe o no, según las instrucciones que están en la memoria inmediata. El usuario se encarga de filtrar y derivar según su capacidad. En la discriminación lo que se hace es diferenciar o clasificar con base en categorías i.e., rojo - azul. Para lograr la discriminación, la memoria diferida le proporciona modelos (esquemas de elección aprendidos) al usuario. Por último, en la interpretación se le confiere a la señal un "significado". Para que se cumpla la interpretación es necesario que la memoria diferida le dé las reglas al usuario (instrucciones dadas desde un inicio). El modelo tiene ventajas en cuanto a que no pregunta por la naturaleza de las percepciones, o el cómo y el por qué se establece la percepción o el pensamiento o las sensaciones. En este sentido es un modelo que no busca las explicaciones de los - si así se les puede llamar - "mecanismos o actividades mentales".

No obstante, la desventaja más fuerte del modelo de Gagné, es que pasa al extremo de interpretar las actividades humanas de forma meramente mecánica (mecanicismo y funcionalismo). Además, olvida que las reglas son generadas y reconstruidas por el "acuerdo entre hablantes", lo que las hace susceptibles de reinterpretaciones - de acuerdo con la filosofía Wittgensteiniana - según la "forma de vida". Recordemos que nuestras experiencias son al mismo tiempo sensación y pensamiento, por lo tanto, la experiencia siempre pasa por el filtro de lo simbólico y es la que nos lleva a comprender e interpretar la realidad a través de los conceptos. Un proceso de comunicación es impensable sin un proceso de interpretación de símbolos i.e. frases, formas, colores, etc.

Nosotros inevitablemente, vemos las cosas de determinada(s) manera(s) y esto a su vez es una función del rango de posibilidades abierto para nosotros por nuestra cultura, i.e., por la cultura en la que estamos inmersos.¹¹⁶

Intentemos ahora ver la aplicación de estos esquemas y/o modelos clásicos de ergonomía. La objeción que salta a la vista cuando tratamos de evaluar su universalidad es que, por muy complejos que parezcan, no todos los sistemas implican necesariamente como componente una máquina. Aún con la aclaración que hacen los teóricos en ergonomía, de que se debe comprender máquina como cualquier objeto, la verdad es que el modelo pierde validez. Cuando aplicamos el modelo a un sistema en donde uno de sus componentes puede ser algo tan simple como por ejemplo un lápiz, aparecen cuestionamientos cómo: ¿Cómo se establece la comunicación en este sistema?, ¿Dónde y cómo se da el intercambio de "información"? ¿Cuáles son los "mecanismos de control" del sistema?, ¿En qué componente del sistema están los mecanismos de detección, discriminación e interpretación?, ¿Cuál es el "lenguaje" y cuáles son las "reglas" de comunicación de este sistema? etc., etc.

Pareciera que los anteriores modelos no responden adecuadamente a las preguntas formuladas. Mc Cormick estableció un esquema simplificado al que le llamó sistema manual, para ver la interacción entre un objeto y un ser humano. Dicho sistema se representa así:



Por supuesto que este esquema no sólo tiene los mismos problemas ya señalados a lo largo de este apartado, sino que además hace evidente los errores de un enfoque basado en la teoría de la información. Veamos: los "puntos de intercambio" o "entre caras" (interface¹¹⁷) ya no son los tableros o los controles como en una máquina. Ahora es con la **totalidad** del objeto que se interactúa, su color, forma, textura, etc., es decir, con las características y propiedades del objeto que pueden ser comprendidas por un ser humano. Siguiendo con el ejemplo del lápiz, éste es un sistema que describe el uso de un objeto para escribir. Al usar un lápiz, lo primero que interviene es el aprendizaje que tuvimos de niños i.e. la forma "correcta" de tomarlo con la

116 Tomasini, B., A., *op. cit.*, p. 211.

117 Se ha estado traduciendo como interfase, pero esto significaría entre fases, es decir, entre estados o aspectos característicos de determinados fenómenos.

mano, los hábitos de postura y destreza adquiridos, etc. Todo este aprendizaje se vuelve parte de nuestro sentido común, tanto así que ya no nos fijamos que constantemente establecemos una orientación visual, entre la punta del lápiz y el papel. Esta acción - escribir con un lápiz - tiene una constante retroalimentación, e.g. cuando vemos que la punta del lápiz se desgastó, de alguna forma, nuevamente le sacamos punta. Como vemos, en este sistema no hay un proceso programado o autónomo dentro del objeto que permita establecer una genuina comunicación. Por lo tanto, todas las preguntas arriba formuladas no pueden ser contestadas, es más, se vuelven preguntas sin sentido.

Es evidente que tenemos que apoyarnos en una concepción más dinámica, ver el sistema ergonómico desde una perspectiva más amplia. El ser humano es un ser que maneja, detecta, discrimina, interpreta, etc., etc., información. Pero la información se comparte socialmente por distintos 'juegos de lenguaje' y de acuerdo con ciertas 'reglas' de uso. Aunque las experiencias y vivencias sean subjetivas, sólo se pueden compartir si se hacen descriptibles o se expresan a los demás. Las experiencias adquieren sentido, porque hay conceptos comunes a un determinado grupo de personas que usan un determinado tipo de lenguaje, esto es quienes tienen la misma 'forma de vida'. Visto desde esta perspectiva, el objeto es un medio donde se reflejan las visiones del mundo, lo que es real y válido para una cultura. En síntesis, aprendemos a interactuar con los objetos e.g. el lápiz, gracias al aprendizaje social y a la misma acción asociada al uso de los objetos. Implica que la percepción rebasa el nivel fisiológico u orgánico, es algo por el cual también depende del entorno sociocultural.

La experiencia importante y relevante no puede ser la meramente orgánica, sino la asimilable e integrable al resto de las experiencias, es decir, la que es de alguna manera recuperable por el pensamiento y la autoconciencia. experiencias *qua* experiencias una ostra las tiene, pero serían éstas de las que llame 'meramente orgánicas' (..) Ahora bien, el que se esté consciente de una experiencia implica el que se sea capaz de clasificarla, de darle expresión y, más en general, de verbalizarla (..) Así, cuando queremos hablar del mundo queremos hablar del mundo descriptible, i.e., del que conocemos cuando nuestras sensaciones y categorías ya integradas "dan lugar" a nuestra experiencia.¹¹⁸

118 Ibid., pp. 44, 45.

Esquema para investigación "ergoma"

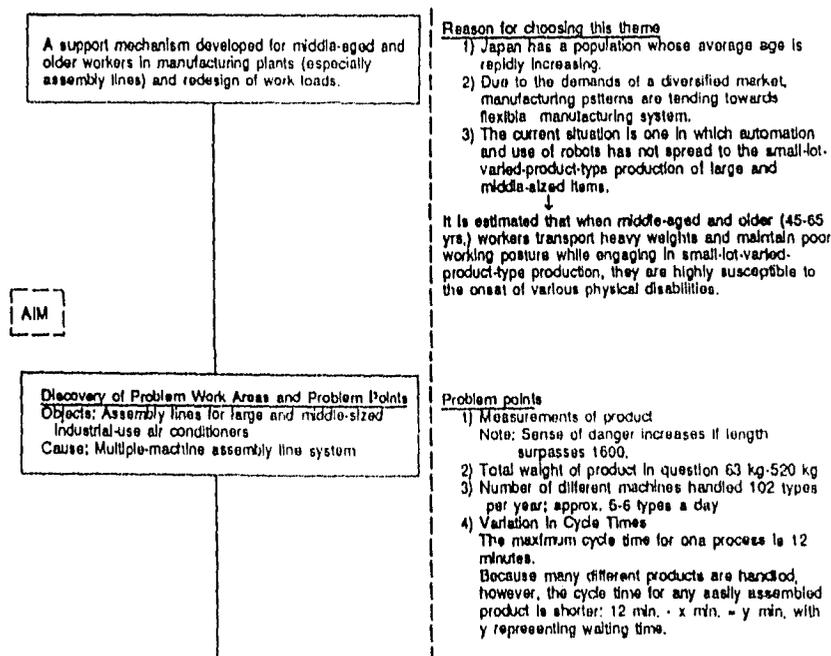
ERGOMA APPROACH

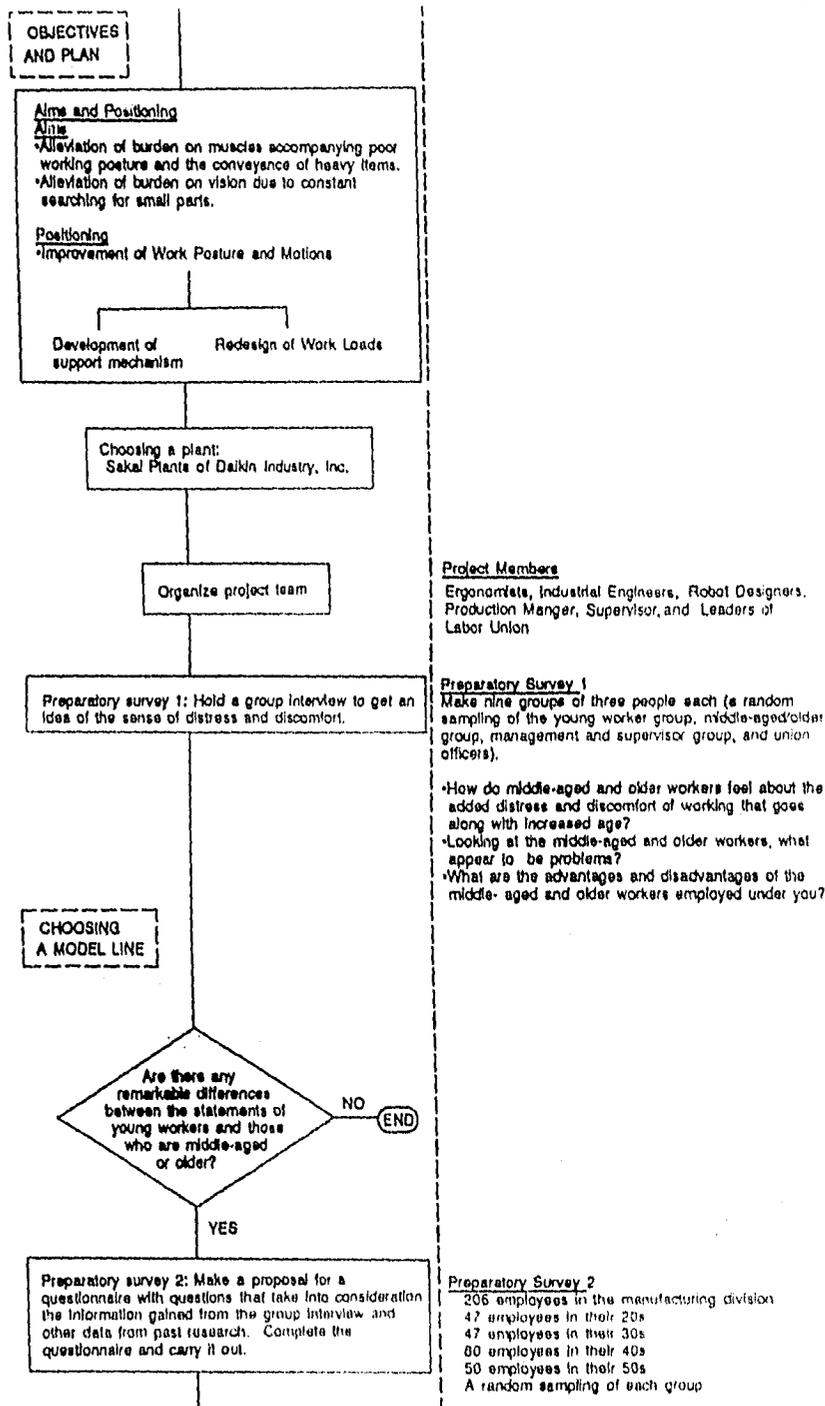
There are three basic ergoma concepts: Ramazzini's on occupational health, F.W.Taylor's on industrial management and the base of ergonomics from an appropriate labor management perspective. The aim is to increase industrial production from a health-cost and productivity view point - the merging of production and humanity.

The basic, concrete approach is a scientific one which is used in the industrial engineering field. Based on this approach, the techniques, all within range of the above concepts, are chosen and applied case by case.

The focus of this case study is on work postures, a subject which has generated many reports in the past detailing methods to analyze these positions. The basic analysis method (methods used for the research of this paper are illustrated in the accompanying flow chart) used here is OWAS (1980), with the original observation points developed.

Table: Flow chart for "Ergoma" approach





OBJECTIVES AND PLAN

Aims and Positioning
Aims
 •Alleviation of burden on muscles accompanying poor working posture and the conveyance of heavy items.
 •Alleviation of burden on vision due to constant searching for small parts.
Positioning
 •Improvement of Work Posture and Motions

Development of support mechanism Redesign of Work Loads

Choosing a plant:
 Sakai Plants of Daikin Industry, Inc.

Organize project team

Preparatory survey 1: Hold a group interview to get an idea of the sense of distress and discomfort.

CHOOSING A MODEL LINE

Are there any remarkable differences between the statements of young workers and those who are middle-aged or older?

NO → END

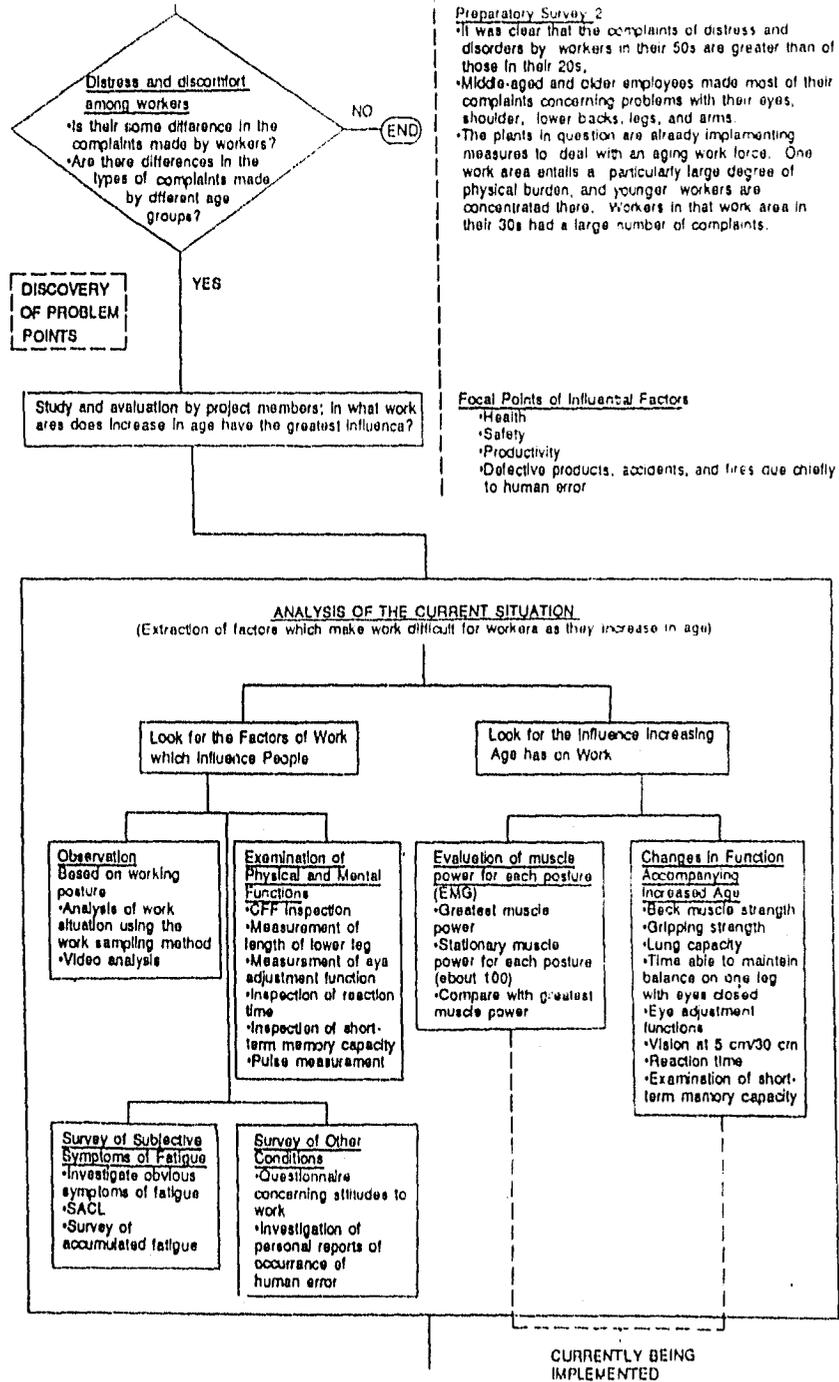
YES

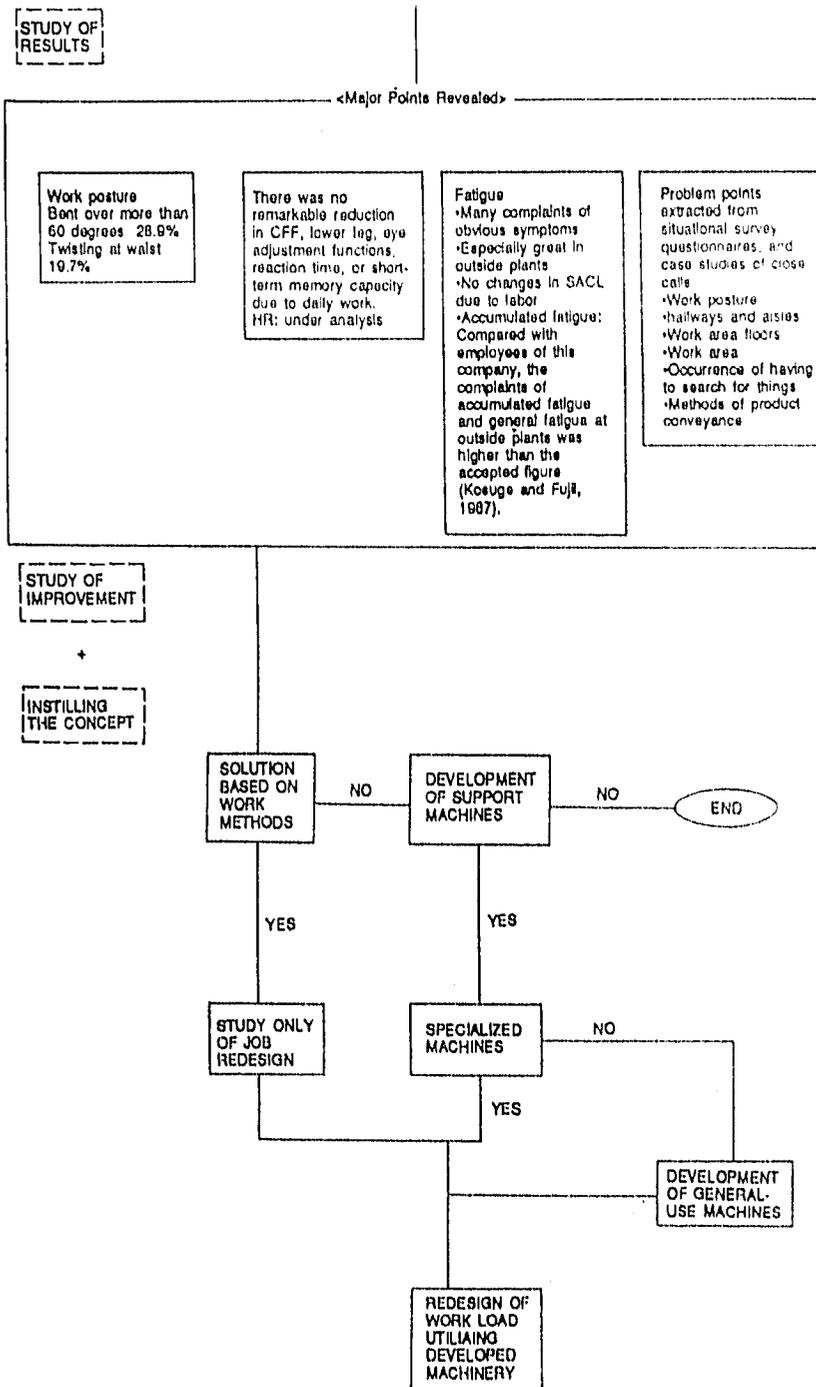
Preparatory survey 2: Make a proposal for a questionnaire with questions that take into consideration the information gained from the group interview and other data from past research. Complete the questionnaire and carry it out.

Project Members
 Ergonomists, Industrial Engineers, Robot Designers, Production Manger, Supervisor, and Leaders of Labor Union

Preparatory Survey 1
 Make nine groups of three people each (a random sampling of the young worker group, middle-aged/older group, management and supervisor group, and union officers).
 •How do middle-aged and older workers feel about the added distress and discomfort of working that goes along with increased age?
 •Looking at the middle-aged and older workers, what appear to be problems?
 •What are the advantages and disadvantages of the middle-aged and older workers employed under you?

Preparatory Survey 2
 206 employees in the manufacturing division
 47 employees in their 20s
 47 employees in their 30s
 80 employees in their 40s
 50 employees in their 50s
 A random sampling of each group





CONCLUDING REMARKS

This project is intended to design ergonomic robots that would be used to minimize the problems which plague assembly line workers as they increase in age. This type of assembly line would be for large and middle-sized products produced from a flexible manufacturing system.

Initiated in 1991, the project is scheduled to be completed in 1995. Consequently, the project cannot include details of the robot or how the ergonomically designed robot should work in tandem with workers (job redesigning).

At this point, one of the weak points of the ergoma approach is dealing with temporary employees who have been sent by companies with poor operating situations.

The results of our study show that these workers have little sense of belonging to the organization under study, that their work attitudes is becoming more negative, and they complain frequently of fatigue. Concern has been expressed that such unproductive work attitude would affect the regular employees and pose a serious problem.

This is related to problems indicated by Brown in his participatory ergonomics (1991). In order to find a solution it will be necessary to absorb more of Hendrick's macroergonomics before reorganize the ergoma approach.

REFERENCES

- Brown, O. Jr., 1991, Contemporary issues in participatory ergonomics. The Japanese Journal of Ergonomics, 27, 291-293.
- Hendrick, H.W., 1986, Macroergonomics: A conceptual model for integrating human factors with organizational design. In: Human Factors in Organizational Design and Management, Amsterdam, edited by Hendrick, H.W. and Brown, O. Jr., (Elsevier), 467-477.
- Hendrick, H.W., 1991, Macroergonomics: A sociotechnical systems approach for improving work performance and job satisfaction. In: Towards Human Work, London, edited by Kumashiro, M. and Megaw, E.D., (Taylor & Francis), 403-408.
- Hendrick, H.W., 1991, Macroergonomics: A new concept leading to higher productivity. The Japanese Journal of Ergonomics, 27, 297-300.
- Kant, I., Nothermans, J.H.V. and Born, P.J.A., 1990, Observations of working postures in garages using the Ovako Working Posture Analysis System (OWAS) and consequents workload reduction recommendations, Ergonomics, 33, 209-220.
- Kosugo, R. and Fujii, H., 1987, An index for rating cumulative fatigue symptoms (CFSI) in different occupations, The Journal of Science of Labour, 63, 229-246.
- Kumashiro, M., 1987, Workload, postures and job redesign: An ergonomic and industrial management (Ergoma)