

## CONTRIBUCIÓN DE LA MACROERGONOMÍA AL ESTUDIO DE LA ADAPTACIÓN HUMANA AL TRABAJO

*Contribution of macroergonomics to the study of human adaptation to work*

Gabriela Sztarcsevszky Slaifstein<sup>1</sup>

### Resumen

La presente revisión brinda un nuevo enfoque a la tradicional metodología ergonómica y expone los hechos que llevaron a la conformación del concepto de macroergonomía. Detalla los conocimientos acerca de los sistemas sociotécnicos, fundamentos del abordaje macroergonómico y su aporte a la organización a través de la evidencia científica. La metodología utilizada fue el acceso a bibliografía que contuviera estudios científicos publicados en bases de datos virtuales. De acuerdo a la evidencia científica hallada, la macroergonomía, favorece el surgimiento de divergencias en relación a los aspectos conceptuales y metodológicos tradicionales de investigación. A pesar de que tiene como objetivo principal la optimización conjunta del sistema general de la organización, no existe una profundización de cómo este objetivo se puede alcanzar en la práctica. Además, en la literatura el tema es a menudo ambiguo en sus exposiciones y el uso de terminologías desiguales. Esto evidencia la necesidad de una mayor claridad, tanto de los conceptos y suposiciones, como de las metodologías asociadas a este planteamiento. Es fundamental que los modelos desarrollados sean explícitos en los elementos, componentes, relaciones, interacciones y demás características de un enfoque sistémico y, reconocer en qué escala estará operando dicho modelado, así cómo y cuáles son las variables que permitan conectar o moverse en los diferentes niveles de análisis.

**Palabras clave:** Macroergonomía, diseño de sistemas de trabajo, sistema sociotécnico.

---

<sup>1</sup> Mg. Gabriela Sztarcsevszky, Bulevar España 2199 ap 102, CP: 1200, Montevideo, Uruguay. [licenciadagabriela@yahoo.com](mailto:licenciadagabriela@yahoo.com).

## Abstract

This review provides a new approach to the traditional ergonomic methodology and exposes the facts that led to the conformation of the macroergonomics concept. It details the knowledge about sociotechnical systems, fundamentals of the macro-ergonomic approach and their contribution to the organization through scientific evidence. The methodology used was access to bibliography containing scientific studies published in virtual databases. According to the scientific evidence found, macroergonomy favors the emergence of divergences in relation to the traditional conceptual and methodological aspects of research. Although it has as its main objective the joint optimization of the general system of the organization, there is no deepening of how this objective can be achieved in practice. In addition, in the literature the subject is often ambiguous in his exhibitions and the use of unequal terminologies. This demonstrates the need for greater clarity, both of the concepts and assumptions, and of the methodologies associated with this approach. It is essential that the models developed are explicit in the elements, components, relationships, interactions and other characteristics of a systemic approach and, to recognize on what scale this modeling will be operating, as well as and what are the variables that allow to connect or move in the different analysis levels.

**Keywords:** Macroergonomics, working design systems, socio-technical systems.

Fecha recepción: 05/07/2019    Fecha revisión: 29/07/2019    Fecha aceptación: 01/08/2019

## Introducción

La ergonomía ha buscado a lo largo de su existencia la mejoría de las relaciones entre el hombre y el trabajo. Su foco de atención continuamente ha sido ampliado, a través de la macroergonomía, contemplando cuestiones más relacionadas con el ámbito organizacional. La llamada ergonomía de interface organizacional – máquina o macroergonomía (o todavía tecnología de la interface hombre – organización – ambiente – máquina) tiene como eje central la percepción de aspectos en relación con el sistema de producción en su conjunto (sistema de visión, organización, la tecnología, el medio ambiente de trabajo, personas, etc.). La macroergonomía difiere de las fases anteriores de la ergonomía en la medida que centra la percepción de la organización como un

todo, en vez de centrar las preocupaciones generales en el operador o en el grupo de operadores (Ferreira Pinheiro S., 1998).

Davis C.H. (2014) sostiene que el enfoque macroergonómico satisface los criterios correctos de diseño de sistemas de trabajo y diseño de trabajo con la interface hombre – sistema: centrado en el hombre, aplicar una tarea “humanizada” a la función y asignación de tarea, consideración adecuada de las variables relevantes del sistema sociotécnico en términos de sus implicaciones para el diseño.

Esta revisión realiza una aproximación a la macroergonomía enfocada a la concepción y conformación de los sistemas sociotécnicos, fundamentos del abordaje macroergonómico y, su aporte a la organización a través de la evidencia científica. Se plantean los siguientes objetivos específicos:

- Explorar el origen, evolución y consolidación de la macroergonomía.
- Describir definiciones conceptuales de la macroergonomía.
- Conceptualización del término mesoergonomía.
- Analizar la evidencia científica publicada acerca de la influencia de la macroergonomía sobre los sistemas sociotécnicos.

### **Materiales y métodos**

Para la lectura de fuentes científicas se accedió a bases de datos, utilizándose distintos motores de búsqueda como, Pro Quest, EBSCO, Scopus, PubMed, Ergonomics SA, The Ergonomics Open Journal, International Journal of Industrial Ergonomics y Applied Ergonomics, NetLibrary, entre otros.

Se emplearon diversas estrategias de búsqueda y palabras para cada base de datos a efectos de obtener el mejor resultado. El primer filtro aplicado fue la selección de las palabras claves:

- Macroergonomía.
- Diseño de sistemas de trabajo.
- Sistemas sociotécnicos.

La búsqueda de textos en español e inglés fue el segundo filtro aplicado. Las consultas comenzaron utilizando el operador “OR”, y posteriormente, para acotar resultados, se aplicó también el operador “AND”.

Se consideraron sólo aquellos artículos que incluyesen los mencionados términos claves en el título o el abstract del trabajo. No se utilizó “grey literature”, definida como “información producida en todos los niveles gubernamentales, de academia, negocios e industrias en formato electrónicos no controlados por publicaciones comerciales”, esto con el fin de acotar la búsqueda.

Se obtuvieron alrededor de 40 documentos digitales, de los cuales 20 corresponden a una revisión sistemática. Se incluyeron 15 revisiones Cochrane sobre temáticas afines en las que se menciona la macroergonomía.

## **Resultados y discusión**

### **Antecedentes históricos y consolidación de la macroergonomía**

La macroergonomía se concibe como la tercera generación de la ergonomía. La noción fue propuesta por Hendrick H. en 1986, aunque se reconocen como antecedentes los trabajos de Nigel Corlett en Inglaterra y Mac Parsons en Norteamérica en los años setenta.

Las deficiencias de la ergonomía tradicional, así como el aumento del interés y del entendimiento de la importancia de los factores organizacionales, tales como cambio organizacional, conducen a determinar el surgimiento de nuevos campos para la ergonomía. Un campo emergente es el de los factores humanos relacionados al proyecto organizacional y gerenciamiento (ODAM). En 1988, O DAM fue uno de los cinco grandes temas del 10<sup>a</sup> congreso Triennial de la Asociación Internacional de Ergonomía (IEA) en Sidney, Australia. Para los 12<sup>o</sup> y 13<sup>o</sup> congresos se recibieron más propuestas sobre macroergonomía y O DAM que sobre cualquier otro tema, y fue uno de los tres temas más grandes en términos de trabajos presentados en el 14<sup>o</sup> congreso.

Corlett y Parsons son los que comienzan a visualizar una perspectiva a gran escala de la ergonomía (Hendrick H., 1991). Incluso, Kleiner B. (2006) reconoce la influencia filosófica que recibe la macroergonomía del trabajo teórico de los sistemas sociotécnicos, como una clara innovación europea.

En el año 1995, Hendrick H. planteó que la macroergonomía nació ante la necesidad de solventar los problemas relacionados con las prácticas tradicionales del diseño de sistemas de trabajo, los cuales tendían a centrarse en la tecnología, y en la simplificación de la asignación de funciones y “tareas restantes” (que no podían ser ejecutadas por las máquinas) a los seres humanos. Como lo señala Kleiner B. (2006), tres grandes errores de la ingeniería de la producción justifican hoy más que nunca un enfoque macroergonómico:

- a. El diseño orientado hacia la tecnología;
- b. Una sobrecargada aproximación al diseño;
- c. La falta de atención a las características sociotécnicas de los sistemas de trabajo.

Hendrick H. (1991, 1995), argumenta que la ergonomía tradicional tiene como fin mejorar la productividad del sistema global, la salud del trabajador y los aspectos motivacionales del sistema de trabajo. Las nuevas realidades del trabajo, derivadas de la rápida difusión de los computadores y los sistemas de telecomunicaciones, las modificaciones demográficas, de nuevas expectativas en relación a la vida de trabajo, aumento de la competitividad del mercado mundial y otras, requieren más que una ergonomía micro – orientada. Factores organizacionales y los procesos ejercen un importante papel en la ergonomía. Entre tanto, estos factores han sido poco enfocados dentro de la investigación ergonómica.

De acuerdo a Guimaraes L., y Fogliatto F. (1999), la macroergonomía surgió después de la teoría de los sistemas sociotécnicos, gestión de calidad y ergonomía. Por lo que la presenta como la base para una metodología integrativa necesaria. La metodología macroergonómica fue expuesta para demostrar como los aspectos de la microergonomía, gestión de calidad (TQM), y sistemas sociotécnicos (STS) pueden ser triangulados en un enfoque común.

Según la International Interior Design Association (IIDA, 2005/2016) la Macroergonomía surge como el despliegue de la interacción entre el hombre – máquina – organización – ambiente ocurriendo a nivel macro. De esta manera, sus conocimientos son globalizados desde el inicio de los procesos. Los subsistemas tecnológicos, personales y organizacionales, reducen costos y buscan la mejoría del confort y productividad de los colaboradores. Los aspectos físicos ambientales son la construcción del ambiente, temperatura, ventilación, iluminación y ruido (Souza J. y Sampaio C., 2012).

### **Definiciones conceptuales**

Hendrick H., 1995, citado por Ferreira Pinheiro S. (1998) define a la macroergonomía como un abordaje desde arriba hacia abajo (top – down) basado en los sistemas sociotécnicos para el diseño de organizaciones, sistemas de trabajo, cargos, interfaces hombre – máquina, usuario sistema y hombre – ambiente. El término top – down significa que ella inicia con un análisis de las variables relevantes del sistema sociotécnico en términos de sus implicaciones para el proyecto de la estructura global del sistema de trabajo.

Kleiner B. (2006) explica a la macroergonomía como el diseño del sistema de trabajo que se focaliza en la interacción entre la organización y el sistema. El diseño en general y el diseño del sistema de trabajo en particular son influenciadas por la teoría. Por lo tanto, el diseño del sistema de trabajo ha sido influenciado por las perspectivas teóricas prevalentes de la organización.

El concepto de trabajo que se utiliza en este documento se refiere a cualquier forma de esfuerzo humano o actividad, incluyendo recreación y ocio. Un sistema de trabajo consiste en dos o más personas interactuando con algún tipo de diseño, trabajo, hardware o software, medio interno, ambiente externo, y un diseño organizacional (es decir, el sistema de trabajo, estructura y procesos). El diseño del trabajo incluye módulos de trabajo, tareas, conocimientos y requisitos de habilidades y factores tales como, el grado de autonomía, identidad, variedad, significación, retroalimentación y oportunidades para la interacción social (Hendrick H., y Kleiner B., 2002).

La macroergonomía se centra en el hombre en la medida que las decisiones relativas a la estructura de la organización y el sistema de trabajo requieren consideraciones de las

características profesionales y psicosociales de los trabajadores, y las características relevantes del ambiente externo a la cual el hombre debe responder efectivamente (en adición a la consideración de las características de la tecnología a ser empleada). De la misma manera, las consideraciones de estas características también permiten un acercamiento más humano para la asignación de funciones y tareas (Ferreira Pinheiro S., 1998, Sanda M., 2003).

Para García Acosta G. (2002), la macroergonomía también conjuga elementos inherentes a los factores político - jurídicos, económico - financieros, socio - culturales y tecnológico - científicos de una organización determinada, para definir las actividades de trabajo a lo largo de toda la organización.



**Figura 1.** Elementos de la macroergonomía.

**Fuente:** Adaptado de García Acosta G. (2002).

Como se aprecia en la figura 1, la macroergonomía se centra en los factores político-jurídicos y económico-financieros del entorno, pero establece una relación directa con los factores técnico-científicos. Indirectamente también establece asociaciones con los factores socioculturales.

Algunos de los principales temas en esta área son: ambiente de trabajo psicosocial y organizacional, desarrollo de recursos humanos y competencia, mercado de trabajo y sociedad en el cambio, tecnologías de punta, bienestar y salud (Ingelgard A., 1996).

El objetivo de la macroergonomía es la optimización del diseño del sistema sociotécnico de trabajo y estudio del efecto de las estructuras organizativas en el comportamiento humano y la seguridad. Estos objetivos la distinguen de la microergonomía, de la psicología organizacional, y toma una valiosa contribución para la ergonomía. Tal objetivo es alcanzado a través de la consideración sistemática de las variables relevantes del sistema sociotécnico en el análisis ergonómico, diseño, implementación, evaluación y control del proceso. Estas variables corresponden al subsistema tecnológico, subsistema personal y ambiente externo. Un cuarto elemento del sistema sociotécnico, el proyecto de trabajo y la tarea son parte del nivel microergonómico (subsistema organizacional), interactúan con el diseño del sistema de trabajo. El diseño macroergonómico del sistema de trabajo ayuda a definir muchas de las características que deben ser determinadas para cargos individuales, a fin de alcanzar la optimización conjunta del sistema global (Hendrix, 1995).

En la macroergonomía la tecnología es nombrada " tecnología de interfaz humana - organización – entorno - máquina", tanto por Hendrick H., y Kleiner B. (2002) como por Moorad, J. y Kragt, H. (1990). Ello ha llevado al diseño de objetivos que encajen para el hombre y el ambiente. Al respecto, se distinguen tres pasos o generadores de la disciplina de la ergonomía y/o factores humanos. El primero es la interface tecnológica hombre – máquina, cuyo eje es el diseño de trabajos específicos y, la interface hombre – máquina, como displays, controles, espacio de trabajo, etc. El segundo es la interface tecnológica usuario – máquina, que enfatiza la naturaleza cognitiva del trabajo, la manera en que las personas razonan y procesan la información. Áreas de aplicación son la interacción entre el hombre - computadora, información en los displays y sistemas de soporte de decisión, para una interface efectiva. Estas dos primeras interfaces pertenecen a un enfoque microergonómico, el diseño de los componentes, modelos y subsistema. En la tercera disciplina de factores humanos, Hendrick H. (1995) le asigna el enfoque del diseño macroergonómico, focalizándose en la evaluación de la organización como un todo. En esta interface tecnológica organización – máquina, las decisiones científicas sobre la organización y cómo es manejada es primordial para el diseño efectivo de los componentes. Las cuestiones acerca del grado de complejidad, centralización y formalización de la organización deben ser



contestadas previo al diseño de subsistemas específicos, como estaciones de trabajo (Mooral, J. y Kragt, H., 1990).

### **Proceso de intervención macroergonómica**

Taveira Filho A. (1993) dispone que la estructura general del modelo macroergonómico comprende cuatro etapas principales:

- a. Evaluar adecuadamente las necesidades de la organización en relación al trabajo y las tecnologías;
- b. Diseñar una intervención adecuada para solucionar los problemas encontrados;
- c. Implementación del proceso;
- d. Medir los efectos a fin de promover el feedback a los usuarios.

La evaluación es por medio de un abordaje único de los cuatro subsistemas principales, incluidas las variables ambientales, tecnológicas e interpersonales que interfieren en las interacciones sistémicas entre los individuos y los dispositivos de trabajo, como forma de perfeccionar la productividad (Kleiner B., 1998; Medeiros E., 2005).

Hendrick H. y Kleiner B. (2002) formalizan otro método de intervención de los sistemas de trabajo basados en la teoría de los sistemas sociotécnicos, que denominaron “MEAD” (por sus siglas en inglés), para el análisis macroergonómico de la estructura. Dicho método se conforma por diez pasos de intervención que son: 1) escaneo del ambiente y los subsistemas organizacionales, 2) definición del tipo de sistema productivo y establecimiento de las expectativas de desempeño, 3) definición de las unidades de operación y procesos de trabajo, 4) identificación de variaciones, 5) creación de una matriz de variaciones, 6) creación de una tabla de control de variaciones clave y una red de roles, 7) desarrollo de la localización de funciones y diseño conjunto, 8) comprensión de los roles y la percepción de las responsabilidades, 9) diseño / rediseño que soportan los subsistemas e interfaces, e 10) implementación, iteración y mejoramiento.

## **Modelo macroergonómico y diseño organizacional**

Del punto de vista de la ergonomía, la teoría de los sistemas sociotécnicos se constituyen como la base teórica de los fundamentos para el abordaje macroergonómico, permitiendo visualizar las organizaciones como sistemas abiertos. Los principales principios, desarrollados por Fleury A. y Fleury M. (1997) referentes a esta teoría son:

- Principio de coherencia: la planificación de una situación de trabajo debe ser coherente con las características deseadas por la organización de trabajo. Por ejemplo, si existe intención de que el trabajo sea desempeñado de manera participativa, la planificación debe ser realizada de manera participativa.
- Principio de mínima especificación crítica: este principio establece que para una situación de trabajo: (a) no se especifica nada más que lo esencial; más que, por otro lado, (b) lo esencial sea claramente establecido. Por ejemplo, las metas de producción deben ser siempre establecidas; la manera en que el trabajo va a ser realizado, no precisa ser totalmente prescripto.
- Principio de criterio sociotécnico: coloca que variancias (imprevistos, aleatoriedades) que ocurren en una situación de trabajo deben ser controladas lo más próximo posible dentro de sus puntos de origen.
- Principio de multifuncionalidad: admite que trabajadores con capacidad para el cambio actúen mejor que los altamente especializados.
- Principio de colocación de fronteras: propone que las fronteras entre las unidades operacionales no establezcan barreras para la comunicación necesaria para un buen andamio del trabajo. Esto se aplica desde aspectos de layout y turnos, hasta cuestiones de departamentalización.
- Principio de flujo de informaciones: establece que los sistemas de informaciones deben ser planificados para proveer la información en los puntos que estas son necesarias para generar acción.

- Principio de consistencia: debe haber consistencia entre los estímulos y sanciones asociadas al sistema administrativo y los comportamientos esperados de las personas.
- Principio de planificación y valores humanos: considera que la cuestión de los valores humanos es determinante básico para la planificación de situaciones de trabajo. Se trae a colación el concepto de calidad de vida en el trabajo.
- Principio de incompleto: admite que la planificación y la replanificación de procesos de trabajo sean actividades permanentes.

Los principios básicos del sistema sociotécnico que fueron incorporados por la macroergonomía son:

- Causalidad conjunta (joint causation): se refiere a la noción de que ambos subsistemas, personal y técnico, son afectados por el medio ambiente. Desde que ambos subsistemas responden a causas de ambiente, la optimización de uno puede suboptimizar al otro.
- Optimización conjunta (joint optimization): es el objetivo mayor a ser alcanzado.
- Diseño conjunto: es el método por el cual la optimización conjunta es alcanzada (Hendrick H., 1995).

### **Modelo sociotécnico**

A partir de la perspectiva del modelo de sistemas sociotécnicos, Hendrick H. (1991), presenta algunas consideraciones para la elaboración del diseño organizacional del sistema de trabajo.

#### ***Subsistema técnico***

El tipo de tecnología utilizada por una organización determina una gran dificultad y variabilidad de tareas para el trabajador de ese sistema. Hendrick H. (1991), define tecnología como la acción que alguien realiza sobre un objeto para el cambio (proceso de transformación). Esta acción siempre requiere alguna forma de conocimiento tecnológico.

La gran dificultad o variabilidad de tareas de un individuo, determinado por la tecnología, se refiere al número de casos excepcionales que el mismo encuentra en su trabajo, de forma que

requiere diferentes métodos o procedimientos para su ejecución. Para una determinada tecnología, las tareas pueden variar desde tareas rutinarias y con pocas excepciones a tareas altamente variables. Esa noción conduce al conocimiento de gran analisabilidad de tarea, refiriéndose al tipo de procedimiento al cual el individuo tiene que recorrer para responder a las variaciones y ejecuciones de la tarea. También se refiere a la cantidad de conocimientos requeridos, y al uso de procesos mentales y tiempo requerido para la resolución de problemas relacionados al trabajo (Ferreira Pinheiro S., 1998).

### ***Subsistema personal***

Los aspectos más importantes del subsistema personal para el diseño organizacional, son el grado de profesionalismo y las características psicosociales de la fuerza trabajadora.

Hendrick H., 1991, citado por Ferreira Pinheiro S. (1998) escribió:

“... Así como las posiciones en la organización son diseñadas para requerir personas con considerable nivel de educación y entrenamiento, ellas también deberían ser proyectadas para permitir un considerable grado de libertad de acción para el individuo. Del mismo modo, un bajo nivel de educación y entrenamiento caracterizan el diseño de las posiciones, la estructura organizacional debería ser más formalizada”.

“...Un adulto, de funcionamiento relativamente concreto, puede ser caracterizado por una alta necesidad de estructura y orden, por estabilidad y consistencia en su propio medio. Existe también una tendencia de visualización de sus valores, normas y estructuras institucionales, como estáticos e inalterados”.

“En contraste, personas cognitivamente complejas tienden a tener una baja necesidad por la estructura, orden o estabilidad y consistencia, son abiertas en su creencias, relativistas en sus pensamientos, tienen una alta capacidad de empatía. Ellas tienden a ser más personas flexibles y menos autoritarias que sus colegas más concretos, tienen una concepción más dinámica de su mundo y esperan que sus visiones, valores, normas y estructuras institucionales puedan cambiar”.

Estas consideraciones sugieren que gerentes y trabajadores relativamente concretos funcionan mejor sobre alta centralización, diferenciación vertical y formalización. En contraste, grupos de trabajo y gerentes relativamente abstractos parecen funcionar mejor sobre baja centralización, diferenciación vertical y formalización” (Hendrick H., 1991).

### ***Ambiente***

Hendrick H., 1991, citado por Ferreira Pinheiro S. (1998) menciona: “La sobrevivencia de una organización está relacionada con la habilidad de adaptación al medio ambiente externo. Los sistemas abiertos de organizaciones requieren mecanismos de monitoreo y de feedback para seguir y sentir los cambios en sus ambientes de trabajo relevantes y la capacidad de realizar ajustes ambientales de trabajo relevantes. Por lo que el ambiente se refiere a la parte del ambiente externo que está constituido por los elementos críticos de la empresa, aquellos que pueden influenciar positivamente o negativamente sobre la eficiencia de la organización...”). Por otra parte, identifica cinco ambientes externos que tienen impacto significativo sobre el funcionamiento de las organizaciones:

- a. Sociotécnico, incluida la naturaleza de competición y disponibilidad de materias primas.
- b. Educativo, incluida la disponibilidad y facilidad de programas educacionales y aspiraciones de los trabajadores.
- c. Político, incluida actitudes gubernamentales relacionadas al negocio, trabajo, control sobre los precios.
- d. Legal y cultural, incluida la clase social, el sistema de clase de valores y actitudes.

### **Escalabilidad**

Para no caer en una visión de las personas dentro de la organización como entidades abstractas, manipulables y modelables, ha surgido cada vez con mayor fuerza el enfoque de la ergonomía participativa. Identifica, en cooperación con las personas de la organización, cuáles son los problemas y como pueden ser resueltos desde el nivel operacional. Por ello, sus acciones parten de abajo hacia arriba y cubren todos los niveles de la organización (Botton – up). Sin duda

alguna, esta forma de abordar los problemas de los sistemas sociotécnicos es más potente porque es complementaria, en el sentido de que no se queda en la comprensión y solución en la micro escala, sino que se proyecta y pasa a la macro escala y viceversa, cubriendo todos los niveles de la organización; el nivel operacional, el nivel táctico, el nivel estratégico y el nivel político (Vidal M.C., 2002). Es en esta posibilidad que se tiene la riqueza de la ergonomía contemporánea, lo que se denomina como capacidad de escalabilidad. Lo fundamental es que los modelos desarrollados sean explícitos en los elementos, componentes, relaciones, interacciones y demás características de un enfoque sistémico y, reconocer en qué escala estará operando dicho modelado y cómo y cuáles son las variables que permiten conectar o moverse en los diferentes niveles de análisis (García Acosta G., y Lange Morales, 2008).

Para lograr la escalabilidad, se requiere un mínimo de variables de conexión entre los niveles micro y macro, e idealmente aproximaciones y métodos que permitan ubicar y diferenciar simultáneamente cómo operan dichas variables e indicadores en cada nivel. Karsch B. (2006), plantea la necesidad de un nivel intermedio que denomina mesoergonomía. Con el propósito de facilitar, afinar y agudizar el análisis, identifica las diferencias de las variables en los diferentes niveles. Este es un modelo ideal aún en construcción, pero la experiencia práctica ha permitido deducir que un modelo así puede ser muy integrador y holístico, así como un facilitador o articulador con los procesos de innovación u organizacionales (García Acosta G., y Lange Morales, 2008).

### **Evidencia científica**

En el estudio llevado a cabo por Kleiner B. (1999), acerca del mejoramiento de la salud y calidad en trabajadores de la producción de neumáticos, se determinó que solo cuando se pueda confiar y validar el diseño, las intervenciones se podrán construir e implementar. El cambio en la cultura de seguridad comienza cuando se valida la comprensión real del ambiente y evaluación sistemática del sistema. Al entender las fuerzas causantes del ambiente, cambios en los subsistemas personales y subsistema tecnológico pueden ser diseñados conjuntamente, resultando en el mejoramiento percibido y seguridad objetiva.

El proyecto denominado “TUTTAVA”, por sus siglas en finlandés de hábitos de trabajo seguro y productivo, fue desarrollado para mantener el orden físico en el espacio laboral, así como mejorar las prácticas de trabajo y reducir el trabajo pesado. El mismo evidenció la repercusión económica y productiva, por implementar numerosas innovaciones técnicas planteadas por los empleados. Lo relevante del estudio es que ponen en primer orden la orientación que se logró hacia la innovación de procesos de producción; nueva forma de responsabilidades y motivaciones dentro de la organización productiva (García Acosta G., y Lange Morales, 2010).

Kogi (2006) revisa los resultados de una serie de programas de ergonomía en microempresas en el sudeste asiático, publicados entre 1988 y 2005. Todas las acciones estuvieron orientadas al mejoramiento del trabajo, incluyendo reducción de riesgos y aumento de la seguridad. Estos programas muestran un alto porcentaje de mejoramiento de las condiciones laborales, entre las que destacan menores acciones de manejo, mayor eficiencia y facilidad del trabajo, espacios seguros y confortables, trabajo en equipo efectivo y, una vida diaria más estable (García Acosta G., y Lange Morales, 2010).

A través del estudio “a macroergonomia na melhoria das condições de trabalho com ênfase nos aspectos de liderança: Estudo de caso com AMT em um restaurant” realizado por Souza J. y Sampaio C. (2012), se pudo verificar cómo la macroergonomía está íntimamente ligada al liderazgo. Los conocimientos, técnicas y herramientas de la macroergonomía pueden ser aplicados e implementados en su plenitud cuando son reconocidos por el “líder” como indispensables para el bienestar de los trabajadores y para la mejoría de su desempeño. Para tal función, el gerente debe tener los requisitos mínimos para un buen liderazgo, mantener una buena relación con los trabajadores y colaboradores e, instituir una libre comunicación entre ambos.

Existen variados estudios acerca del desempeño del sector manufacturero textil en Latinoamérica. Uno muy interesante fue el diagnóstico macroergonómico realizado por la empresa McKinsey & Company (2009), en Colombia, que recomendó generar habilidades para competir con marcas internacionales, diversificar mercados, aumentar la participación en valor agregado y aprovechar tendencias globales. Dichas habilidades requieren la capacidad de desarrollar, atraer y retener personal capacitado para identificar necesidades de diferentes mercados y diseñar ofertas acordes;

además de generar innovaciones en productos y procesos, cuya implementación sea viable desde el punto de vista comercial y de producción. Para ello se necesita personal e infraestructura de investigación y desarrollo para diseñar productos socialmente responsables, además de aumentar la velocidad, confiabilidad y costo eficiencia de los procesos productivos (Barón Maldonado D. I. y Rivera Cadavid L., 2015).

Sánchez, 2012, citado por Barón Maldonado D.I. y Rivera Cadavid L. (2015), evidencia que el dinamismo del sector sigue siendo positivo con un incremento real del 15% en producción y ventas. También deja entrever que continua latente la necesidad de desarrollar las habilidades detectadas por McKinsey & Company (2009) para enfrentar las siguientes tendencias mundiales: inestabilidad y cambio constante en los mercados y los consumidores; reducción del ciclo de vida de los productos, amplio rango de productos, series cortas y flexibilidad; exigencia de procesos más rápidos y oportunos, y optimización constante de procesos.

## **Conclusiones**

La macroergonomía integra los conceptos de métodos y herramientas de la ergonomía permitiendo una perspectiva mayor de todos los factores participantes del sistema de trabajo para alcanzar un resultado más significativo (Kleiner B., 1999).

Según Souza J. y Sampaio C. (2012), la macroergonomía es un campo de estudio reciente, que brinda la posibilidad a las empresas de evaluar la estructura organizacional de forma holística y participativa, detectando posibles mejoras más allá de los aspectos puramente ergonómicos. La macroergonomía parte de la visión integrada de la organización, pasando por el proceso hasta llegar al puesto de trabajo. Para esto tiene que cumplir con las premisas básicas de compromiso por parte de los colaboradores, tanto ejecutivos como funcionarios subordinados. Lo que resulta en un sistema de trabajo plenamente armonizado en ambos niveles, macro y micro (Kleiner B., 1997).

Al evolucionar los diseños de los sistemas de trabajo, en particular los subsistemas técnico y personal, los ergónomos deberían ser parte no sólo de los equipos encargados de diseñar los sistemas de trabajo y las actividades laborales, sino ser parte de los equipos que deciden



innovaciones o cambios tecnológicos gracias a su visión macroergonómica (García Acosta G., y Lange Morales, 2010).

Junto con la necesidad de atender el sistema, más grande es la necesidad de producir resultados significativos. En este contexto, los ergónomos como otros tienen que justificar los costos de sus intervenciones. La macroergonomía puede ser una manera de ayudar a esta búsqueda (Azadeh, A. Mirzayi, M. y Sheikhalishahi, M., 2014).

Entre tanto, el dominio de actuación de la macroergonomía, dado por su carácter multidisciplinario, favorece el surgimiento de divergencias en relación a los aspectos conceptuales y metodológicos. A pesar de que tiene como objetivo principal la optimización conjunta del sistema general de la organización, no existe una profundización de cómo este objetivo se puede lograr en la práctica. Además, en la literatura el tema es a menudo ambiguo en sus exposiciones y el uso de terminologías dispares. Esto evidencia la necesidad de una mayor claridad, tanto de los conceptos y suposiciones, como las metodologías asociadas a este abordaje. Existe la necesidad de promover una integración de las intervenciones microergonómicas con las macroergonómicas, así como las teorías de organización, que también ha sido evidente, sobre todo cuando se centra en el proceso de cambio organizacional (Ferreira Pinheiro S., 1998).

## Referencias

- Azadeh, A. Mirzayi, M. y Sheikhalishahi, M. (2014). The impact of organizational design and management (ODAM) factors (macroergonomics) on resilience engineering: The Case of large Gas Refinery. Recuperado de <http://iranarze.ir/wp-content/uploads/2016/07/4594-English.pdf> (2016, 14 de agosto).
- Barón Maldonado, D. I. y Rivera Cadavid, L. (2015). *Mejora del proceso de desarrollo de productos en empresas de confección empleando lean*. Pontificia Universidad Javeriana, Cali, Colombia.
- Davis C. H. (2014). A macroergonomics perspective on customer interaction centers. Presentado en la 13° Conferencia internacional anual de la Asociación Internacional Management of Technology (IAMOT), Washington, D.C.

- Ferreira Pinheiro, S. (1998). *A Macroergonomia e o Processo de Mudanca Organizacional: Um Estudo de caso em uma Instituicao de Ensino Tecnico*. Disertación presentada para el programa de posgraduación en Ingeniería de Producción, Universidad Federal de Santa Catalina, Brasil.
- Fleury, A. y Fleury, M. (1997). *Aprendizagem e inovacao organizacional*. São Paulo, Brasil: Atlas.
- García Acosta G. (2002). *La ergonomía desde la visión sistémica*. Bogotá, Colombia: Unibiblos.
- García Acosta G., y Lange Morales K. (2008). Macroergonomic study of food sector company distribution centres. *Applied ergonomics* 39 (4): 439 - 449. DOI: 10.1016/j.apergo.2008.02.004
- García Acosta G. y Lange Morales K. (2010). La ergonomía como estructura de innovación en la ingeniería de proyectos de organizaciones productivas. Trabajo presentado en XIV International Congress on Project Engineering. Madrid, España.
- Guimaraes L., y Fogliatto F. (1999). Design macroergonómico. Trabajo presentado en el IX Congreso Brasileiro de Ergonomía.
- Hendrick H. (1986). Macroergonomics: A conceptual model for integrating human factors in organizational design. In O. Brown and Hendrick (Eds), *Human factors in organizational design and management II*, 467-477. North-Holland, Amsterdam: Elsevier Science B.V.
- Hendrick H. (1991). Ergonomics in organizational design and management. *Ergonomics* 34 (6): 743 – 756. DOI: 10.1080/00140139108967348
- Hendrick H. (1995). Future directions in macroergonomics. *Ergonomics* 38 (8): 1617 -1624. DOI: 10.1080/00140139508925213
- Hendrick H. (1997). Macroergonomics: A proposed approach for use with anthropotechnology and ergonomic work analysis in effecting technology transfer. *Travail Humain* 60 (3): 255 – 272. Recuperado de: [https://www.jstor.org/stable/40660078?seq=1#page\\_scan\\_tab\\_contents](https://www.jstor.org/stable/40660078?seq=1#page_scan_tab_contents)

- Hendrick H. y Kleiner, B. (2002). *Macroergonomics: Theory, methods and applications*. New Jersey, Estados Unidos: CRC Press.
- Ingelgard, A. (1996). *Ergonomics and macroergonomics as theories and methods for work design and change*. Sweden: Goteborg University. Thesis for degree of licentiate in Psychology - Department of Psychology, Goteborg University.
- Karsch B. (2006). Meso-ergonomics: A new paradigm for macroergonomic research. In: Pikkar, R.N., Koningsveld, E.A.P., Settels, P.J.M. (eds). *Meeting Diversity in Ergonomics: Proceedings IEA congress*. Elsevier.
- Kleiner, B. (1997). Empirical studies of macroergonomics and sociotechnical systems theory. In: *Proceedings of the 13° Triennial Congress of the International Ergonomics Association*. Helsinki: Finish Institute of Occupational Health, 498 - 500.
- Kleiner, B. (1998). Macroergonomic analysis of formalization in a dynamic work system. *Applied Ergonomics*: 29 (4): 255 – 259. Recuperado de <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/9701539>
- Kleiner, B. (1999). Macroergonomic analysis and design for improved safety and quality performance. *International Journal of Occupational Safety and Ergonomics* 5 (2): 217 – 245. DOI: 10.1080/10803548.1999.11076419
- Kleiner, B. (2006). Macroergonomics: analysis and design of work systems. *Applied Ergonomics* 37 (1): 81 - 89. DOI: 10.1016/j.apergo.2005.07.006
- Medeiros E. (2005). *Macroergonomía*. Rio de Janeiro, Brasil: CESERG.
- Mooral, J. y Kragt, H. (1990). Macro – ergonomic design: The need for empirical research evidence. *Ergonomics* 33 (5): 606 – 612. DOI: 10.1080/00140139008927170
- Sanda M. (2003). *Combined micro-ergonomics, macroergonomics and systems study of the application and internalization of WAITRO developed best management practice by research and technology organizations*. Reporte de proyecto, Maestría de Ciencias, Ergonomía, Lulea University of Technology, Sweden.

Souza J. y Sampaio C. (2012). A macroergonomia na melhoria das condições de trabalho com ênfase nos aspectos de liderança: Estudo de caso com AMT em um restaurant. *Revista Científica de Design* 3 (1): 79 - 95. DOI: 10.5433/2236-2207.2012v3n1p79

Taveira Filho A. (1993) Ergonomia participativa: Uma abordagem efetiva em macroergonomia. *Produção* 3 (2), 87 – 95. DOI: 10.1590/S0103-65131993000200002

Vidal M. C. (2002). *Ergonomia na empresa. útil, prática e aplicada*. Rio de Janeiro, Brasil: Virtual científica.