

APORTES DE UN ENFOQUE ERGONÓMICO ORGANIZACIONAL PARA EL DESARROLLO DE SISTEMAS SEGUROS Y PRODUCTIVOS

CONTRIBUTIONS OF AN ORGANIZATIONAL ERGONOMICS APPROACH TO THE DEVELOPMENT OF SAFE AND PRODUCTIVE SYSTEMS

Robinson Henríquez-Ríos*

Resumen: El presente documento busca dar a conocer las posibilidades de análisis que brinda un enfoque ergonómico organizacional o macroergonómico hacia la seguridad y producción en las empresas, específicamente, cómo la mirada sobre los sistemas puede aportar a un desarrollo seguro y productivo en las industrias. La productividad y seguridad de las empresas está de la mano con una correcta organización de los diferentes sistemas y la comprensión de los diversos factores de riesgo y factores humanos que pueden influir en los niveles organizativos y su interrelación. En esta dirección la evidencia científica ha demostrado que el enfoque macroergonómico entrega mejoras en seguridad y productividad, y lo versátil que es este abordaje descendente, permitiendo a investigadores utilizar o desarrollar metodologías que se adapten a las necesidades propias de cada sistema. Es importante el desarrollo de estudios que abarquen el impacto combinado de seguridad, economía y la interacción de niveles microergonómicos y macroergonómicos, lo que puede direccionar al desarrollo complementario de la mesoergonomía como forma de potenciar la comprensión del funcionamiento de los sistemas.

Palabras clave: Ergonomía organizacional, macroergonomía, sistemas seguros, sistemas productivos.

Abstract: This document seeks to show the possibilities of analysis offered by an organizational ergonomic or macroergonomic approach to safety and production in companies, specifically, how the look at the systems can contribute to a safe and productive development in industries. Productivity and safety in companies go hand in hand with a correct organization of the different systems and the understanding of the different risk factors and human factors that can influence the organizational levels and their interrelation. In this direction, scientific evidence has shown that the macroergonomic approach delivers improvements in safety and productivity, and how versatile this top-down approach is, allowing researchers to use or develop methodologies that adapt to the specific needs of each system. It is important to develop studies that cover the combined impact of safety, economics and the interaction of microergonomic and macroergonomic levels, which can lead to the complementary development of mesoergonomics as a way to enhance the understanding of the functioning of systems.

Keywords: Organizational ergonomics, macroergonomics, safe systems, production systems.

Recepción: 28.06.2022 / Revisión: 04.07.2022 / Aceptación: 19.07.2022

*Investigador independiente. Concepción, Chile. Correo electrónico: robinshenriquez@gmail.com.
Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-0211-5050>

Introducción

El desarrollo económico e industrial mantiene una mirada constante y progresiva hacia el futuro, buscando hacer los sistemas cada vez más productivos y eficientes. En este sentido, Sole et al. (2009) sugieren que los países que han tenido éxito en el actual sistema globalizado lo han logrado a través de la reconversión industrial, permitiendo esto, ser más competitivos en los mercados. Audretsch y Thurik (2002) plantean que en Europa, los países más reacios a cambiar sus estructuras industriales, presentaron una menor tasa de crecimiento, comparados con aquellos que realizaron transformaciones industriales encaminadas hacia la innovación tecnológica. En este sentido, Grozdanovic (2001) menciona sobre la tecnología, que en el avanzar de los años, será parte fundamental de las personas y también una pieza importante en el sistema de grandes empresas siendo imprescindible para el correcto funcionamiento en seguridad y producción.

El crecimiento de un país se puede ver reflejado en el ingreso per cápita, que está determinado por la tasa de crecimiento de la productividad del trabajo, el porcentaje de la población incorporada en la fuerza de trabajo y la tasa de desempleo. Sin embargo, el factor determinante es la productividad del trabajo (Romero, 2014), que es la cantidad de bienes y servicios producidos por cada hora de trabajo (Mankiw, 2007).

En cierta medida, la ergonomía no se ocupa directamente de la economía de un país o industria, más bien, es estudio de la política, economía y comercio, pero sí la ergonomía puede aportar en este punto, ya que sistemas seguros, bien organizados con conciencia en el factor humano, serán productivos. Los estudios ergonómicos se han preocupado tradicionalmente por las capas más internas de los sistemas con un enfoque centrado en el estudio de puestos de trabajo de manera microergonómica, con énfasis centrado en la investigación de enfermedades producidas por el ejercicio del oficio o profesión, dejando a un lado aspectos muy importantes del nivel macro organizacional, que contribuyen a lo antes mencionado (Moray, 2000).

El National Institute of Occupational Safety and Health (NIOSH) de EE.UU. (2000) indica que la organización del trabajo está influida por diversos factores tales como las condiciones económicas, el cambio tecnológico, las tendencias demográficas y los cambios en las prácticas empresariales y de empleo, además señala que se están produciendo grandes cambios y tendencias en las empresas, como la tecnología y la sociedad, que pueden representar nuevas formas de organización del trabajo y, por lo tanto, tener un impacto potencial en el sistema.

El surgimiento de la macroergonomía ha contribuido en gran medida al creciente interés por la organización del trabajo en el campo de la ergonomía (Hendrick, 1991; Hendrick, 1996). Según NIOSH de EE.UU. (2000), la organización del trabajo se ocupa de temas como la programación, diseño y aspectos interpersonales del trabajo, sumado a las preocupaciones profesionales como la seguridad en el empleo y las oportunidades de crecimiento, el estilo de gestión y las características de la organización.

Objetivos

- Analizar las contribuciones del enfoque macroergonómico en sistemas sociotécnicos.
- Investigar el efecto en seguridad y productividad del enfoque ergonómico organizacional o macroergonómico.

Materiales y métodos

Se realiza búsqueda sistemática cualitativa de artículos científicos en diferentes motores de búsqueda y revistas, tales como, EID, sciencedirect, PubMed, The Ergonomics Open Journal, Taylor and Francis, International Journal of Industrial Ergonomics y Applied Ergonomics, entre otros. La indagación e inclusión fue enfocada en temas relacionados a productividad, seguridad, economía, ergonomía de sistemas y macroergonomía, utilizando estos, a su vez, como palabras clave de búsqueda por separado y en conjunto. Como criterio de exclusión toda información proveniente de “grey literature”, que no tuviera respaldo o sustento científico.

Resultados y discusión

La ergonomía organizacional posee diferentes definiciones y enfoques, Hagberg et al. (1995) define la ergonomía organizacional como la forma de organizar, estructurar, distribuir, procesar y supervisar el trabajo. Por su parte Hendrick y Kleiner (2002) definen la macroergonomía, también conocida como ergonomía organizacional, como un enfoque de sistema sociotécnico descendente (“Top-Down”) para el diseño de sistemas de trabajo y el traslado del diseño global del sistema de trabajo al diseño de las interfaces hombre-trabajo, hombre-máquina y hombre-software, los autores refieren también que la macroergonomía se ocupa del análisis, diseño y evaluación de sistemas de trabajo con el objetivo de optimizarlos, siendo este su principal objetivo, por lo tanto, posee principios fundamentales que comparte con ergonomía y factores humanos (E/FH), tales como, adoptar un enfoque de sistemas, estar impulsado por el diseño y tener el doble objetivo de mejorar el rendimiento y bienestar (Dul et al., 2012).

Smith y Carayon (1989) citado en Carayon y Smith (2000) hacen referencia a la teoría del equilibrio en el diseño del trabajo, exponiendo que la organización del trabajo se traduce en el diseño de un sistema de trabajo que posee cinco elementos principales: el individuo, la tarea, tecnologías, el entorno físico y la organización; todos estos elementos interactúan y producen una carga física y psicosocial sobre los individuos.

La carga física y psicosocial provoca reacciones fisiológicas y psicológicas que no son independientes entre sí, interactúan, e incluso pueden reforzarse mutuamente dando lugar a una respuesta sistémica de fatiga general (Grandjean, 1969). Ejemplo de esto son las tareas repetitivas que generan fatiga mental, alteraciones de concentración y físicas al agotar los recursos energéticos. De forma similar, Cox y Ferguson (1994) han propuesto que los efectos

del entorno laboral en la salud pueden estar mediados por dos vías: en primer lugar, por un mecanismo físico-químico, y en segundo lugar, por un mecanismo psicofisiológico. Carayon y Smith (2000) suman a lo anterior indicando que los efectos del entorno laboral se deben a un conjunto de interacciones complejas entre factores y procesos físicos, psicosociales y organizativos que influyen en la calidad de la vida laboral, el rendimiento, la tensión y la salud.

Las empresas están sometidas a lo antes mencionado, diferentes factores ergonómicos, que afectan las esferas de seguridad y producción importantes en un sistema y que podrían tener consecuencias en su productividad. Un enfoque de sistemas permite crear los principios, en la optimización de los sistemas sociotécnicos, las estructuras organizativas, las políticas y los procesos, que deben seguirse con el fin de garantizar la productividad, la eficiencia del trabajo y la seguridad (Irimie, 2008).

La búsqueda de formas de reducir este daño exige que la atención se desplace desde el individuo al contexto más amplio del trabajo, es decir, el entorno social, organizativo y técnico (Hendrick, 1991; Kleiner, 2006).

Seguridad

El paradigma actual de gestión de riesgos considera que un evento, algún grado de lesión física, es un fallo o una cadena o confluencia de fallos de los componentes del sistema, lo que conlleva a una identificación de peligros, aislar causas, determinar los mecanismos y desarrollar medidas para proteger a los trabajadores de estos peligros. Si el peligro surge debido a posibles deficiencias en la interconexión de los componentes del sistema, es muy posible que no sea detectado debido a que los enfoques actuales de evaluación de riesgos no consideran una evaluación a nivel sistémico, enfocándose principalmente en el evento de manera aislada (Carayon et al., 2015).

Rasmussen (1997) citado en Carayon et al. (2015), a propuesto la teoría de la migración hacia los accidentes, indicando que los sistemas son dinámicos y no estáticos, realizando hincapié en la parte dinámica de los sistemas y los accidentes, describiendo que los sistemas migran hacia estados de alto riesgo bajo presiones competitivas y económicas. En general, destacó que un accidente es un proceso complejo y no solo una cadena secuencial de acontecimientos directamente relacionados. El mismo autor también contribuye con la generación de un modelo jerárquico de control, por encima de la cadena de eventos, para ayudar a explicar por qué se producen los eventos tomando en consideración factores organizacionales y sociales. Por su parte, Svedung y Rasmussen (2002) proponen un modelo de procedimiento de modelización de accidentes denominado AcciMaps, el cual no pretende presentar una herramienta probada, sino ilustrar un desarrollo para estructurar el sistema socio-técnico detrás de los accidentes e indicar las condiciones previas en los diferentes niveles de los sistemas involucrados y cómo han contribuido al desarrollo de condiciones de riesgo. En la misma dirección Leveson (2012) tomando como base el modelo de Rasmussen (1997), creó un nuevo modelo de causalidad de accidentes llamado STAMP (Modelo y Procesos de Accidentes Teóricos de Sistemas), el cual se basa en la teoría de sistemas, argumentando que los modelos tradicionales de causalidad son inadecuados y presenta un modelo que puede usarse para crear técnicas para la ingeniería de seguridad de sistemas,

incluyendo análisis de accidentes y peligros, diseño de sistemas, seguridad en las operaciones y gestión de sistemas críticos. Cuando se diseña un nuevo sistema o se analiza un sistema utilizando STAMP, las restricciones de seguridad necesarias se identifican primero a nivel del sistema y luego se utiliza un proceso descendente, similar al enfoque de análisis de sistemas que propone Hendrick y Kleiner (2001) en el sentido de abordar las organizaciones de manera descendentes, con el fin de identificar las restricciones de seguridad de comportamiento necesarias que deben imponerse en cada uno de los componentes de nivel inferior y diseñar los controles para mantener las restricciones de seguridad, tomando en consideración que las estructuras de control de seguridad no son estáticas, sino que presentan un comportamiento dinámico.

Por su parte, Kalteh et al. (2020) en la búsqueda de una herramienta que analice la cultura de seguridad con un enfoque de sistemas, exponen que realizar intervenciones sobre la cultura de la seguridad es una estrategia importante tanto para garantizar la prevención de accidentes en industrias críticas, como para mejorar las deficiencias en el desempeño que pueden representar daño para los trabajadores. El mismo autor comenta que aunque en los últimos años se han desarrollado numerosas herramientas y cuestionarios para evaluar cultura de seguridad, sigue habiendo una necesidad de desarrollar una herramienta de evaluación que utilice un enfoque organizacional en industrias de alta seguridad, los autores realizaron un estudio en una refinería de gas de golfo pérsico planteando la necesidad de un abordaje de doce factores de cultura de seguridad categorizados en los cinco subsistemas macroergonómicos que se representan en la tabla 1, para un levantamiento más completo, obteniendo el desarrollo de una escala que incluye los factores de seguridad críticos para las industrias, junto con elementos relevantes para aquellos factores, que varían en detalle según las características particulares de la industria de alta complejidad, concluyendo luego del levantamiento, que existen deficiencias en la aplicación de factores comunes, como el compromiso de la dirección o la participación de los empleados en la evaluación de la cultura de seguridad, sin tener en cuenta las características específicas de la industria.

Ya en los estudios de Cohen et al. (1975), y Smith et al. (1978), basados en datos del NIOSH de EE.UU., se demostró que las variables organizativas, incluida la cultura de seguridad, parecían tener un impacto en la generación de accidentes en los empleados.

Karsh et al. (2014) exponen, basado en Cherns (1976), Trist (1981), y Trist et al. (1977), que la actuación humana y las variables de seguridad están influenciadas por variables que existen en niveles más altos que el del trabajador de primera línea. Los resultados de las primeras investigaciones sobre sistemas sociotécnicos dejaron en claro la fuerte influencia que la organización del trabajo podría tener en el comportamiento individual de los trabajadores.

Tabla 1. Subsistemas macroergonómicos y factores relacionados con la cultura de seguridad.

Factores de la cultura de seguridad	Subsistemas macroergonómicos
Efectividad de la gestión en seguridad (ESM)	Organización
Actitud de la dirección hacia la seguridad (MAS)	
Política de formación, concienciación y seguridad (TASP)	
Apoyo entre pares (PS)	
Horario de trabajo (WS)	
Demandas de trabajo	Trabajo y tarea
Confrontación de tareas y seguridad (CTS)	
Características de comportamiento y compromiso con la seguridad (BFSC)	Humano
Equipo de trabajo y herramientas (WET)	Herramienta/tecnología
Equipo de Protección Personal (EPP)	
Riesgos en el lugar de trabajo (WH)	Ambiente
Factores ambientales externos (EEF)	

Nota. Adaptado de Kalteh et al. (2020).

Productividad

La macroergonomía ofrece una perspectiva para desarrollar la ergonomía en las empresas, entregando herramientas de evaluación y abordaje de diferentes subsistemas principales y sus variables que permiten mejorar la productividad del sistema (Kleiner, 1998; Hendrick & Kleiner, 2002). El objetivo, por tanto, es optimizar el funcionamiento de los sistemas de trabajo a través de diseñar o mejorar la interface organizacional, la tecnología y el ambiente en consideración de los trabajadores insertos en estos. Los niveles de eficacia, eficiencia y competitividad disminuyen en la organización en razón de la no intervención de factores agravantes que pueden generar accidentes de trabajo, lesiones musculoesqueléticas, discomfort y enfermedades profesionales que deben contemplarse en la estrategia general de la empresa para la mejora de la competitividad (Marrero-Oviedo et al., 2013).

Según Hendrick y Kleiner (2002) citado en Rodríguez-Ruíz y Pérez-Mergarejo (2016) indican que se ha demostrado que intervenciones macroergonómicas influyen en el desempeño de los sistemas de trabajo en términos de productividad, calidad, seguridad y salud, calidad de vida laboral y satisfacción del usuario, entre otros. Respecto a la magnitud de las mejoras, el autor señala que el enfoque ha permitido en las organizaciones intervenidas aumentos entre un 60% y un 90%, en comparación 10% a 20% con intervenciones microergonómicas.

En esta línea lo expuesto por Dess y Robinson (1984) en su estudio de comparación de métodos subjetivos y objetivos en el rendimiento de los activos de empresas, dentro de los hallazgos, se expone una correlación positiva entre el rendimiento organizativo global del sistema y el crecimiento de las ventas y el rendimiento de los activos en los sistemas de fabricación.

Por su parte, Realyvásquez et al. (2015) en su estudio se focalizó en el análisis de la relación entre las organizaciones macroergonómicas incluidas en el modelo SEIPS, y los beneficios que estos elementos pueden generar en el rendimiento de los sistemas de

fabricación utilizando un enfoque de ecuaciones estructurales. Del análisis se destaca en las conclusiones que la compatibilidad macroergonómica de la comunicación organizativa y el trabajo en equipo es necesaria para la compatibilidad macroergonómica del rendimiento organizativo, afirmando la hipótesis de que la compatibilidad macroergonómica de los elementos organizativos puede proporcionar una ventaja competitiva para el rendimiento de los sistemas de fabricación.

Otra implicancia en el desarrollo productivo de las empresas refiere a la multidimensionalidad de factores que pueden afectar el rendimiento organizacional. Kirchhoff (1979) menciona que independiente de la perspectiva de los objetivos, sistemas o constituyentes, el rendimiento organizacional incluye y se ve afectado por dimensiones sociales, ambientales, de empleados y comunidades que deben ser considerados para que las empresas logren su mayor potencial.

El enfoque que busca visualizar las variables antes mencionadas es la mesoergonomía, la cual se define por Karsh (2006) como “un enfoque de sistemas abiertos a la teoría e investigación ergonómica mediante el cual se estudia la relación entre variables en al menos dos niveles o escalones diferentes, donde las variables dependientes son factores humanos y constructos ergonómicos”. Este enfoque se utiliza para una variedad de propósitos, según Hackman (2003), que incluyen analizar interacciones entre niveles, y desarrollar y probar hipótesis que direccionan a revelar interacciones entre niveles que dan forma para el alcance del diseño o intervenciones relacionadas con el lugar de trabajo.

Conclusiones

La macroergonomía proporciona herramientas e invita a un enfoque que permite realizar evaluaciones y análisis de los sistemas, no solo abordando temas de salud ocupacional, sino también seguridad ocupacional en sus ámbitos de cultura y clima, y de esta manera, facilitar formas de análisis que permiten direccionar hacia la mejora organizacional con foco en el rendimiento y en las diferentes variables de interés de desarrollo para las empresas. Es necesario realizar más estudios del impacto económico que genera una intervención macroergonómica y ampliar la visión hacia la mesoergonomía que permite analizar la interrelación micro y macroergonómica.

Referencias

- Audretsch, D., & Thurik, D. (2002). Impeded industrial restructuring: The growth penalty. *Kyklos*, 55(1), 81-98. <https://doi.org/10.1111/1467-6435.00178>
- Carayon, P., Hancock, P., Leveson, N., Noy, I., Sznelwar, L., & van Hootehem, G. (2015). Advancing a sociotechnical systems approach to workplace safety - developing the conceptual framework. *Ergonomics*, 58(4), 548-564. <https://doi.org/10.1080/00140139.2015.1015623>
- Carayon, P., & Smith, M. J. (2000). Work organization and ergonomics. *Applied Ergonomics*, 31(6), 649-662. [https://doi.org/10.1016/S0003-6870\(00\)00040-5](https://doi.org/10.1016/S0003-6870(00)00040-5)
- Cherns, A. (1976). The principles of sociotechnical design. *Human Relations* 29(8), 783-792. <https://doi.org/10.1177%2F001872677602900806>
- Cohen, A., Smith, M. J., & Cohen, H. H. (1975). Safety program practices in high vs. low accident rate companies e an interim report (questionnaire phase). En US Department of Health, Education, and Welfare Publication (pp. 75-185). National Institute for Occupational Safety and Health.
- Cox, T., & Ferguson, E. (1994). Measurement of the subjective work environment. *Work Stress*, 8(2), 98-109. <https://doi.org/10.1080/02678379408259983>
- Dess G. G, & Robinson R. B. (1984). Measuring organizational performance in the absence of objective measures: The case of the privately-held firm and conglomerate business unit. *Strategic management journal*, 5(3), 265-273. <https://doi.org/10.1002/smj.4250050306>
- Dul, J., Bruder, R., Buckle, P., Carayon, P., Falzon, P., William, S., Wilson, J. R., & Doelen, B. Van Der. (2012). A strategy for human factors / ergonomics : Developing the discipline and profession. *Ergonomics*, 55(4), 377-395. <https://doi.org/10.1080/00140139.2012.661087>
- Grandjean, E. (1969). *Fitting the task to the man: An ergonomic approach*. Taylor & Francis.
- Grozdanovic, M. (2001). A framework for research of economic evaluation for ergonomic interventions. *Economics and Organization*, 1(9), 49-58.
- Hackman, J. R. (2003). Learning more by crossing levels: Evidence from airplanes, hospitals and orchestras. *Journal of Organizational Behaviour* 24(8), 905-922. <https://doi.org/10.1002/job.226>
- Hagberg, M., Silverstein, B., Wells, R., Smith, M. J., Hendrick, H. W., Carayon, P., & Perusse, M. (1995). *Work-related musculoskeletal disorders (WMSDs): A reference book for prevention*. Taylor & Francis.
- Hendrick, H. W. (1991). Ergonomics in organizational design and management. *Ergonomics*, 34(6), 743-756. <https://doi.org/10.1080/00140139108967348>
- Hendrick, H. W. (1996). *Economics of ergonomics*. Human Factors and Ergonomics Society.
- Hendrick, H. W., & Kleiner, B. M. (2001). *Macroergonomics: An introduction to work system design*. Human Factors and and Ergonomics Society.
- Hendrick, H. W., & Kleiner, B. M. (2002). *Macroergonomics: Theory, methods and applications*. CRC Press.
- Irimie, S. (2008). Definirea ergonomiei. En *Ergonomie Industrială* (pp. 10-24). AGIR.
- Kalteh, H. O., Salesi, M., Cousins, R., & Mokarami, H. (2020). Assessing safety culture in a gas refinery complex: Development of a tool using a sociotechnical work systems and macroergonomics approach. *Safety Science*, 132, 104969. <https://doi.org/10.1016/j.ssci.2020.104969>
- Karsh, B. -T. (2006). Mesoergonomics: A new paradigm for macroergonomics research. *Proceedings of the International Ergonomics Association*, 742-750.

- Karsh, B. T., Waterson, P., & Holden, R. J. (2014). Crossing levels in systems ergonomics: A framework to support “mesoergonomic” inquiry. *Applied Ergonomics*, 45(1), 45-54. <https://doi.org/10.1016/j.apergo.2013.04.021>
- Kirchhoff, B. (1979). Commentary (on strategy evaluation). En D. Schendel & C. Hofer (eds.), *Strategic management: A new view of business policy and planning* (pp. 212-215). Little, Brown & Co.
- Kleiner, B. M. (1998). Macroergonomic analysis of formalization in a dynamic work system. *Applied Ergonomics*, 29(4), 255-259. [https://doi.org/10.1016/S0003-6870\(97\)00034-3](https://doi.org/10.1016/S0003-6870(97)00034-3)
- Kleiner, B. (2006). Macroergonomics: Analysis and design of work systems. *Applied Ergonomics* 37(1), 81-89. <https://doi.org/10.1016/j.apergo.2005.07.006>
- Leveson, N. (2012). *Engineering a safer world: Systems thinking applied to safety*. The MIT Press.
- Mankiw, N. G. (2007). *Principios de economía*. Editorial Parainfo.
- Marrero-Oviedo, M., Huaccho-Huatuco, L., & Mejías-Herrera, S. (2013). Evaluación macroergonómica de un proceso de distribución.
- Moray, N. (2000). Culture, politics and ergonomics. *Ergonomics*, 43(7), 858-868. <https://doi.org/10.1080/001401300409062>
- National Institute of Occupational Safety and Health. (2000). Organization of work. <http://www.cdc.gov/niosh/nrworg.html>
- Rasmussen, J. (1997). Risk management in a dynamic society: A modelling problem. *Safety Science*, 27(2-3), 183-213. [https://doi.org/10.1016/S0925-7535\(97\)00052-0](https://doi.org/10.1016/S0925-7535(97)00052-0)
- Realyvásquez, A., Maldonado-Macías, A. A., García-Alcaraz, J. L., & Blanco-Fernández, J. (2015). Effects of organizational macroergonomic compatibility elements over manufacturing systems' performance. *Procedia Manufacturing*, 3, 5715-5722. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2015.07.807>
- Rodríguez-Ruiz, Y., & Pérez-Mergarejo, E. (2016). Diagnóstico macroergonómico de organizaciones colombianas con el Modelo de madurez de Ergonomía. *Revista Ciencias de la Salud*, 14(Especial), 11-25. <https://doi.org/10.12804/revsalud14.especial.2016.01>
- Romero, J. (2014). Los límites al crecimiento económico de México. *El Colegio de México-UNAM*.
- Smith, M. J., Cohen, H. H., Cohen, A., & Cleveland, R. J. (1978). Characteristics of successful safety programs. *Journal of Safety Research* 10(1), 5e15.
- Sole, M., Cassia, L., & Colombelli, A. (2009). Common frameworks for regional competitiveness: Insights from a number of local knowledge. *Scienze Regionali*, 8(2), 19-43.
- Svedung, I., & J. Rasmussen, J. (2002). Graphic representation of accident scenarios: Mapping system structure and the causation of accidents. *Safety Science*, 40(5), 397-417. [https://doi.org/10.1016/S0925-7535\(00\)00036-9](https://doi.org/10.1016/S0925-7535(00)00036-9)
- Trist, E. L. (1981). The evolution of socio-technical systems: A conceptual framework and an action research program. *Ontario Quality of Working Life Centre*.
- Trist, E. L., Susman, G. I., & Brown, G. R. (1977). An experiment in autonomous working in an American underground coal mine. *Human Relations* 30(3), 201-236. <https://doi.org/10.1177%2F001872677703000301>