

ERGONOMÍA Y FACTORES HUMANOS EN EL PROCESO DE CONCEPCIÓN DE PROYECTOS INDUSTRIALES

Ergonomics and human factors in the process of conception of industrial projects

Alejandro Novak Ramonda¹

Resumen

Los requisitos legales y la mayor participación de los departamentos de Seguridad y Salud Ocupacional de las empresas han aumentado la consideración de la ergonomía en las organizaciones. Sin embargo, habitualmente la ergonomía/factores humanos es escasamente considerada en la concepción y diseño de proyectos. El presente trabajo discute de qué manera se puede transitar desde una ergonomía reactiva, que interviene luego de la lesión o enfermedad, a un enfoque proactivo, integrado y articulado en las diferentes etapas de diseño de los proyectos. Se revisa el rol del profesional ergónomo para conseguir dicha articulación en el desarrollo del proceso de ingeniería de diseño y se presenta un modelo de planificación típica de un proyecto con sus etapas habituales mencionando las contribuciones que la ergonomía/factores humanos puede realizar en cada una de ellas. La inclusión e integración de ergonomía/factores humanos en el diseño de proyectos se traduce en entornos de trabajo más saludables y seguros, y en un rendimiento operativo más eficiente.

Palabras clave: Proyectos industriales, ergonomía y factores humanos, diseño de sistemas de trabajo, ergonomía proactiva.

Abstract

The legal requirements and the greater participation of the Occupational Health and Safety departments of companies have increased the consideration of ergonomics in organizations.

¹Investigador independiente. Ciudad de Santa Fe, Argentina. Correo electrónico: alejandro-novak@hotmail.com

However, ergonomics / human factors are usually scarcely considered in projects conception and design. The present work discusses how to move from reactive ergonomics, which intervenes after injury or illness, to a proactive, integrated and articulated approach in the different stages of project design. The role of the professional ergonomist to achieve this articulation in the development of the design engineering process is reviewed and a typical planning model of a project with its usual stages is presented, mentioning the contributions that ergonomics / human factors can make in each of them. The inclusion and integration of ergonomics / human factors in project design translates into healthier and safer work environments and more efficient operational performance.

Keywords: Industrial projects, ergonomics and human factors, design of work systems, proactive ergonomics.

Fecha recepción: 05/05/2020 Fecha revisión: 30/06/2020 Fecha aceptación: 03/08/2020

Introducción

De acuerdo con Pikaar (2008), por proyectos industriales se entiende a la construcción de un nuevo sistema de producción o bien la ampliación, modificación o automatización de un sistema existente. Los proyectos se ejecutan en varias fases o etapas, comenzando habitualmente con un estudio de factibilidad, pasando por varios pasos de diseño e ingeniería de detalle y llegando finalmente a la implementación. En este contexto, el objetivo de una contribución ergonómica, es ayudar a optimizar el sistema de trabajo, aplicando un enfoque centrado en el usuario lo cual requiere el diseño conjunto de los aspectos sociales y técnicos del sistema. En este sentido Daniellou (2013) indica que, *“el proyecto es una inversión técnica destinada a producir una cantidad determinada de productos o servicios con un nivel de calidad fijado y una rentabilidad marcada. Pero no es solamente eso. El proyecto va a introducir una sociotécnica de la instalación, que no puede ser un mero subproducto del diseño técnico”* (p.15)

La consideración de la ergonomía/factores humanos (EFH) como parte del proceso de concepción de proyectos industriales requiere el diseño de equipos, operaciones, procedimientos y entornos de trabajo compatibles con las personas que vayan a estar involucradas en los mismos. Para que esto sea posible la EFH debe funcionar como un complemento vital para otras disciplinas, entre las que se destaca la ingeniería y sus múltiples especialidades. Sin embargo, frecuentemente la EFH está

relegada a ser una disciplina que interviene en la evaluación posterior al diseño lo que deja pocas oportunidades a los ergónomos de hacer cambios de diseño significativos. Por otro lado, tradicionalmente los métodos e intervenciones ergonómicas se aplican en contextos industriales solamente para evaluar los riesgos de un puesto de trabajo o tarea. Este enfoque “diagnóstico” resulta restrictivo y deficiente, dejando a los ergónomos menos margen de acción en el proceso de diseño y en la prevención de riesgos (Moraes, Arezes y Vasconcelos, 2011).

Considerando que el objetivo primordial de la EFH es optimizar el bienestar de las personas y promover el rendimiento general de un sistema; para conseguir mover la ergonomía desde las actividades de reparación hasta la integración en la planificación, es necesario modificar el enfoque de intervención de tipo reactivo a un enfoque proactivo que posibilite tomar parte en cada paso del proceso de diseño de producción, para que el impacto en dicho diseño se pueda predecir y ajustar antes de la implementación (Village, Searcy, Salustri, y Neumann, 2015). Al respecto, Dul, et al (2012) sostienen que la EFH tiene un gran potencial para asegurar que el diseño de un sistema se adecúe a las capacidades, necesidades y limitaciones de las personas, de manera que el rendimiento y el bienestar sean óptimos. Este señalamiento es coincidente con la definición de ergonomía de la IEA (2000) citado por Dul, et al (2012, p.3).

Cuando la EFH no juega un papel importante en el diseño, se obtiene como resultado sistemas subóptimos, caracterizados por problemas de calidad, baja eficiencia, enfermedades, insatisfacción, etc. (Dul, et al. 2012). En la misma línea Fadier y De la Garza (2006), citados en Moraes et al. (2011, p.1) indican que en la actualidad la mayoría de las investigaciones relacionadas con la seguridad, la ergonomía y el diseño muestran que existe un claro consenso sobre el hecho de que no puede obtenerse un buen rendimiento del sistema sin considerar los factores humanos de forma rigurosa.

El objetivo principal de este trabajo es examinar el papel de la EFH en el diseño de proyectos industriales, cambiando el enfoque de salud y seguridad ocupacional por el enfoque anticipativo de diseño de sistema/proyecto. Asimismo, se pretende abordar y caracterizar la integración/articulación de EFH con la ingeniería de diseño, y revisar el rol del profesional ergónomo en dicha integración. Por último, describir de qué manera se articula la EFH en las

diferentes etapas de planificación de un proyecto, presentando a modo ilustrativo el modelo esbozado por Daniellou (2013).

Materiales y métodos

Esta revisión bibliográfica se realizó consultando diversas bases de datos accediendo de forma virtual al Sistema de Bibliotecas de la Universidad de Concepción (SIBUDEC), utilizando diferentes motores de búsqueda de artículos académicos como SciELO, Dialnet, Academia.edu, Springer Link, etc. y complementando además, con la búsqueda directa de artículos en reconocidas publicaciones electrónicas vinculadas con la temática, a saber: Work, Human Factors and Ergonomics in Manufacturing, Applied Ergonomics, Ergonomics, International Journal of Industrial Ergonomics entre otros.

Resultados y discusión

1. *De la ergonomía reactiva a la ergonomía proactiva*

Diversos estudios (Eklund 1995; Abrahamsson 2000; Drury 2000; Goggins, Spielholz, y Nothstein 2008; Neumann and Dul 2010) citados en Village et al. (2015 p.1529), han demostrado que la aplicación de EFH no solamente impacta en el bienestar del trabajador, por ejemplo reduciendo el ausentismo y aumentando la satisfacción laboral, sino que también se ve reflejado en un aumento de la productividad y una disminución de los errores (aumento de calidad). Sin embargo, otras investigaciones indican que la EFH está ampliamente reconocida y relacionada como una función de salud y seguridad ocupacional, teniendo una limitada orientación y aplicación hacia la productividad y la calidad (Theberge y Neumann 2013, citados en Village et al. 2015 p.1529). Para Neumann y Village (2012), en lugar de aplicar EFH después de que los problemas de diseño se hayan manifestado en lesiones y accidentes (enfoque de salud y seguridad ocupacional), deberían integrarse lo antes posible en los procesos de diseño. Apoyando esta idea, Moraes et al. (2011) expresan que los servicios médicos de las organizaciones tienen comúnmente poca conexión con el entorno laboral, y menos aún con los diseñadores, por lo que la orientación desde la salud laboral se convierte también en un enfoque reactivo, basado en el tratamiento de lesiones y enfermedades profesionales.

Como postulan Dul y Neumann (2008) en general la EFH está vinculada con problemas de salud y seguridad, y el cumplimiento de legislación relacionada. En opinión de estos autores, este paradigma no debería ser la base de aplicación de la EFH en las organizaciones, ya que el solo cumplimiento de la legislación funciona como una “motivación extrínseca” convirtiéndose en un “deber”, no siendo la EFH bien recibida y aceptada. En cambio, proponen integrar a la EFH a la estrategia principal y objetivos generales de las organizaciones para aumentar la “aceptación”, ya que habitualmente la estrategia tiene la máxima prioridad en la gestión. Si se consigue esta conexión con la estrategia y su implementación en la organización, todo el potencial y beneficios de la EFH pueden integrarse de forma anticipada en los procesos de innovación y diseño. De esta manera las organizaciones tienen una “motivación intrínseca” para aplicar EFH, creando oportunidades para optimizar el rendimiento del sistema y mejorar la salud de los trabajadores. Así, la EFH comienza a ser "deseable" en vez de una imposición.

Como lo hace notar Pikaar (2008), contrariamente a lo que establecen las pautas y regulaciones de Salud y Seguridad Ocupacional (SSO), los “problemas de SSO” no son los verdaderos problemas de la ergonomía, y en su lugar el foco debe estar puesto en las inversiones de proyectos industriales. Helander (1999), señala siete objeciones habituales para no implementar intervenciones ergonómicas. La séptima de ellas está precisamente relacionada con la manera en que habitualmente las organizaciones diseñan los sistemas técnicos para una vez concluidos considerar los factores ergonómicos. Para el autor el diseño ergonómico resulta crucial y debe desarrollarse en etapas tempranas en paralelo a otras consideraciones de diseño, tales como: manufacturabilidad, reutilización, mantenibilidad, etc. Siguiendo este punto, en un estudio con 130 ergónomos europeos Breedveld (2005) citado por Dul y Neumann (2008, p.3), encontró que, efectivamente la EFH es considerada demasiado tarde en el proceso de concepción y que las principales decisiones de diseño ya están realizadas, pudiendo solamente efectuarse algunas adaptaciones y correcciones tardías. En la misma línea, Mekitiak, Greig y Neumann (2016), sugieren que la EFH, para ser efectiva, ha de ser introducida lo más pronto posible en el diseño de proyectos, ya que, los beneficios que de ello se derivan incluyen una mayor facilidad y flexibilidad para el diseño de cambios, reducción de costos en caso de rediseños o modificaciones y la introducción de sistemas de trabajo más productivos y saludables desde el comienzo de su ciclo de vida.

Por lo señalado hasta aquí, es evidente que el enfoque de SSO muestra algunas insuficiencias y limitaciones, por lo que la integración de la EFH en las fases de diseño parece clave para promover espacios de trabajo seguros y saludables. Para conseguir esto, tanto la ergonomía como la ingeniería deben estar debidamente articuladas e integradas, puesto que de otra manera la primera será vista como una dificultad o barrera para el proceso de diseño (Moraes et al. 2011).

2. Integración y articulación de ergonomía y factores humanos en la ingeniería de diseño

A continuación, se presentan y revisan algunas condiciones, necesidades, limitaciones y oportunidades que caracterizan el proceso de articulación e integración de la EFH en la concepción y diseño de proyectos industriales.

2.1. Ergónomos e ingenieros: Diferentes perspectivas y enfoques

Si bien en el proceso de concepción de proyectos industriales se encuentran involucrados diferentes departamentos, áreas y gerencias de la organización, sin duda que el departamento de diseño, cuyos integrantes son predominantemente ingenieros, tiene un peso determinante en la toma de decisiones en cada una de las etapas de los proyectos. Según Pikaar (2008) la integración de la EFH en la planificación de nuevos procesos de producción o bien la modificación de procesos existentes resulta una tarea compleja caracterizada por la necesidad de un enfoque multidisciplinario donde la contribución de los ergónomos es relativamente pequeña en comparación con la cantidad de horas de ingeniería invertidas, por lo tanto, la integración entre la EFH y el diseño de ingeniería no siempre resulta en una articulación fácil. En un estudio de Broberg (2007) el autor sugiere que los ingenieros frecuentemente no son conscientes de que sus decisiones influyen en el entorno laboral de otras personas, y no consideran aspectos ergonómicos o del entorno laboral en los proyectos de ingeniería. Esta situación también es reflejada por Daniellou y Garrigou (1992) quienes consideran que, en el proceso usual de diseño, los ingenieros diseñan sistemas de producción utilizando su experiencia tecnológica y organizativa y en etapas posteriores del proyecto definen las tareas que deben realizar los operadores para garantizar el correcto funcionamiento del sistema, por lo cual la actividad real de los operadores (sus movimientos, sus posturas, la búsqueda de información, las decisiones que toman) aparece como resultado o incluso como un subproducto del proceso de diseño técnico. En relación a esto, Dul y Neumann (2008) dicen que una de las principales

funciones del departamento de ingeniería de producción es determinar las tareas de los operarios y su distribución durante la jornada laboral, esencialmente definiendo las condiciones ergonómicas del sistema. Para hacerlo de forma exitosa, estos autores indican que se debe integrar la EFH en el proceso de diseño de manera que las soluciones adoptadas impacten en la productividad y el bienestar. Sin embargo, Kilker, (1999) y Kirwan (2000) citados en Dul y Neumann (2008, p.10), marcan que dicha integración resulta dificultosa en parte, por el choque de perspectivas entre ingenieros y ergónomos. Como expresan Moraes et al. (2011) además de diferentes perspectivas, tanto ergónomos como ingenieros hablan diferentes idiomas. Esta falta de lenguaje común puede suponer una barrera para la comunicación dentro del equipo de trabajo, y también un obstáculo para la aceptación de EFH por parte de los ingenieros. Por este motivo, los ergónomos deben poder comunicarse e influir en todos los especialistas involucrados en el proyecto. Haslegrave y Holmes (1994) citados en Moraes et al. (2011, p.5) sugieren que los ergónomos deberían trabajar con técnicos y diseñadores para aprender y entender su lenguaje y sus métodos de trabajo en contextos específicos, pero de igual manera los ingenieros deberían estar familiarizados con la terminología ergonómica. Este entendimiento supone que los ergónomos comprendan los objetivos, las motivaciones y las rutinas de trabajo de los ingenieros para construir así mejores relaciones y desarrollar un enfoque efectivo para integrar la EFH en el proceso de diseño (Mekitiak et al., 2016).

2.2 La transferencia de conocimientos de EFH a ingenieros

De acuerdo con Broberg (2007) una forma de incluir EFH en el diseño, es trabajar sobre el conocimiento y habilidades que poseen los ingenieros. Para Sullivan y McLean (1997) citados en Broberg (2007, p.354) puesto que muchos ingenieros no están familiarizados con EFH, una estrategia posible es brindarles información, principios y herramientas que puedan ser incluidos en la ingeniería de diseño. Moraes et al. (2012) indican asimismo que es fundamental entender como el criterio ergonómico es percibido y usado en situaciones reales de diseño, para a partir de ello, desarrollar mejores herramientas y métodos que aumenten las chances de que la EFH sea considerada por parte de los equipos de diseño. En un estudio de Wulff et al. (1999b) citados en Moraes et al (2011, p.5) los autores concluyen que una participación activa del ergónomo integrado en el equipo de diseño es fundamental para garantizar el reconocimiento de EFH y una inclusión exitosa de criterio ergonómico durante las negociaciones que tienen parte en el proceso de diseño.

Como afirma Campbell (1996) citado en Moraes et al. (2012, p.552) el desarrollo de requisitos legales, pautas y estándares de EFH, son intentos para promover la integración de la misma en los contextos industriales. Organizaciones gubernamentales, asociaciones y las propias industrias se han esforzado por incorporar EFH en nuevos proyectos o proyectos que ya están en marcha, asumiendo que dicha incorporación se traduce en mejores lugares de trabajo para los operarios y en mayor eficiencia para la explotación. Por su parte Cordiner y Graves, (1997) citados en Moraes et al. (2012, p.553) plantean que el objetivo principal de las pautas, estándares o guías de diseño de EFH es resumir datos de ingeniería, recomendaciones y principios ergonómicos para ser utilizados por diseñadores, ingenieros, y demás partes interesadas. En la opinión de Pikaar (2008) los ergónomos pueden aprovechar el hecho de que las industrias son sensibles a la estandarización para incrementar la incorporación de EFH en los proyectos de diseño considerando por ejemplo normas como la ISO 6385 (2003) *Ergonomic principles in the design of work systems*, o ISO11064 (2000), *Ergonomic design of control centers*. Sin embargo, desde el punto de vista de Rogers y Armstrong (1977) citados en Broberg (2007 p.355) los estándares ergonómicos son frecuentemente ignorados por los ingenieros, ya que consideran que están expresados de forma imprecisa y en términos generales. Asimismo, en un estudio más reciente de Wulff, Westgaard y Rasmussen (1999) citados en Broberg (2007 p. 355) se indica la importancia de que los criterios ergonómicos para el diseño estén formulados de forma específica.

En un trabajo de Cordiner y Graves, (1997) citados en Moraes et al. (2012, p.553) los autores aseveran que los ingenieros y diseñadores encuentran el material de referencia de EFH como “difícil de entender”, “muy rebuscado” y “demasiado general”. Por este motivo, a pesar de que existe cada vez mayor interés por el desarrollo de estándares y pautas de EFH, es también creciente la incertidumbre y preocupación respecto a la utilidad real de dicha información, por lo que deberá avanzarse en la creación de material que resulte más atractivo y comprensible. En relación a este punto, el hecho de que ingenieros y diseñadores tengan conocimiento y formación en EFH, no supone necesariamente que se aplique un “criterio ergonómico”. Tal como afirma Broberg (2007), transferir conocimiento sobre ergonomía a los ingenieros de forma individual no garantiza que se integre EFH en el proyecto de ingeniería.

2.3 La integración y articulación de EFH en el contexto de las organizaciones

Independientemente del tamaño de la empresa o proyecto, la presión del tiempo y los presupuestos reducidos son generalmente las limitaciones más frecuentes en el proceso de diseño. Burns y Vicente (2000) refieren que tanto ingenieros como ergónomos deben negociar a través de una cambiante e intrincada red de restricciones que surgen de diferentes fuentes. Para que los factores ergonómicos no sigan quedando fuera de consideración durante la instancia de diseño de los proyectos, los ergónomos deben entender las limitaciones que rigen los proyectos de diseño de ingeniería (legales, técnicas, contractuales, sociales, políticas, etc.), cómo esas restricciones afectan la consideración de EFH y la manera de negociar las prioridades de diseño con los demás actores involucrados, entendiendo que muchas veces dichas restricciones justifican porque no siempre “el mejor diseño ergonómico” es adoptado. Estos autores plantean además que, para sortear estas restricciones, la propuesta ergonómica debe ser considerada como relevante por la organización, y factible de implementarse por parte del equipo de diseño. De esta manera la EFH deja de contemplarse como un costo extra o como una pérdida de tiempo. Como lo hace notar Broberg (2007) el esfuerzo de incluir la ergonomía en el proceso de diseño debe estar respaldado desde la dirección; de lo contrario, los ergónomos están en una posición débil para lograr influir en los ingenieros responsables del diseño. Desde la posición de Hendrick (2003) citado por Moraes et al. (2011, p.3) una forma de lograr este apoyo es conseguir presentar la propuesta ergonómica usando terminología y lenguaje “de negocios” es decir mostrar un análisis “costo/beneficio” asociado a dicha propuesta. En el mismo sentido, Dul y Neumann (2008) agregan que para lograr una inclusión exitosa de EFH en las organizaciones, se debe utilizar el lenguaje de las partes interesadas, es decir lenguaje de negocios y no lenguaje asociado a seguridad y salud. Por su parte, Dul, et al (2012) observan que la contribución de EFH al diseño del sistema depende de la demanda de EFH que hagan las "partes interesadas" que tomen parte directa o indirectamente en el diseño, y que dicha demanda está asociada en gran medida al valor percibido de EFH. Si se pretende incluir EFH de forma exitosa, es necesario demostrar que puede proporcionar valor a las partes interesadas y convertirse así en un socio respetado en el proceso de diseño. Para lograrlo, en opinión de Mekitiak et al. (2016) se debe apelar a los objetivos estratégicos de cada grupo de partes interesadas

de forma individual para mostrar los diversos beneficios de incorporar la EFH en los requisitos de diseño.

Como se planteará en el siguiente punto el rol de los profesionales ergónomos dentro de las organizaciones es fundamental para lograr una mayor aceptación de EFH dentro de las mismas, y por extensión para alcanzar una mejor integración en la concepción de proyectos.

3. El rol del profesional ergónomo en la concepción y diseño de proyectos industriales

En función de lo anteriormente expuesto, queda claro que las herramientas, los métodos, los estándares y los procedimientos no son suficientes para promover la EFH dentro de las organizaciones, por lo que los ergónomos deben adoptar un rol activo para conseguirlo. En opinión de Thibault (2000) la primera misión de los ergónomos en la gestión de proyectos es explicar a los gerentes y diseñadores de qué manera el “enfoque ergonómico” puede ser integrado en el proceso general de diseño, ya sea aportando soluciones técnicas u organizacionales. A esta idea Cordiner y Graves (1996) citados en Broberg (2007 p.356) agregan que el ergónomo tiene también un rol como facilitador, apoyando tanto a ingenieros como operarios, asegurando que exista un feedback entre ellos y haciendo además las veces de enlace entre éstos y la gerencia. En cambio, Jensen (2002), dice que es necesario que la EFH fortalezca su posición dentro de la organización, y para conseguirlo la implicancia para el ergónomo es ir más allá del rol tradicional como experto o facilitador y asumir un papel como agente político que busca tener acceso a ámbitos de discusión relevantes dentro de la empresa para poner el tema de la EFH en agenda. En el mismo sentido, Broberg (2010) citado en Village et al. (2015 p.1530), afirma que el rol del ergónomo durante el diseño es ser un negociador o navegante político-reflexivo que ayuda y contribuye a organizar el proceso de diseño aportando herramientas y técnicas ergonómicas apropiadas. Jensen (2002), considera que, si bien el ergónomo no debe ser un experto en desarrollo organizacional, si debe poder comprender e influir sobre los procesos de cambio que se den dentro de las organizaciones y desempeñarse él mismo como un agente de cambio intentando que se priorice la EFH en las decisiones de diseño. Coincidentemente, Broberg (2007) agrega que muchos ergónomos actúan como agentes de cambio dentro de las actividades de ingeniería en las organizaciones, pero que este hecho rara vez se somete a una reflexión sistemática sobre qué competencias son apropiadas y necesarias. Por su parte, Bucciarelli (1994) citado en Broberg (2007 p.364) puntualiza que los

proyectos de ingeniería integrados en una organización específica requieren una comprensión de la dinámica del cambio organizacional y los procesos sociales que se desarrollan en dichos proyectos. Badham y Ehn (2000) citados en Broberg (2007 p.365) sostienen que el papel clave de los ergónomos es lograr trascender los límites entre los diferentes mundos sociales de los profesionales involucrados en el proceso de diseño, permitiendo que estos se comuniquen y cooperen lo suficiente para lograr que el diseño del sistema sea exitoso.

En definitiva y tal como argumenta Broberg (2007) el ergónomo debe aprender a dominar su rol como agente de cambio, para conseguir participar activamente en los procesos políticos que tienen lugar dentro de la organización, entre los que se cuentan el hecho de tener acceso al diseño de los proyectos de ingeniería desde las primeras etapas.

4. Integración y articulación de EFH en las diferentes etapas de concepción y diseño de proyectos

La EFH puede participar en todas las etapas de planificación, diseño, implementación, evaluación, mantenimiento, rediseño y mejora continua de los sistemas (Japan Ergonomics Society, 2006, citado en Dul et al, 2012, p.3). De acuerdo con Dul, et al. (2012) estas etapas no son necesariamente secuenciales; son recursivas, interdependientes y dinámicas, pero el diseño está en el centro de cada una de ellas. Estos autores afirman que las decisiones que se tomen en una etapa pueden afectar o verse afectadas por lo que se resuelva en las demás etapas. La introducción de la ergonomía en todas las etapas de diseño tiene como objetivo poner la actividad humana en la vanguardia de las decisiones de los diseñadores.

Moraes et al. (2011) refieren que la participación de los ergónomos debe darse durante todas las etapas del proceso de diseño y en la medida en que el nivel de incertidumbre respecto del diseño de ingeniería disminuye, puede ser necesario ofrecer pautas y recomendaciones ergonómicas más minuciosas y detalladas. Además, mencionan que las soluciones proporcionadas también pueden necesitar ser revisadas, adaptadas y negociadas de acuerdo con los cambios y decisiones consiguientes que se tomen durante el proceso de diseño. Esto significa que es necesario, pero no suficiente, que los ergónomos aporten recomendaciones en las fases iniciales de diseño. Haslegrave y Holmes (1994) citados en Moraes et al. (2011, p. 4) afirman que las recomendaciones

ergonómicas proporcionadas al principio pueden ser provisionales y es altamente probable que las características del diseño se modifiquen y cambien en etapas posteriores.

Como plantea Daniellou (2013) en ocasiones las decisiones que estructuran y determinan el trabajo humano se toman de forma incipiente en el proyecto y se vuelven irreversibles rápidamente, por lo que señala que la reflexión y análisis sobre el trabajo futuro debe realizarse durante todo el ciclo de diseño. Al respecto el autor agrega que:

La consideración de los factores humanos y organizativos (FHO) en un proyecto pretende promover el diseño de un sistema explotable de forma eficaz y segura, tanto desde el punto de vista de la seguridad industrial como del de la salud y la seguridad laboral. Para ello, hay que anticipar el trabajo humano futuro que va a estar determinado por las decisiones técnicas y organizativas tomadas en todas las etapas del diseño, de evaluación de las dificultades probables y de ajustar a tiempo las decisiones de diseño (p. 1).

De acuerdo con Daniellou (2013) la estrategia principal tiene que ver con introducir a la EFH, adaptada a las diferentes etapas usuales en la gestión de proyectos (tabla 1). Para el autor esta coherencia con las etapas de planificación de proyectos se traduce en una condición necesaria para hacer aceptable la EFH a los diseñadores responsables de los proyectos.

Anteproyecto	Intención Ingeniería de anteproyecto Primeras intenciones del proyecto Evaluación de la viabilidad Creación del equipo promotor operativo Definición de objetivos detallados Programa Funcional Nombramiento de la dirección de obra
Estudio básicos	Ajuste de las estimaciones Confirmación de la financiación Elección de las opciones técnicas Redacción de los pliegos de condiciones
Estudios detallados	Definición de las soluciones Planos y especificaciones Consulta de las empresas Elección de las empresas
Construcción	Pruebas Entrega
Arranque	Nominal
Funcionamiento	

Tabla 1. Planificación típica de un proyecto (Daniellou, 2013).

Tal como argumenta Daniellou (2013), la consideración de FHO en el diseño no cuestiona la metodología general de puesta en práctica de un proyecto, sino que se entrelaza realizando aportes complementarios en cada etapa. Como se puede apreciar en la tabla 2 las diferentes etapas de la estrategia FHO se planifican desde el inicio del anteproyecto y se extienden hasta la fase de evaluación posterior al arranque.

Etapas técnicas	Contribución FHO
Anteproyecto	Enriquecimiento de los objetivos Detección de necesidades Definición de conceptos y principios directores de la explotación Encuadre de la estrategia FHO Integración de los FHO en el programa funcional
Estudios básicos	Análisis de situaciones existentes Explicación de situaciones de explotación futura Establecimiento de referencias para el diseño
Estudios detallados	Simulaciones técnicas y organizativas Establecimiento de referencias para el diseño Preparación para la construcción
Construcción	Simulaciones a escala real Preparación del arranque
Arranque	Evaluación del arranque Nominal
Funcionamiento	Evaluación de uso REX (retorno de la experiencia) del proyecto

Tabla 2. Contribución de los FHO a las diferentes etapas. (Daniellou, 2013).

Daniellou (2013) propone diferentes métodos que pueden emplearse en cada una de las fases para lograr la integración de FHO. La metodología básicamente se sustenta en *“el análisis en profundidad del trabajo realizado en situaciones existentes pertinentes para el proyecto, y la simulación de la actividad humana futura susceptible de derivarse de las decisiones de diseño”* (p.41). En ese contexto, los ergónomos aportan a los diseñadores referencias para mejorar el diseño en acuerdo con las decisiones de diseño que se hagan en cada una de las etapas.

Conclusiones

Como se ha planteado, la integración de EFH desde etapas tempranas de los proyectos de diseño implica un objetivo primordial para cambiar el enfoque reactivo asociado a SSO y adoptar un enfoque anticipativo vinculado a la concepción de los sistemas de trabajo. En este proceso, el rol del ergónomo no se circunscribe a seleccionar y aplicar métodos, herramientas y estándares de acuerdo a la etapa del proceso de diseño, sino que supone también aprender a participar activamente en el equipo de ingeniería/diseño, contribuyendo a que el mismo encuentre el tiempo y los recursos necesarios dentro de la organización para la inclusión de EFH en su programa de desarrollo, sorteando las dificultades y limitaciones que puedan presentarse. En este sentido, la capacidad del

ergónomo de comunicarse con ingenieros, diseñadores y trabajadores es primordial para traducir los criterios de EFH en especificaciones de diseño claras y fácilmente entendibles. Sin embargo, más allá de los roles tradicionales como facilitador o experto, el rol fundamental del ergónomo es conseguir conectar la EFH con la estrategia de la organización y constituirse como un agente de cambio mejorando la visibilidad y el impacto de la EFH para las diferentes partes interesadas. Así, parece evidente que en la formación del ergónomo resulte necesario incluir también nociones básicas de desarrollo organizacional para facilitar su desempeño.

El hecho de que aún en muchos proyectos no se incorpore y considere la EFH adecuadamente, debe ser un llamado de atención para que los ergónomos entiendan que aún falta un largo camino por recorrer antes de que los problemas de ergonomía más básicos y sencillos sean fácilmente entendidos, aceptados y resueltos por los diseñadores, ingenieros y demás profesionales que toman parte del proceso de diseño. Asumiendo que cada proyecto específico tiene particularidades dependiendo del tamaño de la organización, los recursos disponibles, las limitaciones, las dificultades técnicas, los profesionales involucrados, etc., la característica común debe ser la inclusión e integración de EFH en el diseño, que se traduce en entornos de trabajo más saludables y seguros, y en un rendimiento operativo más eficiente.

Referencias

- Broberg, O. (2007). Integrating ergonomics into engineering: Empirical evidence and implications for the ergonomists. *Human Factors and Ergonomics in Manufacturing*, 17(4), 353–366. <https://doi.org/10.1002/hfm.20081>
- Burns, C. M., y Vicente K. J. (2000). A participant-observer study of ergonomics in engineering design: How constraints drive design process. *Applied Ergonomics*, 31(1):73–82. [https://doi.org/10.1016/S0003-6870\(99\)00017-4](https://doi.org/10.1016/S0003-6870(99)00017-4)
- Daniellou, F., y Garrigou, A. (1992). Human factors in design: Sociotechnics or ergonomics? En M. Helander y M. Nagamachi (Eds.), *Design for manufacturability: A systems approach to concurrent engineering and ergonomics* (pp.55-63). Londres, Reino Unido: Taylor & Francis.

- Daniellou, F. (2013). *Los factores humanos y organizativos en los proyectos de concepción de sistemas de riesgo*. Toulouse, Francia: Foundation for an Industrial Safety Culture. Recuperado de <http://www.foncsi.org/>
- Dul, J., Bruder, R., Buckle, P., Carayon, P., Falzon, P., Marras, W.S., Wilson, J.R. y Dan Der Doelen, B., (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>
- Dul, J y Neumann, W. (2008). Ergonomics contribution to company strategies. *Applied Ergonomics*, 40(4), 745-752. <https://doi.org/10.1016/j.apergo.2008.07.001>
- Helander, M.G. (1999). Seven common reasons to not implement ergonomics. *International Journal of Industrial Ergonomics*, 25(1), 97-101. [https://doi.org/10.1016/S0169-8141\(98\)00097-3](https://doi.org/10.1016/S0169-8141(98)00097-3)
- Jensen, P. (2002). Human factors and ergonomics in the planning of production. *International Journal of Industrial Ergonomics*, 29(3), 121-131. [https://doi.org/10.1016/S0169-8141\(01\)00056-7](https://doi.org/10.1016/S0169-8141(01)00056-7)
- Mekitiak, M., Greig, M., y Neumann W. P. (2016). Fitting Ergonomics to the Engineers. *Centre of Research Expertise for the Prevention of Musculoskeletal Disorders*, 4164-3. <https://uwaterloo.ca/centre-of-research-expertise-for-the-prevention-of-musculoskeletal-disorders/resources/position-papers/fitting-ergonomics-engineers>
- Moraes, A.S., Arezes P.M., y Vasconcelos R., (2011). Articulating ergonomics and engineering design to develop healthy and safe work environments. <https://www.semanticscholar.org/paper/Articulating-ergonomics-and-engineering-design-to-Moraes-Arezes/f2f1ca93438cd281d39599faac114750182c72df>
- Moraes, A.S., Arezes P.M., y Vasconcelos R., (2012). From ergonomics to design specifications: Contributions to the design of a processing machine in a tire company. *Work*, 41(Supplement 1), 552-559. <https://doi.org/10.3233/WOR-2012-0210-552>

- Neumann, W.P. y Village, J. (2012) Ergonomics action research II: A framework for integrating HF into work system design. *Ergonomics*, 55(10), 1140-1156. <https://doi.org/10.1080/00140139.2012.706714>
- Pikaar, R. (2008). Ergonomics in engineering projects - How to achieve a booming business. <https://www.researchgate.net/publication/323317330>
- Thibault, J. F. (2000). Practice of ergonomics management in industrial design. *Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society Annual Meeting*, 44(10), 297-299. <https://doi.org/10.1177/154193120004401045>
- Village, J., Searcy, C., Salustri, F. y Neumann, P. W. (2015). Design for human factors (DfHF): A grounded theory for integrating human factors into production design processes. *Ergonomics*, 58(9), 1529-1546. <https://doi.org/10.1080/00140139.2015.1022232>