

## **4. Calidad de Vida laboral.**

### **4.1 "Fiabilidad Humana en los Sistemas de Salud y Seguridad Laboral de las Organizaciones."**

Autor: MACHADO SUSSERET, Néstor R.



## Índice

I	Marco Teórico:	83
	¿Enfoque Sistémico o Individualismo Metodológico?	83
II	La Organización desde la Teoría General de Sistemas	85
III	La Organización como Sistema Sociotécnico	87
IV	El Sistema Ocupacional y el Sistema de Salud y Seguridad Laboral en el Sistema Sociotécnico de la Organización	90
V	Fiabilidad Humana en los Sistemas de Salud y Seguridad Laboral	94
VI	El Trabajador en la Fiabilidad Global de los Sistemas	96
VII	Fiabilidad Humana: Técnicas desarrolladas desde la Ingeniería	97
VII.1	Técnica para la predicción de porcentajes de error humano (THERP)	97
VII.2	Técnicas basadas en fiabilidad en el tiempo: (OAT)	98
VII.3	La Fiabilidad Humana desde la Ingeniería	101
VIII	Fiabilidad Humana: Enfoque desde las Teorías Psicológicas del Error Humano	103
VIII.1	El error humano	103
VIII.2	Modelos de tratamiento de la información y toma de decisiones - El Modelo RASMUSSEN	105
VIII.3	El Modelo NORMAN - SHALLICE	110
IX	Conclusiones	112
X	Bibliografía	121



## **I. MARCO TEÓRICO:**

### **¿ENFOQUE SISTÉMICO O INDIVIDUALISMO METODOLÓGICO?**

El enfoque sistémico y el individualismo metodológico, constituyen dos de los programas de investigación más relevantes de las ciencias sociales actuales. Sus orígenes, no obstante, pueden sustraerse de las primeras indagaciones teóricas acerca de lo social. Como programas de investigación tienen el sentido atribuido por el filósofo Imre LAKATOS, de ser un conjunto de teorías soportadas en un centro duro de principios incuestionables, con un cinturón protector de teorías derivadas del centro duro, cuyo progreso teórico depende, de manera importante, de su capacidad heurística para predecir hechos nuevos con algún éxito. Además, si el crecimiento teórico se retrasa con respecto al crecimiento empírico, el programa podría estancarse y corre el riesgo de degenerarse. (LAKATOS, 1975)

Tanto los enfoques sistémicos, así como el individualismo metodológico, representan dos corrientes de análisis de los hechos sociales -particularmente de los económicos- que han ganado terreno como programas de investigación, por la amplia gama de fenómenos y variables que son capaces de abordar y por la "elegancia" de sus teorías, dotadas de un fuerte poder heurístico y hermenéutico. No obstante, como es previsible, están sometidos a limitaciones epistemológicas, con consecuencias prácticas que se traducen en la imposibilidad de enriquecer los análisis. Por esta razón, a menudo ambos enfoques son presentados como opuestos y rivalizando en términos de cual provee mejores explicaciones y cual se desarrolla sobre una base empírica más sólida. Normalmente se les asocia con presupuestos ideológicos, entre los cuales, los enfoques sistémicos están vinculados a posiciones de izquierda, mientras que al individualismo metodológico se le relaciona con la corriente neoliberal de la economía.

Ambos enfoques metodológicos se van a analizar brevemente a continuación, ya que tratan con fenómenos de complejidad organizada, donde las teorías representan complejas combinaciones de hipótesis, tienen un centro duro muy afianzado, por lo cual sus cinturones protectivos cumplen bien su misión, haciendo

casi imposible en la práctica identificar teorías refutadas por evidencia contraria. El alcance logrado por ambos programas supone una ruptura, aunque no definitiva, con una buena parte del anclaje metodológico tradicional de las ciencias sociales, particularmente con los rígidos patrones impuestos por el positivismo y por el posterior logicismo empírico.

El individualismo metodológico tiene una larga tradición, puesto que es el presupuesto epistemológico de importantes corrientes de las ciencias sociales, particularmente de la economía, como es el caso de la escuela neoclásica, y la teoría de la acción humana, subyacente en los planteamientos de los economistas austriacos. En la esencia de este pensamiento se encuentra el hecho que el único método científico válido es el que explica los fenómenos sociales a partir de una reconstrucción de las relaciones e interacciones que existen entre espíritus individuales. El individualismo metodológico se justifica por el carácter necesariamente subjetivo de toda percepción humana en materia de hechos sociales, que impone límites a nuestro conocimiento y moldea nuestras creencias. El saber concreto que orienta la acción de un grupo de individuos no existe como un conjunto coherente y lógico, sino de una forma dispersa e incoherente bajo la cual se manifiesta a muchos individuos. Tal dispersión e imperfección del conocimiento humano es el hecho fundamental del cual deben partir las ciencias sociales. (LEPAGE, 1986)

Por otra parte, los enfoques de sistemas son subsidiarios tanto del evolucionismo como de la exploración científica que intenta aprehender totalidades. Presuponen la posibilidad de abordar la realidad como un todo, considerando sus componentes y los distintos estados de interacción entre ellos. El intenso uso de las matemáticas en los modelos sistémicos permite eliminar el supuesto ropaje metafísico que acompañaría el estudio de totalidades, aceptando que la ciencia no puede hacer otra cosa que presentar relaciones formales entre fenómenos. Intentan descubrir la "organización" implícita en cualquier realidad previamente definida, estableciendo el marco de principios, tendencias y leyes subyacentes. Para la explicación, abandonan el paradigma de la causalidad lineal y de la explicación probabilística, propia de los problemas de complejidad no organizada. Suponen que en la realidad nos encontramos con problemas de complejidad organizada en todos los niveles de la estructura jerárquica del universo, de lo cual se desprende

que tal complejidad debe ser abordada mediante leyes sistémicas. (MACHADO SUSSERET, 2002)

Por las razones expuestas en el párrafo anterior, como soporte epistemológico de este trabajo optaré por el enfoque sistémico, ya que trata de comprender el funcionamiento de la sociedad desde una perspectiva holística e integradora, en donde lo importante son las relaciones entre los componentes, ya que el enfoque sistémico no concibe la posibilidad de explicar un elemento si no es precisamente en su relación con el todo. Metodológicamente, por tanto, el enfoque sistémico es lo opuesto al individualismo metodológico, aunque esto no implique necesariamente que estén en contradicción.

## **II. LA ORGANIZACIÓN DESDE LA TEORÍA GENERAL DE SISTEMAS**

La idea de sistema nos remite a un conjunto de elementos interrelacionados con un mismo propósito, conformando un medio o procedimiento para realizar algo. Esto alude a la idea de un todo unitario y organizado, compuesto por dos o más partes (elementos, componentes o subsistemas) que, por su misma naturaleza, constituyen una complejidad organizada y, siguiendo el Principio de Pascal, todo sistema puede considerarse, a la vez, como todo y como parte de un todo mayor, razón por la cual debemos considerar lo siguiente:

(1) No se puede cerrar un sistema como totalidad, hay que considerarlo, siempre, entre los sistemas de sistemas de que forma parte. Es decir, los sistemas complejos incluyen el conocimiento de los sistemas inferiores, y éstos adquieren su significado último en el contexto de los sistemas complejos de los que forman parte.

(2) Es necesario entonces, desde la perspectiva de MORIN (1999:93), un pensamiento que reconozca y analice los fenómenos multidimensionales en lugar de aislar, mutilando, cada una de sus dimensiones; de la misma manera que enfrente las realidades que son al mismo tiempo solidarias y conflictivas; que respete lo diverso y que, al mismo tiempo reconozca la unidad. (MACHADO SUSSERET y SUSTA, 2004)

Un sistema posee, podríamos sintetizar, cuatro elementos básicos: (1) *entradas*, todo sistema recibe entradas o insumos del ambiente circundante, para su

alimentación; (2) *procesamiento* o núcleo del sistema, transforma las entradas en salidas o resultados, (3) *salidas*, resultado de la operación del sistema y (4) retroalimentación, acción que las salidas ejercen sobre las entradas para mantener el equilibrio del sistema (es positiva cuando la salida estimula y amplía la entrada para incrementar el funcionamiento del sistema, por el contrario es negativa cuando la salida restringe y reduce la entrada para disminuir la marcha del sistema). Todo sistema existe y funciona en un ambiente<sup>45</sup> y según el modo como interactúa con él podemos clasificarlos en *abiertos* o *cerrados*.

Según SCHEIN<sup>46</sup> (1982) las organizaciones son unidades sociales (o agrupaciones humanas) intencionalmente construidas y reconstruidas para lograr objetivos específicos, de esta manera la organización nunca constituye una unidad lista y acabada, sino un organismo social vivo y cambiante. Toda organización se constituye, así, en un sistema social dentro del suprasistema social en el que se encuentra.

Las organizaciones pueden dividirse, al decir de CHIAVENATO (1994:8), en organizaciones con *ánimo de lucro* y organizaciones *sin ánimo de lucro* (las empresas son un buen ejemplo de organización con ánimo de lucro, por lo tanto cualquier definición de empresa debe tener en cuenta ese objetivo).

Una organización es un *sistema abierto* ya que, posee varias entradas y salidas para relacionarse con el ambiente externo, las cuales no están bien definidas; sus relaciones de causa y efecto son indeterminadas debido a que la separación entre el sistema y el ambiente no está bien definida, lo cual significa que las fronteras son abiertas y permeables. Otros ejemplos de sistema abierto son, además de las organizaciones en general, las empresas en particular, todos los organismos vivos, especialmente el hombre. Se denominan también sistemas orgánicos.

Por el contrario, un sistema es cerrado cuando tiene pocas entradas y salidas en relación con el ambiente externo, que son bien conocidas y guardan entre sí una relación de causa y efecto: a una entrada determinada sigue una salida determinada, por esta razón se denominan, a veces mecánicos o deterministas. Los motores, las máquinas y la mayor parte de la tecnología creada por el hombre se constituyen en claros ejemplos de este tipo de sistemas.

Ahora bien cabe señalar que, en realidad no existe un sistema totalmente cerrado (que sería hermético) ni uno totalmente abierto (que se disiparía), todo sistema



depende, en alguna medida del ambiente, por ende se considera cerrado, podríamos decir, aquel que en esa interrelación obedece las leyes de la física, y abierto cuando no las obedece, debido a la elevada interdependencia con el ambiente.

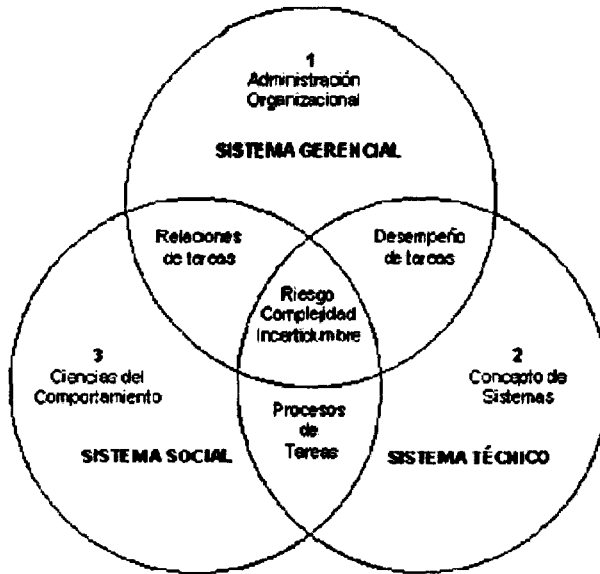
Por otra parte, el sistema es abierto, no solo en relación con su ambiente, sino también con él mismo (internamente), lo cual hace que las interacciones afecten al sistema como un todo; además el sistema abierto puede modificar la estructura y los procesos de sus componentes para adaptarse al ambiente<sup>47</sup>. Basados en la Teoría General de Sistemas, KATZ<sup>48</sup> y KHAN<sup>49</sup> proponen ciertas características de las organizaciones desde el enfoque de los sistemas abiertos e introducen conceptos como: importación-transformación-exportación de energía, carácter cíclico<sup>51</sup>, entropía negativa<sup>52</sup>, información como insumo, retroalimentación negativa y proceso de codificación<sup>53</sup>, estado de equilibrio y homeostasis dinámica<sup>54</sup>, diferenciación<sup>55</sup>, equifinalidad<sup>56</sup> y grado de apertura del sistema<sup>57</sup>.

Podemos afirmar entonces que los sistemas sociales (las organizaciones) son esencialmente sistemas abiertos que no dependen de una parte física determinada y pueden desecharla o sustituirla (se organizan a sucesos o acontecimientos y no lugares y la estructura está sujeta al funcionamiento); están conformados por actividades regulares (complementarias o interdependientes) que desarrollan los individuos, en relación con alguna salida o resultado común; dichas actividades se repiten y son relativamente duraderas y están enlazadas en tiempo y espacio determinado (la recurrencia de las actividades se relaciona con la entrada de energía al sistema, con la transformación de energía dentro de él, y con el producto resultante).

### **III. LA ORGANIZACIÓN COMO SISTEMA SOCIOTÉCNICO**

Este concepto, es decir, la organización como sistema sociotécnico, se conoce como *Enfoque o Modelo de Tavistock*<sup>58</sup> y considera a la organización como un sistema abierto en constante interacción con su ambiente y estructurado, según TRIST y sus colaboradores<sup>59</sup>, en tres subsistemas principales, a saber [ver Cuadro 1]:

1. Subsistema técnico o de tareas, constituido por el flujo de trabajo, la tecnología involucrada, los desempeños que la tarea exige y todo tipo de variable tecnológica a la que el sistema sea sensible.



**Cuadro 1 . El Sistema Sociotécnico.**

Fuente: Donald Ralph Kingdom, *Matrix Organization, Managing Information Technologies*, Londres, Tavistock, 1973. p.95.

2. Subsistema gerencial, que incluye a la estructura organizacional, las políticas, los procedimientos, las reglas, modo en que se toman las decisiones y otros elementos proyectados en pos de los procesos administrativos.

3. Subsistema social, definido por la cultura organizacional, los valores, las normas, y la satisfacción de necesidades personales (quedan incluidos también, la organización informal y, la motivación y actitudes individuales de sus miembros).

Esto nos remite a un primera idea de interrelación entre subsistemas, y que, además, están sometidos a la influencia de variables provenientes de un determinado medio ambiente, tanto físico como organizativo. De manera general, el subsistema técnico incluye todos aquellos elementos relacionados con las condiciones materiales del trabajo, mientras que el subsistema social incluye todos aquellos aspectos relacionados con las personas que integran la organización. Los subsistemas interaccionan para lograr un objetivo común, que suele estar compuesto por la combinación de varios objetivos parciales interrelacionados (eficacia, productividad, calidad, seguridad, bienestar, etc.) cuyo equilibrio, en general, tiene una base conflictiva.

Por ende, para operar en el sistema técnico, se necesita del sistema gerencial y el social, ninguno de ellos puede considerarse aisladamente, sino en el contexto de la organización total; si uno sufre alteraciones, el otro también.

Como se dijo, una organización es un sistema abierto que tiene una tarea principal que realiza para sobrevivir. El sistema puede realizar su tarea principal únicamente mediante el intercambio de materiales con su medio ambiente. Este intercambio consiste en varios procesos: la importación de recursos y materiales, la conversión de ellos, el consumo de algunos bienes para el mantenimiento del sistema y la exportación de productos, servicios y desperdicios.

El punto de vista Tavistock está caracterizado por un enfoque sociotécnico, lo cual es una manera global e intersistémica de conceptualizar una organización. El hecho de que las empresas dependen del esfuerzo del ser humano significa que las fuerzas sociales estarán vigentes y que influirán en la producción de bienes y servicios. Por lo tanto, un enfoque solamente sobre la tecnología se considera como defectuoso e inapropiado.

El método Tavistock toma en cuenta la importancia de una tecnología y estructura adecuadas para el trabajo de la organización, pero también examina las relaciones entre la tecnología y las cualidades humanas de los trabajadores. Estas relaciones varían y requieren de análisis constante. Así, el punto de vista Tavistock incluye tanto lo psicológico y lo social como lo tecnológico. Trata de promover la optimización de estos tres aspectos de la realidad organizacional.

Las actividades de un sistema abarcan todos estos procesos psicológicos, sociales y tecnológicos, ya sean relacionados con la elaboración de productos para exportación o con las necesidades emocionales de los integrantes de la organización. Las actividades de una organización incorporan todo lo que ella hace para poder cumplir con sus metas. Cumpliendo con sus metas, sus objetivos, es lo que le permite sobrevivir.

Debido a la presencia de procesos subyacentes y ocultos, las actividades de la organización son más amplias que meramente los procesos laborales. La relación entre las actividades y el trabajo de una organización es íntima. Sin llevar a cabo las actividades idóneas para que haya cierto nivel de comodidad psicológica entre los trabajadores, el sistema de trabajo en sí resulta ser el perjudicado.

#### IV. EL SISTEMA OCUPACIONAL Y EL SISTEMA DE SALUD Y SEGURIDAD LABORAL EN EL SISTEMA SOCIOTÉCNICO DE LA ORGANIZACIÓN

Así, en toda organización el sistema de trabajo u ocupacional interactúa en un sistema social determinado por un sistema cultural en un tiempo y espacio determinado, configurando lo que llamaremos "mundo o contexto sociocultural" del sistema sociotécnico de la organización. Dicho contexto sociocultural propongo analizarlo como un "fenómeno social total", en el sentido de que todo lo que sucede en alguna de sus partes componentes repercute necesariamente en las demás, directa o indirectamente, con mayor o menor intensidad, en el corto, mediano o largo plazo. Se trata, pues, de un Mundo con fuerte interrelación entre sus partes.

El concepto de fenómeno social total es un concepto que proviene de la sociología y fue acuñado por Marcel MAUSS<sup>60</sup> (1872-1950), y alude al carácter multifacético, multidimensional e integral de los fenómenos sociales, donde se vinculan íntimamente persona, sociedad y cultura. El Fenómeno Social Total (FST) apunta a considerar el mundo sociocultural tal como se da en la experiencia inmediata.

De modo que este Mundo es un "todo" (desde una concepción aristotélica-platoniana<sup>61</sup>), caracterizado por la interdependencia de sus partes constitutivas, y en el cual podemos identificar cuatro sistemas: *el sistema cultural, el sistema social, el sistema de la personalidad y el sistema orgánico* [ver Cuadro 2]. Es decir se presenta de forma "planisférica" una realidad que en lo concreto es esférica. Cada sistema contiene aspectos manifiestos y no manifiestos, estos aspectos se constituyen en categorías teóricas que nos son útiles para clasificar distintos fenómenos que pueden darse en cada uno de los sistemas. Los fenómenos incluidos en cada categoría teórica no son mutuamente excluyentes. Describiremos los sistemas, y, si bien cada uno de los fenómenos merecería particular atención, nos limitaremos a la simple mención de cada uno de ellos para dar una idea acabada del FST que postulara MAUSS.

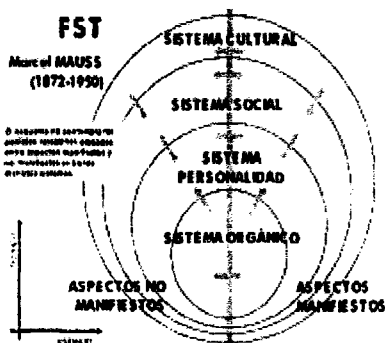
Sistema Cultural. Entre los aspectos manifiestos de este sistema están: el ambiente construido, creaciones tangibles e intangibles del ser humano, la técnica y el lenguaje; y en los aspectos no manifiestos se encuentran: los usos sociales, las costumbres, las normas del derecho positivo, los valores, las creencias, los conocimientos, las representaciones colectivas, las instituciones sociales, y la Weltanschauung<sup>62</sup>.

Sistema Social. Entre los aspectos *manifiestos* de este sistema están: los actores sociales, la interacción social, los grupos primarios y secundarios, grupos de pertenencia y referencia, grupos formales e informales, los agentes de socialización; por el lado de los *no manifiestos* están: los procesos de socialización (primaria, secundaria, anticipada, des-socialización, re-socialización).

Sistema de la Personalidad. En los aspectos *manifiestos* se encuentran: la acción social, los comportamientos, el status y los roles sociales; y en los *no manifiestos* están: las actitudes, las expectativas y las necesidades psico-sociales y existenciales.

Sistema Orgánico. En los aspectos manifiestos tenemos: el cuerpo como "construcción", la moda y la vestimenta, los adornos, los gestos y posturas, el comer y beber como "formas socioculturales", y la salud y la enfermedad; en tanto que en los no manifiestos están: las necesidades fisiológicas, las representaciones sociales de la "salud" y la "enfermedad", las representaciones sociales de "belleza" corporal y el ambiente natural.

**CUADRO 2**



fuelle: Elaboración propia

Si bien MAUSS considera los ejes tiempo y espacio del FST, los ejes (arcos) de análisis propuestos por GUYOT para abordar problemáticas complejas de la práctica, son de mayor robustez epistemológica para cualquier tarea de análisis que se pretenda realizar. Los ejes que propone GUYOT son: (1) situacionalidad histórica, (2) las relaciones de poder-saber, (3) la relación teoría-práctica y (4) la vida cotidiana.

La situacionalidad histórica alude al entrecruzamiento de las coordenadas espacio-tiempo, tal país, ciudad, región, etc. y determinada época signada por lo que acontece en el mundo, la sociedad y la cultura.

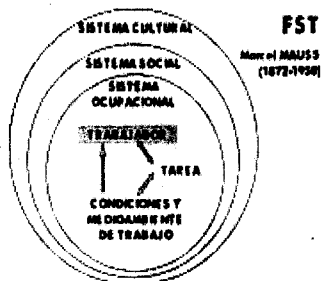
Las relaciones poder-saber convoca la consideración del campo de las luchas, las confrontaciones y resistencias que acontecen en el sistema social en el orden del enunciar, el ver, el poder, del objetivar, y sí el trabajo, o mejor dicho el sistema ocupacional, es básicamente una práctica social, es necesario detenerse en los modos y formas de vincularse los sujetos con el conocimiento al respecto.

La relación teoría-práctica, evidencia que "no hay hacer humano sin pensar y el mismo pensar implica una práctica específica, de este modo teoría y práctica se reconcilian en la praxis, en vistas de la acción creadora del hombre". Esto permite repensar las relaciones entre teoría y práctica como puntos estratégicos de relevos, así "la práctica es un conjunto de relevos de un punto teórico a otro, y la teoría, un relevo de una práctica a otra. Ninguna teoría puede desarrollarse sin encontrar una especie de muro y se precisa de la práctica para perforar el muro"<sup>63</sup>.

La vida cotidiana, es el tiempo fuerte en que acontece la práctica laboral, dentro de la situacionalidad histórica. Parafraseando a GUYOT, en el quehacer de todos los días se juega el tiempo micro de la histórica de una institución, el trabajo, que pone en el centro del acontecer cotidiano a la práctica.

En todo Sistema Ocupacional dentro de una organización (estructura social), se reconocen tres componentes fundamentales (1) trabajador, (2) la/s tareas - procedimientos-, y (3) condiciones y medioambiente de trabajo (instalaciones, maquinas, equipos, etc.) (ver Cuadro 3).

CUADRO 3



fuentes: Elaboración propia

Es propósito de la Salud y Seguridad Laboral (SySL) o en el Trabajo actuar sobre los sistemas de trabajo para hacerlos más fiables para las personas (trabajadores y terceros) y los bienes patrimoniales del empleador y la comunidad toda. Si por Sistema de Trabajo se entiende al conjunto de personas y medios técnicos que bajo unas determinadas condiciones ambientales actúan sobre el proceso de trabajo para llevar a cabo una actividad laboral determinada, se hace necesario, entonces, un enfoque sistémico de la SySL que permita actuar dichos Sistemas de Trabajo. Estos Sistemas de Salud y Seguridad están formados por soportes lógicos y soportes técnicos. Dentro de los primeros están las disposiciones, ligadas a las órdenes (mandar lo que ha de hacerse), y fundamentalmente al "preparar y al prevenir" (disponer). Mientras que los soportes técnicos son básicamente dispositivos que, extrapolar una idea Foucaultiana acerca de los dispositivos de poder, permiten hacer o no una acción, o bien permiten que un hecho suceda o no, actuando sobre la condición insegura y, fundamentalmente, sobre el comportamiento inseguro de las personas.

Como se dijo en el párrafo anterior, todo Sistema de SySL debe actuar sobre el Sistema de Trabajo para hacerlos fiable para las personas y los bienes, tal fiabilidad descansa en dos factores: el técnico y el humano. En consecuencia, éstos se evalúan por la *fiabilidad técnica* y la *fiabilidad humana* del sistema en función de los sistemas ocupacionales sobre los que actúan.

Desde la perspectiva particular de esta asignatura, el foco de interés se encuentra en la fiabilidad humana de los SySL, por lo tanto, una eficaz gestión de riesgos laborales, debería contemplar, a la vez que una intervención sobre aspectos materiales y ambientales, una intervención sobre el subsistema social de la organización en el ya mencionado *Modelo Sociotécnico de Tavistock*.

## V. FIABILIDAD HUMANA EN LOS SISTEMAS DE SALUD Y SEGURIDAD LABORAL

En una intervención sobre el subsistema social de la organización cobran especial relevancia los comportamientos de los trabajadores, los cuales son función, básicamente, de la interrelación de unas determinadas actitudes y de unos determinados contextos laborales.

Las actitudes pueden considerarse como una especie de esquemas o patrones mentales desde los que el individuo percibe e interpreta el mundo. Estos patrones se configuran con elementos cognitivos y afectivos (conocimientos y sentimientos) que el individuo va incorporando a través de la experiencia a lo largo de su vida. Por ello, aunque sean relativamente estables, van variando con el tiempo.

Desde la perspectiva de la Seguridad, las evaluaciones de los riesgos potenciales de un sistema realizadas para determinar su fiabilidad se conocen como análisis probabilísticos de riesgos, y son complejas técnica y formalmente. Un análisis probabilístico de riesgos debe considerar todos los aspectos negativos para la seguridad de un sistema, identificando los fallos técnicos, los sucesos ambientales y los errores humanos que, por separado o de forma conjunta, pueden conducir a sucesos no deseados. Una vez identificadas las vías de fallo, se cuantifica la probabilidad de cada fallo y de cada combinación de fallos y se da una predicción de la frecuencia de ocurrencia de cada suceso no deseado. La fiabilidad global de un sistema se obtiene a partir de la fiabilidad de los factores técnicos y humanos; ello permite conocer cuál es el riesgo para un sistema particular y ayuda a decidir si tal riesgo es, o no, aceptable.

En las investigaciones de los accidentes mayores se señala como una causa importante la contribución humana etiquetada como "error humano" <sup>64</sup> sin especificar más. Este concepto es ambiguo, pues puede encubrir aspectos relativos, por ejemplo, a la organización del trabajo, al diseño del sistema y así, las explicaciones de tales accidentes deberían profundizar en lo que se refiere al término "error humano".

En la tesis de una intervención en la organización, hay que tener en cuenta que las personas no cambian voluntariamente de actitudes, ya que uno no puede



decidirse a cambiar una cosa de la que no es consciente. Por definición, difícilmente alguien puede pensar que sus propias actitudes son equivocadas. Tiene que ser un observador quien juzgue tal cosa. Hablar de cambio de actitudes supone, en primer lugar, la existencia de unas personas con unas actitudes determinadas y, en segundo lugar, de otras personas que juzguen a aquellas como incorrectas o inadecuadas en relación a un criterio que consideran válido.

En el ámbito que aquí se trata, las actitudes erróneas serán aquellas que favorezcan una predisposición a arriesgarse, mientras que las actitudes correctas serán aquellas favorables a la seguridad, es decir, a no correr riesgos. Se presupone que las actitudes favorables a la seguridad serán aquellas que predisponen a comprender la existencia de unos riesgos, así como a comportarse de manera adecuada a unos procedimientos preventivos para evitarlos. Estos procedimientos se habrán establecido después de haber identificado, estimado y evaluado unos riesgos mediante unos criterios científico-técnicos.

Hay que tener en cuenta que muchas veces estos criterios científico-técnicos no coincidirán con los criterios de *sentido común que hace servir el trabajador para interpretar la realidad*.

Dada la diversidad de definiciones planteadas por distintos autores desde diferentes perspectivas, en el presente trabajo entenderemos la fiabilidad humana según la define la CEE (COMUNIDAD ECONÓMICA EUROPEA, 1988), como "el cuerpo de conocimientos que se refieren a la predicción, análisis y reducción del error humano, enfocándose sobre el papel de la persona en las operaciones de diseño, de mantenimiento, uso y gestión de un sistema sociotécnico".

Asimismo, se entiende por tarea en sentido estricto, el objetivo asignado al trabajador. En sentido amplio, la tarea conlleva las instrucciones y/o consignas, los dispositivos utilizados y las condiciones en que se debe realizar. El análisis de la tarea, sirve para evidenciar las sub-tareas, actividades u operaciones elementales claves, en las que un error puede contribuir a un suceso no deseado, identificando los factores que influyen en la ejecución de cada operación o sub-tarea (MACHADO SUSSERET, 2002).

Se puede convenir que con el término error humano, se alude al comportamiento de las personas que excede el límite de tolerancia definido para la

seguridad de un sistema. Se excluyen en esta definición, los sabotajes (conductas malintencionadas) y las violaciones (transgresiones deliberadas, sin intención de daño y no necesariamente censurables (REASON, 1990)). Además, el término error no tiene una connotación moral de fallo personal o culpa, pues ésta no tiene utilidad para la determinación de las causas originales de los accidentes e incidentes (MACHADO SUSSERET, 2002).

## **VI. EL TRABAJADOR EN LA FIABILIDAD GLOBAL DE LOS SISTEMAS**

Para la valoración de la fiabilidad de un sistema es importante tener en cuenta que la persona no sólo juega un papel negativo en cuanto que fuente de error, sino que también es elemento de *sobrefiabilidad*, ya que es capaz de anticipar, prevenir, confirmar y recuperar las desviaciones no previstas del sistema, incidentes relacionados con fallos técnicos, errores propios y ajenos. En este sentido, afirman ARQUER y NOGAREDA (1994), el ser humano aventaja a la mayoría de los dispositivos técnicos, por tres (3) razones que ha continuación se transcriben:

1. "Por su superior capacidad de adaptación ante situaciones no previsibles y su flexibilidad para modificar las estrategias encaminadas a alcanzar el objetivo fijado".
2. "Por su capacidad de aprendizaje: frente a una situación nueva es capaz de construir de varias maneras una estrategia de resolución y de adaptarla para el futuro cuando las circunstancias lo exijan".
3. "Por la posibilidad, principalmente en entornos dinámicos, de anticipar los acontecimientos y por tanto, de modificar su estrategia inicial para evitar consecuencias molestas y la facultad de corregir sus propios errores".

Cuando los estudios de seguridad de funcionamiento sólo se basan en los aspectos cuantitativos de la actividad humana, la *sobrefiabilidad* de la persona puede escapar a los análisis e incluso puede verse obstaculizada por la adopción de supuestas mejoras. Sólo un análisis fino de la actividad de la persona en un sistema revela las características de esta actividad y permite la búsqueda de soluciones a fin de minimizar las fuentes de *infiabilidad* sin perjudicar las actividades de *sobrefiabilidad*.

## VII. FIABILIDAD HUMANA: TÉCNICAS DESARROLLADAS DESDE LA INGENIERÍA

A continuación describiremos sucintamente dos de las técnicas más relevantes desarrolladas para la evaluación de la fiabilidad humana en los Sistemas de SySL.

### VII.1 Técnica para la predicción de porcentajes de error humano (THERP)

La técnica THERP (Technique for Human Error Rate Prediction) ha sido ampliamente citada y utilizada, basada en el supuesto de que las acciones del operador pueden ser tenidas en cuenta del mismo modo que el éxito o fracaso del funcionamiento de una bomba o una válvula (SWAIN y GUTTMANN, 1983). Bajo este supuesto, la fiabilidad de un operador puede ser evaluada esencialmente de la misma manera que para una pieza del equipamiento, con ciertos ajustes para afrontar la mayor variabilidad e interdependencia de la ejecución humana. El objetivo de la THERP es: "(...) predecir las probabilidades de error humano y evaluar la degradación de un sistema hombre-máquina probablemente causada por errores humanos, solos o en conexión con el funcionamiento del equipamiento, los procedimientos operativos y prácticas, u otras características que influyen el comportamiento del sistema." Se aplica en cuatro pasos:

1. Identificar las funciones del sistema que pueden ser influenciadas por un error humano.
2. Listar y analizar las operaciones relacionadas (por ejemplo, realizar un análisis de la tarea<sup>65</sup>).
3. Estimar las probabilidades de error en esas operaciones usando una combinación de juicios de expertos y datos disponibles.
4. Estimar los efectos de los errores humanos en los eventos de fallo del sistema. Cuando se usa por diseñadores, se convierte en un paso iterativo que implica realizar cambios en el sistema y entonces recalcular las probabilidades para calibrar los efectos de esas modificaciones.

El núcleo de esta técnica lo componen las veintisiete (27) tablas de probabilidades de error humano de la parte IV del Manual (la probabilidad de que se produzca un error cuando un determinado elemento se ejecute). Estos números son

valores genéricos, estimados a partir de opiniones de expertos y de datos recogidos en actividades análogas a las de los operadores de las centrales nucleares.

Las críticas a las primeras versiones de la THERP iban en la dirección de que se centraba exclusivamente en formas de error conductuales y se olvidaban errores tales como una mala diagnosis o la selección de una mala estrategia para actuar - unos tipos de errores que contribuyen de manera amplia a los accidentes en centrales nucleares. En la distinción de RASMUSSEN<sup>66</sup>, estos serían los errores del nivel basado en conocimiento. Las últimas revisiones están atendiendo este problema.

En tanto, otro grupo de críticas apunta a la alta variabilidad de los juicios de expertos que muestran trabajos, en los últimos trabajos, SWAIN utiliza medidas basadas en datos de equipos de operadores en simulador afrontando situaciones anormales, y mide frecuencias de error dependientes del tiempo. Estos datos muestran el tiempo que se necesita para cada diagnosis correcta y el número de equipos control que no consiguen un buen diagnóstico.

## **VII.2 Técnicas basadas en fiabilidad en el tiempo: (OAT)**

Cuando las técnicas OAT (Operator Action Tree - Árboles de acciones de los operadores) fueron desarrolladas, la única técnica que había disponible era THERP, la cuál se basaba en errores procedimentales que se daban *antes* del accidente. En cambio, los diseñadores de estas técnicas se interesaron más por cuantificar los errores *postaccidente* basándose en curvas de fiabilidad - tiempo. Así fue, como los arquitectos del método OAT vieron que se estaba obviando otro importante grupo de errores: aquellos que se dan después de que la secuencia del accidente haya comenzado. Estos suelen ser "errores cognitivos", ya que se deben a equivocaciones en procesos cognitivos de alto nivel, como razonamiento, diagnóstico y selección de estrategias.

En resumen, este método emplea un árbol lógico, el árbol de acciones del operador, que identifica los posibles modos de error en *postaccidentes*. Se proponen tres tipos de error cognitivo:

1. Fallos al percibir que el evento ha ocurrido.

2. Fallos para diagnosticar la naturaleza del evento y para elegir las acciones correctivas necesarias.

3. Fallos al implementar estas respuestas correctamente y de manera oportuna.

Estos errores se cuantifican aplicando una herramienta analítica llamada *curva de fiabilidad - tiempo*, que describe la probabilidad de errar en función del intervalo temporal entre el momento en que el aviso relevante se produce y el momento en que la acción correctiva debe aplicarse para conseguir un restablecimiento correcto. La probabilidad de no ejecutar una acción se expresa como una función decreciente del tiempo disponible para esa acción, y normalmente se muestra por medio de una curva logarítmica con el tiempo en las abscisas y la probabilidad de no respuesta en las ordenadas. El tiempo disponible para pensar se expresa como:

$$t(p) = t(t) - t(i) - t(a)$$

Donde:

$t(p)$ : es el intervalo de pensamiento;

$t(t)$ : es el tiempo total desde el inicio de la secuencia del accidente hasta el punto en el que las acciones se tienen que completar;

$t(i)$ : es el tiempo después del inicio al cuál se manifiestan las indicaciones apropiadas;  
y

$t(a)$ : es el tiempo que se necesita para ejecutar las acciones planeadas.

No hay datos empíricos, por lo que esta técnica comparte con la THERP el problema fundamental de utilizar las mejores estimaciones derivadas bien de expertos, bien extrapoladas de estudios de laboratorio.

Así, las siguientes investigaciones se centraron en obtener diferentes curvas de fiabilidad-tiempo para los diversos niveles (*basado en habilidades, basado en reglas y basado en conocimiento*).

Estos nuevos avances dieron lugar al Modelo de Fiabilidad Cognitiva (MCR) de HANNAMAN, SPURGIN y LUKIC<sup>67</sup> (1984). Mientras que el modelo OAT proporcionaba sólo una única relación fiabilidad - tiempo, el MCR proporciona varios conjuntos de curvas, cada uno relacionado con un tipo de cognición diferente (habilidades, reglas y conocimiento) para modelar situaciones específicas. Dentro

de este modelo dos (2) son las principales técnicas para obtener las curvas mencionadas, éstas fueron desarrolladas para el análisis de las acciones correspondientes a acciones post-accidente por personal de operación y el análisis de sus respuestas cara a la cuantificación de la fiabilidad de las mismas. Las dos técnicas son: la HCR (Human Cognitive Reliability) desarrollada por HANNAMAN y otros (1984), que se trata esencialmente de una correlación tiempo - fiabilidad, y la TRC (Time Reliability Correlation) desarrollada por DAUGHERTY y FRAGOLA (1988), que prácticamente ha reemplazado a la anterior, que se basa en suponer que la disponibilidad de tiempo para el diagnóstico del fallo de un sistema es el factor dominante en la determinación de la probabilidad de fallo del sistema. Dicho de otra forma, la disponibilidad de tiempo o la posibilidad del operador en poder pensar es el factor determinante en la probabilidad de fallo de la acción. La disponibilidad de tiempo para el diagnóstico y toma de decisiones es el factor fundamental en el éxito de un operador ante una situación anormal y el inicio de la respuesta adecuada.

Dentro de este modelo, el método de evaluación de fiabilidad humana más utilizado, es el propuesto por HANNAMAN y otros (1984), conocido con el nombre de SHARP (Systematic Human Action Reliability Procedure). El SHARP define siete pasos<sup>68</sup> para llevar a cabo el análisis de fiabilidad humana. Cada una de estas actividades consta de inputs, análisis, reglas y resultados. Los inputs se derivan de las tareas preliminares del análisis de fiabilidad de sistemas y otras fuentes de información, como son procedimientos e informes de incidentes. Las reglas dan instrucciones de cómo actuar para cada actividad y los resultados son el producto de las actividades realizadas.

Como ventaja de las técnicas inscriptas en este paradigma, con respecto a las anteriores, se puede comentar que se ha descrito un buen ajuste entre el modelo y los tiempos de ejecución observados en estudios de simulación. Además cubre el nivel *basado en conocimiento* tanto como los más usualmente modelados niveles basados en *habilidades y en reglas*.

Sus principales problemas se basan en que considera una dicotomía respuesta - no respuesta, centrándose en las probabilidades de no respuesta que se obtienen de las curvas. Sin embargo, los errores de comisión son tan frecuentes como los de omisión. Además, al considerar curvas separadas para los diferentes niveles de

procesamiento no se está teniendo en cuenta el rápido intercambio entre niveles que aparece cuando los sujetos se enfrentan realmente a los eventos. Así mismo, no es fácil determinar si las probabilidades de no respuesta (obtenidas de las curvas HCR) se deben a un procesamiento lento de la información o al fallo en detectar el inicio de la emergencia. Estos son dos procesos psicológicos diferentes, y parece poco probable que pudieran ser descritos por la misma curva de tiempo disponible/probabilidad de no respuesta. El problema es que todas estas técnicas están usando medidas *de producto* (es decir, medidas en las que el centro de atención se posa en el resultado que se obtiene tras una serie de procesos), sin que para ello se hayan desarrollado teorías sobre porqué se llega a un determinado resultado en unas determinadas condiciones.

### **VII.3 La Fiabilidad Humana desde la Ingeniería.**

Las técnicas y/o métodos hasta ahora descritos se han interesado por un lado, en si se produce o no, y con que probabilidad, un determinado error. Y por otro, han intentado describir lo mejor posible las condiciones que originan la situación donde se produce el error y, o bien se estima la probabilidad de efectuar acciones que lleven a una situación peligrosa, o bien se estima la probabilidad de detectar un error y corregirlo una vez que se ha producido.

Pero, en ningún caso se está intentando explicar los *procesos* que subyacen a la consecución de ese resultado: no se están empleando medidas de proceso, y por ello no son, en sí mismas, *teorías psicológicas del error humano*, a pesar de que su uso está extendido en la industria. Sin embargo, existen teorías que provienen del campo de la psicológica, que están arraigadas en conceptos históricos y teóricamente sólidos, que son capaces de dar *explicaciones* y *arrojar predicciones* para los fenómenos que se estudian en los errores humanos.

No obstante, es oportuno rescatar, en esta dimensión epistemológica, el método desarrollado por EMBREY<sup>69</sup> (1986), conocido como Método SHERPA (Systematic Human Error. Reduction and Prediction Approach), cuyo objetivo es evaluar cualitativa y cuantitativamente la fiabilidad humana y elaborar recomendaciones concretas para reducir la probabilidad de errores humanos, especialmente en lo que se refiere a

procedimientos, formación de personal y diseño de equipos. Idealmente, esta aproximación de tipo mixto debería aplicarse desde la fase de proyecto de un sistema sociotécnico, aunque de hecho, se emplea para mejorar un sistema ya existente. Este método ha sido elaborado para satisfacer las exigencias de los ingenieros y gestores de la industria nuclear, necesitados de una metodología que les permitiese analizar los errores humanos y desarrollar estrategias para reducirlos. El método SHERPA integra un conjunto de técnicas que también pueden ser utilizadas de forma independiente y está basada en un análisis funcional de la conducta humana que tiene en cuenta los diferentes modos de funcionamiento de la persona, según el modelo de RASMUSSEN<sup>70</sup>. Tras un análisis preliminar del sistema y la identificación de las tareas humanas necesarias para su correcto funcionamiento, el SHERPA se desarrolla en diferentes módulos de análisis: análisis jerárquico de las tareas; análisis de los errores humanos; cuantificación; reducción de los errores; valoración.

El método SHERPA se ha aplicado en sectores de actividad de alto riesgo (nuclear), sector servicios (correos), actividades de extracción de carbón en minas y plataformas petrolíferas. Sus principales ventajas son:

- \* Su utilización es relativamente sencilla para los no especialistas que tengan un mínimo de formación;
- \* La aplicación de modelos cognitivos facilita la comprensión y la reducción de los errores;
- \* Su orientación hacia la propuesta de recomendaciones;
- \* Trata el error como un elemento informativo (de modo positivo).

Esta técnica resulta adecuada para tareas en las que la actividad humana está en el nivel de funcionamiento basado en las habilidades (automatismos) o en la aplicación reglas. Sin embargo, los errores que se producen en el tercer nivel de funcionamiento humano<sup>71</sup> (basado en conocimientos) son poco predecibles. Otras limitaciones que presenta son:

- \* La escasa madurez de algunos módulos.
- \* Su inserción en el análisis tradicional de probabilidades de riesgos, aún en desarrollo.
- \* La siempre discutible utilización de juicios de expertos en la cuantificación.
- \* La no consideración de los aspectos temporales de una tarea.



\*La validez de los datos obtenidos no puede traspasarse de un sistema a otro.

También se obtienen, como con la técnica THERP, diferentes resultados cuando la utilizan distintos analistas.

Las principales diferencias entre la técnica THERP y el método SHERPA consisten en los análisis que se realizan de la tarea y de los errores. El análisis jerárquico de la tarea de SHERPA procede a una descomposición funcional, teniendo en cuenta "unidades de conducta" relacionadas con los objetivos y subobjetivos con sentido para la persona (no "acciones elementales" como la THERP). El análisis de los errores del SHERPA tiene respecto a la THERP las ventajas siguientes: por un lado, considera no sólo el origen funcional del error, sino también el nivel de funcionamiento de la persona y por otro, los expertos a los que se acude para el módulo de cuantificación son personas implicadas en el sistema que se estudia.

A continuación nos detendremos en la dimensión psicológica de la fiabilidad humana.

## **VIII. FIABILIDAD HUMANA: ENFOQUE DESDE LAS TEORÍAS PSICOLÓGICAS DEL ERROR HUMANO**

### **VIII.1 El error humano**

El estudio de los errores, el diagnóstico de su origen y su tratamiento por el propio trabajador es una fase importante del análisis del trabajo, que pone en juego el conocimiento de la persona sobre la tarea. Puede hacerse mediante recuento de errores, descripción de errores, condiciones en las que se producen y consecuencias de los errores; el objetivo es la eliminación de las fuentes de error y la disminución de sus consecuencias.

En general, las acciones erróneas humanas pueden afectar a la ocurrencia de sucesos iniciadores, a la disponibilidad de componentes y sistemas que actúan automáticamente y a la actuación de sistemas que dependen de una ejecución manual del trabajador.

LEPLAT y TERSSAC (1990), sostienen que la definición mínima de error humano conlleva la idea de *desvío con relación a una norma*, por lo tanto es necesario

comprender esta desviación entre el comportamiento esperado y el adoptado realmente para iniciar la búsqueda de soluciones que reduzcan su probabilidad de ocurrencia. La existencia de una variación entre la tarea prescrita<sup>72</sup> y la efectiva<sup>73</sup> puede analizarse y entenderse de diferentes maneras, si bien en la mayoría de los casos, es indicadora del carácter no funcional de las prescripciones impuestas por el diseñador del dispositivo técnico y/o por quien organiza el trabajo. Remodelar la tarea, permite a la persona adaptarse mejor a las variaciones de la situación de trabajo.

Existen distintas clasificaciones del error, a saber:

1. Están aquellas que relacionan el error con un campo o incluso con una tarea o subtarea particular. En este caso el error se especifica en relación con la estructura de una tarea definida, independientemente de la persona que la realiza. Por ejemplo, se detallan las causas de los errores refiriéndose a:

- a) Una partición o división de la tarea (ejecución, control, comunicación).
- b) Las fases del trabajo (manejo, arranque, pruebas periódicas, mantenimiento).

Este tipo de clasificación permite situar eventuales puntos críticos en la realización de una tarea definida pero, como es específica para ella, resulta difícilmente exportable para otras tareas.

2. También están las que se basan en un modelo de actividad humana. Los modelos de actividad evocados pueden ser parciales o generales. Entre los primeros se encuentra, por ejemplo, el modelo de la detección de señales (RASMUSSEN, 1987). Este modelo, limitado originalmente a un análisis de la actividad de detección, distingue dos tipos de error:

- a) La omisión: una señal presente no ha sido percibida y
- b) La falsa alarma: una señal ausente es señalada como presente.

Por otra parte, supone un mecanismo de respuesta de la persona, que conjuga por un lado la discriminabilidad de la señal y por otro, el criterio de decisión adoptado por la persona.

3. Y otras basadas en características o rasgos generales del error, como las enunciadas por SWAIN (1976) distingue las cinco categorías siguientes:

- 1. Error de omisión.
- 2. Error de ejecución.

3. Error de corrección.
4. Error de secuencia.
5. Error de demora.

Este tipo de clasificación permite comparar la producción de errores en diferentes tareas y, en este sentido, tiene un carácter de universalidad que no presentaría el primer tipo de clasificación. Sin embargo, tiene una utilidad más descriptiva que explicativa del error humano, por no analizar los mecanismos de producción de errores y no contemplar que un error puede ser producto de mecanismos diferentes.

## **VIII.2 Modelos de tratamiento de la información y toma de decisiones**

Entre las teorías psicológicas de mayor relevancia para explicar el error humano, se encuentran las siguientes, que a continuación se presentan:

1. La teoría de RASMUSSEN (1980). Ésta teoría versa sobre el control de la acción basada en niveles de procesamiento, y está orientada a explicar los mecanismos que producen el error; y se diseñó pensando principalmente en los operadores de grandes instalaciones industriales, particularmente durante emergencias en situaciones peligrosas.

2. La teoría de NORMAN Y SHALLICE (1980). Desde este modelo se sostiene que una teoría adecuada de la acción humana debe explicar no sólo la ejecución correcta, sino también las variedades más predecibles del error humano. Las formas sistemáticas de error y la ejecución correcta se enfocan como dos caras de la misma moneda teórica.

3. Teorías basadas en el concepto de esquema. BARTLETT (1931) invocó la noción de esquema para explicar los errores sistemáticos en el recuerdo de material pictórico y verbal. Las reproducciones hechas de memoria de esos materiales eran más regulares, más significativas y más convencionales que los dibujos o las historias originales. Las características poco comunes del material a recordar se sometían a las expectativas y hábitos de pensamiento de la persona. BARTLETT definió los esquemas (BARTLETT, 1931:201) como: "Una organización activa de reacciones

pasadas, o de experiencias pasadas, que deben suponerse operando en cada respuesta del organismo. Es decir, dondequiera que exista un orden o regularidad de la conducta, una respuesta particular es posible sólo porque es similar a otras que han sido organizadas en una serie, y con las cuáles se opera, no sólo como miembros individuales que vienen uno detrás de otro, sino como una masa unitaria". BARTLETT enfatizó tres aspectos fundamentales de los esquemas: a) que eran estructuras mentales inconscientes, b) que estaban compuestas de conocimiento (de experiencias pasadas) y c) que la memoria a largo plazo consiste en estructuras activas de conocimiento en lugar de imágenes pasivas. Así los esquemas, mas que reproducir reconstruyen las experiencias pasadas. Y este proceso lleva a unas predecibles predisposiciones en el recuerdo, debidas en gran parte a "la tendencia a interpretar el material presentado de acuerdo con el carácter general de la experiencia pasada"<sup>74</sup>.

4. La ACT de ANDERSON (1983). ACT (Adaptative Character of Thought) es un modelo pensado para explicar toda la conducta humana. Sin embargo, gran parte del trabajo de ANDERSON y sus colaboradores han estado dedicados a explicar aprendizaje de habilidades cognitivas. Es por esta razón que se le considera fundamentalmente un modelo de aprendizaje basado en la adquisición, almacenamiento y recuperación de información que le hace un buen marco para integrar las investigaciones sobre mecanismos explicativos del error humano. A continuación nos detendremos particularmente en las Teorías desarrolladas por RASMUSSEN y por NORMAN y SHALLICE.

### **VIII.2.a El Modelo RASMUSSEN**

RASMUSSEN (1980 y 1987) propone una teoría que prácticamente se ha convertido en el estándar actual tanto en contextos académicos (ya que la mayoría de las teorías posteriores comparten, en sus fundamentos, las ideas básicas de éste) como en contextos aplicados (ya que es el estándar de mercado de la comunidad de fiabilidad de sistemas). Está marcadamente influenciada por el *solucionador general de problemas* de NEWELL y SIMON<sup>75</sup> (1972) y está también vinculada a la metodología de protocolos verbales. Según RASMUSSEN, cuando se analizan descripciones de accidentes e incidentes en instalaciones industriales, parece claro

que deberíamos considerar diferentes mecanismos de control cognitivo para poder explicar diferentes tipos de error humano que aparecen dependiendo de la familiaridad que se tenga con la situación de trabajo en cuestión. Desde este análisis, distingue tres niveles de control de la acción bien distintos, que dependen de diferentes tipos de conocimiento sobre el ambiente y de diferentes interpretaciones de la información disponible. RASMUSSEN, distingue, básicamente, ocho (8) etapas en el proceso de tratamiento de la información y toma de decisiones [ver Cuadro 4]:

1. Activación.
2. Observación.
3. Identificación.
4. Interpretación.
5. Evaluación.
6. Selección de objetivo.
7. Elección del procedimiento.
8. Ejecución.

También diferencia tres niveles de funcionamiento de la persona, según base su actividad en automatismos, reglas o procedimientos y conocimientos. Dichos niveles corresponden a grados decrecientes de familiaridad con el entorno y la tarea. El modelo que propone es compatible con descripciones psicológicas de las fases en la adquisición de una habilidad por FITTS y POSTNER<sup>76</sup> (1962). El control de la acción, para RASMUSSEN, se divide en tres niveles:

1. Nivel basado en habilidades.
2. Nivel basado en reglas.
3. Nivel basado en el conocimiento.

1. Nivel basado en habilidades: En este nivel, la ejecución humana es gobernada por patrones de instrucciones almacenadas y preprogramadas representadas de una manera *analógica* en un dominio espacio-temporal. Aquí se encuentran las habilidades que han sido muy practicadas y que se realizan sin control consciente, como por ejemplo el pedalear en una bicicleta o partes de la ejecución musical como ejecutar una escala. La unidad de representación es el patrón o subrutina. El nivel basado en habilidades representa ejecución senso-motora durante actividades en las que, una

vez se ha disparado una intención, se realizan sin control consciente como patrones de conducta suaves, automatizados y altamente integrados. En la mayoría de las tareas senso-motoras, el cuerpo actúa como sistema de control continuo sincronizando los movimientos con el comportamiento del ambiente. Esta conducta está basada en un control *feedforward* de un modelo del mundo muy dinámico y eficiente. El input sensorial probablemente no es usado para controlar los movimientos directamente sino para actualizar y alinear este mapa interno. Este control *feedforward* es necesario para explicar los movimientos rápidos coordinados que se dan en la escritura a mano, los deportes, etc. Así, lo que RASMUSSEN dice es que las intenciones como "recoger las gafas" o "atarse los cordones de los zapatos" son entidades unitarias integradas que no pueden ser descompuestas sin hacer descender el nivel de descripción hasta la neurofisiología. Los errores en este *nivel basado en habilidades* tienen que ver con la variabilidad intrínseca de la coordinación de la fuerza, el espacio y el tiempo (la precisión espaciotemporal de las *habilidades* y la sincronización del modelo interno del mundo con el mundo externo).

2. Nivel basado en reglas: Es aplicable a problemas que ya son conocidos, y que se pueden solucionar gracias a reglas condición-acción (producciones) del tipo:

*SI (estado) entonces (diagnosis)*

*SI (estado) entonces (actividad reparadora)*

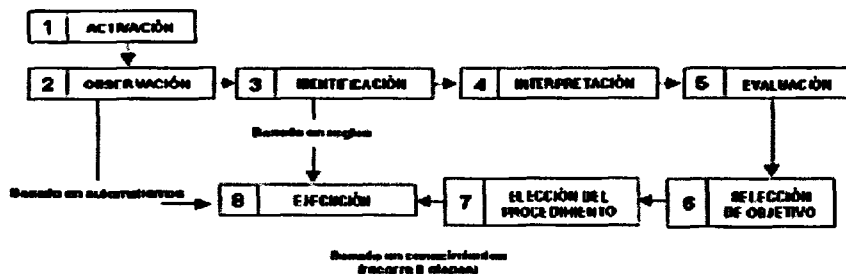
La unidad de representación es la regla. En este nivel de procesamiento, la composición de una secuencia de *subrutinas* en una situación de trabajo familiar está controlada normalmente por una *regla almacenada* o procedimiento, el cuál puede haber sido derivado empíricamente en ocasiones anteriores, recibido de otras personas cuando nos instruyen (fórmulas o recetas), o puede haber sido generado para la ocasión por un episodio de resolución de problemas. La ejecución en este nivel es orientada a una meta, pero estructurada por un "control *feedforward*" a través de una regla almacenada. Muy a menudo esta meta ni siquiera está explícitamente formulada, sino que se encuentra implícita en la situación que ha disparado esa regla. El control es teleológico en el sentido de que la regla es seleccionada en función de su éxito en el pasado. El control evoluciona por la "supervivencia del mas apto" aplicada a las reglas. Además, en la vida real, la meta sólo será alcanzada tras una larga secuencia de actos, y una corrección directa por

*feedback* (respecto a la meta) puede no ser posible. Aquí, los errores están típicamente asociados con una mala clasificación de las situaciones que lleva a aplicar una regla equivocada o con un incorrecto recuerdo del procedimiento.

3. Nivel basado en el conocimiento: Durante situaciones no familiares para las cuáles no existe un "*know how*" o reglas de control disponibles de previos encuentros, el control debe cambiarse a un nivel conceptual más alto, en el cuál la ejecución esté controlada por las metas que tengamos: el nivel *basado en conocimiento*<sup>77</sup>. En esta situación, la meta es formulada de forma explícita, basada en un análisis del ambiente y de las intenciones globales de la persona. Entonces, se genera un plan útil por selección: se consideran diversos planes, y sus efectos se contrastan con la meta, bien físicamente por ensayo y error, bien mentalmente, con los llamados *experimentos mentales*. A este nivel de razonamiento funcional, la estructura interna del sistema está representada explícitamente por un modelo mental<sup>78</sup> que puede tomar diversas formas. Este nivel entra en juego en situaciones novedosas en las que hay que hacer planes sobre la marcha, usando procedimientos analíticos conscientes y conocimiento almacenado. Los planes están necesariamente basados en las predicciones que los sujetos hacen de los estados futuros del sistema. Éstos emergen de una interacción compleja entre la percepción del estado actual y el recuerdo de estados previos; tanto los elementos perceptuales de esta interacción como los basados en conocimiento pueden ser incompletos o incorrectos. Es decir, sea cuál sea la fuente de la *falta de especificación* el resultado tiende a favorecer la selección de los escenarios prominentes (vivididos) o familiares (frecuentemente encontrados). Los errores a este nivel se originan por limitaciones en los recursos y/ o por un incompleto o incorrecto conocimiento. Conforme aumenta el nivel de experiencia el foco de control principal se aleja del nivel basado en conocimiento y se acerca al nivel basado en habilidades; pero los tres niveles pueden coexistir fácilmente en un determinado momento. Un aspecto muy importante del control cognitivo, que debe ser capturado por los modelos de conducta humana que se propongan, es la interacción dinámica entre los tres niveles.

Los saltos entre diferentes etapas de tratamiento son posibles: cuando una persona tiene un comportamiento basado en automatismos pasará de las etapas de "activación y observación" a la de "ejecución"; cuando tiene un comportamiento

basado en las reglas y procedimientos, el salto hacia la "ejecución" se hará desde la etapa de "identificación" y por último, cuando el comportamiento se basa en los conocimientos, la persona recorre las ocho etapas mencionadas. [ver Cuadro 4]



Cuadro 4: Etapas de tratamiento de información y toma de decisiones y niveles de funcionamiento de la persona.

Fuente: ARQUER y NOGAREDA (1994): NTP 360, desarrollada en el Centro Nacional de Condiciones de Trabajo, España.

La ventaja de este *Modelo cognitivo de RASMUSSEN* es que conjuga la identificación del origen funcional del error (etapa de tratamiento) con el nivel de funcionamiento implicado (basado bien en conocimientos, en reglas, o automático) y así, permite reparar los errores por etapas de tratamiento; además, la especificidad de algunos errores permite proponer medidas de prevención adaptadas al nivel de funcionamiento de la persona.

### VIII.2.b El Modelo NORMAN - SHALLICE

El *Modelo de NORMAN* y *SHALLICE* se pensó básicamente para explicar las diferencias entre el procesamiento automático y el controlado. Proponen dos componentes para dar cuenta de los distintos niveles de control necesarios para llevar a cabo varias secuencias de acción o pensamiento. El primero, *la agenda de contenidos* (contention scheduling) controla la ejecución de actos rutinarios y habilidades sobreaprendidas: los "esquemas de acción". Éstos son conjuntos de respuestas asociadas con un estímulo ambiental específico para el que el esquema



es activado. El segundo componente es el *sistema supervisor*, la unidad de planificación general necesaria para resolver problemas no rutinarios, proveyendo un control atencional consciente para modular la ejecución. Se activa cuando el proceso de selección por la agenda de contenidos falla o cuando un esquema apropiado no es viable (situación común en ciertos errores humanos).

NORMAN y SHALLICE dentro de su teoría atención para la *acción*, proponen que el sistema supervisor debería ser activado para cinco (5) tipos de conductas o situaciones en las cuales los procesos automáticos o de rutina del mecanismo agenda de contenidos serían inadecuados y el control ejecutivo del sistema supervisor sería imprescindible en situaciones: (1) que involucren planificación o toma de decisiones, (2) que involucren corrección de errores, (3) donde la respuesta es nueva y no está bien aprendida, (4) que se juzgan como difíciles o peligrosas, (5) que requieren sobreponerse a respuestas habituales.

En el modelo, el procesamiento *automático* puede referirse a varias cosas. Puede referirse a procesos en los cuales la selección de esquemas implica tan poca activación que la conducta puede ser realizada en paralelo con otras actividades. El procesamiento *controlado* podría corresponder a procesos que requieren seleccionar más de un esquema de la agenda de contenidos. No obstante, dado que un esquema sobreaprendido puede, según la teoría, ser seleccionado mientras esté funcionando un segundo esquema más potentemente activado (siempre que no estén en competencia estructural y que el sobreaprendido exceda su propio umbral de activación), la selección puede ocurrir en un continuo de valores de activación. Por lo tanto, la distinción entre procesos automáticos y controlados se convierte en una cuestión de grado más que en una dicotomía. Esta idea de un cambio en el control de la acción a manos de un sistema supervisor es similar a la idea de RASMUSSEN de diferentes niveles de procesamiento, culminados por un nivel de procesamiento controlado para situaciones difíciles y novedosas. Las explicaciones para los errores derivadas del marco de NORMAN y SHALLICE se basarían en que los procesos automatizados pueden prescindir, y de hecho prescinden en muchas ocasiones, del control consciente, y esto puede hacer que las situaciones que son novedosas por alguna característica sutil sean tratadas como situaciones antiguas, con las posibles consecuencias no deseables.

Dentro de las posibles consecuencias no deseables, distinguen dos tipos de errores: los *slips* (deslices) y los *mistakes* (equivocaciones). Los *slips* conciernen a la ejecución de una acción que no es la que uno se proponía realizar. Pueden suceder cuando un esquema de acción sufre un defecto de activación o un defecto en su desarrollo. Así, una activación defectuosa de un esquema puede corresponder a:

1. Una activación no intencional.
2. Un error de captación de atención.
3. Una activación asociativa.
4. Una pérdida o falta de activación.

En los errores derivados de un defecto en el desarrollo de los esquemas de acción activados, se encontrará:

1. Una inversión de los componentes del esquema.
2. Una combinación de los componentes de dos esquemas.
3. Un desencadenamiento prematuro.
4. Un defecto en el desencadenamiento.

En tanto, los *mistakes* corresponden a errores en la formación de la intención y/o en la determinación de objetivos. Son acciones realizadas como se proponían, cuyos efectos inmediatos o en una etapa posterior no están en concordancia con el logro del objetivo que pretendía la persona.

En el momento de realizar el análisis de una situación es importante distinguir el tipo de error. Los errores llamados *slips*, son relativamente fáciles de tratar porque no reflejan intenciones inadecuadas. Sin embargo, cuando los errores ocurren por malentendidos (mala comprensión), *mistakes*, el usuario puede necesitar una explicación antes de aceptar la conclusión de que su elección fue errónea.

## IX. CONCLUSIONES

Como ha intentado demostrarse, el análisis de los errores es importante, pues el error, sobre todo aquel que se comete durante el aprendizaje, aporta gran información acerca de los elementos esenciales del puesto de trabajo: señales que no se han percibido, decisiones prematuras, respuestas inadecuadas, etc. Un error

humano se produce cuando un comportamiento humano o su efecto sobre el sistema exceden los límites de aceptabilidad del mismo; esta concepción de error plantea, siguiendo a ARQUER y NOGAREDA (1994), al menos, los siguientes problemas: (1) el mismo término se utiliza tanto para referirse a la consecuencia de la actividad (el resultado erróneo), como a la causa de ésta; y (2) la apreciación del carácter erróneo de una acción o de una actividad humana difiere según la referencia utilizada. Una misma acción puede considerarse adecuada o errónea en función del sistema de referencia (persona, sistema técnico, colectivo de trabajo, organización del trabajo) y del punto de vista adoptado (producción, seguridad, calidad, fiabilidad).

Para dar cuenta del origen de los sucesos no deseados (errores, equivocaciones), el análisis se debe focalizar sobre la actividad real. Esta, no siempre es asimilable a la tarea prescrita ni a la tarea efectiva; por ello se hace necesario considerar la actividad real en situaciones normales y en situaciones de incidente o inhabituales.

Se halla aquí la noción de variación que se considera fundamental en el campo de la fiabilidad, así como en el de la seguridad. Así, el desvío de la actividad real en el momento del origen de un suceso no deseado puede definirse en relación con la tarea prescrita, la tarea real o la actividad real en la situación habitual.

Confrontados a la diversidad de errores humanos y a la necesidad de establecer un diagnóstico de las fuentes de *infiabilidad*, muchos autores han intentado clasificar los errores humanos; estas clasificaciones pueden servir de guía tanto para el análisis de un puesto ya existente como para su diseño; las principales se establecen en función de los elementos o pasos de una tarea, de un modelo más o menos general de la actividad de la persona y de las características o rasgos generales observables del error.

Ernest MACH<sup>79</sup> (1905), sostenía que: "El conocimiento y el error parten de los mismos recursos mentales, sólo el éxito distingue lo uno de lo otro". Por lo tanto, al decir de ARQUER y NOGAREDA (1994) en coincidencia con la teoría de RASMUSSEN (1987), se deben diseñar sistemas tolerantes, en los que cuando se produzca un error humano, éste sea detectable y se pueda recuperar antes de que tenga consecuencias inaceptables, lo que nos lleva a plantear la necesidad de que los diseñadores de sistemas deberían aceptar la variabilidad humana como un *elemento del aprendizaje y la adaptación*.



## Notas

<sup>45</sup>Entiéndase por ambiente a todo aquello que rodea a un sistema y sirve para proporcionar los recursos e insumos que requiere la existencia del sistema (obviamente también en él se encuentran amenazas y contingencias que atentan contra su existencia), además es el ambiente donde el sistema arroja sus resultados.

<sup>46</sup>Para SCHEIN (1982:14), quien utiliza la perspectiva de la teoría de sistemas, una organización (...) es la coordinación de actividades de un grupo de personas para procurar el logro de un objetivo o propósito explícito y común, a través de la división del trabajo y funciones, y a través de una jerarquía de autoridad y responsabilidad."

<sup>47</sup>PRIGOGINE (1988:54-55) describe los conceptos de inestabilidad, indeterminismo e irreversibilidad intrínsecos al paradigma de la complejidad, basándose en el trinomio flujo/función/estructura, donde las fluctuaciones entre los componentes confieren a los sistemas un comportamiento de retroalimentación evolutivo.



Este trinomio es observable en todos los sistemas, desde los más elementales hasta los de mayor complejidad. El concepto de retroalimentación evolutiva alude a que los flujos externos pueden pasar a la estructura interna de un estado a otro a reacciones activas, y a su vez, el sistema puede a continuación, ser sensible a ligaduras externas a las que antes era ajeno.

<sup>48</sup>La TGS sienta sus bases en la filosofía biológica de Ludwig VON BERTALANFFY (formulación enunciada en 1937 en la universidad de Chicago), quien fue el primero en utilizar esta denominación y en haber dado pertinencia y universalidad a la noción de sistema. Nobert WIENER -matemático, fundador de la cibernética-, interesado principalmente por el flujo de comunicaciones en los sistemas complejos, en 1948 desarrolla un importante aporte teórico para el desarrollo de la TGS. Vale decir que en sí, la cibernética, es una forma de interdisciplinariedad, ya que se entrecruzan matemáticas, física y neurofisiología para configurar la ciencia que estudia los sistemas de control y de comunicación de los animales y de las máquinas. El aporte desde esta teoría es la construcción de conceptos como entropía, cantidad de información, desorden, retroalimentación y autorregulación de los sistemas. Más adelante C. E. SHANNON desarrolla su teoría de la información y de las comunicaciones, pero fue Roos ASHBY, médico especializado en estudios del cerebro, quien a partir de las formulaciones iniciales de WIENER y SHANNON, desarrolló los conceptos de cibernética, autorregulación y autodirección, proponiendo los conceptos fundamentales de la TGS. Es así que la TGS aparece como forma de asumir la complejidad de la realidad cuya capacidad de conocimiento y comprensión se hacía difícil para los especialistas, debido a que los enfoques analítico-mecánicos (que habían sido

aplicados con éxito en la explicación del mundo físico) fragmentaban la realidad, dividiendo los fenómenos en partes, tanto como fuera posible, para analizarlos separadamente, y por lo tanto no tenían capacidad para estudiar los problemas de los sistemas vivientes: se necesitaba una visión de totalidad que no se logra desde el conocimiento de las partes (MACHADO SUSSERET y SUSTA, 2004).

<sup>49</sup>KATZ, Daniel y KAHN, Robert (1970): *Psicología social das organizações*. Atlas. São Paulo. pp. 34-35.

<sup>50</sup>Ningún sistema abierto es autosuficiente o autosustentable, toda estructura social (organización) depende de los insumos obtenidos en el ambiente en que se encuentra. [Importación] Los sistemas procesan la energía disponible, la organización convierte los insumos en productos, servicios prestados, etc. [Transformación] Los sistemas abiertos devuelven ciertos productos o resultados al medio [Exportación].

<sup>51</sup>Todo sistema exporta energía al ambiente y dicha energía vuelve a él para la repetición de sus ciclos de eventos, ya que como se sabe todo intercambio de energía es cíclico. Como los eventos son más estructurados que las cosas, la estructura social es un concepto más dinámico que estático; las actividades están organizadas de tal manera que conforman una unidad en su terminación o cierre.

<sup>52</sup>Se denomina así al proceso por el cual los sistemas abiertos se reabastecen de energía manteniendo indefinidamente su estructura organizativa, en contra del proceso entrópico (agotamiento, desorganización, desintegración y muerte de cualquier forma organizada). [La entropía es la segunda Ley de la Termodinámica, aplicable a los sistemas físicos. Tendencia del sistema cerrado a moverse hacia un estado caótico y de desintegración, en el cual pierde su potencial de transformación de energía o de trabajo]

<sup>53</sup>Los sistemas abiertos reciben entradas de carácter informativo que proporcionan a la estructura algunos indicios acerca del ambiente y de su propio funcionamiento, en relación con él. [Información como insumo]. En todo sistema abierto existe un subsistema que ayuda a mantener el camino en la dirección correcta, el proceso que dicho subsistema desarrolla se denomina retroalimentación negativa, consiste en la recepción de la información que las distintas partes del sistema van enviando acerca de los efectos de las operaciones que estos desarrollan y, en la actuación posterior para que el sistema mantenga su equilibrio energético (sin absorber o gastar demasiada energía). Sobre las entradas de los sistemas abiertos actúa un subsistema que desarrolla un proceso de codificación para la selección correcta de aquello que el sistema necesita asimilar, es decir, el sistema reacciona selectivamente con las señales que está sintonizando.

<sup>54</sup>Para evitar el proceso entrópico (como ya se dijo) y afianzar su carácter organizacional, todo sistema abierto mantiene su equilibrio en el intercambio de energía con el ambiente (importación y exportación), así la tendencia de todo sistema abierto es hacia la homeostasis, el principio básico es el sostenimiento del carácter del sistema (la razón de intercambio de energía y la relación entre las partes permanecen invariables). Según K. LEWIN (citado por CHIAVENATO, 1994) los sistemas abiertos tienden hacia un equilibrio casi estacionario, es decir éstos responden a los cambios o se anticipan a ellos tomando mas energía que la que en realidad necesitan para las salidas, con el objeto de garantizar sus supervivencia y conseguir algún margen de seguridad, además del nivel inmediato de existencia.

<sup>55</sup>Todo sistema abierto propende a la multiplicación y la elaboración de funciones que conllevan también la multiplicación de papeles y la diferenciación interna. La diferenciación es una tendencia a la elaboración de la estructura organizativa de los sistemas abiertos.

<sup>56</sup>Este principio, propuesto por VON BERTALANFFY (1937), señala que partiendo de diferentes condiciones y por caminos diferentes, un sistema puede alcanzar el mismo estado final. A medida que los sistemas desarrollan mecanismos que regulan sus operaciones (homeostasis) es posible reducir la cantidad de equifinalidad, ya que es imposible eliminarla.

<sup>57</sup>Son barreras entre el sistema y el ambiente, definen el radio de acción así como el grado de apertura de sistema (receptividad de insumos) en relación con el ambiente.

<sup>58</sup>La teoría de Wilfred BION\* acerca del comportamiento grupal es la piedra angular del Método Tavistock, que se aplica en el análisis y la consultoría organizacionales. Su teoría se originó en observaciones de grupos durante y después de la Segunda Guerra Mundial. Comenzó a difundirse al ser publicado en 1961 su libro "Experiencias en grupos". La mayoría del trabajo de BION y sus colaboradores (H. BRIDGER, G. HIGGIN, E. JAQUES, E. MILLER, A. K. RICE, E. L. TRIST y P. M. TURQUET) fue llevada a cabo en el Tavistock Institute of Human Relations, en Londres, Inglaterra. Por eso, se llama el Método Tavistock. Pero las bases del método también reúnen unas ideas del psicoanálisis y, fundamentalmente, de la teoría de sistemas.

\* BION, W. (1985): "Experiencias en grupos" (originalmente publicado en 1961). Paidós. Barcelona, España.

<sup>59</sup>EMERY, F. y TRIST, E. (1960): "Social-technical systems", en C. West CHURCHMAN, Michel VERHULST (Orgs.), Management Sciences: Models and Techniques. New York, Pergamon. Fuente tomada de CHIAVENATO, I. (1994): "Administración de Recursos Humanos", Traducción Germán A. VILLAMIZAR, Revisión Técnica Jesús BÁEZ APARICIO, McGraw-Hill. México. p. 17.

<sup>60</sup>Sociólogo y etnólogo francés. Discípulo de DURKHEIM en Burdeos, se especializó en historia de las religiones, cultivó los campos fronterizos de la etnología y la sociología y destacó el importante papel que desempeña el inconsciente colectivo en los hechos sociales y el hecho de que éstos solo cobran sentido dentro del sistema social global en que ocurren. Fundó con P. RIVET en 1926 el Instituto de Etnología, que en 1937 se fundió con el Museo del Hombre, y ejerció decisiva y directa influencia en la formación de las grandes figuras de la etnología francesa posterior: Lévi Strauss, J. Sostelle, Marcel Griaule, Michel Leiris, Denise Paulme, etc. Además de numerosos estudios publicados en revistas especializadas, sobre todo en "L' Anne sociologique", que dirigió, es autor de algunas obras importantes, como *Mélanges d'histoire des religions* (1909, en colaboración con H. Hubert), *Essai sur le don* (1925) y *Manuel d'ethnographie* (1947).

<sup>61</sup>Aristóteles llama "todo" en primer lugar a aquello en lo cual no falta ninguna de sus partes constitutivas y, en segundo término, a lo que contiene sus partes componentes de manera que formen una unidad. Esta puede ser de dos clases: (1) las partes componentes son, a su vez, unidades. (2) la unidad resulta del conjunto de las partes. Finalmente, siguiendo a Platón, distingue entre el todo y la totalidad. O mejor la suma. El todo es el conjunto en el cual la posición de las partes no es indiferente; por ej. las totalidades orgánicas, las estructuras. La suma es el conjunto en el que indiferente la situación de las partes, por ej. las simples adiciones o agregados. Esto se apoya en la

distinción establecida por Platón en el Teeteto entre " el todo compuesto de partes" y "el todo antes de las partes"; en un caso se trata de un conjunto hecho o "engendrado" y en el otro de una unidad sin partes separables.". Extraído de FERRATER MORA, J. (1986): "Diccionario de Filosofía Abreviado". Sudamericana. Buenos Aires.

<sup>62</sup>El concepto significa principalmente concepción del mundo y, en ese sentido, es bastante inclusivo: incluye factores y condicionantes tanto racionales como no racionales, representaciones de las artes, costumbres, mitos, cultos, formas de vida. Pero no se trata de una mera "superestructura" que se impone de una al individuo, sino que la *Weltanschauung* surge ligada tanto al mundo sociocultural y al espacio-tiempo en que éste se da, como a la propia personalidad del sujeto o actor social.

BRIE (2001) en su relectura de DILTHEY expresa: a) la ciencia y la *Weltanschauung* son esferas de pensamiento separadas ("la concepción del mundo no está determinada por la ciencia, pues esta no puede vincular al hombre, en su interioridad, con el mundo"), b) las *Weltanschauungen* están orientadas a dar al individuo una respuesta global al interrogante que plantea el mundo y la vida, c) las *Weltanschauungen* incluyen componentes afectivos, valoraciones, tendencias a la acción y una normativa. DEL ACEBO IBÁÑEZ, E. y BRIE, R. (2001): Diccionario de Sociología. Claridad, Buenos Aires, voz *Weltanschauung*.

<sup>63</sup>NEME, A y ROCHA, S. Comp. (2000) Estudios sobre la enseñanza. Matemática y Estadística. Ciencias Naturales. Alternativas-Año 4 - Nº 17; GUYOT, V. La Enseñanza de las Ciencias. Cf. FOUCAULT, M (1992) Un diálogo sobre el poder. Editorial Alianza, Buenos Aires, Cf. KOSIK (1967), Dialéctica de lo concreto, Grijalbo, México; GUYOT, V. (1994-95): Teoría y Práctica. Diversas articulaciones y su interés para el psicoanálisis, en *Topía*, Año IV, Nº. 12. Buenos Aires.

<sup>64</sup>Según RASMUSSEN (1987), citado por ARQUET y NOGAREDA (1994), entre el 70 y el 80% de los casos.

<sup>65</sup>Un análisis de la tarea es una descomposición de la tarea en sus componentes básicos; uno de los modelos mas usados es el GOMS [CARD, S.; MORAN, T.; y NEWELL, A. (1983): "The psychology of human-computer interaction". Hinsdale, NJ: Lawrence Erlbaum.], donde se describe la actividad cognitiva del sujeto con cuatro componentes 1) un conjunto de metas 2) un conjunto de operadores 3) un conjunto de métodos para conseguir las metas y 4) un conjunto de reglas de selección para elegir entre diferentes métodos. Es un modelo que se deriva en parte de las propuestas SOAR del grupo de NEWELL.

<sup>66</sup>Ver en este documento Modelo RASMUSSEN.

<sup>67</sup>HANNAMAN, G., SPURGIN, A. LUKIC, Y. (1984): "Human cognitive reliability model for analysis" (Technical report, NUS-4531). Palo Alto, California: Electric Power research institute.

<sup>68</sup>Las siete actividades, son: (1) Definición: Determinación de la clase de errores humanos a modelar, para asegurar que todas las interacciones humanas que se puedan originar estén contempladas. (2) Selección: Identificar las acciones humanas que son significativas para el análisis de fiabilidad que se esté realizando. (3) Análisis cualitativo: Desarrollo de una descripción detallada de las acciones humanas importantes. (4) Representación: Selección y aplicación de técnicas para la modelización de las acciones humanas a través de una estructura lógica de modelización. Ej.: Árboles de fallo, árboles de sucesos, diagramas de bloques de fiabilidad, etc. (5) Evaluación del Impacto: Analizar las acciones



humanas significativas, desarrolladas y representadas en las actividades anteriores. (6) Cuantificación: Donde se aplican las técnicas apropiadas para el análisis cuantitativo de cada acción humana. Desarrollo del modelo apropiado y cálculo de la probabilidad. (7) Documentación: Se trata de documentar adecuadamente los pasos realizados de forma que se asegure la configuración de las hipótesis, datos, referencias utilizadas, modelo seleccionado y su representación, así como criterios de eliminación acciones no importantes, resultados y todos los aspectos destacables de análisis de fiabilidad humana.

<sup>69</sup>EMBREY, D. (1986): "A systematic approach for assessing and reducing human error in process plants". Human reliability associates Ltd., Delton, Wigan, Lanes WN8 7RP England.

EMBREY, D. (1986): "SHERPA. Systematic human error. Reduction and prediction approach". En: International topical meeting on advances in human factors in nuclear power systems, Knoxville, Tennessee, USA.

<sup>70</sup>Ídem nota 23.

<sup>71</sup>Ídem nota 23.

<sup>72</sup>Procedimiento establecido.

<sup>73</sup>Tarea tal como se realiza.

<sup>74</sup>Las citas de BARTLETT se han tomado de: QUESADA JIMÉNEZ, J. (1999): "¿Porqué los errores humanos los cometen las personas habilidosas? Evidencia desde tareas complejas dinámicas en tiempo real". Departamento de Psicología experimental y fisiología del comportamiento, Facultad de psicología Universidad de Granada. [BARTLETT, F. (1931): "Remembering: a study in experimental and social psychology". Cambridge: Cambridge University Press.]

<sup>75</sup>En los años 60 (siglo XX), Alan NEWELL y Herbert SIMON, trabajando la demostración de teoremas y el ajedrez por ordenador logran crear un programa llamado GPS (General Problem Solver: solucionador general de problemas). Éste era un sistema en el que el usuario definía un entorno en función de una serie de objetos y los operadores que se podían aplicar sobre ellos. Este programa era capaz de trabajar con las torres de Hanoi, así como con criptoaritmética y otros problemas similares, operando, claro está, con microcosmos formalizados que representaban los parámetros dentro de los cuales se podían resolver problemas. Lo que no podía hacer el GPS era resolver problemas ni del mundo real, ni médicos ni tomar decisiones importantes. El GPS manejaba reglas heurísticas (aprender a partir de sus propios descubrimientos) que la conducían hasta el destino deseado mediante el método del ensayo y el error.

<sup>76</sup>FITTS Y POSNER, establecieron tres (3) fases para la adquisición de cualquier habilidad y que se ajustan a lo que ocurre en la práctica en los procesos de enseñanza y aprendizaje, éstas son:

1. Fase Cognitiva: En esta fase se desarrolla la conciencia sobre la tarea de lo que se va a realizar. Es importante porque el sujeto comprende la naturaleza de lo que se le exige.
2. Fase de Dominio: En esta etapa se practica la tarea en cuestión hasta adquirir su dominio.
3. Fase de Automatización: Como su nombre indica, en esta fase la tarea se realiza de forma automática, sin esfuerzo consciente.

<sup>77</sup>La palabra conocimiento se usa aquí en un sentido bastante restringido, indicando posesión de un modelo conceptual, estructural, ó, usando la terminología de la inteligencia artificial, posesión de conocimiento profundo. En este sentido, este nivel podía haberse llamado "basado en modelos".

<sup>78</sup>Se considera que un modelo mental es una representación mental transitoria del mundo que la persona construye en su memoria de trabajo combinando la información almacenada en memoria a largo plazo (MLP) con la información de las características de la tarea extraídas por los procesos perceptuales. Esta representación es por naturaleza dinámica, ya que, aunque la información recuperada de MLP sea importante, la parte fundamental es la información extraída por los procesos perceptuales sobre la tarea.

<sup>79</sup>Ernest MACH (1838-1916), filósofo, físico y matemático austriaco, se destacó principalmente en el campo de la mecánica y tuvo el coraje de contradecir a Newton. Ejerció sobre Albert EINSTEIN, en los años de su formación, una profunda influencia. Según éste, su análisis histórico-crítico de la mecánica, lo influyó notablemente. EINSTEIN lo cita entre sus precursores, junto con Newton, Lorentz, Planck y Maxwell.

## **X. BIBLIOGRAFÍA**

- ARQUER, M. I. y NOGAREDA, C. (1994): "Fiabilidad Humana: conceptos básicos". NTP 360, desarrollada en el Centro Nacional de Condiciones de Trabajo, INSHT, España.
- BACHELARD, G. (1979): "El racionalismo aplicado". Paidós, Buenos Aires.
- BLAUG, M. (1986): "La metodología de la economía". Alianza, Madrid.
- CORTÉS DÍAZ, J. (2000): "Seguridad e Higiene del Trabajo", 3º Edición, Alfaomega, México.
- CHIAVENATO, I. (1994): "Administración de Recursos Humanos". Traducción VILLAMIZAR, G., Revisión Técnica BÁEZ APARICIO, J., McGraw-Hill. México.
- DAVIS, K. y NEWSTROM (1992): "El Comportamiento Humano en el Trabajo". McGraw-Hill. México.
- FAIG SUREDA, J. 2004: "Fiabilidad humana: evaluación simplificada del error humano I-II-III". NTP 619, 620 y 621, desarrollada en el Centro Nacional de Condiciones de Trabajo, INSHT, España.
- GUYOT, V. (2000): "La enseñanza de las ciencias", en Alternativas Nº 17, LAE, UNSL. Diciembre, 2000.
- LEPAGE, H. (1986): "Le marche est-il rationnel?" D´Adam Smith á F. A. Hayek. Les Cahiers Français Nº 228, pp. 14-21.
- LAKATOS, I. (1975): "The methodology of scientific research programmes". Cambridge. Cambridge University Press.
- LEPLAT, J. y TERSAC, G. (1990): "Les facteurs humains de la fiabilité". Octares, Marseille (France).
- MACHADO SUSSERET, N. (2002): "Salud y Seguridad Laboral en la Construcción. Intervención en el currículo formativo de la Carrera de Arquitectura. FAUD-UNMdP". Ponencia presentada en el Congreso 6º ASET 2003, Ciudad Autónoma de Buenos Aires, RA.
- MACHADO SUSSERET, N. y SUSTA, C. (2004): "Consideraciones Epistemológicas de la Salud y Seguridad Laboral en la Construcción". Trabajo monográfico realizado en

el marco del Seminario Áreas Curriculares - Dra. V. GUYOT, Carrera de Especialización / Maestría en Docencia Universitaria. FH-UNMDP. En prensa.

MORIN, E. (2001): "Les sept savoirs nécessaires à l'éducation du futur" (Publicado por UNESCO, París). Traducción: VALLEJOS-GÓMEZ, M., colaboradores: VALLEJOS-GÓMEZ, N. y GIRARD, F., "Los siete saberes necesarios para la educación del futuro". Nueva Visión, Buenos Aires.

\_\_\_\_\_ (1999): "La tête bien faite. Repenser la réforme. Réformer la pensée". (Éditions du seuil, mai 1999). Traducción: MAHLER, P., "La cabeza bien puesta. Repensar la reforma. Reformar el pensamiento". Nueva Visión, Buenos Aires.

\_\_\_\_\_ (1995): "Introducción al pensamiento complejo". Gedisa, Barcelona.

\_\_\_\_\_ (1981): "Para salir del siglo XX". Kairós, Barcelona.

\_\_\_\_\_ (1988): "EL Método III. El Conocimiento del Conocimiento". Cátedra, Barcelona.

NEWELL, A. y SIMON, H. A. (1972): "Human problem solving". Prentice Hall, Englewood Cliff, NJ, USA.

NORMAN, D. (1981): "Categorization of action slips". Psychological review, pp. 88, 1-15.

NORMAN, D. A. SHALLICE, T. (1980): "Attention to action: Willed and automatic control of behavior", en DAVIDSON, R.; SCHWARTZ, G. E.; SHAPIRO, D.: "Consciousness and self regulation". Plenum times, New York, pp. 1-15.

PRIGOGINE, I. (1988): "¿Tan sólo una ilusión?". Tusquets, Barcelona.

RASMUSSEN, J. (1987): "Risk and Information Processing", en SINGLETON, W.T. y HOVDEN, J.: "Risk and Decisions". John Wiley & Sons, New York.

\_\_\_\_\_ (1980): "What can be learned from human error reports?", en DUNCAN, M.; GRUNEBERG, M.; WALLIS, D. : "Changes in working live". John Wiley & Sons, New York.

REASON, J. (1990): "Human error". Cambridge University Press, New York.

SCHEIN, E. (1982): "Organizational Psychology". Traducción CRUZ CARDONA, V., "Psicología de la Organización". Prentice Hall-Pearson, Educación, México.

SWAIN, A. y D. GUTTMANN, H. (1983): "Handbook of human reliability analysis with emphasis on nuclear power plants applications". Sandia Nation