

LA ERGONOMIA EN LA GERENCIA DE RIESGOS

MANUEL RUÍZ RIPOLLES*

Dentro de las Técnicas Preventivas incluidas en la Gerencia de Riesgos, y en lo que a Riesgos Profesionales se refiere, se han venido incluyendo la Seguridad en el Trabajo, la Higiene Industrial, la Medicina Preventiva Laboral y, últimamente, la Ergonomía. Precisamente, sobre ésta última y sobre su concepto y contenido, se desarrolla este artículo.

Si bien la palabra ergonomía está introduciéndose en el vocabulario popular, el concepto que debe sustentar queda difuminado y, en el mejor de los casos limitado, a una característica más en la oferta de ciertos productos comerciales.

El concepto de Ergonomía es mucho más amplio y elementos consustanciales a él son el TRABAJO, en un sentido amplio de la palabra (ergon - trabajo), y la PERSONA, cuyo bienestar es el punto de referencia que tiene que orientar los estudios y las acciones que se desarrollen en este nuevo campo. En realidad, es concebir el trabajo, teniendo en cuenta que éste lo debe realizar una persona.

Los conceptos de Bienestar y Salud quedan vinculados en la definición que sobre esta última emitió la Organización Mundial de la Salud y que hizo suya, en el ámbito laboral, la O.I.T. a principios de los años 50: «promover el más alto grado de Bienestar físico, mental y social de los trabajadores en todas las actividades».

Esta definición expresada en forma de propósito propugna que el trabajador no esté sometido a sobreesfuerzos físicos y psíquicos, a ambientes inadecuados o a cargas sensoriales o mentales fuera de lo normal que llevarían a su organismo a una situación de búsqueda de esta normalidad perdida. Ello se traduciría en una sensación de malestar y de distracción del trabajo (dis-traere - desentendernos de lo que nos lleva) que, como consecuencia, podría desencadenar accidentes por fallo humano, deterioro del propio trabajo al disminuir el rendimiento e incrementarse los errores y, en todo caso, un mal ambiente social en la empresa.

La ergonomía trata de que el diseño del puesto de trabajo esté de acuerdo con este concepto de bienestar que supone un bien intrínseco para el trabajador y que, además, proporciona beneficios efectos económicos que deben ser tenidos en cuenta, entre otras disciplinas, por la Gerencia de Riesgos.

* Jefe de Ergonomía. Departamento de Prevención. MAPFRE. Mutua Patronal.

SENDERS se hizo la siguiente pregunta: «¿quién es verdaderamente responsable del fallo humano?» al comprobar, en la investigación de un accidente, que en un registro de control de una central nuclear se había asignado el color azul al agua caliente y el rojo al agua fría. Esta pregunta se podría generalizar en gran parte de los accidentes que se consideran como fallo humano, pensando que un diseño ergonómico que tuviese en cuenta los estereotipos humanos podría haber evitado dichos errores.

Es común entre las personas dedicadas a la prevención de riesgos evocar la Ley de Murphy: «si existe alguna posibilidad de hacer algo mal, habrá alguien en algún momento que seguro que lo hará mal». MURPHY deja que el inexorable paso del tiempo le dé la razón.

Esta «posibilidad de hacer algo mal» con efecto cierto de accidente supone un riesgo, y requiere un análisis en el cual se debe considerar al hombre inmerso en su trabajo frente a la máquina y rodeado de un ambiente físico y social. Todos estos elementos mencionados y sus relaciones constituyen el sistema HOMBRE-TRABAJO. En estas condiciones resulta obligado tener en cuenta las facultades y límites del trabajador en cada interfase del complejo sistema mencionado y diseñar el puesto de trabajo armonizando las demandas fisiológicas y psicológicas de éste con las posibilidades, siempre dentro de los límites de normalidad, de aquél.

Estos «límites de normalidad» no coinciden con los límites (TLV's) utilizados en Higiene Industrial, ya que los criterios en los que se basan son distintos. En un caso se busca el bienestar o el confort y en el otro evitar la enfermedad profesional. En un caso se pretende evitar quejas, errores, etc. y en el otro síntomas clínicos determinados. Recordemos, en este punto, que antes de la definición de salud expuesta anteriormente, ésta, la salud, se identificaba como «ausencia de síntomas».

Esta nueva visión de la prevención de riesgos parte con un objetivo más ambicioso y es premisa importante el que los problemas de seguridad, higiene y medicina preventiva laboral deben estar resueltos razonablemente, ya que el trabajador estará en un ambiente inseguro y poco confortable.

El conocimiento de los límites de las variables ambientales que suponen como respuestas unas condiciones normales del hombre, tanto desde el punto de vista fisiológico como del psicológico, deben

partir de los datos obtenidos en investigaciones realizadas por equipos de profesionales en estos campos, y servir al ergónomo para configurar el puesto de trabajo.

Estas investigaciones van normalmente orientadas a obtener datos sobre el comportamiento del ser humano en cada interfase del complejo sistema HOMBRE-TRABAJO. A continuación se exponen algunos ejemplos de estas interfases:

Es oportuno recordar la célebre afirmación de ORTEGA: «el hombre es él y su circunstancia», argumento que acompaña a la mayoría de sus escritos de un marcado carácter dialéctico. Esta unicidad en el hombre, de su propia esencia y la de su entorno, no es exagerada si consideramos que, al margen de reflexiones más profundas, es impensable la vida del ser humano, su existencia, sin un entorno físico y psicosociológico al que enfrentarse. Como diría PASCAL, no se debe tratar de explicar lo que de por sí está claro.

Pero lo que no es tan evidente y tan inmediato es que al enfrentarse dialécticamente hombre y entorno, se están enfrentando dos sistemas distintos que al final sólo forman uno.

Por una parte está el hombre, que es un sistema psicofisiológico muy complejo con gran número de elementos y de funciones que generan, a su vez, innumerables relaciones; por otra, el entorno laboral constituido por el sistema Máquina-Entorno (Técnico), que tiene como característica principal el haber sido creado por el hombre y que, por lo tanto, PUEDE SER MODIFICADO POR EL. Según afirma MARGALEF, toda interacción entre el hombre y la naturaleza posee valor de un experimento ecológico que permite avanzar algo en el conocimiento de ésta.

El sistema Técnico es un concepto totalmente antitético al de la naturaleza, pero existen muchas coincidencias con los criterios ecológicos que se pueden considerar en Ergonomía. Entre ellos, el estudio y balance de los intercambios de energía e información en el sistema HOMBRE-TRABAJO.

En la ecología estos intercambios se hacen en función de un mayor orden en la estructura interna del hombre, a costa de un cierto desorden producido en la naturaleza. Por el contrario, el sistema técnico exige un orden rígido que puede ser a costa del orden interno del hombre. La ergonomía se preocupa de que esto último no ocurra y que los intercambios se produzcan en armonía.

Por la cualidad corpórea de la naturaleza humana, el hombre está sujeto a las leyes de la física y requiere, por su carácter tridimensional y su movilidad, un espacio que la naturaleza, en principio, proporciona sin límites. Aspectos económicos y sociales rompen con esa generosidad, sobre todo en ámbitos urbanos, domésticos y laborales, donde es endémica la escasez de espacio. A esta limitación importante suele agregarse la falta de armonía entre las dimensiones del hombre y las distancias de los elementos y espacios que tiene que utilizar de su entorno.

En ambientes laborales, cuando se ha establecido la tarea, queda determinado, qué hacer, cómo, con qué medios, y el espacio de trabajo donde se va a efectuar, con poco margen por parte del trabajador para alterar estas condiciones. Por ello, la elección y distribución de elementos y espacios debe ser planificada basándose en las dimensiones antropométricas y la posibilidad de movimientos que permiten la articulación si queremos que exista una armonía espacial en el subsistema HOMBRE-MAQUINA. Esta armonía redundará en una mayor eficacia y seguridad, pues el sistema requerirá entonces menor energía y mejor orientada y, por lo tanto, existirán menos posibilidades de malfunción de ella.

Las leyes de la mecánica, definidas por NEWTON, tienen plena vigencia en el cuerpo humano; por ello, la gravedad y la inercia son factores esenciales de su circunstancia.

Espacio y gravedad van a determinar la postura, ya que la posición relativa de los distintos segmentos, o porciones, del cuerpo humano en el campo gravitatorio genera un sistema de fuerzas estáticas que para mantener un equilibrio deben ser contrarrestadas por otro sistema de fuerzas que, en gran medida, tienen su origen en el propio hombre. Es conocido que el hombre, aunque siga las leyes de la física, no es un cuerpo inerte y, de hecho, puede adoptar posturas o equilibrios que no son comunes con otros cuerpos inertes de sus mismas dimensiones.

En este punto el estudio de las diversas posturas por medio de modelos biomecánicos que combinen datos de la anatomía y de la fisiología musculoesqueléticas así como de la estática, proporciona información valiosa sobre las cargas estáticas que soportan los distintos músculos del hombre y las tensiones que se generan en las articulaciones donde se concreta el equilibrio de los sistemas de

fuerzas antagónicas y que es donde se sustenta la mayor parte de la carga del cuerpo, o del segmento correspondiente. Estos estudios se complementan con las investigaciones de laboratorio con equipo bioinstrumental. Los límites fisiológicos con los que se deben contrastar estos datos obtenidos deben preservar del deterioro a los músculos y a las articulaciones implicados.

El trabajo mecánico se identifica con un desplazamiento que vence a una resistencia o, lo que es lo mismo, una fuerza por un espacio. Tiene las mismas dimensiones que la energía, pero antes de aplicar el principio de conservación de la energía y obtener así la energía aportada por el hombre en el desarrollo de dicho trabajo, es necesario indicar dos aspectos:

- Para desarrollar un trabajo mecánico determinado, el hombre debe consumir una porción importante de energía que se transforma en calor.
- Un esfuerzo estático, cuando el músculo está soportando una carga sin desplazarla, supone un gasto de energía importante y una fuente de fatiga por tensión muscular.

Por todo ello, la evaluación del trabajo físico realizado debe tener en cuenta aspectos posturales, movimientos, ritmos de trabajo, aspectos ambientales, fundamentalmente el ambiente térmico y, como se explicará a continuación, otros aspectos de carácter psicosocial.

Para ilustrar sobre la dificultad que existe para determinar los valores normales de gasto energético que puede soportar el hombre antes de fatigarse en un determinado trabajo, se expone lo siguiente:

El doctor CAZAMIAN, en estudios minuciosos sobre el gasto energético en el trabajo de los mineros, descubrió una extraordinaria constancia en la igualdad del gasto diario de energía de cada obrero, con independencia de su trabajo, especialidad, o del día en que se tomara la medición. A partir de un gasto de 2.000 Kca/día (las variaciones no excedían del 9 por 100), el obrero manifestaba síntomas de fatiga. Lo curioso es que esta constancia que repetía en las mismas condiciones en otras poblaciones distantes.

Sin embargo, los leñadores gastan 3.000 Kca/día en su vida laboral, valor muy superior al de los mineros, sin agotarse, y así podríamos ofrecer gastos energéticos de diversos tipos de trabajo que el trabajador está dispuesto a cambiar por su salario.

La motivación, status, etc., pueden dar al traste con un minucioso estudio biomecánico, ya que una visión monoísta de los problemas, el estudiarlos fuera de su entorno, puede desvirtuar las conclusiones al enfrentarlas con la realidad.

Un ejemplo muy esclarecedor de la necesidad de una visión global de las variables del entorno y sus influencias respecto al organismo humano, es la sensación térmica del hombre. Desde hace tiempo, el estudio de la respuesta del hombre frente a las condiciones climáticas se ha realizado efectuando ponderaciones sensoriales de distintas poblaciones en función de variables aisladas. Esto proporcionaba una información incompleta, y surgió la necesidad de definir fórmulas que combinasen el mayor número de variables. En la actualidad, FANGER ha desarrollado una ecuación que incluye como primer miembro todas las variables climáticas presentes en un ambiente laboral: temperatura seca, calor radiante, humedad, velocidad del aire, variables propias de la carga de trabajo; y variables en las que el trabajador tiene cierta influencia, como es la propia vestimenta. La solución de esta ecuación proporciona un índice de confort térmico muy útil que puede indicar la necesidad de ajustar los valores del entorno y, de esta forma, aproximarnos a la solución del problema. Esta fórmula y los procedimientos de resolución están contemplados en la norma ISO 7730.

La posibilidad de obtener una ecuación de estas características que proporcione un índice de bienestar y que contemple todas las variables de entorno en función de las distintas respuestas del hombre, es, de momento, una utopía; no obstante, es imprescindible en todo estudio ergonómico no perder la visión global del problema, un tratamiento olístico del complejo sistema HOMBRE-MAQUINA.

Una de las características de las nuevas tecnologías es la creciente importancia que adquiere el hombre por la enorme cantidad de energía y de información que tiene que controlar. En estas condiciones el error humano puede adquirir un dramático protagonismo.

Muchos de los aspectos que aborda la ergonomía están relacionados de forma directa con la probabilidad de que ocurran estos errores humanos; de hecho, una de las formas de evaluar la influencia de una variable del entorno respecto al hombre es comprobar el número de fallos o de accidentes. Esta probabilidad se incrementa al no tenerse

en cuenta en un diseño de indicadores y de controles los estereotipos de la población, ni tampoco la carga de trabajo, el calor, el ruido y otros factores estresantes.

Un aspecto importante dentro de la ergonomía es el estudio del diálogo o intercambio de información entre los elementos del subsistema HOMBRE-MAQUINA; de hecho, MONTMOLLIN definió la ergonomía como «La tecnología de las comunicaciones en el sistema hombre-máquina» con una visión sólo parcial del problema.

En los modelos de estudio de estos intercambios, el hombre se considera un elemento de control o de regulación. En el primer caso, basándose en una información concreta que proporciona la máquina, el hombre decide una acción determinada. En el segundo caso, la regulación entra dentro de la materia de cibernética que, según WIENER, es «la regulación y transmisión de datos en los seres vivos y en las máquinas». Cuando una variable del sistema, debido a una perturbación, se desvía de su valor normal, debe existir una forma para que se compense, a costa de otra u otras variables, esa desviación.

La automatización de estas funciones, regulación y control, hará asumir al sistema técnico funciones que le son propias en la actualidad al hombre; sin embargo, por ahora existen límites en cuanto al alcance con el que puede hacerse esto, que en el futuro pueden ser subsanados. Pero la capacidad única del hombre de adaptabilidad ante sucesos inusitados e inesperados le hacen insustituible, como último resorte para que el sistema técnico funcione correctamente.

El diálogo entre hombre y máquina lo explica GRANDJEAN de la forma siguiente: «La señal de funcionamiento proporciona la información concerniente a la evolución del funcionamiento de la máquina. El operador registra visualmente esta información (percepción), debe comprenderla y evaluarla correctamente (interpretación). Sobre la base de esta interpretación y a la luz de sus conocimientos toma una decisión».

La siguiente fase es la comunicación de esta decisión (información) a la máquina. Esto se realiza por medio de mandos.

La percepción se realiza fundamentalmente por la vista, también por el oído y, en menor medida, por el tacto. La información de la máquina es vehiculada por medio de energía hacia los órganos

sensoriales correspondientes, donde existen transductores que modifican la energía en impulsos nerviosos que son interpretados por el cerebro, que emite otros impulsos cuya misión será poner ciertos músculos en movimiento.

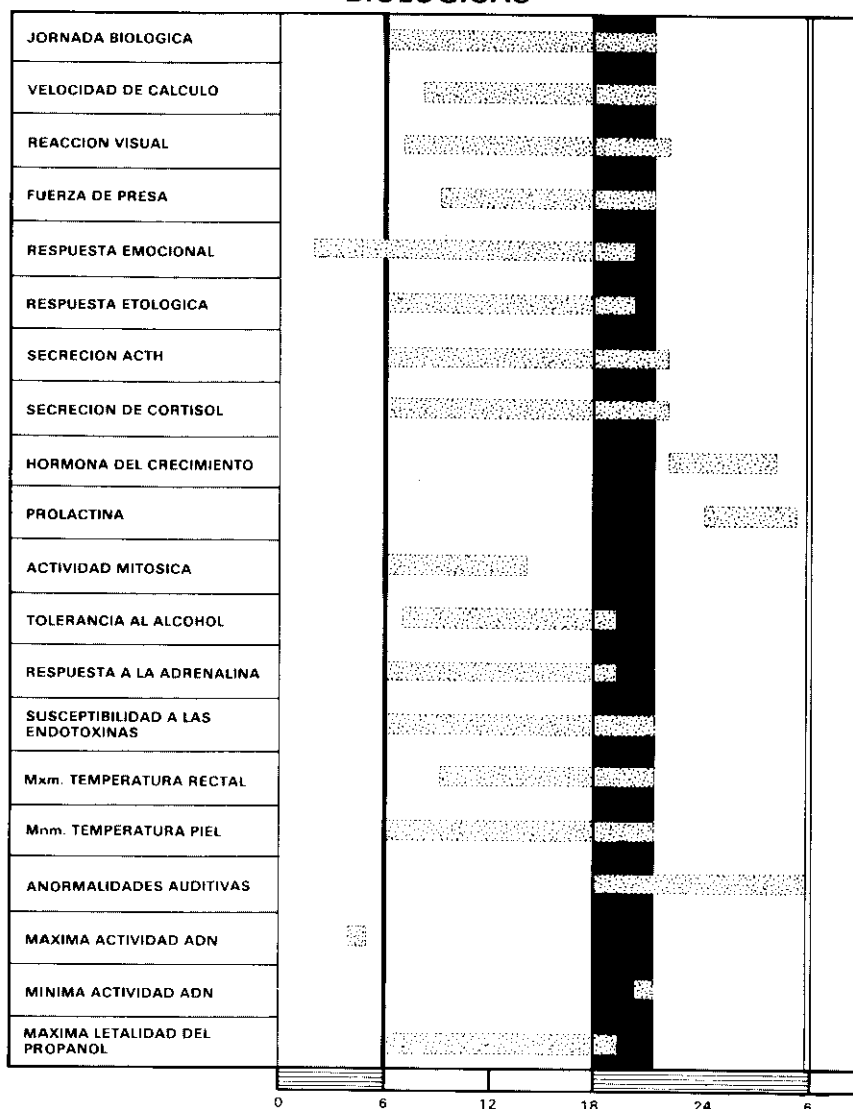
Para que esta comunicación se realice adecuadamente, es necesario que el diseño de dicha información se confeccione con una lógica fácilmente comprensible para el hombre y que los medios de señalización y de representación sean elegidos, concebidos y dispuestos de forma que sean compatibles con las características de la percepción humana.

Ejemplos clásicos de la influencia que tiene un diseño sobre los errores que se pueden producir, los presentan SLEIGHT, que analiza diversos tipos de señalizadores, y CHAPANIS LINDENBAUM, que estudia distintas distribuciones de controles.

Ciertos aspectos ambientales también influyen en la percepción de las señales, actuando como ruido comunicacional.

El ruido y la inadecuada iluminación pueden alterar los umbrales de percepción y, como consecuencia, la fiabilidad del sistema.

RITMO CICARDIANO DE ALGUNAS CONSTANTES BIOLÓGICAS



Gráfica 1

En el diseño de un proceso de trabajo se debe tener en cuenta si las demandas que se requieren de la persona, desde el punto de vista fisiológico y/o psicológico, transgreden sus límites. Teniendo en cuenta que:

- Una fuerte sollicitación física y sensorial entraña fatiga.
- A la inversa, una demanda débil (o un trabajo monótono) se traduce en una disminución de la vigilancia.

Por otra parte el hombre también está situado en la dimensión tiempo y afectado por ella. El estudio de esta influencia es la base de la cronobiología, que en nuestro caso en ámbitos de trabajo se denominaría cronoergonomía. A través de ella, podemos comprender las distintas constantes biológicas que se modifican en una jornada de trabajo (Gráfica 1, según el Dr. CHAVARRIA). Donde es posible establecer una jornada más favorable en el período que abarca desde las 6 de la mañana a 6 de la tarde, con una franja de tolerancia hasta las 8 de la tarde.

En lo expuesto hasta ahora, se han introducido algunos aspectos que son materia de la ergonomía. La Norma ISO 6385 expone un catálogo muy completo de los principios ergonómicos que se deben tener en cuenta en la concepción de los sistemas de trabajo y, por ello, puede considerarse como un documento útil para toda aquella persona que esté involucrada en esta tarea.

La ergonomía trata, en suma, de introducir en el diseño de un puesto de trabajo, principios basados en el estudio de las interacciones que se producen en el sistema HOMBRE-TRABAJO y que tienen como finalidad obtener su armonía y, como consecuencia de ello, una mayor fiabilidad.

Los estudios ergonómicos son siempre globales y basados en los datos proporcionados por otras ciencias aplicadas: fisiología, psicología, sociología, etc. y las soluciones que proporciona son aproxima-

ciones a situaciones más confortables para la persona, más fiables para el sistema, y más eficaces para el trabajo, ya que estas ventajas son las que constituyen el propio fin de la Ergonomía.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- CAZAMIAN, P.: "Traité d'ergonomie". Editions Octares Entreprises, 1987.
- CHAPANIS, A., y LINDENBAUM, L.: "A Reaction Time Study of Four Control Display Linkages". *Human Factors*, vol. 1, n.º 4, 1959.
- CHAVARRIA, F.: "Cronoergonomía. Ritmos biológicos y trabajo". Temas de Ergonomía, Fundación MAPFRE, 1987.
- FANGER, P. O.: "Thermal Comfort". Mc Graw Hill. Nueva York, 1972.
- GRANDJEAN, E.: "Precis d'ergonomie". Les editions d'organisation. París, 1983.
- KUHLMANN, A.: "Introducción a la Ciencia de la Seguridad". Editorial AC, Ediciones TUV Rheinland, 1985.
- MC CORMICK, E. J.: "Ergonomía". Editorial Gustavo Gili, S.A. Barcelona, 1980.
- MURREL, K. F. M.: "Ergonomics: man in his working environment". Chapman and Hall, 1971.
- Norma ISO 7730: "Moderate thermal environments. Determination of the PMV and PPD indices and specification of the conditions for thermal comfort", 1984.
- RASMUSSEN, J.; DUNCAN, K., y LEPLAT, J.: "New Technology and Human Error". (New Technologies and Work a Wiley Series). John Wiley & Sons., 1987.
- SLEIGHT, R. B.: "The effect of instrument dial shape on legibility". *L. of Applied Psychology*, 32, 170-188, 1948.
- Norma ISO 6385: "Principes ergonomiques de la conception des systèmes de travail", 1981.
- ORTEGA Y GASSET, J.: "Meditación de la Técnica". *Revista de Occidente*.

