



Edwin Giovanni Silva
Especialista en Ergonomía
edwsil22@hotmail.com

ESCUELA COLOMBIANA DE
REHABILITACIÓN
Grupo de investigación ocupación,
realización y contexto

REVISIÓN DOCUMENTAL DE LA ERGONOMÍA EN COLOMBIA 1990-2010

Documentary Review of Ergonomics in Colombia 1990-2010

Fecha de Recepción: 14 de Mayo de 2011 - Fecha de Aprobación: 15 de Septiembre de 2011

RESUMEN

Al día de hoy se desconocen estudios que den cuenta del desarrollo de la ergonomía en Colombia, así como del estado actual de las tendencias y las temáticas más relevantes abordadas en esta área del conocimiento, motivo por el cual no es posible establecer el grado de desarrollo de la disciplina a nivel local. Atendiendo a esta necesidad, el presente artículo muestra los resultados de la revisión documental de la producción investigativa generada en Colombia en el área de ergonomía entre los años de 1990 y 2010. Para efectos de este estudio se identificaron los grupos de investigación colombianos que declaran líneas de trabajo en ergonomía a través de la revisión de la base de datos de COLCIENCIAS. Además, se consultó la producción investigativa local registrada en artículos científicos en las bases de datos: EBSCO, PROQUEST, PUBMED, SCIELO, REDALYC y E-REVISTA. Producto de esta búsqueda se recopilaron 33 artículos producidos en Colombia que abordan temáticas relacionadas con la ergonomía. Los estudios fueron clasificados teniendo en cuenta los tres dominios de especialización propuestos por la International Ergonomics Association (IEA) en el año 2000: Ergonomía Física, Ergonomía Cognitiva y Ergonomía Organizacional. Posteriormente se determinó el tipo de estudio de cada una de las investigaciones analizadas, para lo cual se propusieron dos categorías: investigación básica e investigación aplicada. Como resultado de esta revisión documental se evidencia que la mayoría de los artículos analizados se encuentra clasificada bajo el dominio de especialización de ergonomía física (17 de 33) y que el tipo de estudio más común es la investigación aplicada (22 de 33).

PALABRAS CLAVE

Revisión documental, investigación en ergonomía, Factores Humanos.

ABSTRACT

To date, are unknown studies which show the ergonomics development in Colombia and the current state of trends and the most relevant topics addressed in this area of knowledge. For this reason, it is not able to establish the degree of development of the discipline at the local level. In response to this need, this article shows the results of the literature review, of research output generated in Colombia in the field of ergonomics between 1990 and 2010. For purposes of this study, the Colombian research groups were identified which state fields of action in ergonomics through the review of the COLCIENCIAS database. In addition, it was consulted the local research output in scientific papers registered in the databases: EBSCO, PROQUEST, PUBMED, SCIELO, REDALYC y E-REVISTA. 33 articles produced in Colombia, were collected as a result of this search. That addresses topics related to ergonomics. The studies were classified taking into account the three domains of expertise or Master offered by The International Ergonomics Association (IEA) in 2000. Physical Ergonomics, Cognitive Ergonomics and Organizational Ergonomics. Subsequently, it was determined the type of study of each analyzed research, for which two categories were proposed: basic research and applied research. As a result of this documentary review it is evidenced that the most of the analyzed articles are classified under the domain of physical ergonomics master degree (17 of 33) and the most common type of study is the applied research (22 of 33)

KEYWORDS

Documentary review, ergonomics research, Human factors.

El presente artículo muestra los resultados de la revisión documental de la investigación en el área de ergonomía en Colombia en los últimos 20 años. Para ello muestra las áreas temáticas de mayor recurrencia y los tipos de investigación más usados. La clasificación de las temáticas se elaboró teniendo en cuenta los tres dominios de especialización de la ergonomía propuestos por la IEA: física, cognitiva y organizacional. Antes de presentar los hallazgos de esta revisión se abordan de forma breve los fundamentos conceptuales que soportan este estudio.

Orígenes de la ergonomía y su llegada a Colombia

Desde los primeros tiempos, cuando los hombres comenzaron a modificar su entorno buscando adaptarse y sobrevivir a las condiciones que éste le imponía, se ha hecho evidente la necesidad de estudiar las actividades humanas con el fin de optimizar su desarrollo. Algunos autores () citan a Leonardo Da Vinci con sus “Cuadernos de anatomía” de 1498 y a Alberto Durero con su libro “El arte de la medida” de 1512 como los precursores de la biomecánica y la anatomía, respectivamente; y a su vez, refieren que estos documentos son los primeros legados de evidencia de estudios que buscaban optimizar el desarrollo del trabajo. No obstante la aparición del término ergonomía se produce sólo hasta el año de 1857, cuando el polaco Wojciech Jastrzebowski hace mención a esta palabra en su escrito “Ensayos de ergonomía, o ciencias del trabajo, basada en las ciencias objetivas de la ciencia sobre la naturaleza”. En dicho texto, el autor explica el origen etimológico de la palabra, la cual proviene de los vocablos griegos *ergón*, que significa trabajo, y *nomos* que significa ley. () Además de aportar el vocablo etimológico, Jastrzebowski define la ergonomía y la ciencia del trabajo como sinónimos, y plantea al trabajo como el compendio de las actividades humanas de una manera holística e integral. ()

El hecho potenciador de los estudios para optimizar las funciones del ser humano en su actividad laboral fue el avance tecnológico logrado con la revolución industrial a finales del siglo XIX y comienzos del XX, ya que la implementación de nueva maquinaria y la necesidad de que el hombre se adapte a ésta, generaron una creciente oleada de estudios científicos que buscaban dar respuesta a los nuevos requerimientos de la industrialización, dando origen a conceptos como “Ingeniería Humana”, en los que converge investigaciones en el campo de la biología, la fisiología y la biomecánica; corriente que posteriormente daría lugar a la llamada “Organización Científica del Trabajo”. Este postulado de Frederick Taylor se basa en la subdivisión del trabajo en tareas más simples y en la remuneración del trabajador según el rendimiento. () La adopción de este nuevo concepto de organización laboral de Taylor originó la realización de varios estudios centrados en las condiciones de trabajo y el ambiente laboral. Los resultados de estos procesos de investigación se agruparon bajo el concepto de Factores Humanos. () Este concepto surge con carácter normativo, cuenta con una gran tendencia a la generalización y da origen a la mayor cantidad de métodos para evaluar al individuo. () Su evolución y difusión se centra en Estados Unidos y otros países de habla inglesa.

A mediados del siglo XX, en el continente europeo, especialmente en Francia y Bélgica, surge un nuevo concepto denominado ergonomía centrada en la actividad (), la cual tiene como fundamento analizar el trabajo en situaciones reales con el fin de mejorar las condiciones laborales. Esta corriente da más importancia al componente cognitivo, psicológico y social del trabajo y posee mayor especificidad, en tanto que no evalúa aisladamente ni unidimensionalmente a la persona, pues en su análisis aborda las dimensiones biológica, cognitiva, social y psicológica del ser; sino que incluye además, el análisis y la comprensión de la situación del trabajo. El propósito de la intervención ergonómica desde esta mirada es mejorar los componentes que interactúan en el sistema o la actividad del trabajo (las personas, la organización, la tecnología y el ambiente), interrelacionando los aspectos de salud, seguridad, productividad y calidad.”(6)

Después de un siglo completo en el que se desarrollan diversos procesos históricos, políticos, económicos y culturales, como las dos guerras mundiales, el renacer productivo de la posguerra, la aparición del consumismo, la guerra fría y la era de la computación, entre otras, la IEA, máximo organismo internacional en el campo de la ergonomía que agrupa las distintas asociaciones del mundo entero, en el año 2000, define de manera consensuada la ergonomía o factores humanos como: “la disciplina científica relacionada con la comprensión de las interacciones entre los seres humanos y los elementos de un sistema, y la profesión que aplica teoría, principios, datos y métodos de diseño para optimizar el bienestar humano y todo el desempeño del sistema”(3). Además de consolidar la definición, la IEA analiza los diferentes enfoques y corrientes de la ergonomía actual y postula tres dominios de especialización: la ergonomía física, la ergonomía cognitiva y la ergonomía organizacional.

La ergonomía física se refiere a las características anatómicas, antropométricas, fisiológicas y biomecánicas humanas en su relación con la actividad física. Aspectos relevantes de este dominio son las posturas de trabajo, el manejo de materiales, los movimientos repetitivos, los desórdenes músculo-esqueléticos relacionados con el trabajo, la distribución del lugar de trabajo, seguridad y salud. Por su parte, la ergonomía cognitiva hace referencia a los procesos mentales como la percepción, memoria, razonamiento y respuesta motora, que afectan las interacciones entre los seres humanos y con los otros elementos de un sistema. Finalmente, la ergonomía organizacional se preocupa por la optimización de sistemas socio-técnicos incluyendo sus estructuras organizacionales, las políticas y los procesos. Este dominio de especialización analiza temas como las comunicaciones, la gestión del recurso humano, el diseño del trabajo y sus tiempos de ejecución, el trabajo en equipo, los nuevos paradigmas del trabajo, las organizaciones virtuales, el tele-trabajo y la gestión de la calidad.(8) Estos tres dominios de especialización exigen al ergónomo competencias específicas y profundas durante el estudio del ser humano y sus interacciones con los otros elementos del sistema; además se convierten en variables de clasificación dentro de la misma disciplina.

Diferente a lo ocurrido en Estados Unidos y Europa, la ergonomía en Latinoamérica aparece en la década de 1970 y surge directamente

ligada al campo académico, cuando las escuelas de diseño industrial latinoamericanas copian el currículo de la escuela alemana Hochschule für Gestaltung de ULM, en el cual se incluía la asignatura de ergonomía como herramienta para el diseño de objetos adecuados a las características y limitaciones humanas. (5) Desde entonces países como Argentina, Brasil y México han guiado el desarrollo de la ergonomía en Latinoamérica. Desde la década de 1970 estos países crean sus propios centros de investigación y conforman sus propias sociedades de ergonomía, logrando con el transcurso del tiempo, consolidar la disciplina en el sector académico a través de la creación de programas de doctorado en la materia, y en el sector productivo, mediante la realización de múltiples intervenciones en la industria.

Al igual que en el resto de Latinoamérica la ergonomía llega a Colombia a mediados de la década de 1970. Inicialmente se enfoca a las áreas de Seguridad Industrial y Medicina del Trabajo en el currículo de Ingeniería Industrial, ya que el ingeniero español Jorge Forcadas fundador de dicha carrera en la Universidad de Antioquia introduce el concepto de ergonomía en este programa. Durante la década de 1980 la ergonomía se difunde a manera de cátedra dentro de los programas académicos de ingeniería, diseño industrial y terapia ocupacional. (8,) Además en esta década el ingeniero colombiano Jairo Estrada publica sus libros “Notas para un Curso de Ergonomía” y “Ergonomía”.(5)

Para la década de 1990 el tema de la ergonomía en Colombia cobra relevancia, varios profesionales deciden realizar su formación en el exterior, en países como Brasil, México, Inglaterra, Francia, Bélgica y España, entre otros. En 1996 se crea la Sociedad Colombiana de Ergonomía, la cual realiza los primeros congresos a nivel nacional y genera las primeras publicaciones nacionales en el área. A finales de esta década, la Escuela Colombiana de Rehabilitación oferta el primer posgrado en ergonomía a nivel de especialización. (1)

A pesar de que la ergonomía llega a Colombia en la misma época que en el resto de Latinoamérica, actualmente se observa que otros países latinoamericanos han logrado una consolidación efectiva de la disciplina, tanto en el ámbito académico como en el industrial, ya que cuentan con reconocimiento a nivel mundial, realizan eventos internacionales, y ofertan programas posgraduales a nivel de maestrías y doctorado, lo cual es evidencia de su crecimiento científico. En Colombia, por el contrario, aun no se han realizado estudios que den cuenta del desarrollo de la ergonomía en el ámbito local, lo cual puede relacionarse con la afirmación del académico Óscar Gualdrón, Vicerrector de Investigación de la Universidad Industrial de Santander (UIS) quien argumenta que: “Un país como Colombia, con una producción científica exigua en el contexto latinoamericano y mundial, y con una inversión limitada no puede dedicarse a generar impactos en cien mil áreas, sino que tiene que dedicarse a los temas que realmente sean los que impacten es sus procesos de desarrollo económico y social”(9).

Por los motivos aquí mencionados es prudente que, después de 40 años de que el concepto de ergonomía apareciera en Colombia, se examine la producción científica generada a nivel local en torno a esta disciplina, y se logre establecer el estado actual de las tendencias temáticas abordadas por ella, así como de los aportes logrados en

esta disciplina por los investigadores colombianos. Contar con esta información permitirá a futuro proyectar y re-direccionar las acciones tendientes a lograr el avance de la ergonomía en el país.

METODOLOGÍA

Con el propósito de conocer las temáticas abordadas por las investigaciones en ergonomía realizadas en Colombia desde 1990 hasta 2010, se contempló como unidad de análisis del presente estudio la producción investigativa publicada en revistas científicas registradas o en publicaciones avaladas por instituciones educativas colombianas. También fueron tenidas en cuenta algunas investigaciones que habían iniciado proceso de publicación y que al momento de empezar el análisis de resultados de este estudio se encontraban en prensa.

Como estrategia para acceder a los artículos científicos se estableció contacto con los grupos de investigación existentes en Colombia, para lo cual se consultó la base de datos de COLCIENCIAS y se envió una invitación a participar en la investigación a la totalidad de los grupos adscritos a esta entidad. En esta búsqueda se hizo especial énfasis en los grupos que declaraban líneas de investigación en ergonomía, realizando contacto personal con integrantes de dos de los 4 grupos identificados. Además, se realizó la búsqueda de artículos científicos publicados en revistas indexadas a través de la consulta a las bases de datos: EBSCO, PROQUEST, PUBMED, SCIELO REDALYC y E-REVISTA, las cuales fueron escogidas por su reconocimiento en el campo de investigación, su vinculación con el área de la salud y su amplia cobertura.

RESULTADOS

Como resultado de las estrategias mencionadas se identificaron 33 artículos que trataban temas de ergonomía y que cumplían con las características para hacer parte de la presente investigación. De estos artículos fue posible analizar 27, pues no se obtuvo acceso al texto completo de los 6 restantes. Para analizar la información recopilada con el fin de obtener una tendencia de la investigación en ergonomía en Colombia los artículos hallados fueron clasificados teniendo en cuenta los tres dominios de especialización propuestos por la IEA en el año 2000: Ergonomía Física, Ergonomía Cognitiva y Ergonomía Organizacional. Posteriormente se determinó el tipo de estudio de cada una de las investigaciones a través de dos categorías de análisis: investigación básica e investigación aplicada.

Para efectos de este estudio la investigación básica se entiende como: “trabajos originales, experimentales o teóricos, que se emprenden principalmente para obtener nuevos conocimientos sobre los fundamentos de los fenómenos y de los hechos observables, sin estar dirigida a una aplicación o utilización determinada.” A su vez, la investigación aplicada se define como: “trabajos originales emprendidos con la finalidad de adquirir nuevos conocimientos, sin embargo, dirigida fundamentalmente hacia un objetivo práctico específico.(10)

La sistematización y el análisis de los artículos se realizó a partir de la elaboración de Resúmenes Analíticos de Investigación. Poste-

No.	TITULO	DOMINIO DE ESPECIALIZACIÓN	TIPO DE INVESTIGACIÓN
1	Ergonomic Conditions of Material Handlers and Drivers Employed by a Truck Freight Transportation Company.	Física	Aplicada
2	Musculoskeletal symptoms in cold exposed and non-cold exposed workers.	Física	Aplicada
3	Determinación de la carga física laboral (postura, aplicación de fuerza y movimientos) y los efectos osteomusculares en trabajadores del área de ensamble en una empresa manufacturera de elementos de caucho de Bogotá.	Física	Aplicada
4	Factores de riesgo de carga física y diagnóstico de alteración osteomuscular en trabajos de minas de carbón en el valle de Ubaté	Física	Aplicada
5	Carga física y tiempo máximo de trabajo aceptable en trabajadores de un supermercado en Cali, Colombia	Física	Aplicada
6	Dolor músculo-esquelético y su asociación con factores de riesgo ergonómicos, en trabajadores administrativos.	Física	Aplicada
7	Efecto de la flexibilidad sobre la mecánica corporal durante el levantamiento manual de cargas, en trabajadores de una papelera ubicada en Cali, Colombia.	Física	Aplicada
8	Carga física y consumo de oxígeno en conductores de vehículos de carga y de pasajeros.	Física	Aplicada
9	El análisis ergonómico y las lesiones de espalda en sistemas de producción flexible.	Física/Organizacional	Aplicada
10	Definition of sizes for the design of school furniture for Bogotá schools based on anthropometric criteria.	Física	Aplicada
11	Diseño de una camilla / mesa proctológica	Física	Aplicada
12	Caracterización de puestos de trabajo para dos personas que utilizan exoprótesis como consecuencia de amputación de miembros inferiores por encima de rodilla a partir del análisis de la marcha protésica realizada en el laboratorio de biomecánica digital BIOMED.	Física	Aplicada
13	Aplicación de la Ergonomía en el Desarrollo de un Periférico de Entrada y Control de Datos para Discapacitados.	Física	Aplicada
14	El análisis multifactorial del trabajo estático y repetitivo. Estudio del trabajo en actividades de servicio	Física / Organizacional	Aplicada
15	Ayudas técnicas para personas mayores. Ergonomía en Diseño Industrial	Física	Aplicada
16	Ergonomic factors that cause the presence of pain muscle in students of dentistry	Física	Aplicada
17	Condiciones ergonómicas en la práctica de ortodoncia de los residentes de la especialización de ortopedia funcional y ortodoncia de la Universidad Cooperativa de Colombia, sede Bogotá, durante el primer Semestre del 2009	Física	Aplicada
18	Investigación con el sistema da Vinci® en el Hospital St Marys de Londres.	Cognitiva	Aplicada
19	El estudio del factor humano en accidentes de aviación.	Cognitiva	Básica
20	Análisis De La Actividad De Recolección De Desechos Orgánicos	Organizacional	Aplicada
21	Macroergonomic study of food sector company distribution centres.	Organizacional	Aplicada
22	“Método de Análisis Ergoecológico -MAE”	Otro	Básica
23	Diagnóstico del estudio ergonómico de la Universidad la Nueva Granada	Otro	Aplicada
24	Ergoecology: innovation alternative at companies intervention, promoting integrated performance off productive processes	Otro	Básica
25	Ergonomía y Terapia Ocupacional	Otro	Básica
26	Diseño de una plataforma informática para el almacenaje y análisis de datos antropométricos. Antropos 2.0	Otro	Aplicada
27	Modelo conceptual para identificar factores relevantes en la seguridad de los niños en los autobuses escolares	Otro	Básica

Tabla 1. Distribución de los estudios de ergonomía en Colombia según dominio de especialización y tipo de investigación.

riormente los artículos fueron organizados de acuerdo a las dos variables de análisis establecidas: dominio de la especialización (física, cognitiva u organizacional) y el tipo de la investigación (básica o aplicada). Como parte del análisis fueron hallados algunos estudios que no pertenecen a ninguno de los dominios de especialización establecidos, en la medida en que tratan otras temáticas relacionadas con la ergonomía pero que no se centran en ella; como por ejemplo, estudios que abordan la relación entre la ergonomía y la profesión de Terapia Ocupacional, o el diseño de modelos novedosos de intervención como la ergoecología, entre otros. Dado que estos estudios no corresponden a ninguna de las tres categorías de dominio, se muestran en la tabla de resultados (Tabla 1) con el rótulo: “otro”.

A continuación se caracterizan y describen los hallazgos de esta revisión.

Dominios de especialización

1. Ergonomía física

La mayoría de los artículos analizados se encuentra en el dominio de especialización de ergonomía física (17 de 33). En esta categoría se agruparon los estudios que abordan temas referentes a posturas de trabajo, requerimientos de fuerza para la manipulación de materiales, movimientos repetitivos, desórdenes músculo-esqueléticos, consumo energético y fisiología en el trabajo. Como resultado de la revisión se evidencia que el tema más recurrente en esta categoría son los desórdenes músculo-esqueléticos a causa de la actividad laboral y se contemplan trabajos variados tanto operativos como administrativos.

Autores como Piedrahita, Punnett y Shahnavazd realizaron una investigación en la cual se buscaba definir si los trabajadores que realizan sus actividades laborales expuestos a bajas temperaturas presentan mayor sintomatología en el sistema músculo-esquelético. Producto de esta investigación se concluye que “exponerse al frío tiene una relación clara con la prevalencia de los síntomas músculo-esqueléticos, especialmente el cuello, hombros, y parte baja de la espalda” sin embargo la falta de estudios de campo experimental y prospectivo, limita la capacidad para definir la exposición al frío como un factor causante de desordenes músculo-esqueléticos.(11)

En cuanto a la relación de carga física y desordenes músculo-esqueléticos, Piedrahita, en el año 2000 publica una investigación en la cual se analizan las condiciones en que realizan la manipulación de materiales los trabajadores de una empresa de transporte de carga. Dentro de las conclusiones de este estudio se refieren la necesidad de organizar el trabajo, fragmentar la carga y generar espacios para la implementación de ayudas mecánicas(12). Por otro lado, Gutiérrez, Martínez y Rueda realizaron un estudio en el que se buscó determinar la carga física laboral de los trabajadores del área de ensamble en una empresa manufacturera de elementos de caucho y los efectos que esta puede tener en el sistema osteomuscular (13). Otra investigación que desarrolla esta temática es la realizada por Velandia y Muñoz, quienes buscaron identificar los factores de riesgo por carga física en relación con alteraciones osteomusculares en trabajadores de minas de carbón. Entre las conclusiones reportadas por esta investigación cabe destacar los siguientes aportes: “Si se hace

referencia a la evidencia de relación con el trabajo, se encuentra que los casos de desórdenes osteomusculares presentan larga e intensa exposición a sobrecarga física.”¹³ “Los desórdenes osteomusculares encontrados en la columna y el hombro, al parecer, se deben a la permanente postura de flexión de columna tanto cervical como lumbar, acompañados de esfuerzos para los movimientos de rotación y manipulación de pesos entre diez y veinte kilos”(14).

Los sistemas productivos en relación con los desórdenes músculo-esqueléticos es la temática abordada en la investigación “El análisis ergonómico y las lesiones de espalda en sistemas de producción flexible”, realizada por Castillo J., Cubillos A., Orozco A. y Valencia J. Una de los principales aportes de esta investigación es la invitación que realizan los autores a realizar una evaluación multidimensional y compleja de los orígenes de las lesiones músculo-esqueléticas, pues refieren que es necesario evaluar los parámetros organizacionales en los que se encuentra circunscrito el desarrollo de la actividad y enfatizar en la forma “real” de realizar el trabajo, ya que el desconocimiento de esta realidad puede potenciar la aparición de lesiones musculoesqueléticas(15).

Además de las actividades laborales netamente productivas, actividades como las desarrolladas por los ortodoncistas también son objeto de estudio de la ergonomía física. Sobre esta temática en el año 2010 se publicaron dos artículos que analizan este tipo de actividades: el primero fue desarrollado por Fandiño, Peña, Rey, Puentes y Báez; y el segundo por Díaz-Caballero, Gómez-Palencia y Díaz-Cárdenas. Los resultados de estas investigaciones son similares y por ende arrojan conclusiones afines. La conclusión más relevante de los estudios en mención es que la problemática postural durante el desarrollo de la actividad puede ser causante de desórdenes músculo-esqueléticos en quienes las realizan. Al respecto, Fandiño y compañía manifiestan que “el 100% de los residentes tiene posición de espalda doblada con giro que representa el nivel más alto dentro del código de posturas; en las mujeres la flexión e inclinación del tronco en forma simultánea es mayor[...]estas posturas presentan efectos dañinos sobre el sistema músculo-esquelético, por lo que se requiere de acciones correctivas inmediatas, tanto en el desarrollo de la actividad como en la disposición y diseño de los puestos de trabajo en las clínicas de ortodoncia de la Universidad Cooperativa de Colombia, sede Bogotá”(16), mientras que el grupo de investigadores liderado por Díaz-Caballero declaran que “la adopción de las posturas inadecuadas tales como flexiones exageradas o torsiones cervicales podrían generar una alta frecuencia de dolor muscular en los estudiantes de odontología”.(17)

De igual forma, autores como Vernaza y Sierra con su investigación titulada “Dolor músculo-esquelético y su asociación con factores de riesgo ergonómicos, en trabajadores administrativos” y Castillo y Ramírez con sus estudio denominado “El análisis multifactorial del trabajo estático y repetitivo, estudio del trabajo en actividades de servicio” han indagado sobre la correlación de las actividades administrativas con los desórdenes músculo-esqueléticos. Dentro de los resultados de estas investigaciones se determina que efectivamente existen factores de riesgo que pueden generar lesiones músculo-esqueléticas durante el desarrollo de actividades administrativas. Refieren por ejemplo, que posturas de trabajo forzadas son el factor de mayor riesgo en este tipo de labores.(18) Sin embargo

Castillo y Ramírez enfatizan en “el estudio de las lesiones osteomusculares causadas por actividades en las cuales se requiere mantener durante períodos prolongados de tiempo la misma postura se debe comprender la relación entre la autonomía (capacidad de cada individuo de decidir el curso de su acción en el trabajo) y la complejidad operativa del trabajo (nivel de formalización de los procedimientos y operaciones); ya que la conjunción de estos elementos determina la posibilidad de regulación de un trabajador[...]Por ello, el desarrollo de programas de prevención de este tipo de lesión pierde todo efecto posible cuando se comprueba que los trabajadores, a pesar de tratar de modificar sus comportamientos, se encuentran con unas condiciones de diseño de tareas y de espacios de trabajo que les impiden poner en práctica los principios de prevención. En consecuencia, cualquier intento por modificar los comportamientos fracasa ante la incapacidad de modificar el contexto organizacional que engloba los conceptos de: tarea diseñada, prácticas de control y diseño de espacios.”(19)

Además del tema de desórdenes musculoesqueléticos, dentro de las investigaciones categorizadas dentro de la ergonomía física se observa una segunda temática recurrente, se trata de las investigaciones que tienen como objetivo el diseño de productos. Estas investigaciones estudian los factores humanos con el fin de optimizar la interacción entre el ser humano y los objetos y el espacio. Generalmente analizan una actividad específica con el fin de generar los determinantes y requerimientos con que debe cumplir una propuesta objetual que dé respuesta a las necesidades del usuario (21, 22, 23 y 24).

Autores como García-Acosta y Lange-Morales realizaron una investigación en la cual se logró establecer los determinantes y requerimientos que debe cumplir el mobiliario escolar para dar respuesta a la antropometría de los niños usuarios. El estudio concluye que de las dimensiones antropométricas de la población de escuela primaria no son homogéneas y que la dispersión es mayor en los grados superiores que en los grados inferiores, por tal razón es indispensable considerar la posibilidad de usar diferentes tallas de mobiliario en una misma aula y así lograr atender los requerimientos antropométricos de la mayoría de estudiantes.(20)

Otras investigaciones se enfocan en realizar análisis de actividades que son desarrolladas por seres humanos que presentan alguna condición específicas, como es el caso de los estudios: “Aplicación de la Ergonomía en el Desarrollo de un Periférico de Entrada y Control de Datos para Discapacitados”, y “Technical Aids For Elderly People, Ergonomics in Industrial Design”; estas investigaciones son de gran utilidad para el desarrollo de productos cuyo usuario hace parte de una población en condiciones específicas, en el sentido en que aportan evidencia que favorece el desarrollo ergonómico en este campo de trabajo. Muestra de ello es el hallazgo mencionada por Maradei M, Maldonado F y Gómez C, quienes concluyen en su estudio que: “La variabilidad de los aspectos fisiológicos en la discapacidad de miembros superiores hace que cada caso sea particular y por tanto cada amputación genera un muñón diferente, aun siendo realizada a la misma altura de la extremidad, esta condición hace que el diseño sea particular, ya que la solución que puede ser útil para una situación específica, para otra no lo será.”(21).

Además de la generación de conocimiento inherente a cada una de los procesos investigativos, estos estudios logran crear modelos

de intervención en los cuales se interrelacionan diferentes disciplinas como el diseño industrial y la ergonomía, lo cual redundaría en el hallazgo de soluciones tipo ayudas técnicas para poblaciones vulnerables como los adultos mayores, lo cual contribuye con el mejoramiento del bienestar y la calidad de vida de esta población. Así mismo, el desarrollo de estos trabajos es una manera efectiva de sensibilizar a los estudiantes para que comprendan el rol de los diseñadores en la sociedad (22).

Otra investigación que ha contemplado usuarios en condiciones especiales es la realizada por Guzmán O., Forero S. y Gómez C. en la cual, a partir del análisis de la marcha protésica se logra definir las características del puestos de trabajo para dos personas que utilizan exoprótesis en los miembros inferiores. Este estudio surge con el fin de identificar las adaptaciones que requieren los puestos de trabajo y el entorno para dar respuesta a las necesidades específicas de los usuarios de prótesis. Además, los autores reportan que esta investigación se convirtió en una de los primeros estudios que muestra la utilidad del Laboratorio de Biomecánica Digital “BIOMED”, su pertinencia en el campo de Terapia Ocupacional, y su uso como herramienta en el área de ergonomía y discapacidad (23).

Además de las investigaciones que abordan el diseño de productos para usuarios específicos, existen las investigaciones que buscan solucionar las necesidades que surgen del desarrollo de actividades con requerimientos particulares, este es el caso de la investigación denominada “Diseño de una camilla/mesa proctológica”, este proyecto tuvo como objetivo realizar un proceso de diseño y elaboración de una camilla proctológica que lograra ajustarse a la antropometría de la población colombiana, y que su proceso productivo fuese con equipos convencionales y materiales comerciales que generen un costo inferior al de los productos comerciales (24).

Otras de las temáticas abordadas dentro de la ergonomía física son las investigaciones que buscan establecer los parámetros físicos y fisiológicos para el desarrollo de una actividad laboral. La investigación “Carga física y tiempo máximo de trabajo aceptable en trabajadores de un supermercado en Cali, Colombia” buscó que por medio de la medición de la frecuencia cardíaca relativa (FCR) se logre determinar la carga máxima de trabajo físico que puede ser soportada por un trabajador durante una jornada laboral, sin llegar a ocasionar fatiga (25). Otra investigación que busca medir la carga física de una actividad fue la desarrollada por Saavedra y Quintana cuyo objetivo fue analizar la carga física de los conductores de vehículos de carga y pasajeros a través de la medición directa del consumo de oxígeno, para poder determinar si la actividad de conducir se encuentra bajo las recomendaciones metabólicas internacionales y establecer cual de los dos tipos de vehículo exige una mayor carga física (26). Por su parte, el estudio realizado por Gómez: “Efecto de la flexibilidad sobre la mecánica corporal durante el levantamiento manual de cargas, en trabajadores de una papelería ubicada en Cali, Colombia”, arrojó como principal conclusión la importancia de la flexibilidad como factor preventivo de lesiones durante el levantamiento manual de cargas (27).

2. Ergonomía Cognitiva

Los artículos que abordan el tema de ergonomía cognitiva son evidentemente escasos en comparación con los de ergonomía física,

pues en esta categoría se clasificaron tan solo dos estudios. El primero, aunque fue desarrollado en el Hospital St Mary's de Londres, contó con la participación de investigadores colombianos. En este proyecto se evaluó la interacción cognitiva entre un usuario y un sistema tele-manipulado para realizar suturas. Durante este proyecto se contemplaron variables como el nivel de experticia que poseían los participantes, la cantidad de información con que contaban, y la habilidad y destreza individual. Estas variables se pusieron a prueba en distintos experimentos que buscaban caracterizar el proceso de aprendizaje, evaluar la efectividad de la visión en tercera dimensión y realizar un análisis de movimientos con el fin de establecer métodos de evaluación de desempeño durante las cirugías (28). Entre los resultados más significativos se encuentra el efecto positivo que tiene la repetición en la ejecución de una actividad, en cuanto al mejoramiento de los procedimientos, la reducción de movimientos y por ende la reducción de tiempos de ejecución. Al comparar los resultados obtenidos con el grupo de cirujanos expertos y el grupo sin experiencia se encontró que ambos grupos mejoraron indistintamente de su nivel de experticia.

El otro artículo que aborda el tema de procesos cognitivos es el elaborado por Sánchez, que aunque se trata de una revisión de conceptos entorno al estudio del factor humano en accidentes de aviación, dentro de sus conclusiones contempla la necesidad de realizar análisis del sistema ergonómico y sus interacciones con el entorno con el fin de obtener un abordaje holístico y complejo. Del objeto de estudio (29).

3. Ergonomía Organizacional

En cuanto a los artículos que traten temas de ergonomía organizacional se identificaron cuatro estudios, entre los cuales se encuentra la investigación realizada por Maradei, quien analizó la actividad de recolección de desechos orgánicos en la ciudad de Lyon, Francia. Esta investigación parte de la necesidad de controlar el riesgo biológico al que se encuentran expuestos los trabajadores. Durante el desarrollo de este proyecto el autor identifica factores organizacionales de la empresa que incrementan la posibilidad de contaminación biológica en los trabajadores, por tal razón dentro de los resultados se plantean propuestas de intervención tanto en los puestos de trabajo, como en el ámbito organizacional de la empresa (30).

García y Lange abordan la ergonomía organizacional bajo el concepto de macro-ergonomía. Su investigación buscó diseñar el sistema de trabajo ideal en una empresa del sector de alimentos. Además de los resultados propios para la empresa intervenida, esta investigación realiza un aporte importante a la ergonomía organizacional, ya que propone un modelo de intervención en el que las variables micro y macro ergonómicas son abordadas de manera integral y se realiza una análisis complejo del sistema ergonómico. Cabe anotar que el modelo propuesto en esta investigación puede llegar a ser replicable en diferentes tipos de empresas (31).

Los otros dos artículos que se clasifican dentro del dominio de ergonomía organizacional son los realizados por Castillo y su grupo de colaboradores, que, aunque surgen de una demanda de la ergonomía física, sus resultados y conclusiones refieren siempre al aspecto organizacional de la empresa intervenida. Es así como producto de

las investigaciones de Castillo se puede concluir que el estudio de problemas osteomusculares debe tener en cuenta los aspectos organizacionales bajo los cuales se desarrolla la actividad, ya que los requerimientos que exige el desarrollo de la tarea al trabajador se encuentran íntimamente ligadas al modelo de organización que posee la empresa. Castillo enuncia que varios trabajos de investigación concluyen que para lograr un impacto positivo en la prevención de lesiones osteomusculares es necesario integrar al análisis físico los factores organizacionales de la actividad, sin embargo este tipo de intervenciones requieren mayor tiempo y demandan mayor entrenamiento (15,19).

4. Otros dominios

Además de los artículos clasificados en los tres dominios de especialización de la ergonomía, durante la investigación se encontraron estudios que plantean modelos de intervención entorno a la ergonomía. Uno de los más relevantes es el Método de Análisis Ergoecológico MAE, el cual se basa en el concepto de Ergoecología desarrollado por García, Romero y Saravia desde el año de 1997 y que busca integrar la evaluación ergonómica y el sistema de manejo del medio ambiente. El MAE surge de la necesidad de establecer procesos metodológicos y experimentales que permitan la validación del concepto, por lo cual en su constitución en el año de 1999 se identificaron siete etapas metodológicas y se dio inicio al proceso de validación y mejoramiento del método. Para el año 2004 se inició el proceso de validación del MAE, para lo cual se diseñó y construyó una nave nodriza para la Armada Nacional de Colombia, proceso que contó con la cooperación de COTECMAR (Corporación de Ciencia y tecnología para el desarrollo Naval de Colombia, transporte fluvial y de Industrias). Luego de esta validación la proyección del MAE es ser validado en otros sectores productivos y homologar sus procedimientos bajo estándares internacionales con el propósito de posicionar el concepto de Ergoecología en el ámbito de la gestión integral (32). Basado en este método, Saravia y Rincón desarrollaron un nuevo enfoque que busca promover el rendimiento de los procesos productivos, el cual se denomina Método de Intervención para el Desempeño Integral del Proceso Productivo (MIDI-PP). Este método fue aplicado en el año 2005 en una compañía metalúrgica dedicada a la elaboración y venta de cerraduras (33).

Posteriormente, en el año 2008 Maradei, Espinel y Díaz publicaron un artículo en el que valiéndose de un ejercicio investigativo que tuvo como fin el diseño de una plataforma informática, proponen un modelo de intervención ergonómica que involucra los principios de usabilidad y diseño centrado en el usuario. El gran aporte de esta investigación consiste en proponer una serie de etapas metodológicas que evidencian la relación que debe existir entre la ergonomía y el diseño de productos y la cual genera mejores condiciones de uso para cualquier tipo de usuario (34).

En este mismo corte de estudios, Bernal, Daza y Rincón realizaron una investigación en la que proponen un modelo conceptual que permite identificar factores relevantes en la seguridad de los niños en los autobuses escolares. El principal aporte de este modelo de intervención es la propuesta de incluir variables propias de la actividad, las cuales influyen directamente en las posturas asumidas por los pasajeros y que en estudios anteriores no se contemplan en las pruebas de laboratorio (35).

Artículos como el elaborado por Huertas,(36) en el cual se socializan los resultados de un proyecto de intervención ergonómica en un área administrativa de una universidad en Colombia, permiten al lector ilustrarse sobre metodologías de abordaje. Esta investigación realizó un estudio sistemático en el cual se proponen distintas herramientas para la recolección y el análisis de la información. En el capítulo de conclusiones y recomendaciones el autor reflexiona sobre los factores que favorecieron o perjudicaron el desarrollo del proyecto; entre los factores negativos sobresale la influencia que ejerce la falta de información de los trabajadores que participaron en el proyecto, ya que este aspecto se convierte en un factor primordial para lograr un diagnóstico acertado de las condiciones laborales estudiadas. Además, el autor plantea la necesidad de diseñar metodologías acorde a las necesidades específicas de las áreas administrativas.

Finalmente se halló el estudio de Guzmán que, aunque no propone un modelo de intervención, aborda la relación entre la Terapia ocupacional y la Ergonomía buscando establecer puntos de encuentro que permitan justificar la aplicación de la ergonomía en esta profesión. Este artículo aporta una recopilación de elementos que reconocen la pertinencia de la ergonomía dentro del ejercicio del terapeuta ocupacional, y brinda diferentes opciones para su práctica (37).

Tipo de investigación

En cuanto al tipo de investigación más recurrente en el área de ergonomía en los últimos 20 años, prevalecen los estudios de tipo aplicada (22 artículos), que surgen como producto de intervenciones en diferentes empresas. Estos estudios se encuentran dirigidos fundamentalmente hacia la consecución de un objetivo práctico específico, tal y como lo expresa la definición adoptada por esta investigación. Los 5 artículos restantes fueron clasificados como investigación básica, de los cuales 3 proponen nuevos modelos de intervención en ergonomía y 2 presentan revisiones de conceptos sin estar dirigidos a una aplicación o utilización determinada (Ver tabla 1).

DISCUSIÓN

Teniendo en cuenta las pautas impartidas en el año 2000 por la Asociación Internacional de Ergonomía (IEA), agrupación a la cual pertenece la Sociedad Colombiana de Ergonomía, se sabe que en el campo de la ergonomía se identifican tres dominios de especialización: la ergonomía física, la ergonomía cognitiva y la ergonomía organizacional. Al analizar los artículos que hicieron parte de la presente investigación se evidencia gran predominio de estudios que abordan la Ergonomía Física, en concordancia con la tendencia mundial de la investigación en el área, tal como lo reporta Nebríjo F: "En Colombia, así como en todos los países latinoamericanos y en la mayoría de los países del mundo, el dominio de estudio de la ergonomía que más se ha estudiado y desarrollado ha sido en el plano físico. Es decir, el relacionado con las posturas de trabajo, los movimientos, la capacidad fisiológica de la persona y la aplicación de fuerza principalmente. Incluso dentro de éste, se ha hecho énfasis principalmente en tres factores: postura, movimiento y fuerza. En este marco de ideas, resulta comprensible decir que los principales problemas ergonómicos que se han encontrado en la población laboral colombiana están dados por las condiciones biomecánicas del tra-

bajo, cuyo resultado de exposición se expresa a través de la aparición y diagnóstico de lesiones en el sistema osteomuscular" (38).

Esta tendencia encuentra soporte estadístico en la información suministradas por la Federación de Aseguradores Colombianos FASECOLDA, entidad que en el 2007 reportó que el 80% de las enfermedades profesionales se relacionan con un diagnóstico osteomuscular (39). Estas estadísticas de la salud laboral de la población colombiana evidencian una necesidad de intervención, y marcan la orientación de las investigaciones en el país, lo cual explicaría que la gran mayoría de los proyectos de intervención ergonómica busquen dar respuesta a problemáticas de posturas, movimientos repetitivos y manipulación de cargas.

Además, se debe tener en cuenta que para el ejercicio de su actividad económica algunas empresas colombianas deben importar tecnología, la cual fue diseñada para ser utilizada por trabajadores con otras características físicas y socioculturales. En estos casos, los parámetros para la selección e implementación de la tecnología en una empresa dan respuesta a una necesidad puntual de incremento de rendimientos y productividad, y rara vez se contemplan las implicaciones que la implementación de nuevas tecnologías pueden generar en la salud y la seguridad del trabajador. Esta condición lleva al trabajador a tener que incrementar su carga física y en ocasiones a asumir riesgos, para poder responder a los requerimientos y demandas que le impone la nueva tecnología. Esta condición se vuelve más crítica si consideramos que en algunos casos las empresas colombianas cuentan dentro de un mismo proceso productivo con tecnología madura y tecnología moderna, en cuya situación el trabajador debe realizar los esfuerzos necesarios para el óptimo funcionamiento del sistema productivo.

Así mismo, no se puede olvidar que la ergonomía física generalmente realiza un abordaje unidimensional en el que se analizan únicamente las variables físicas, fisiológicas y biomecánicas del ser humano en relación con su puesto de trabajo, por lo que este enfoque de la ergonomía resulta ser más ágil en cuanto a la recolección y análisis de la información y produce recomendaciones puntuales relativamente más sencillas de implementar; al contrario del enfoque de la ergonomía cognitiva y organizacional que involucran más variables susceptibles de análisis y por ende un incremento de los tiempos y costos de la intervención.

En cuanto a los resultados en el dominio de ergonomía cognitiva se puede referir que haber hallado tan solo dos artículos, es una clara muestra de la escasa producción científica que se está produciendo en Colombia en esta área de conocimiento. Estos resultados pueden explicarse al considerar que el concepto de ergonomía cognitiva es relativamente reciente y aun no ha consolidado sus fundamentos teóricos y metodológicos (40). Esta condición genera la hipótesis de que pueden existir investigaciones que aborden las temáticas de la ergonomía cognitiva como procesos mentales, percepción, memoria y razonamiento sin que se clasifiquen como tal, es decir, otras disciplinas pueden haber realizado investigaciones en estas temáticas y no la catalogan como ergonomía cognitiva, por tal razón se propone que futuras investigaciones enfoquen su búsqueda en las temáticas específicas que agrupa este dominio sin importar que se denominen o no como ergonomía cognitiva, pues de esta manera se podrán obtener resultados más amplios.

Otro factor que puede explicar la baja producción científica en ergonomía cognitiva es el concepto de salud y enfermedad que se maneja en el país, pues aunque la Organización Mundial de la Salud se ha encargado de promulgar desde hace algunas décadas que la salud no sólo es la ausencia de enfermedad, sino el pleno bienestar físico, psíquico y social, en Colombia existe una tendencia a abordar la enfermedad exclusivamente desde los aspectos físicos y fisiológicos del ser humano sin tener en cuenta su salud mental. Es precisamente por esta razón que el informe de enfermedades profesionales de FASECOLDA de 2007 reporta que tan solo el 1% de las enfermedades profesionales se relacionan con un diagnóstico mental. A nivel mundial, por el contrario, se ha incorporado a la discusión este nuevo concepto de salud, el cual implica realizar un análisis en diferentes contextos y niveles, para reflejar la complejidad y multidimensionalidad de la vida, donde se integra lo biomédico y lo social desde un paradigma socioecológico. La consolidación de estos nuevos abordajes entorno a la salud podrá fomentar que en Colombia se realicen investigaciones en las que se involucren los procesos cognitivos requeridos durante el desarrollo de una actividad y se logre consolidar el concepto de ergonomía cognitiva.

Referente a los resultados dentro del dominio de la ergonomía organizacional, al igual que pasa en la ergonomía cognitiva, son escasas las investigaciones encontradas. Esto se puede entender ya que este dominio de especialización agrupa aspectos como los sistemas socio-técnicos del trabajo, las estructuras organizacionales, sus políticas y sus procesos, que implican el dominio de conceptos propios de la administración, la ingeniería, la psicología y la antropología, entre otras disciplinas;(8). Por lo que se requiere contar con profesionales con conocimientos en estas áreas y que decidan realizar su

especialización en ergonomía. Actualmente en Colombia este perfil profesional se considera escaso.

Al analizar el tipo de investigación que presentan los artículos que hacen parte de este estudio se observa una mayor tendencia a realizar investigaciones de tipo aplicado, frente a investigaciones de tipo básico. Llama la atención que aunque la ergonomía en Colombia surge en el ámbito académico, actualmente la mayoría de investigaciones se desarrollan directamente en el campo productivo y son minoría las investigaciones que buscan la apropiación y fortalecimiento del concepto. Surge entonces la hipótesis que esta condición se origina debido al ambiente productivo en que se encuentra inmersa la ergonomía, lo cual conlleva a que las investigaciones realizadas tengan como fin un propósito aplicado y práctico más que el desarrollo de conceptos y teorías que fortalezca la disciplina y contribuyan a la evolución del concepto. Además se puede considerar que el concepto de Ergonomía en Colombia es relativamente nuevo, de manera que es comprensible que sean pocos los grupos de investigación que se dediquen a su estudio; y que a su vez, aún no se haya consolidado una comunidad científica local alrededor de este objeto de estudio.

Durante la búsqueda de información para realizar esta investigación se logra evidenciar la existencia de múltiples libros del área de ergonomía escritos por autores colombianos. Aunque esta literatura no fue contemplada dentro de la presente investigación, ya que no era el objetivo de la misma, se rescata este hallazgo como una manifestación del crecimiento de la investigación en ergonomía en Colombia. Además se plantea la necesidad de realizar un estudio que involucre esta información y permita su clasificación y categorización, ya que se considera una fuente importante para el conocimiento de la ergonomía tanto local como global.

Referencia:

Las referencias a otras obras son una parte
muy importante en la literatura científica;
ya que estas permiten conocer más sobre los autores y
mantener vivas sus voces dentro del texto.

1. Mondelo P, Gregory E, Barrau P. Ergonomía 1 Fundamentos. 1^{era}ed. Barcelona: Edicions UPC; 1994.
2. Rincón O. Ergonomía y procesos de diseño: consideraciones metodológicas para el desarrollo de sistemas y productos. 1^{era}ed. Bogotá: Editorial Pontificia Universidad Javeriana; 2010.
3. Saravía M. Ergonomía de concepción: su aplicación al diseño y otros procesos proyectuales. 1^{era}ed. Bogotá: Editorial Pontificia Universidad Javeriana; 2006.
4. Sociedad Colombiana de Ergonomía. Historia de la ergonomía. [en línea] [Recuperado 01/12/10] <http://sociedadcolombianadeergonomia.com/?pag=ergonomia>.
5. García G. La ergonomía desde la visión sistémica. 1^{era}ed. Bogotá: Editorial Universidad Nacional de Colombia UNIBIBLOS; 2002
6. Metodología de intervención ergonómica: una visión contemporánea para la prevención de riesgos desde la ergonomía centrada en la actividad [en línea] [Recuperado 28/11/11] <http://www.segurosbolivar.com.co/PAGARP/downloads/ergo.pdf>
7. Barón W. La ergonomía participativa y su implicación en la concepción de la seguridad industrial.[en línea][Recuperado 28/11/11] <http://www.bdigital.unal.edu.co/2452/1/539311.2010.pdf>
8. EAFIT. Aspectos Generales de la Ergonomía. Definiciones y criterios de estudio y aplicación. [en línea][Recuperado 26/10/11]<http://bdigital.eafit.edu.co/bdigital/PROYECTO/P658.5752CDZ35/capitulo1.pdf>
9. Agencia de Noticias de la Universidad Nacional. Colombia tiene que invertir más en ciencia, tecnología e innovación. [en línea][Recuperado 26/10/11] <http://noticias.universia.net.co/en-portada/noticia/2011/01/11/777718/colombia-tiene-invertir-mas-ciencia-tecnologia-e-innovacion-PRIN-TABLE.html>
10. Universidad de Colima. Investigación y desarrollo tecnológico. [en línea] [Recuperado 20/05/12]<http://www.ucol.mx/acerca/coordinaciones/cgic/cgic/Ejeinvestigacion>
11. Piedrahita H, Punnett L, y Shahnava H. Musculoskeletal symptoms in cold exposed and non-cold exposed workers. *International Journal of Industrial Ergonomics* 2004.
12. Piedrahita, H y Suratep, S.A. (2000). Ergonomic Conditions of Material Handlers and Drivers Employed by a Truck Freight Transportation Company. Medellín, Colombia S.A. Human Factors and Ergonomics Society Annual Meeting Proceedings. 2000.
13. Gutiérrez A, Martínez N, y Rueda M. Determinación de la carga física laboral (postura, aplicación de fuerza y movimientos) y los efectos osteomusculares en trabajadores del área de ensamble en una empresa manufacturera de elementos de caucho de Bogotá, 2003 – 2004. *Revista de la Sociedad Colombiana de Medicina Del Trabajo*. 2004
14. Velandia E y Muñoz J. Factores de riesgo de carga física y diagnóstico de alteración osteomuscular en trabajos de minas de carbón en el valle de Ubaté. *Revista Ciencias de la Salud (Colombia)* 2004; 2 (1)
15. Castillo J, Cubillos A, Orozco A y Valencia J. El análisis ergonómico y las lesiones de espalda en sistemas de producción flexible. *Revista Ciencias de la Salud (Colombia)* 2007; Num.3 Vol.5
16. Fandiño S, Peña C, Rey S, Puentes D y Báez L. Condiciones ergonómicas en la práctica de ortodoncia de los residentes de la especialización de ortopedia funcional y ortodoncia de la Universidad Cooperativa de Colombia, Sede Bogotá, durante el primer semestre del 2009. *Revista Nacional de Odontología*. 2010;6. (1)
17. Díaz-Caballero AJ, Gómez-Palencia IP, y Díaz-Cárdenas S. Ergonomic factors that cause the presence of pain muscle in students of dentistry. *Journal section: Clinical and Experimental Dentistry*. 2010.
18. Vernaza P y Sierra C. Dolor músculo-esquelético y su asociación con factores de riesgo ergonómicos, en trabajadores administrativos. *Revista de Salud Pública Universidad Nacional de Colombia*. 2005; 7 (3)
19. Castillo J y Ramírez B. El análisis multifactorial del trabajo estático y repetitivo. Estudio del trabajo en actividades de servicio. *Rev. Cienc. Salud*. Bogotá (Colombia) 2009; 7 (1): 65-82
20. García-Acosta G y Lange-Morales K. "Definition of sizes for the design of school furniture for Bogotá schools based on anthropometric criteria". *Ergonomics* 2007; 50 (10): 1626-1642
21. Maradei M, Maldonado F y Gómez C. Aplicación de la Ergonomía en el Desarrollo de un Periférico de Entrada y Control de Datos para Discapacitados. *Uis Ingenierías* 2009;8 (1): 30 - 45
22. Sevilla G y González J. Technical Aids For Elderly People, *Ergonomics in Industrial Design*. V Conferencia Internacional sobre la Investigación en Diseño Brasil. 2009
23. Guzmán O., Forero S. y Gómez C. Caracterización de puestos de trabajo para dos personas que utilizan exoprótesis como consecuencia de amputación de miembros inferiores por encima de rodilla a partir del análisis de la marcha protésica realizada en el laboratorio de biomecánica digital BIOMED. *Revista Enterese*. 2009; 25(1) : 56 - 70

24. Manrique M, Lombana L, Pérez G y Rincón O. Diseño de una camilla/ mesa proctológica. Colombia, Ingeniería y Universidad. 2008.
25. Ariza L e Idrovo A. Carga física y tiempo máximo de trabajo aceptable en trabajadores de un supermercado en Cali, Colombia. Rev. salud pública. 2005; 7 (2)
26. Saavedra L. y Quintana L. Carga física y consumo de oxígeno en conductores de vehículos de carga y de pasajeros. Archivos de Prevención en Riesgos Laborales. 2006.
27. Gómez L. Efecto de la flexibilidad sobre la mecánica corporal durante el levantamiento manual de cargas, en trabajadores de una papelera ubicada en Cali, Colombia. Ciencia & Trabajo. 2006.
28. Hernandez J, Dosis A, Bello F, Wang D, Borelli J, Darzi A. Investigación con el sistema da Vinci® en el Hospital St Marys de Londres. Revista Colombiana de Cirugía. 2005; 20 (2): 76-86.
29. Sánchez L. El estudio del factor humano en accidentes de aviación. Pensamiento Psicológico. 2010.
30. Maradei M.F. Análisis de la actividad de recolección de desechos orgánicos en la ciudad de Lyon, Francia. Revista de la Facultad de Ingenierías Físico Mecánicas. Universidad de Santander UIS. 2006; Vol. 5 No. 1. Disponible en: <http://revistas.uis.edu.co/index.php/revistauisingenierias/article/view/1767>. Fecha de acceso: 26 jun. 2012.
31. García G y Lange K. Macroergonomic study of food sector company distribution centres. ApplErgon. 2008; 39(4): 439-449
32. Saravia M. "Método de Análisis Ergoecológico -MAE". International Conference on Occupational Risk Prevention. 2004.
33. Saravia M, y Rincón O. Ergoecology: innovation alternative at companies intervention, promoting integrated performance off productive processes. Revista Ergonomics. 2006.
34. Maradei M, Espinel F y Díaz L. Diseño de una plataforma informática para el almacenaje y análisis de datos antropométricos. Antropos 2.0 Colombia. Uis Ingenierías. 2008; 7 (1): 40 – 50.
35. Bernal ML, Daza C y Rincón O. Modelo conceptual para identificar factores relevantes en la seguridad de los niños en los autobuses escolares. Rev Panamericana Salud Pública. 2010; 27(6).
36. Huertas D. Diagnóstico del estudio ergonómico de la Universidad la Nueva Granada. Ciencia e Ingeniería Neogranadina. 2006.
37. Guzmán O. Ergonomía y Terapia Ocupacional. Revista Electrónica de Terapia Ocupacional Galicia. 2008; 5
38. Nebrijo F. Diseño industrial: un aliado estratégico para la Intervención de condiciones ergonómicas en la empresa. [en línea][Recuperado 21/05/12]. http://www.ergonomos.es/docs/publicaciones/d.i.francisco_nebrijo.pdf
39. Velandía B. Enfermedad profesional y su impacto social. [en línea]. [Recuperado 2/12/10]http://www.laseguridad.ws/consejo/consejo/html/memorias/memorias_complementarias_congreso_41/archivos/otros/1.2.pdf
40. Almirall P. Ergonomía cognitiva apuntes para su aplicación en trabajo y salud. 2000.