

LA ERGONOMÍA COMO ESTRUCTURA DE INNOVACIÓN EN LA INGENIERÍA DE PROYECTOS DE ORGANIZACIONES PRODUCTIVAS

Gabriel García Acosta

CDEI-UPC Centre de Disseny d'Equips Industrials

Universitat Politècnica de Catalunya

Universidad Nacional de Colombia

Karen Lange Morales

Universidad Nacional de Colombia

Abstract

This paper presents three ergonomic approaches and how they promote innovation in productive organisations' project engineering. Ergonomics integrates design variables and offers methodological approaches that favour innovation processes, beginning on a technological and organisational level and afterwards on a social and cultural level. In line with this, ergonomics contributes to solve the traditional error of production engineering that centres design on technology, frequently ignoring not just human interaction analysis but sociotechnical characteristics of work systems. Based on macroergonomics, anthropotechnology and participatory ergonomics, four principles are set out as an innovation structure: systemic approach with emphasis on complexity, scalability, human activity and participatory processes. Examples that support this theoretical approach are presented, showing how ergonomics can contribute to innovation processes. Innovation should not be oriented exclusively to the market: with ergonomics it is possible to innovating production processes, work systems and management, improving competitiveness, well-being and life quality at work.

Keywords: *macroergonomics; anthropotechnology; participatory ergonomics; innovation; productive organisations*

Resumen

Este trabajo presenta tres enfoques de la ergonomía y cómo estos contribuyen a potenciar la innovación en la ingeniería de proyectos, dentro del escenario concreto de las organizaciones productivas. La ergonomía integra variables de diseño y ofrece métodos de abordaje que propician procesos de innovación, en primera instancia tecnológica y organizacional, para consolidarse posteriormente en una innovación social y cultural. De esta manera solventa la tradicional inconsistencia de la ingeniería de producción que centra el diseño en la tecnología, ignorando con frecuencia tanto el análisis de la interacción con el ser humano, como las características sociotécnicas de los sistemas de trabajo. Con base en la macroergonomía, la antropotecnología y la ergonomía participativa, se plantean cuatro principios de la ergonomía como estructura para la innovación: enfoque sistémico con énfasis en la complejidad, la escalabilidad, la actividad humana y los procesos participativos. Este planteamiento teórico se hace explícito mediante la presentación de casos que ejemplifican la contribución de la ergonomía a los procesos de innovación. La innovación no

se debe orientar sólo al mercado: con la ergonomía es posible innovar los procesos de producción, sistemas de trabajo y formas de gestión, mejorando competitividad, bienestar y calidad de vida en el trabajo.

Palabras clave: *macroergonomía; antropotecnología; ergonomía participativa; innovación; organizaciones productivas*

1. Introducción

En primer lugar, ergonomía es “la disciplina científica que se ocupa de la comprensión de las interacciones entre seres humanos y otros elementos de un sistema; y la profesión que aplica teoría, principios, datos y métodos para diseñar, buscando optimizar el bienestar humano y el desempeño del sistema en general” (International Ergonomics Association, 2000). Si bien nació en el contexto del trabajo, actualmente es aplicada a todos los aspectos de la actividad humana, distinguiéndose tres grandes dominios: la ergonomía física, la ergonomía cognitiva y la ergonomía organizacional. Ahora bien, dentro de estas grandes dimensiones existen diferentes aproximaciones que se centran o combinan los dominios mencionados, tales como la ergonomía de concepción, inmersa en el desarrollo de nuevos productos; la antropotecnología preocupada por los procesos de transferencia tecnológica; la macroergonomía orientada al diseño de sistemas de trabajo y la ergonomía participativa enfocada a rescatar el conocimiento de los trabajadores y otros *stakeholders* de una organización para co-construir propuestas de mejoramiento.

La definición de ergonomía lleva implícita la noción de sistema y para este abordaje se partirá de la noción de sistema ergonómico y factores del entorno desarrollado por García Acosta (1996; 2002). Se concibe como sistema ergonómico el compuesto por tres subsistemas o elementos que interactúan entre sí: el ser humano, los objetos – máquinas y los espacios físicos (los dos últimos conforman el ambiente construido) y que operan en e interactúan con un entorno. El entorno del sistema ergonómico está compuesto por cinco factores que son: político-jurídicos, económico-financieros, socio-culturales, tecnológico-científicos y ecológico-geográficos.

En segundo lugar, la innovación es comprendida en este documento de manera amplia como un proceso complejo donde se involucran ciencia, tecnología, producción, aprendizaje, política y demanda, así como aspectos sociales y culturales tanto de las corporaciones o gobiernos, como de los ambientes locales o globales.

De forma sintética, las innovaciones se orientan a nuevas creaciones con importancia económica. Ellas pueden ser nuevos productos / servicios, pero con mayor frecuencia son mejoras o combinaciones nuevas de elementos existentes (Edquist, 2005). Ya en la década del 30 Schumpeter distinguía cinco tipos de innovación: introducción de nuevos productos, innovación de procesos nuevos en una industria, apertura de nuevos mercados, desarrollo de nuevas fuentes de proveeduría de materias primas u otras entradas y cambios en la organización industrial (Schumpeter, 1939). La versión del manual de Oslo de 1997 se centraba en los dos primeros tipos de innovación schumpeterianos, haciendo énfasis en lo tecnológico (OCDE, 1997). La última versión del manual de Oslo (2005) señala cuatro categorías: innovación de producto, innovación de proceso, innovación de marketing e innovación organizacional (OCDE, 2005), dejando de lado sólo una categoría prevista por Schumpeter relacionada con el desarrollo de nuevas fuentes de entradas al sistema. A estas categorías se agregarán dos más de desarrollo emergente, que no necesariamente están relacionadas con la dimensión económica y empresarial: la innovación social y la innovación cultural.

En el sentido más estricto, la innovación social se define como el desarrollo e implementación de nuevas ideas (productos, servicios y modelos) que simultáneamente

convergen en necesidades sociales y crean nuevas relaciones o colaboraciones sociales (Murray et al. 2010). La innovación social se puede comprender bajo tres enfoques. El primero está relacionado con el gran impacto social que pueden tener algunos inventos como innovaciones (Munford, 2002). Para este enfoque, la innovación social es una consecuencia del impulso creativo e inventivo que tiene el desarrollo científico y tecnológico. En el segundo, relacionado con el denominado capital intelectual (Mc Elroy, 2002), se reconoce la importancia de las personas como actores inteligentes y creativos, el capital intelectual es una fuente de beneficios económicos futuros para la organización productiva, de naturaleza intangible y por tanto difícil de evidenciar en los estados financieros (Canibano et al. 2002). El tercero comprende la innovación social como una fuerza desde la base de la sociedad civil, capaz de impulsar cambios desde transformaciones derivadas de movimientos ciudadanos (Henderson, 1993), hasta acciones políticas como nuevas formas de gobierno urbano (Gerometta et al, 2005).

Por último, la innovación cultural hace referencia a las acciones que transforman los medios sociales de comunicación, información, arte y entretenimiento, reconocibles por ejemplo en las nuevas redes sociales derivadas del uso de las tecnologías de la información y comunicación, los medios interactivos y programables de aprendizaje y entretenimiento. Se pueden ubicar tres categorías de innovación en cultura: la cultura de la innovación, la innovación cultural (ahora denominada por los autores como innovación emergente) y la cultura innovadora (Lloveras et al, 2009).

2. Algunos enfoques desde la ergonomía y su relación con la innovación

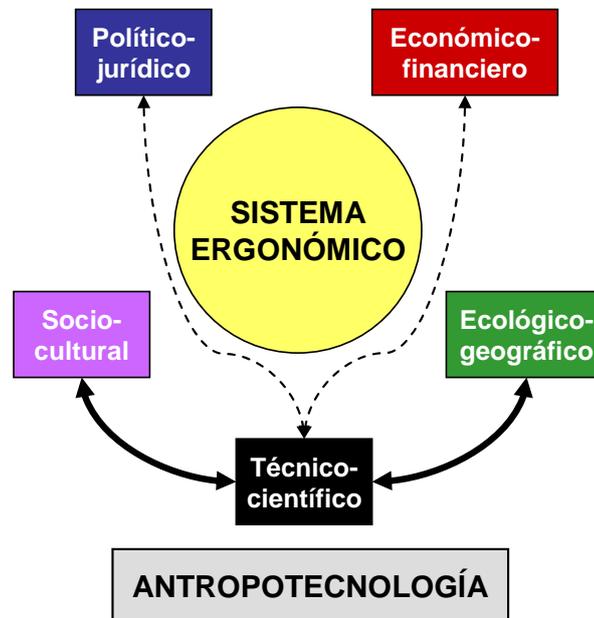
Conectando de forma general las definiciones de ergonomía e innovación aquí presentadas, pueden esbozarse al menos dos posibilidades de relación: por un lado la ergonomía de concepción con la innovación de producto, y por otro lado la antropotecnología, la macroergonomía y la ergonomía participativa con la innovación de proceso y la innovación organizacional. Dado que el enfoque de este escrito está orientado a la ingeniería de proyectos en organizaciones productivas, se trabajará únicamente la segunda relación entre ergonomía e innovación esbozada, es decir, aquella que puede establecerse entre la antropotecnología, la macroergonomía y la ergonomía participativa.

2.1 Antropotecnología

La antropotecnología es un concepto desarrollado por Alain Wisner y su equipo de colaboradores del Conservatoire National des Arts et Métiers (CNAM). Wisner dice: "Proponemos la expresión "antropotecnología" para designar el empleo simultáneo de las ciencias de la naturaleza y de la sociedad para acompañar lo mejor posible las transferencias de tecnología en los países en vías de desarrollo industrial." (Wisner, 1993). Desde inicios de la década de los noventa, se ha escogido como una de las prioridades de la IEA la transferencia de tecnología entre países desarrollados y en desarrollo. La razón aludida es que existirán problemas de efectividad funcional y mala utilización del equipamiento en los países receptores, lo cual no traerá ninguna ventaja económica para las dos partes. Wisner subraya el hecho de que la transferencia de tecnología implica también la transferencia de la cultura del país de origen. Por lo tanto, se demanda al ergónomo tomar en cuenta las variables antropológicas en el diseño de sistemas de trabajo orientados al humano. Así, este autor establece que el conocimiento no es suficiente para realizar adecuadamente una actividad, advierte que los conceptos de trabajo están imbricados en la cultura. Los hábitos y posturas corporales son incluso modelos adquiridos en forma compleja desde la infancia, la herencia cultural en términos de costumbres y valores cobra un gran peso en la actitud frente al desempeño y en las capacidades y limitaciones frente al trabajo.

Para aclarar el concepto y su relación con el sistema ergonómico, la figura 1 muestra dónde se ubica la antropotecnología con relación al sistema ergonómico y a los factores de entorno.

Figura 1: Esquema de los factores del entorno que son importantes para un acercamiento desde la Antropotecnología



Tomado de: García Acosta (1996; 2002). Como se aprecia en la gráfica, la antropotecnología se centra en los factores técnico-científicos del entorno, pero establece una relación directa con los factores socioculturales y los factores ecológico-geográficos. Indirectamente también establece asociaciones con los factores político-jurídicos y con los económico-financieros.

Por varias décadas se ha seguido observando en todos los países con menor proceso de industrialización, una problemática de inadecuaciones funcionales y cognitivas de las tecnologías importadas, que generan cada vez más accidentes y enfermedades laborales. Mientras la concepción de la tecnología y por lo tanto de las innovaciones tecnológicas, sigan siendo restringidas a una sola visión cultural y desde una perspectiva foránea, se mantendrá vigente la marginalidad y la resistencia a la adaptación como una última forma de reacción a la imposición tecnológica. En este sentido, si bien la antropotecnología no resuelve la unidireccionalidad en la visión cultural de la generación de tecnología, por lo menos muestra una visión sociológica y antropológica del trabajo que establece alternativas a la dependencia y puede contribuir a procesos de innovación coherentes con el contexto y con las tecnologías vernáculas. Esto daría como resultado procesos de innovación más centrados en los valores socioculturales y ecológico - geográficos, dimensionados y acordados con relación a las necesidades del *genius loci*.

Como se mencionó anteriormente, este abordaje puede relacionarse con la innovación de proceso y la organizacional. Una transferencia de tecnología que ve más allá de los aspectos puramente tecnológicos, considerando factores socioculturales y ecológico-geográficos asociados, tiene mayores posibilidades de generar procesos de innovación, tanto en las empresas receptoras como en las organizaciones generadoras de la tecnología. De hecho, una transferencia tecnológica es completa únicamente cuando la entidad receptora es capaz de asimilar y generar su propia tecnología, lo que implícitamente

significa ser capaz de innovar. Así, los métodos desarrollados por la antropotecnología, pueden contribuir a más allá de los factores técnico-científicos en sí. Es más, al contemplar el contexto social, cultural y geográfico, las posibilidades de contribuir a la innovación, no sólo serán en la innovación tecnológica, la innovación de procesos de producción y la innovación organizacional, sino que pueden tener la dimensión de innovaciones sociales y culturales.

2.2 Macroergonomía

La macroergonomía se concibe como la tercera generación de la ergonomía. La noción fue propuesta por Hal W. Hendrick en 1986, aunque se reconocen como antecedentes los trabajos de Nigel Corlett en Inglaterra y Mac Parsons en Norteamérica en los años setenta. Corlett y Parsons son los que comienzan a visualizar una perspectiva a gran escala de la ergonomía (Hendrick 1991). Incluso, Kleiner reconoce la influencia filosófica que recibe la macroergonomía del trabajo teórico de los sistemas sociotécnicos, como una clara innovación europea (Kleiner, 2006). Desde 1984, en la IEA existe el comité técnico de diseño organizacional y gestión (ODAM) que busca el desarrollo y la cohesión de este enfoque.

La macroergonomía nace 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 (Hendrick 1995). Como lo señala (Kleiner, 2006), tres grandes errores de la ingeniería de la producción justifican hoy más que nunca un enfoque macroergonómico. 1. El diseño orientado hacia la tecnología, 2. Una sobrecargada aproximación al diseño, 3. La falta de atención a las características socio-técnicas de los sistemas de trabajo.

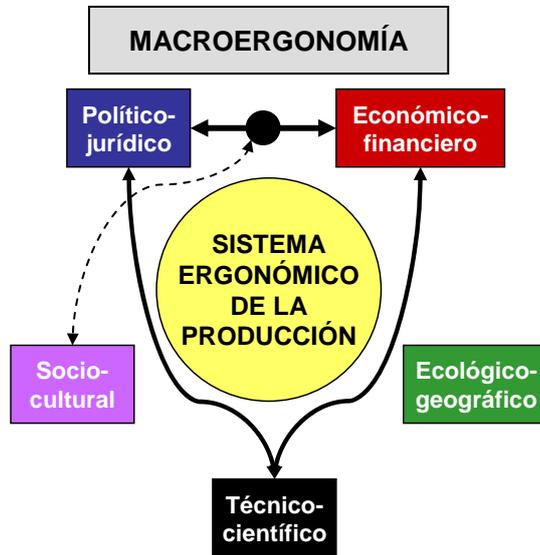
La macroergonomía es un acercamiento desde arriba hacia abajo (top-down) de los sistemas sociotécnicos para el diseño de las organizaciones, los sistemas de trabajo y las labores. Conjuga elementos inherentes a los factores político-jurídicos, económico-financieros, socio-culturales y tecnológico-científicos de una organización determinada para definir las actividades de trabajo a lo largo de toda la organización (García Acosta, 2002). La figura 2 representa gráficamente lo anterior.

Su objetivo es armonizar los sistemas de trabajo en los niveles tanto micro como macro ergonómicos, para mejorar la productividad, la salud y seguridad i.e. la calidad de vida en el trabajo en cualquier escala en la que se este analizando o modelando (García Acosta & Lange Morales 2008). El diseño organizacional se enfoca en el desarrollo de tres dimensiones centrales: la complejidad, la formalización y la centralización (Hendrick & Kleiner, 2001). Acorde con lo anterior, la macroergonomía contribuye a lograr esa comprensión y esa dinámica hacia el equilibrio, basándose en la realidad y desde el punto de vista de la actividad de las personas en las organizaciones (Vidal, 2002). La figura 3 representa gráficamente dichas relaciones.

Las organizaciones tienen dos componentes principales para llevar a cabo dicha transformación: la tecnología, como subsistema técnico y la gente, como subsistema social. Estos dos subsistemas interactúan uno con el otro en toda interfaz ser humano – objeto/máquina y ser humano – software. Ambos subsistemas son interdependientes y operan bajo una “causalidad conjunta”, lo que significa que ambos subsistemas son afectados por eventos causales del ambiente. La causalidad conjunta permite el surgimiento de un concepto importante para la macroergonomía: la optimización conjunta. Este término significa que ambos subsistemas responden conjuntamente a eventos causales, por lo tanto, el optimizar sólo un subsistema y luego ajustar el otro al primero, dará como resultado una subutilización del diseño conjunto. En otras palabras, cuando se optimizan ambos

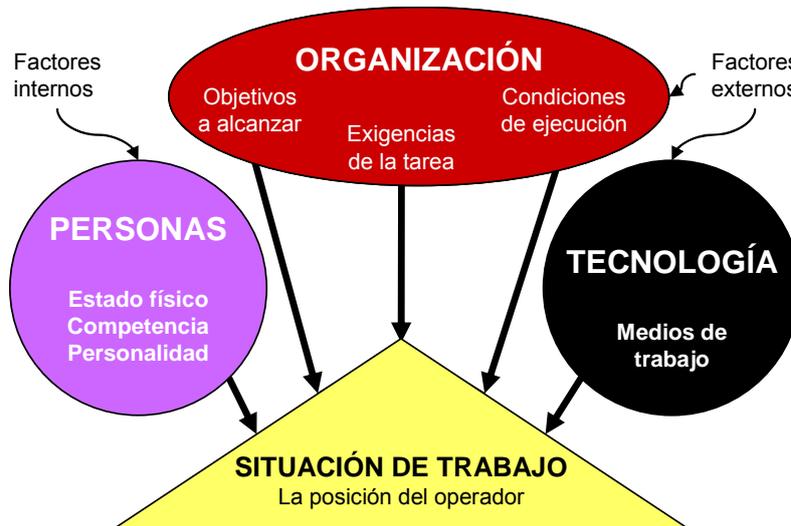
subsistemas de forma conjunta, se logra una transformación sinérgica y no antagónica o divergente, como suele pasar en los casos en que se trabaja aisladamente uno de los dos subsistemas.

Figura 2: Esquema de los factores del entorno que son importantes para un acercamiento desde la Macroergonomía.



Adaptado de: García Acosta (1996; 2002). Como se aprecia en la gráfica, 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.

Figura 3: Factores internos y externos que inciden en la situación de trabajo



Tomado de Vidal (2002). Esquema para representar la perspectiva de la Macroergonomía, respecto del modelo sociotécnico de la situación de trabajo.

Hendrick y Kleiner (2001) formalizan un método de intervención de los sistemas de trabajo basados en la teoría de los sistemas sociotécnicos, que denominaron “MEAD” por sus siglas en inglés del análisis macroergonómico de la estructura y el análisis y diseño

macroergonómico. Dicho método se conforma de 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 soporta los subsistemas e interfases, y 10) implementación, iteración y mejoramiento. Se reflexionará brevemente sólo en el paso 2, pues hace explícita la relación de la macroergonomía con alguno de los tipos de innovación.

En el paso 2 referido al diseño del sistema productivo, Hendrick y Kleiner señalan que se basaron en los trabajos de Sink y Tuttle (1989), que proponen medir el desempeño organizacional sobre la base de siete criterios: eficiencia, efectividad, productividad, calidad, calidad de vida, innovación y rentabilidad. Es interesante destacar que la gran mayoría de estos criterios se han manejado como propósitos o como variables e indicadores en los diversos enfoques de intervención ergonómica, con excepción de la innovación, que prácticamente ha pasado inadvertido por la prioridad que se le da al resto de criterios en la práctica de ergonomía. Las intervenciones ergonómicas que llegan hasta la implementación de soluciones y que implican cambios tecnológicos o cambios en las técnicas de trabajo, han venido incorporando tácitamente innovaciones incrementales dentro de las organizaciones. La intervención ergonómica no ha hecho explícito este aporte a la innovación de medios de producción (máquinas herramientas) o a la innovación de procesos de producción, tampoco otros agentes dentro o externos a la organización valoran estas aportaciones, quizás, por el hecho de asociar tradicionalmente la idea de innovación a los productos y servicios dirigidos hacia el mercado, es decir, hacia sus clientes externos. Pero la intervención, dirigida dentro de la organización, sus procesos y su tecnología, permite pensar en la importancia que tiene la macroergonomía para la innovación dirigida hacia sus clientes internos, esto es, las personas dentro de la organización y sus redes de empresas subsidiarias o de proveedores.

2.3 Ergonomía participativa

Por muchos años, la intervención y el acercamiento tradicional de la ergonomía eran los métodos de observación directa de la actividad y en el mejor de los casos, una entrevista semiestructurada con el propósito de deducir qué hacían los trabajadores. El siguiente paso entonces era modelar y redefinir la conducta del ser humano y determinar por parte del ergónomo qué y cómo debería interactuar el operador de ahora en adelante. Sin embargo, en la mayoría de casos no se podía recoger más allá del aspecto meramente operativo, no se tenía conocimiento –tampoco importaba– cómo y porqué pensaban y actuaban de determinada forma en su cotidianidad y sobre todo, las personas de la organización no participaban en develar el problema y en buscar soluciones y validarlas a partir de su conocimiento y experiencia, por lo que la implementación de soluciones no era asimilada o adoptada.

Como contraposición a lo anterior se ha establecido una reflexión sobre la importancia de tener en cuenta un enfoque participativo (Noro, 1991), derivado de las buenas experiencias que se tenían en otros niveles como la activación de los círculos de control de la calidad dentro de la ola de gestión de la calidad total en los años ochenta (Deming, 2000), así como las tendencias en la ingeniería de la producción y en la ingeniería de diseño como el “justo a tiempo” y “el diseño para la manufactura” (Kuorinka, 1997). La ergonomía participativa busca generar equipos de trabajo, para resolver un problema o para planificar cambios con la cooperación y el trabajo conjunto de los actores necesarios, ya sea que hagan parte de la organización en cualquier nivel jerárquico o sean personas externas a la organización, cuya

experiencia y conocimiento sean relevantes para el equipo de trabajo. De acuerdo con lo anterior, surge el enfoque de que las personas sean corresponsables en la planificación y el control de sus propias actividades de trabajo e incluso de las transformaciones organizacionales y estructurales que tienen que ver con las actividades de trabajo, por lo tanto es un enfoque que opera de abajo hacia arriba (bottom-up), pensando en la organización de la producción de acuerdo con los principios sociotécnicos.

Este enfoque requiere de un cambio de mentalidad de las tres partes, es decir, a los ergónomos, a los funcionarios y a la dirección. En el primer caso, aceptar los ergónomos que su rol de "experto" en ergonomía es más la capacidad de coordinar y hacer confluir su conocimiento y experiencia, con el conocimiento y experiencia de las demás personas; en el segundo caso, a los funcionarios y trabajadores, con conductas pasivas o expectantes, acostumbrados a recibir órdenes y cumplir reglas y normas, pues deben volver a confiar y estimularse a que el proceso de cambio también depende de su convencimiento y actitud; y en el tercer caso, a la dirección para que sea capaz de sentir que no pierde su rol, en la medida que el control y la regulación de todo el sistema organizacional tenga mayor autonomía tanto para evaluar problemas y encontrar soluciones.

Aunque en este escrito se ha tratado de manera independiente, la ergonomía participativa es considerada como un enfoque macroergonómico. En este sentido, a continuación se reflexionará sobre los pasos 3, 7 y 8 del método MEAD ya introducido, en los cuales se refuerza la importancia del trabajo participativo, para relacionarlo luego con la innovación.

En el paso tres (3) cuando se realiza la definición de los procesos y unidades de operación, se hace fundamental que los trabajadores participen en dicha definición según sus roles. Acá la visión y la comprensión del proceso desde la perspectiva de los trabajadores se enriquecen por su experiencia y conocimiento, creando una estructura colectiva muy potente para direccionar la creatividad. En la experiencia de los autores como consultores en ergonomía, se ha participado con esta técnica en organizaciones productivas tanto de productos cerámicos para la industria de la construcción como en la floricultura, con muy buenos resultados. Esto es sin duda un trabajo de innovación colectiva, por lo tanto, también podría ser comprendido desde la dimensión de la innovación social, por la nueva valoración que se le da a las personas dentro de la organización, sin dejar de aportar a la productividad y a la competitividad.

En el paso siete (7) se hace la localización de funciones y el diseño conjunto. En este paso es evidente la necesidad de involucrar de nuevo a los trabajadores para diseñar y evaluar los cambios tecnológicos en las variaciones encontradas.

El paso ocho (8) implica la comprensión de los roles y la percepción de las responsabilidades. Se puede trabajar sobre escenarios construidos (García Acosta & Lange Morales 2008) y resulta muy útil incluir el enfoque del estudio de la actividad, es decir, confrontar la actividad real y la actividad prescrita, en términos de identificar los roles que la organización espera y los roles que el trabajador finalmente percibe, cree y le satisface asumir. Se suma con la anterior la simulación como herramienta que permite a todos visualizar y dar sus puntos de vista respecto de aspectos de funcionamiento o de uso. Es una manera de objetivar y poner en común las ideas acerca de cómo se percibe el espacio o la interacción con algún componente tecnológico, esto es, cómo se perciben las personas interactuando en esas condiciones y con esas tecnologías que se están proyectando. El trabajo es una actividad compleja, que afecta y es afectada por los otros roles que cada individuo tiene en la sociedad.

3. Hacia una estructura de innovación desde la ergonomía

La ergonomía ha desarrollado históricamente diversas perspectivas en torno al estudio de la actividad humana. Con base en dichos abordajes, a continuación se plantea los siguientes principios como estructura para un modelo integrador hacia la innovación.

3.1 Enfoque sistémico

En primer lugar, existe un denominador común desde que apareció la disciplina ergonómica, el enfoque desde la teoría general de los sistemas. A pesar de todas las variantes y bifurcaciones en las escuelas, métodos y prácticas, de alguna u otra forma se mantienen conexiones o referencias a los principios básicos de los sistemas. Estas conexiones son ya una gran ventaja, pues podemos proponer como cimiento general el paradigma de la complejidad (sistemas con comportamientos complejos), es decir, contemplar en cualquier escala, en cualquier nivel o desde cualquier cantidad y diversidad de variables una visión micro, meso y macro de las actividades humanas. Por otro lado los modelos de innovación han evolucionado desde los modelos lineales o secuenciales, pasando por los modelos con fases y ciclos de retroalimentación (Marquis, Kline, entre otros) hasta llegar a modelos con más características sistémicas y holísticas (NPC – Ikerlan, NCD de Koen y Ajamian) o incluso nuevos modelos en desarrollo, que ya no fijan su propósito en el mercado o en un propósito empresarial, como es el caso de los nuevos enfoques que se están desarrollando en torno a la innovación social. La visión sistémica de la innovación se encuentra en el manual de Oslo del 2005, como lo menciona (Echeverría, 2008) “se ha tenido en cuenta la dimensión sistémica de la innovación, investigándose los vínculos entre los agentes, lo que supone una mejora conceptual relevante”. Se requiere la integración de la ergonomía, no de manera coyuntural, o como un simple paso en un proceso de innovación, debe ser parte esencial (sistémica) en el proceso de planificación estratégica.

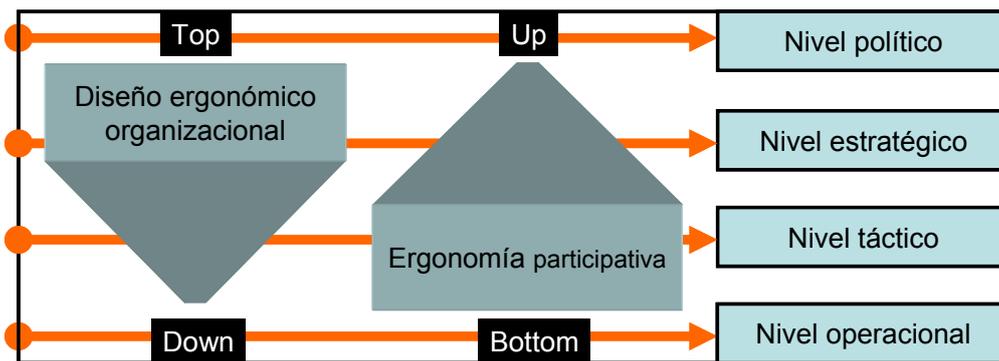
El enfoque desde los sistemas complejos nos permite dos formas de comprender el desempeño humano. Por un lado, desde una visión global o macro, en donde se puede tener una perspectiva de los comportamientos de los subsistemas, es decir, la dimensión organizacional de las actividades y el inventario de tecnologías implicadas, entre otras. Por otro lado, una comprensión puntual o micro, en donde se puede ver en detalle o en profundidad las condiciones de interacción de los individuos, es decir, el rendimiento, el estrés y los riesgos involucrados, entre otros. El ergónomo ahora puede viajar desde una visión y valoración puntual y detallada (microergonomía), hacia una visión global e integral (macroergonomía) o viceversa. Sin embargo, estos niveles pueden ser tan extremos y tan diferentes en sus métodos y herramientas, que los estudios de los ergónomos en la actualidad tienden a quedarse en alguno de los dos niveles, pero muy pocos intentan cubrir o moverse en los dos niveles.

3.2 Escalabilidad

El propósito de la macroergonomía es el diseño de los sistemas trabajo, así como todas las interacciones de la organización con su entorno, por ello, busca efectos de sus acciones de arriba hacia abajo (Top – Down). Sin embargo, 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, que identifica en cooperación con las personas de la organización cuales 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, 2002). El direccionamiento ascendente o descendente sobre todos los niveles es representado en la figura 4. Es en esta posibilidad que se tiene la riqueza de la ergonomía contemporánea, lo que se denomina como capacidad de escalabilidad (García Acosta & Lange Morales, 2008). 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 me permiten conectar o moverse en los diferentes niveles de análisis.

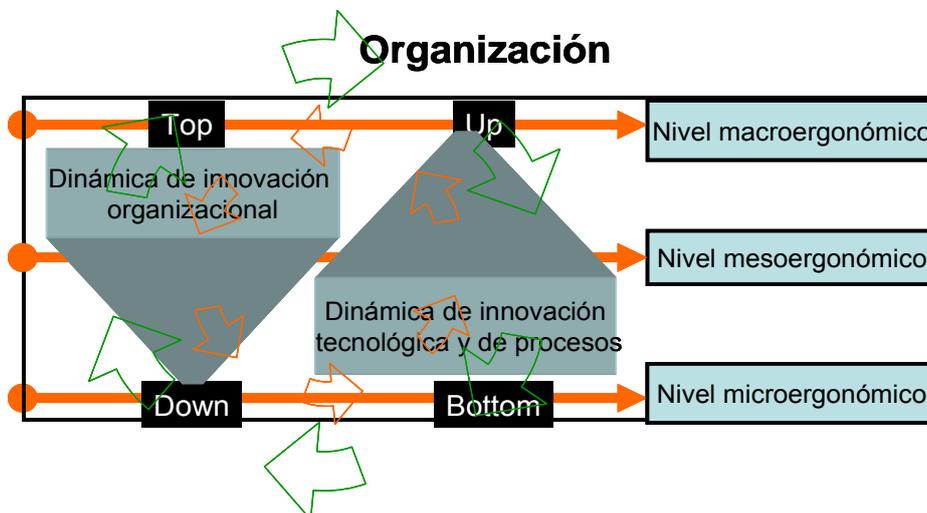
Figura 4: Esquema que integra los conceptos de Kleiner, Hendrick y Vidal



Como ya se mencionó anteriormente, el enfoque de la macroergonomía plantea tres ejes dimensionales la complejidad, la formalización y la centralización (Kleiner, 2006). La complejidad a su vez se compone de dos nociones, la diferenciación y la integración. Estas tres dimensiones son fundamentales para ser reconocidas en una dinámica de escalabilidad, que puede ser orientada de manera cíclica hacia la innovación de procesos y la innovación organizacional (Bottom – up / Top – Down).

De acuerdo con Kleiner (2006), La macroergonomía actúa de arriba hacia abajo (Top – down), en términos de que ubica las variables relevantes del sistema sociotécnico y ve sus implicaciones para el diseño de toda la estructura de los sistemas de trabajo y los procesos relacionados, pero la ergonomía participativa a la vez es un proceso de abajo hacia arriba (Bottom – up) (Hendrick and Kleiner, 2001).

Figura 5: Esquema bidireccional de la dinámica intraorganizacional y del entorno



Para lograr la escalabilidad se requiere entonces como 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. (Karsh, 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 y plantea que desde una aproximación mesoergonómica (como escalón intermedio), se podrían encontrar o desarrollar teorías y métodos que conecten lo individual, grupal o colectivo y lo organizacional; siguiendo la idea de Karsh planteamos dos cosas fundamentalmente. En primer lugar, facilitar las conexiones causales entre variables que operan aislada o separadamente en diferente nivel. En segundo lugar, tener elementos que faciliten pasar de un nivel a otro, es decir una gestión integral que permita conectar lo analizado y encontrado en el nivel macro, con las acciones que tienen que llegar y ser implementadas a nivel micro. Lo anterior está representado en la figura 5. 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 de procesos u organizacionales (García Acosta & Lange Morales, 2008).

3.3 Actividad humana

El propósito en cualquier nivel o escala de análisis debe ser la actividad humana, diferenciándola de la tarea prescrita o establecida por la organización (Vidal, 2002). La “personalización” de la actividad dentro de un rango posible y cumpliendo con los objetivos, debería ser la característica que reemplace el excesivo control y división del trabajo que se ha mantenido prácticamente desde la revolución industrial. Todo lo anterior es la base del paradigma de la actividad en el que puede basarse la ergonomía contemporánea. Este enfoque en la actividad se opone al tradicional enfoque funcionalista, en donde un trabajador tiene el rol de operador o manipulador de la tecnología, limitando su interacción y decisiones a la regulación normativa y el funcionamiento de la tecnología con la que interactúa.

De acuerdo con lo anterior, debe abordarse el estudio de la actividad desde el paradigma de la complejidad. Bajo este enfoque es importante entender que la variabilidad y la imposibilidad de predecir la actividad en su totalidad es lo que permite una comprensión de permanente transformación, es decir, un enfoque de la actividad desde lo dinámico, en continuo ajuste y cambio, en donde el ser humano es visto como agente inteligente (Béguin 2006), creativo e innovador y por lo tanto, con libertad de terminar de configurar de manera individual o colectiva su trabajo. El ser humano como agente inteligente debe ser el centro de las decisiones, capaz de interpretar, controlar y direccionar los eventos, auto ajustándose a las necesidades de la acción, un agente inteligente regulador del resto del sistema y autorregulador y no sólo como un ejecutor sin libertad y capacidad de variaciones en su decisión respecto a cómo realizar el trabajo. Pero incluso puede ir más allá al ser un actor de la innovación, apoyando la transformación de las técnicas laborales y las tecnologías de trabajo.

3.4 Participación

Si queremos un modelo integrador, que vaya más allá de acertados diagnósticos y con gran potencial para dinamizar la innovación, no podemos obviar el proceso participativo. Esta afirmación se apoya en algunos autores que plantean una relación – por lo menos de manera tácita – entre el enfoque participativo y los procesos de socialización de la innovación; por ejemplo, de los cuatro conceptos señalados por Virkkunen a través de Sznalwar (2007), se destacan dos que evidencian dicha relación. En primer lugar, la posibilidad de aplicar el principio de la invención colectiva en la creación de un nuevo concepto de operación. En segundo lugar, comprender los procesos de trabajo como una

red dinámica de cooperación. O como lo sugiere Nosulenko et al a través de Szneldar (2006), se deben dejar zonas en la actividad del trabajo, que impliquen decisiones creativas, para reactivar en las personas la observación y por lo tanto su capacidad de influir y controlar las tecnologías a su cargo.

Lo que se busca con la participación de todas las personas de la organización es un beneficio para la organización, en el sentido de activar el capital intelectual y la experiencia en busca de mejorar o innovar y un beneficio para la gente dentro de la organización, en el sentido de ser valorados más allá de simples operarios. Por lo tanto, se trata de reconocer lo que piensan y sienten las personas sobre su condición de trabajo y como creen que lo podrían mejorar su condición de calidad laboral. Aquí el enfoque está en función de hacer una labor menos monótona, con más contenido de trabajo, más segura, más saludable y por lo tanto generadora de beneficios para las personas, los gestores y la organización en general.

4. Casos de intervención ergonómica relacionados con innovación

A continuación se presentan algunos casos de intervención ergonómica documentados, que ilustran los aspectos mencionados. Si bien toda intervención real conlleva dificultades y retos por superar, en este escrito se señalarán únicamente el abordaje metodológico y los resultados obtenidos en términos de su conexión con la innovación, dado el propósito central de ilustrar la relación entre ergonomía e innovación.

4.1 TUTTAWA

Uno de los primeros casos de estudio documentados sobre el cambio de mentalidad, tanto de la gerencia como de los trabajadores y donde se muestra las ventajas de los métodos participativos, es el trabajo de Laitinen et al. (1997b), 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 programa tuvo como propósito reducir costos en manejo de equipos y materiales, reducción de acciones innecesarias, mejor calidad de producción y mejor imagen de la compañía entre otros. El proyecto 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.

Metodológicamente este programa sigue ocho pasos que incluyen, desde la selección de los miembros del equipo de trabajo, hasta la discusión de resultados y acciones futuras. Complementario a los ocho pasos, el equipo de trabajo impartió un programa - taller de ergonomía por cinco días, para los diferentes trabajadores que estarían involucrados en el programa. Se enfocó de forma práctica para resolver problemas concretos y apoyados en lecturas y discusión. Los equipos participativos eran pequeños y compuestos por trabajadores y directivos. El estudio en total se tardó dos años, se implementó en cuatro fases, y cada fase se llevó a cabo en seis meses y de forma consecutiva.

Como resultado de la intervención, se desarrollaron numerosas innovaciones técnicas, tales como dispositivos de organización y transporte de herramientas, elementos para manipulación y levantamiento de cargas específicos. También se realizaron cambios en el espacio arquitectónico, se crearon nuevas áreas de trabajo mejor distribuidas y con una mejor organización de la secuencia de trabajo (Layout), se mejoró el sistema de iluminación y se renovó sistema de ventilación. Finalmente, se compraron nuevas herramientas o dispositivos y accesorios que mejoraban su uso y prestación técnica. Todas estas innovaciones tecnológicas e innovaciones de los procesos de producción, generaron efectos positivos en las condiciones de trabajo y se reconocieron los impactos tanto en el nivel

gerencial, como en los trabajadores directamente beneficiados. Algunos ejemplos de dichos efectos fueron: descenso gradual y sostenido de los porcentajes de lesiones y ausentismo; cambio de actitud y comportamiento hacia el proyecto de mejoras; y reposicionamiento y competitividad empresarial por estar mejor dotados y más organizados tecnológicamente.

En conclusión, todo lo anterior genera una nueva forma de responsabilidades y motivaciones dentro de la organización productiva. En estos momentos, las organizaciones deben buscar estructuras más horizontales, pero además, las organizaciones deben potenciar y estimular aún más todas las dimensiones de su talento humano, sin pensar que ello es renunciar del todo al control y a la toma de decisiones y, por otro lado, las personas de la organización deben mejorar su sentido de pertenencia, su compromiso y motivación, participando en la mejora de las condiciones de productividad y salud. Mayor motivación, mayor empoderamiento en la solución de sus problemas, es una mejor condición emocional respecto al trabajo y por lo tanto una mejor calidad de vida.

4.2 Intervenciones con metodologías WISE, WIND, WISH y POSITIVE

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. Todos los 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.

De dicha experiencia se deducen dos elementos fundamentales. Por un lado, es muy importante respetar y trabajar en coherencia y en contexto con las posibilidades y las necesidades locales; en este sentido es esencial contemplar la realidad del lugar para establecer las posibilidades tecnológicas y sus dinámicas de implementación. Por otro lado, el trabajo participativo, debe respetar las posibilidades, ser realista con el contexto y sobre todo, involucrar a la gente en la planificación y el control en gran parte de sus actividades laborales. Para Kogi (2006) es fundamental la adecuada orientación de los métodos participativos trabajando sobre el eje de mejorar la calidad de vida en los países en desarrollo industrial.

Desde esta perspectiva, el enfoque de la ergonomía participativa puede y debe articularse a los procesos de innovación social que adelantan diversos actores alrededor del mundo, por ejemplo, los proyectos de emprendimiento e innovación social de los servicios públicos, de los servicios de salud, de la educación, de las unidades productivas no empresariales y el emprendimiento colectivo, entre otros, que promueven o adelanta entidades como la CEPAL, KaosPilots, The Young Foundation, entre otras.

4.3 Confort y productividad como precursores de la innovación

Uno de los investigadores que más está trabajado la ergonomía desde un enfoque participativo es (Vink et al. 2006) (Vink et al. 2007), pero lo más interesante de su enfoque es el hecho de centrarse en las dimensiones positivas que debe tener una situación de trabajo, es decir, sin restarle importancia a los riesgos laborales, buscar la salud, la comodidad, el confort, la productividad y la innovación. Su trabajo está orientado de manera implícita en obtener innovaciones de procesos de producción e innovaciones tecnológicas por medio de cambios sugeridos en cooperación y compromiso de las personas que desempeñan determinadas labores. Este nuevo rol del ergónomo ya lo enunciaba Kuorinka (1997), al afirmar que el ergónomo pasa de ser visto como un especialista, a ser un agente de cambio, es decir, un miembro dentro de la organización capaz de impulsar dinámicas de mejoramiento.

Ahora bien, generalmente los equipos de innovación son conformados en función de responder a demandas del mercado y de los productos y servicios que ofrece la organización. Se presta más atención a la innovación orientada al mercado, que a la innovación al interior de la organización para innovar sus procesos de producción y sus tecnologías. Menos frecuente aún, es partir de la identificación de problemas u oportunidades desde el componente ergonómico, para dinamizar dichos procesos de innovación. Kuorinka (1997) menciona que resolver problemas en sí mismo enfatiza la innovación y la creatividad, en vez de una meticulosa búsqueda de hechos o causas. Las alternativas y los cambios de las condiciones de trabajo siempre serán complejas, por ello es tan importante potenciar más las capacidades innovadoras de la gente, con diferentes técnicas creativas para dinamizar la generación de alternativas, pero al mismo tiempo, para establecer criterios de valoración como por ejemplo costos y factibilidad técnica. El ergónomo con sus métodos y procesos participativos puede ser un *stakeholder* para potenciar la innovación y la calidad de vida de las personas, generando cooperadamente innovaciones de procesos de producción e innovaciones tecnológicas, estimulando un trabajo de confluencia y sinergia de soluciones.

5. Discusión

Aunque no se contempla desde la perspectiva de la OCDE y del manual de Oslo del 2005, es un hecho que cada vez toma fuerza la noción de innovación social. Ahora bien, aunque el concepto de innovación social se incluyera desde las organizaciones productivas, esto no lo excluye de ser un concepto que opere de manera más amplia. La visión hasta ahora dominante ha sido ver la innovación desde la perspectiva de su impacto económico, pero está surgiendo una nueva visión que sin oponerse a la actual, incluye y balancea la noción de innovación con nuevos valores sociales (Echeverría, 2008). En otras palabras, la concepción axiológica de la innovación que propone Echeverría rompe con la hegemonía del valor económico, pero no lo excluye. Así, la distinción de diversos tipos de valores ofrece un marco conceptual para analizar los diversos procesos de innovación, estén orientados o no al mercado y las organizaciones productivas.

Por su parte, la ergonomía puede crear nuevos sistemas de trabajo y nuevas formas de gestión, que sean parte de procesos de innovación organizacional. Para alcanzar estas innovaciones las organizaciones se puede enfocarse desde la macroergonomía i.e. de la ergonomía participativa, para actuar en conjunto los diferentes roles sobre una misma problemática u oportunidad de mejoramiento. Ahora bien, más allá de la innovación tecnológica, de procesos y organizacional, es posible establecer nuevas formas de gestión basadas en la ergonomía, concebidas como un proceso de innovación social capaz de impactar los hábitos y valores de la organización productiva. Esta dimensión social de la innovación puede ser consecuencia de las anteriores o buscada explícitamente, cuando la motivación central sean valores como mayor calidad de vida, mayor sentido de pertenencia o el bienestar social en general.

Ahora bien, en ergonomía no se ha dado la relevancia suficiente y la divulgación necesaria dentro de las organizaciones productivas al papel del ergónomo y de la ergonomía en los procesos de innovación. Tal vez los ergónomos aún no se ven con el rol de ser parte de un equipo de innovación. La acción ergonómica debe dejar de ser asociada y limitada al ámbito de las aseguradoras de riesgos laborales, proyectando su campo de acción más allá, apuntando explícitamente al ámbito de la innovación. De acuerdo con lo anterior, la ergonomía debe ser parte estructural y no coyuntural de los modelos de innovación (I+D+i).

Finalmente, la dificultad a la que más le temen los empresarios es la creación de falsas expectativas y dinámicas sociales de los trabajadores, que se salen de las manos y dejan de ser gobernables por la gestión, hasta que se vuelven contraproductivos. Esta afirmación, en

cierta forma es verdad, si no existe una convicción y una aprobación gerencial para invertir tiempo y recursos, tarde o temprano se asumirá como un engaño o una forma de distracción y falta de compromiso con la gente.

6. Conclusiones

La noción axiológica de la innovación abre las puertas para que la ergonomía se articule desde diversos ángulos y con las diversas vertientes de innovación. Y aún si este planteamiento no fuera aceptado, es indiscutible que desde la perspectiva tradicional de la innovación y de la ergonomía también existe una relación fundamental, pues las dos comparten dentro de sus propósitos una visión en común, que es el incremento de la productividad y por ende, condiciones más seguras y saludables de trabajo para contribuir en la reducción de costos y en el incremento de la competitividad.

Desde el paradigma de la actividad, las condiciones para el ambiente de la innovación se vuelven más favorables, pues los individuos dentro de la organización productiva están motivados y comprometidos con mejorar sus condiciones de trabajo, los equipos, las herramientas y los métodos. Por lo tanto, se podrá derivar más fácilmente la innovación tecnológica y de procesos.

Centrarse en la actividad y en una dimensión participativa se convierte en una innovación social, si aceptamos que una innovación es social en la medida que genera nuevos valores en la actividad.

Es a través de la exploración y el uso de los procesos participativos en ergonomía dentro de los diferentes niveles de la organización, que se dan las condiciones necesarias para la innovación, pues las personas involucradas en las actividades deben ser vistos como actores creativos y constructivos de los procesos y las tecnologías.

El enfoque de la innovación desde la ergonomía participativa se puede convertir en una ventaja competitiva en comparación con las organizaciones que sigan actuando jerárquicamente y sin contemplar las sugerencias e ideas innovadoras que resultan de reconocer las actitudes y conocimientos de los trabajadores.

Los procesos participativos se deben poner en marcha, siempre y cuando la gerencia o la dirección de la organización comprendan la dimensión y esté identificada y comprometida a apoyar la intervención.

Hacer explícita la innovación como nueva dimensión de la ergonomía, debería permitir a los ergónomos por un lado, cambiar de escalas de visión y por otro lado eliminar la marginalidad en su rol de intervención y transformación.

El trabajo del ergónomo tradicionalmente es reducido a diagnosticar problemas y sugerir ajustes puntuales a los puestos de trabajo, dentro de un gran proceso de producción al cual tiene acceso sólo como referente de conocimiento, pero no como posibilidad de ajustar o rediseñar.

Al cambiar de escala con la macroergonomía, 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.

Agradecimientos

Nuestro agradecimiento a la Universidad Nacional de Colombia, por permitirnos el espacio y el tiempo para realizar nuestros estudios de doctorado. A la Universitat Politècnica de Catalunya, en especial a los profesores Joaquim Lloveras Macià, Coordinador del doctorado en Proyectos de Innovación en la Ingeniería de Producto y Proceso, por la motivación para

escribir y publicar; y a Carles Riba i Romeva, por acogerme en su núcleo de trabajo en el CDEI-UPC (Centro de Diseño de Equipos Industriales) y compartir sus ideas y trabajos académicos. Por último, al profesor Fernando Romero Subiron de la Universitat Jaume I y director del CINEI, por ser el espacio de su seminario sobre innovación, la base para el trabajo que aquí se presenta.

Referencias

- Beguín, P. (2006). Taking activity into account during the design process. In: Pikkar, R.N., Koningsveld, E.A.P., Settels, P.J.M. (Eds). *Meeting Diversity in Ergonomics: Proceedings IEA congress*. Maastricht: Elsevier.
- Canibano, L.; Sánchez, P.; García-Ayuso, M.; Chaminade, C. (2002) MERITUM: Guidelines for Managing and Reporting Intangibles (Intellectual capital statements). Madrid: Vodafone Foundation.
- Deming, W.E. (2000). *Out of the Crisis*. Cambridge: MIT Press.
- Echeverría, J. (2008). El manual de Oslo y la innovación social. *ARBOR Ciencia, Pensamiento y Cultura, Julio-agosto*. 609-618.
- Edquist, Ch. (2005) *Systems of innovation. Technologies, Institutions and Organizations*. Great Britain: Routledge.
- García Acosta, Gabriel (1996). Modelos de explicación sistémica de la ergonomía. Tesis de Maestría en Diseño Industrial – Ergonomía. Universidad Nacional Autónoma de México, México D.F.
- García Acosta, G. (2002). *La ergonomía desde la visión sistémica*. Bogotá: Unibiblos.
- García Acosta, G., Lange Morales, K. (2008). Macroergonomic Study of Food Sector Company Distribution Centres. *Applied Ergonomics, 7, 39, 4*, 439-449.
- Gerometta, J., Häussermann, H.; Longo, G. (2005) Social innovation and civil society in urban governance: Strategies for an inclusive city. *Urban Studies, 42, 1*, 2007-2021.
- Henderson, H. (1993) Social innovation and citizen movements. *Futures, 25, 3*, 322-338.
- Hendrick, H.W. (1991) Human Factors in organizational design and management. *Ergonomics, 6, 34*, 743-756.
- Hendrick, H.W. (1995) Future directions in macroergonomics. *Ergonomics, 38*, 1617-1624.
- Hendrick, H.W.; Kleiner, B.M. (2001) *Macroergonomics: an Introduction to work system design*. Santa Monica: The Human Factors and Ergonomics Society.
- IEA – International Ergonomics Association (2000) Definition of ergonomics. <http://www.fees-network.org/what-is-ergonomics/iea-definition.html>.
- Lloveras, E.; Martínez, R.; Piazuelo C.; Rowan, J. (2009) Innovación en cultura. Una aproximación crítica a la genealogía y usos del concepto. <http://www.ypsite.net/investigacion.php?id=1>
- 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, Brian M. (2006) Macroergonomics: Analysis and Design of Work Systems. *Applied Ergonomics, 1, 37, 1*, 81-89.
- Kogi, K. (2006) Participatory Methods Effective for Ergonomic Workplace Improvement. *Applied Ergonomics, 7, 37, 4*, 547-554.

- Kuorinka, I., Patry, L. and Normand, M. (1997) Projet d'ergonomie participative pour la prévention des maux de dos à la Société des alcools du Québec. IRSST Études e recherches., R-075.
- Kuorinka, I. (1997) Tools and Means of Implementing Participatory Ergonomics. *International Journal of Industrial Ergonomics*, 4, 19, 4, 267-270.
- Laitinen, H.; Saari, J.; Kuusela, J. (1997) Initiating an Innovative Change Process for Improved Working Conditions and Ergonomics with Participation and Performance Feedback: A Case Study in an Engineering Workshop. *International Journal of Industrial Ergonomics*, 4, 19, 4, 299-305.
- Mc Elroy, M.W. (2002) Social innovation capital. *Journal of Intellectual Capital*, 3, 1, 30-39.
- Munford, M. (2002) Social innovation: ten cases form Benjamin Franklin. *Creativity Research Journal*, 14, 2, 253-266.
- Murray, R.; Caulier-Grice, J.; Mulgan, G. (2010) The open book of social innovation. Ways to design, develop and grow social innovation. The young foundation. Nesta (Innovating Public Services). Published March 2010. http://www.nesta.org.uk/library/documents/social_innovator_020310.pdf
- Noro, K., (1991) Concepts, methods and people. In: Noro, K., and Imada, E. (eds). Participatory Ergonomics. London:Taylor and Francis.
- OECD (2005) 'Oslo Manual: Third Edition' OECD Publishing <http://www.oecdbookshop.org/oecd/display.asp?sf1=identifiers&lang=EN&st1=922002>
- 081
- OECD (1997) 'Oslo Manual: Second Edition' OECD Publishing <http://www.oecd.org/dataoecd/35/61/2367580.pdf>
- Schumpeter, J.A. (1939) Ciclos económicos: Análisis teórico, histórico y estadístico del proceso capitalista. Zaragoza: Prensas Universitarias de Zaragoza.
- Sznelwar, L. I. (2007) Ergonomics and Work - Different Approaches and Challenges for the Future In: Meeting Diversity in Ergonomics. 111-127. Oxford: Elsevier Science.
- Vink, P.; Van Eijk, D. J. (2007) The Effect of a Participative Product Design Process on User Performance. *Safety Science*, 6, 45, 5, 567-577.
- Vink, P; Koningveld, E. A. P.; Molenbroek, J. F. (2006) Positive Outcomes of Participatory Ergonomics in Terms of Greater Comfort and Higher Productivity. *Applied Ergonomics*, 7, 37, 4, 537-546.
- Vidal, M. C. (2002) Ergonomia na empresa. útil, prática e aplicada. Rio de Janeiro: Virtual científica.
- Wisner, A. (1993) A metodologia da ergonomia : In: Alain Wisner A inteligencia no trabalho: textos seleccionados de ergonomia (Ferreira, L.L. org.). Sao Paulo: Fundacentro, 87 - 107.

Correspondencia (Para más información contacte con):

Universidad Nacional de Colombia.
Phone: +57 1 316 5000 Ext. 12636
Fax: +57 1 614 1168
E-mail: ggarciaa@unal.edu.co