

**Efecto del tipo de asiento en el tiempo productivo, medido a partir de aspectos fisiológicos y biomecánicos**

**Jenny Katherine Rodríguez García**

**Trabajo de grado presentado para optar título de Magíster en Ingeniería Industrial**

**Directora:**

**María Fernanda Maradei García**

**PhD. Ingeniería, línea Ergonomía**

**Grupo de Investigación:**

**Ergonomía, Producto y Significado GEPS**

**Universidad Industrial De Santander**

**Facultad De Ingenierías Físico Mecánicas**

**Escuela De Estudios Industriales Y Empresariales**

**Maestría En Ingeniería Industrial**

**2017**

**Contenido**

|   | <b>Pág.</b> |
|---|-------------|
| Introducción .....  | 13          |
| 1. Revisión de literatura .....                             | 15          |
| 2. Planteamiento y justificación del problema .....         | 21          |
| 3. Objetivos .....  | 24          |
| 3.1 Objetivo general .....                                  | 24          |
| 3.2 Objetivos específicos .....                             | 24          |
| 3.3 Alcances del proyecto .....                             | 24          |
| 4. Metodología .....  | 25          |
| 4.1 Diseño del estudio .....                                | 25          |
| 4.1.1 Factor (A) la silla a partir de 2 tratamientos: ..... | 25          |
| 4.1.2 Factor (B) las tareas con mayor penosidad: .....      | 25          |
| 4.1.3 Variables respuesta (dependiente): .....              | 25          |
| 4.1.4 Generalidades del diseño del estudio .....            | 27          |
| 4.2 Descripción de los factores definidos como tareas ..... | 27          |
| 4.2.1 Digitar. ....   | 27          |
| 4.2.2 Leer. ....  | 29          |
| 4.2.3 Escribir a mano. ....                                 | 30          |

---

|   |    |
|---|----|
| 4.2.4 Navegar en internet.....                                  | 31 |
| 4.3 Selección de la muestra.....                                | 32 |
| 4.4 Ejecución del experimento.....                              | 33 |
| 4.5 Análisis estadístico de los datos.....                      | 37 |
| 5. Resultados .....   | 38 |
| 5.1 Participantes.....  | 38 |
| 5.2 Variables de evaluación / Efectos .....                     | 40 |
| 5.2.1 Actividad muscular del músculo erector lumbar LES. ....   | 41 |
| 5.2.2 Actividad muscular del músculo erector abdominal RA. .... | 42 |
| 5.2.3 Comportamiento postural.....                              | 43 |
| 5.2.4 Tiempo productivo y número de errores.....                | 45 |
| 5.2.5 Presión en el asiento.....                                | 46 |
| 5.2.6 Resumen de los resultados. ....                           | 47 |
| 6. Discusión de los resultados .....                            | 48 |
| 7. Conclusiones .....   | 53 |
| Referencias Bibliográficas .....                                | 57 |
| Apéndices.....  | 69 |

## Lista de tablas

|   | <b>Pág.</b> |
|---|-------------|
| Tabla 1. <i>Caracterización de las lecturas para la tarea digital</i> .....   | 28          |
| Tabla 2. <i>Caracterización de las lecturas para la tarea leer</i> .....  | 29          |
| Tabla 3. <i>Caracterización del texto para transcribir a mano</i> .....   | 31          |
| Tabla 4. <i>Pasos para la tarea de navegar en internet</i> .....  | 31          |
| Tabla 5. <i>Aleatorización para cada participante</i> .....   | 34          |
| Tabla 6. <i>Ejercicios de relajación de la espalda</i> .....  | 36          |
| Tabla 7. <i>Recolección de datos</i> .....  | 38          |
| Tabla 8. <i>Descripción de los participantes</i> .....  | 39          |
| Tabla 9. <i>Prueba de normalidad de los factores en función de la postura, tiempo productivo, errores y presión del asiento</i> ..... | 40          |
| Tabla 10. <i>Análisis descriptivo en la actividad muscular de LES</i> .....   | 41          |
| Tabla 11. <i>Frecuencias del porcentaje promedio de la actividad muscular del músculo LES</i> .....                                   | 42          |
| Tabla 12. <i>Análisis descriptivo en la actividad muscular del músculo RA</i> .....   | 43          |
| Tabla 13. <i>Frecuencias del porcentaje promedio de la actividad muscular del músculo RA</i> .....                                    | 43          |
| Tabla 14. <i>Promedios del comportamiento postural</i> .....  | 44          |
| Tabla 15. <i>Comparación de medias de postura por medio de ANOVA. Datos tomados del programa IBM SPSS Statistics 22</i> .....         | 44          |

Tabla 16. *Diferencias al comparar el asiento CB y las tareas con las pruebas post hoc de Tukey*

45

Tabla 17. *Tiempos productivos y errores de las 4 tareas en cada tratamiento* ..... 45

Tabla 18. *Promedios de la presión en el asiento, considerando el área total de contacto* ..... 46

Tabla 19. *Resumen de resultados* ..... 48

**Lista de figuras**

|  | <b>Pág.</b> |
|--|-------------|
| <i>Figura 1.</i> Diseño del estudio.....   | 27          |
| <i>Figura 2.</i> Localización de los equipos.....                                      | 35          |
| <i>Figura 3.</i> Distribución de las participantes en función del tipo de trabajo..... | 40          |
| <i>Figura 4,</i> Mapa de tareas detallado 1.....                                       | 104         |
| <i>Figura 5.</i> Mapa de tareas detallado 2.....                                       | 104         |

**Listado de Apéndices**

|  | <b>Pág.</b> |
|--|-------------|
| Apéndice A. Prueba piloto, tiempo productivo.....  | 69          |
| Apéndice B. Texto 1 para la tarea digitar .....  | 71          |
| Apéndice C. Texto 2 para la tarea digitar .....  | 73          |
| Apéndice D. Texto 1 para la tarea leer.....  | 76          |
| Apéndice E. Texto 2 para la tarea leer .....   | 88          |
| Apéndice F. Texto 1 para la tarea escribir a mano.....   | 100         |
| Apéndice G. Texto 2 para la tarea escribir a mano.....   | 102         |
| Apéndice H. Mapa de tareas detallado 1 y 2, para la tarea navegar en internet.....   | 104         |
| Apéndice I. Artículo de investigación “Work-related musculoskeletal disorders in office workers of the Universidad Industrial de Santander”, sometido a la Revista Ciencias de la Salud de la Universidad del Rosario, el cual se encuentra en proceso de evaluación por pares. ....                                 | 106         |
| Apéndice J. Consentimiento informado.....  | 119         |
| Apéndice K. Artículo de investigación titulado “Efecto del asiento basculante en el tiempo productivo: estudio piloto” sometido a la Revista UIS Ingenierías de la Facultad de Ingenierías Físico Mecánicas de la Universidad Industrial de Santander, el cual se encuentra en proceso de evaluación por pares. .... | 123         |
| Apéndice L. Artículo de investigación aprobado para publicación en la revista Advances in Intelligent Systems and Computing series, Volumen 602, titulado: “Assessment in office work and productivity”, DOI: 10.1007/978-3-319-60825-9_17 .....   | 133         |

Apéndice M. Ponencia en el XVIII Congreso Internacional de Ergonomía SEMAC y XXII Reunión Binacional de Ergonomía México E.U.A, realizada en Tijuana, Baja California México del 20 al 23 de Abril del 2016. La ponencia titulada: “Office work and productivity, related to low back pain”.

<http://www.semac.org.mx/images/stories/congreso2017/LibroSEMAC2017.pdf>..... 139

## Resumen

**Título:** efecto del tipo de asiento en el tiempo productivo, medido a partir de aspectos fisiológicos y biomecánicos <sup>□</sup>

**Autor:** Jenny Katherine Rodriguez Garcia <sup>\*\*</sup>

**Palabras claves:** dolor lumbar, postura sedente, trabajo de oficina, productividad, actividad muscular, presión del asiento.

### Descripción

Este trabajo presenta evidencia que asocia el dolor lumbar en la postura sedente, adoptada por los trabajadores de oficina debido a las demandas físicas del trabajo, dado por la necesidad de permanecer de manera permanente en sus puestos de trabajo. Para contrarrestar estos efectos, y de acuerdo a la literatura encontrada, se investigó los beneficios de bascular el asiento, ya que no se encontró evidencia de estudios científicos de este tipo, en trabajo de oficina. Por tanto, se indagó sobre la influencia del tipo de asiento en el tiempo productivo, considerando aspectos fisiológicos y biomecánicos, mediante el planteamiento de dos tratamientos a) con basculación y b) sin basculación, en 4 tareas de oficina: leer, escribir a mano, navegar en internet y digitar; mediante un experimento de laboratorio, simulando las condiciones reales de los trabajadores. Como efecto se midieron las variables: actividad muscular con ayuda de dos electromiógrafos de superficie; comportamiento postural con un electrogoniómetro de espalda; tiempos productivos cronometrados; errores propuestos para cada tarea y la presión del asiento mediante un sensor de presión. En esta manera se encontró que existe un efecto positivo del asiento con basculación en las respuestas del comportamiento postural (flexión, desviación lateral derecha y desviación lateral izquierda), la presión del asiento (considerando la presión general sobre el asiento) y el área de presión sobre el asiento; sin afectar el tiempo productivo, el número de errores al ejecutar las tareas planteadas y el comportamiento postural del músculo erector lumbar y recto mayor abdominal.

.

---

<sup>□</sup> Trabajo de grado de Maestría

<sup>\*\*</sup> Facultad de Ingenierías Físico Mecánicas. Escuela de Estudios Industriales y Empresariales. Directora: María Fernanda Maradei García, PhD. Ingeniería, línea Ergonomía

### Abstract

**Title:** effect of seat type in the productive time, assessment with physiologic and biomechanics aspects □

**Author:** Jenny Katherine Rodriguez Garcia \*\*

**Keywords:** Lumbar pain, sitting posture, office work, productivity, muscular activity, seat pressure.

### Description

This work presents evidence that involves lumbar pain on the sitting posture, adopted by office workers due to the physical demands of work, for the need to always stay in their office workstations. To counter-balance these negative effects, and according to the literature review, it were investigated the benefits of seat tilt motion, as it was not found scientific research evidence of this type, around in office work. Thus, investigated the influence of seat type in the productive time, whereas physiological and biomechanics aspects, through two treatments: a) tilt motion seat and b) non-tilt motion seat, in 4 office tasks: read, write, surf in the internet and type; by laboratory experiment, simulating the real conditions of the office workers. Muscular activity through surface electromyographs, posture with back goniometer, productive time, errors proposed to each task and seat pressure with a pressure sensor; were measured. In this way, it was found a significant positive effect of the seat tilt motion in the posture (flexion, right lateral deviation and left lateral deviation), seat pressure (considered the general pressure on the seat) and the seat area pressure; without affecting the productive time, errors during workers carrying out the 4 office tasks and the muscular activity of the lumbar erector muscle and the rectus abdominus muscle.

---

□ MSc Thesis

\*\* Faculty of Engineering Physico Mechanical. School of Industrial and Business Studies. Director: María Fernanda Maradei García, PhD. Engineering, line Ergonomics.

## Introducción

Los trabajadores de oficina mantienen posturas estáticas en largos periodos de tiempo debido a la naturaleza de las tareas a desarrollar. Se ha encontrado que las tareas con mayor penosidad en el trabajo de oficina son leer, escribir a mano, navegar en internet y digitar (Galindo, Maradei, & Espinel, 2016).

Asimismo, se ha podido evidenciar que la introducción intensiva de la informática en el trabajo de oficina ha modificado las actividades desarrolladas por los trabajadores; ahora deben permanecer en el puesto de trabajo de manera continua y en postura sedente prolongada (Karwowski & Marras, 1999), ocasionando la manifestación de diferentes trastornos musculoesqueléticos (TME).

En consecuencia se ha observado como los diagnósticos por TME han aumentado en el ámbito nacional e internacional; el dolor lumbar (DL) es el TME con mayor prevalencia a nivel mundial (Collins & O'Sullivan, 2010; Duthey, 2013; Luoma et al., 2000) y en el contexto colombiano, se reporta como la segunda patología con mayor prevalencia en los trabajadores, interfiriendo en su desempeño laboral (Camargo, Jimenez, Archila, & Villamizar, 2004).

Es así como se han considerado intervenciones ergonómicas con asientos basculantes en conductores de vehículos pesados y en trabajo de oficina. Dichas intervenciones permiten una reducción de la carga estática de compresión sobre los discos, mejorando la nutrición (Grujicic et al., 2010). Asimismo se reduce la percepción de incomodidad debida al dolor lumbar (Maradei, Quintana, & Castellanos, 2017). No obstante, la revisión realizada en el marco de este proyecto encontró que existe poca evidencia que relacionen diferentes tipos de tareas de oficina con

asientos basculantes y así mismo tampoco se conoce los efectos de la basculación en los tiempos productivos. De esta manera, se hizo necesario estudiar el efecto del asiento con basculación en la percepción de dolor lumbar, dada su alta prevalencia a través de los últimos años en el trabajo de oficina. Para tal fin, este trabajo realizó un experimento puro para tener el control de todas las variables.

Este documento contempla en el siguiente capítulo (Capítulo 1) la revisión de literatura, seguido de la justificación del problema (Capítulo 2), para abordar el en conjunto el problema y plantear la pregunta de investigación. El Capítulo 3 se define los objetivos de la investigación. De esta manera se establece la metodología en el Capítulo 4, el cual fue la base fundamental para recibir la aprobación del Comité de Ética CEINCI de la Universidad Industrial de Santander y ejecutar el experimento. Por último, los resultados se presentan en el Capítulo 5, la discusión de estos en el Capítulo 6 y las conclusiones en el Capítulo 7.

## 1. Revisión de literatura

El trabajo de oficina ha implementado el uso de herramientas digitales (Bilgici, 2016), principalmente el computador de escritorio (Galindo et al., 2016). El uso de éste en los puestos de trabajo y en casa se ha incrementado rápidamente en el último cuarto de siglo, aumentando de esta forma los niveles de exposición (Koren, Pisot, & Simunic, 2016; Newburger, 1997); permanencia en el puesto de trabajo de manera continua y en postura sedente (PS) (Castillo M & Ramirez C, 2009; Galindo et al., 2016). Así, se sabe que el hombre modifica su postura para adaptarla tanto a los requerimientos del medio, como a la actividad que debe desarrollar (Aguado, Riera, & Fernandez, 2000). El lugar de trabajo proporciona muchos grados de libertad que el operador puede explotar de más de una manera, haciendo uso del asiento constantemente (Marmaras, Nathanaela, & Zarboutis, 2008).

La PS en el trabajo de oficina ha sido estudiada extensamente por diferentes autores (Chaffin, Andersson, & Martin, 2006; Jouvencel, 1994; Lelong, Drevet, Chevallier, & Phelip, 1988; McGill, Kavcic, & Harvey, 2006; Thariq, Munasinghe, & Abeysekara, 2010) y depende de factores como el diseño de la silla, hábitos para sentarse, la tarea a desarrollar, la altura del asiento y su inclinación, posición del espaldar y otros soportes (Chaffin et al., 2006; Quintana et al., 2004). Indudablemente diferentes autores atribuyen esta postura como la causa de trastornos musculoesquelético (TME) (Hünting, Läubli, & Grandjean, 1981; Kleeman, 1991), principalmente por la rigidez postural (Dunk & Callaghan, 2010; Grieco, 1986; Henry, Hitt, Jones, & Bunn, 2006; Sauter, Schleifer, & Knutson, 1991) en tiempos prolongados (Andersen, Fallentin, Thomsen, & Mikkelsen, 2011; da Costa & Vieira, 2010; Grandjean, 1987), teniendo

repercusiones en la productividad del trabajador (Grieco, 1986; Karakolis & Callaghan, 2014; Sauter et al., 1991).

La postura de trabajo que más problemas musculoesqueléticos genera en los trabajadores es la PS con manipulación de carga y la PS prolongada (López-Miñarro & Rodríguez, 2008), ya que en éstas se aumenta la presión intradiscal (Andersson, Ortengren, Nachemson, & Elfstrom, 1974; Cailliet, 1969), el estrés en la pared posterior del anillo fibroso (Adams & Dolan, 1997; Hamill & Knutzen, 1995), los movimientos de cizalla, la carga compresiva (Maradei, Quintana, & Castellanos, 2015; McGill, 1997) y se disminuye la ventaja mecánica de los extensores lumbares y la lordosis lumbar (Lord, Small, Dinsay, & Watkins, 1997; Makhsous et al., 2009; Neef, Hinz, Seidel, & Claes, 2001; Vergara 1998; Wilke, Neef, Caimi, Hoogland, & Claes, 1999). Es así, que prolongar esta postura al desarrollar las tareas de oficina, es intrínsecamente peligroso si no se guardan unas reglas de higiene postural y apoyos dorsales y lumbares (Miralles, 2001). Asimismo ésta desencadena síntomas de fatiga física y emocional (Battini, Faccio, Persona, & Sgarbossa, 2011; Koren et al., 2016; Sjogaard & Jensen, 2006), aumentando la inestabilidad y el riesgo a repercusiones a corto y largo plazo (López-Miñarro & Rodríguez, 2008; Marmaras et al., 2008; McGill, 1992).

Por tanto, el resultado de la introducción intensiva de la informática, la necesidad de permanecer sentado y el tiempo de exposición, ha ocasionado la aparición de patologías diversas, con mayor prevalencia el dolor lumbar (DL), asociado con el trabajo de oficina y las tareas repetitivas (Cabezas, Mejía, & Sáenz, 2009; Camargo et al., 2004; Ferguson, Marras, Burr, Davis, & Gupta, 2004; Karwowski & Marras, 1999; López-Miñarro & Rodríguez, 2008; Van Niekerk, Fourie, & Louw, 2015; Vink, Koningsveld, & Molenbroek, 2006). En la postura sedente es necesario el trabajo muscular prolongado para mantener el mecanismo de

estabilización de la columna (Panjabi, 1992) y la inclinación de la pelvis hacia delante con grandes/lentos macro movimientos como respuesta a la incomodidad (Vergara & Page, 2002) que van debilitando la espalda y degenerando los discos intervertebrales (Chaffin et al., 2006; Kim, Choe, Haig, & Martin, 2010; Luoma et al., 2000).

Por otro lado, la evidencia muestra que el DL es uno de los problemas de salud pública más comunes y costoso en los tiempos modernos (Camargo et al., 2004; Collins & O'Sullivan, 2010; Dagenais, Caro, & Haldeman, 2008; Delgado, Maradei, & Castellanos, 2013; Duthey, 2013; Goetzel, Hawkins, Ozminkowski, & Wang, 2003; Luoma et al., 2000; Pai & Sundaram, 2004; Waddell, 1996), en donde el 80% de las personas de Estados Unidos lo han padecido al menos una vez durante toda su vida (Huang, Hajizadeh, Gibson, & Lee, 2016b), en Europa es la sintomatología con mayor prevalencia (Collins & O'Sullivan, 2010) y en Colombia se ha reportado como la segunda patología con mayor prevalencia en los trabajadores, interfiriendo en su desempeño laboral (Camargo et al., 2004).

En ese sentido, la influencia de la PS en la aparición de TME como el DL ha sido estudiada. Diferentes autores han enfocado sus investigaciones a analizar y evaluar el trabajo de oficina, iniciando con la evaluación de la actividad laboral para encontrar las tareas con mayor penosidad, que afectan la salud del trabajador (Marklin & Wilzbacher, 1999) ya sea por la alta demanda física o por ser fisiológicamente exigentes (Eklund, 1995). Específicamente en el trabajo de oficina, se ha encontrado que estas tareas son leer, digitar, escribir a mano y navegar en internet (Galindo et al., 2016).

A consecuencia de esto, se han desarrollado diferentes intervenciones formativas, organizacionales y normativas para mitigar el DL mediante pausas activas o gimnasia laboral realizada por cada persona a voluntad o mediante puestos de trabajo “sit-stand” con recordatorios

automáticos (Karakolis & Callaghan, 2014; SURA); así, la implementación de la educación en salud laboral (Evanoff, Bohr, & Wolf, 1999; Feldestein, Valanis, Vollmer, Stevens, & Overton, 1993; Videman et al., 1989). De esta manera se ha encontrado que este tipo de intervenciones disminuye la fatiga del trabajo, pero deben complementarse con mecanismos de intervención ergonómicas.

En esta medida, las intervenciones que han realizado diferentes estudios para mitigar el DL en el trabajo de oficina han sido en torno al diseño de los puestos de trabajo y su disposición en el espacio; ya que en estos espacios se han adoptado posturas no fisiológicas por los trabajadores dada la aparición de dolor, lo que conlleva a problemas de salud, tales como fatiga general, fatiga ocular, dolor de espalda y aumento del tiempo no productivo por parte de los trabajadores (Generalis & Mylonakis, 2007). También varios estudios han investigado la factibilidad de soluciones que combinen simultáneamente trabajar y ejercitarse, impactando en la disminución del sedentarismo (Alderman, Olson, & Mattina, 2014; Carr et al., 2014; Carr, Walaska, & Marcus, 2012; John et al., 2011; Levine & Miller, 2007; McAlpine, Manohar, McCrady, Hensrud, & Levine, 2007; Ohlinger, Horn, Berg, & Cox, 2011; Straker & Mathiassen, 2009), pero generando la necesidad de seguir rediseñando el asiento. De igual manera, se ha intervenido el tipo de material en el asiento, encontrando que este no tiene ningún efecto en el trabajo y salud del trabajador (Gayol-Mérida, Pérez-Zavala, Reyes-Aguilar, & Pineda, 2014). Finalmente, se ha planteado que, al proporcionar sillas ajustables y entrenamiento ergonómico, se puede llegar a disminuir las lesiones de los tejidos blandos y tener un impacto significativo en la productividad (DeRango, 2003; Rochon, 2003).

A pesar de las diferentes investigaciones nombradas anteriormente, se hace necesario seguir estudiando para encontrar factores y requerimientos en la construcción y diseño de

asientos basados en la salud y no en la enfermedad (De Looze et al., 2001; Ellegast et al., 2012), teniendo en cuenta que la posición de los miembros inferiores y superiores modifican la postura del raquis (López-Miñarro & Rodríguez, 2008) en donde la correcta posición de este último es necesaria para desempeñar sus funciones sin que se produzcan alteraciones a corto y largo plazo (Santoja, 1997).

Es por esto que las intervenciones con sillas dinámicas se han recomendado para fomentar los cambios posturales entre la pelvis y el tronco durante la PS (Huang et al., 2016b), asociándolo con menor compresión en los discos intervertebrales (Lewis & Fowler, 2009; O'Sullivan, O'Keeffe, O'Sullivan, & Dankaerts, 2012; Van Niekerk et al., 2015) puesto que las variaciones en el movimiento del asiento previenen posturas altamente demandantes (Carter, Beam, McMahan, Barr, & Brown, 2006; Dunk & Callaghan, 2010; Fujimaki & Noro, 2005; Petzel & Frohriep, 2006; Van Daele et al., 2009; Van Diëën, Koppes, & Twisk, 2010) y en tareas como digitar, reduce la flexión lumbar y la activación del músculo iliocostal (O'Sullivan, McCarthy, White, O'Sullivan, & Dankaerts, 2012).

Por consiguiente, la movilidad intervertebral debe producirse manteniendo rangos de amplitud que no comprometan las estructuras osteoligamentosas que dan estabilidad al conjunto del raquis (Rodríguez, Santonja, & Delgado, 1999) y que permitan la inclinación del asiento de acuerdo a los requisitos de la tarea a realizar, en donde se ha determinado que la basculación hacia adelante y atrás de 5° beneficia la realización del trabajo en PS (Grujicic et al., 2010; Huang et al., 2016b; Lord et al., 1997).

A lo largo de toda la revisión de literatura, se ha encontrado que cada una de las intervenciones en el trabajo, se ha evaluado principalmente mediante la carga en el raquis, el tiempo de cada ciclo del trabajo (Kadefors, Engstriim, Petzill, & Sundstriim, 1996; Kazmierczak,

Neumann, & Winkel, 2007; Tong, Duffy, Crossc, Tsunga, & Yend, 2005), calidad en la ejecución de la tarea (Liao & Drury, 2000; Yeowa & Sen, 2006), la actividad muscular por medio de equipos de electromiografía (EMG) (Curran, Dankaertsb, O'Sullivan, O'Sullivan, & O'Sullivan, 2014; Galindo et al., 2016; Mörl & Bradl, 2013), la actividad postural (Donoghue, O'Reilly, & Walsh, 2013; Dunk & Callaghan, 2010; Howarth, Glisic, Lee, & Beach, 2013; Van Niekerk, Louw, & Grimmer-Sommers, 2014), los reposicionamientos (Galindo et al., 2016) y la percepción de incomodidad (Boyling & Jull, 2006; Karwowski & Marras, 1999; Serra, 2006). Además se sugieren estudios con tiempos más prolongados en la ejecución de las tareas (Curran et al., 2014).

Finalmente, cabe resaltar que todos los estudios han medido sus resultados de acuerdo con alguna característica de productividad, pero se debe destacar que el trabajo de oficina al ser un tipo de trabajo de prestación de servicios, evidencia mayor dificultad en la medición de esta variable, pero se puede medir al igual que las actividades laborales de procesos de manufactura ya que el trabajo de oficina también es considerado como un proceso (Garcia, 1998). Estos procesos se pueden evaluar mediante estudios de tiempos, hallando los tiempos normales y asignándole los suplementos (Guasch, Piera, Casanovas, & Figueras, 2004; Ortiz, 2014); también por diagramas de mejoras de procesos o realizando las hojas del proceso. De esta manera, y de acuerdo con los estudios encontrados, la evaluación por tiempos, definiendo tiempos productivos y no productivos, tienen la mayor aplicación para la evaluación ergonómica, en donde esta no solo se limita a predecir y eliminar lesiones en el lugar de trabajo, sino que también se puede utilizar para mejorar el tiempo productivo de los trabajadores (Resnick & Zanotti, 1997).

## 2. Planteamiento y justificación del problema

Los trabajadores de oficina (Zhang, Helander, & Drury, 1996), adoptan posturas mantenidas en tiempo prolongado, de acuerdo con las tareas desarrolladas, siendo las de mayor penosidad leer, digitar, escribir a mano y navegar en Internet (Galindo et al., 2016). Se ha podido evidenciar que la introducción intensiva de la informática ha modificado las actividades desarrolladas por estos trabajadores, ocasionando la manifestación de patologías diversas a nivel osteomuscular, definidas como TME, por la necesidad de permanecer en el puesto de trabajo de manera continua en postura sedente, debido a las demandas propias derivadas de sus labores (Castillo M & Ramirez C, 2009; Karwowski & Marras, 1999).

El DL, es el TME con mayor prevalencia en el trabajo de oficina, definida por la Organización Mundial de la Salud (OMS) (2013) como la principal causa de las limitaciones físicas en una persona al realizar sus actividades laborales y del ausentismo laboral en gran parte del mundo, causando una enorme carga económica sobre los individuos, familias, comunidades, la industria y los gobiernos. Estudios realizados por la OMS en el Reino Unido y Estados Unidos, identifican al DL como la causa más frecuente de discapacidad en adultos jóvenes con cerca de 100 y 149 millones de días de trabajo perdido por año, con costos estimados entre 100 y 200 millones de dólares al año y una alta tasa de días perdidos, interfiriendo en la calidad de vida y el rendimiento laboral.

En el contexto colombiano, la VIII Encuesta Nacional del Dolor (Guerrero & Gómez, 2014) reporta el DL como la segunda patología con mayor prevalencia en los trabajadores, reportado en un 23,6% del total de la muestra, donde su 36% manifiesta que interfiere en sus

actividades de trabajo afectando el desempeño (Camargo et al., 2004). Este mismo reporte deja en evidencia que el 67.5% de personas que han tenido DL, se han incapacitado laboralmente. Este TME es de origen multifactorial, considerando la biomecánica, postura sedente y estática, como el factor de riesgo que incide en su posible aparición (Grandjean, 1987). En esta postura se presenta la adopción de una curvatura cifótica del área lumbar o espalda flexionada al momento de presentar incomodidad (Carconea & Keirb, 2007), lo cual aumenta un 35% de la carga biomecánica que soportan las tuberosidades isquiáticas, en comparación con la postura de pie (Nordin & Frankel, 2004), así como la baja activación de los músculos en la zona lumbar, haciendo, que, de igual manera, la carga se trasmite a ligamentos y discos intervertebrales (Mörl & Bradl, 2013).

En consecuencia, desde el punto de vista de la eficacia del trabajo todas las causas nombradas anteriormente pueden provocar la disminución en la velocidad de las acciones automáticas y por lo tanto una ejecución más lenta del trabajo. De acuerdo con estas causas, diferentes autores consideran que la inclinación del tronco y pelvis pueden ser la razones por las cuales la actividad de los músculos lumbares se beneficia, en mayor medida por el ángulo de inclinación de la pelvis, disminuyendo la incomodidad en la zona lumbar y mejorando las condiciones de trabajo (Lewis & Fowler, 2009; Mörl & Bradl, 2013; O'Sullivan et al., 2012; Van Niekerk et al., 2015). En esta medida, las características formales de las sillas actualmente usadas poseen sistemas de inclinación del espaldar hacia atrás aumentando la presión sobre el espaldar, lo cual favorece la disminución de la carga transmitida a las tuberosidades isquiáticas (Hostens, Papaioannou, & Ramon, 2001). Por otro lado, y en consideración con el beneficio de la actividad muscular al inclinarse la pelvis, se ha considerado que la inclinación del asiento con 5° hacia atrás y adelante (basculante), reducen la compresión discal; evaluados en actividades de

conducción de vehículos mediante simulaciones digitales (Grujicic et al., 2010; Maradei, Quintana, & Castellanos, 2016; Maradei et al., 2017), siendo necesario comprobar que este principio se pueda cumplir en el entorno del trabajo de oficina. Además, que, en la tarea de digitar, se ha encontrado que esta basculación reduce la flexión lumbar y la activación del músculo iliocostal (O'Sullivan et al., 2012).

Por tanto, hay ausencia de estudios que aborden la relación entre el uso de asientos basculantes, para favorecer el bienestar del trabajador de oficina e influir en los tiempos productivos al realizar las tareas con mayor penosidad. Es así como este estudio busca responder a la pregunta: ¿En qué medida el uso de una silla con un sistema basculante en el asiento en postura sedente influye en los tiempos productivos, actividad muscular y comportamiento postural, al realizar las tareas de oficina?

Por consiguiente, esta investigación permitió encontrar nueva evidencia enfocada a la ergonomía laboral, tiempos productivos, reducción de las desviaciones posturales y promoción de la salud en el entorno laboral, para propender reducir la prevalencia de este TME en el trabajo de oficina. De igual manera, mediante la asociación del tiempo productivo con las tareas de oficina y el tipo de uso del asiento, se esclarecen criterios ergonómicos para el diseño de asientos en la actividad de oficina que contribuyen al desarrollo en la calidad de vida de los trabajadores. Por último, este conocimiento puede ser aplicable al campo de la salud laboral generando estrategias para la disminución de esta patología.

### 3. Objetivos

#### 3.1 Objetivo general

Evaluar la influencia de un asiento basculante y sin basculación, en los tiempos productivos de las tareas de oficina con mayor penosidad, en la Universidad Industrial de Santander, con el propósito de mitigar los factores de riesgo asociados al dolor lumbar, dado que la postura sedente y estática es considerada como un factor de riesgo que incide en esta patología y el rendimiento humano.

#### 3.2 Objetivos específicos

1. Analizar la relación entre el tipo de asiento con basculación y sin basculación; y la activación muscular en las tareas de oficina con mayor penosidad, para comprender el movimiento postural asociado a la incomodidad.

2. Analizar la relación entre el tipo de asiento con basculación y sin basculación; y el comportamiento postural en las tareas con mayor penosidad, en términos de biomecánica.

3. Evaluar la relación entre el tipo de asiento con basculación y sin basculación, con los tiempos productivos en las tareas de oficina con mayor penosidad, para determinar el tiempo y la calidad en la ejecución de estas.

#### 3.3 Alcances del proyecto

Los resultados esperados al finalizar la investigación son entregables parciales, considerados de la siguiente manera:

- Encontrar el efecto en cada tipo de asiento propuesto, medido a partir de tiempos productivos, actividad muscular y postura, que permita validar la hipótesis del proyecto.
- Documento de metodología experimental, con prueba piloto para la toma de datos.
- Documento del Trabajo de Maestría.
- Ponencia en un evento Nacional o Internacional en el área de Ergonomía y Salud Ocupacional.
- Publicación de un artículo con los resultados finales de la investigación, en una revista indexada por Colciencias.

## 4. Metodología

Se propone en el marco de este trabajo de investigación, el enfoque de la investigación cuantitativa, mediante un diseño experimental con un control de las variables clasificándose como experimento puro. Por tal motivo, la técnica de investigación se guía por un experimento de laboratorio cuyo diseño esta realizado con base en los objetivos y pregunta de investigación planteada.

### 4.1 Diseño del estudio

De acuerdo la pregunta de investigación se establece en la Figura 1, el diseño del estudio, en donde se utilizaron dos factores de evaluación:

#### 4.1.1 Factor (A) la silla a partir de 2 tratamientos:

- Silla con asiento basculante (CB). Cuenta con un sistema en la parte inferior del asiento que permite tomar ángulos de movimiento hacia atrás de 10° y hacia adelante 5°, observado desde el plano sagital.
- Silla sin basculación (SB), donde el asiento no puede inclinarse en ninguna dirección.

**4.1.2 Factor (B) las tareas con mayor penosidad:** Leer, digitar, escribir a mano y navegar en internet. Como generalidad de estas tareas y de acuerdo con los diferentes parámetros encontrados en la literatura, se plantearon tareas con una duración de 20 minutos cada una, definiendo con mayor extensión estas particularidades en el ítem.

**4.1.3 Variables respuesta (dependiente):** La actividad muscular ( $Y_1$ ), medida con un electromiógrafo de superficie EMG (Biometrics Ltd Uk), SX 230-1000, ubicado en el músculo recto mayor de abdomen del lado derecho (RA) y el músculo erector lumbar derecho (LES).

Estos músculos fueron seleccionados ya que tienen una interacción significativa, en comparación con otros músculos, en la estabilidad del tronco, de acuerdo con los estudios realizados por Cholewicki et al (2005), Maradei et al (2015) y O'Sullivan et al (2006). El comportamiento postural del tronco ( $Y_2$ ), medido con un electrogoniómetro (Biometric Ltd UK SG150b) ubicado en las vértebras L5/S1-T12 de la espalda (espacio donde se produce la lordosis lumbar y la flexión dorso lumbar) (Delgado et al., 2013; Maradei, 2014; Sarti, Molina, Pamblanco, Lisón, & Sánchez, 2005; Vergara 1998).

- El tiempo productivo en la ejecución de cada tarea ( $Y_3$ ). Para la definición del tiempo productivo, fue necesario ejecutar una prueba piloto para establecer el tiempo total trabajado en consideración a cada una de las tareas planteadas, comparando entre los participantes de esta prueba el ritmo en la ejecución del trabajo con lo que se considera normal, considerando los suplementos (necesidades personales, condiciones atmosféricas, concentración intensa, ruido, tensión mental, monotonía y tedio) (García, 1998; Ortiz, 2014). Esta prueba piloto se adjunta como Anexo 1.
- Los errores en la ejecución de cada tarea ( $Y_4$ ), medidos de acuerdo con cada una de las particularidades de la tarea a desarrollar, especificados en el ítem 4.2.
- La presión del asiento ( $Y_5$ ), medida a partir del sensor de presión Force Sensing Array® (FSA), marca Vista Medical modelo FSA Medical Seat Pressure Mapping System, Canadá Winnipeg. Este equipo despliega un mapa topográfico y numérico de las presiones ejercidas en cada punto a través de una superficie de 16x16 sensores (Gayol-Mérida et al., 2014; Maradei et al., 2015, 2016). Esta variable permite obtener mayor evidencia para entender el efecto del tipo de asiento en las tareas de oficina planteadas.

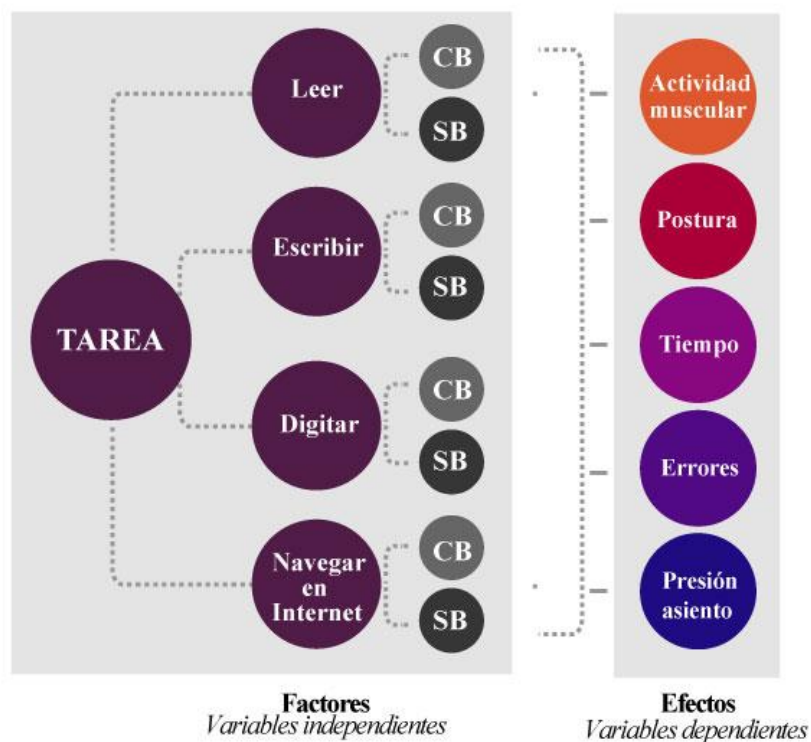


Figura 1. Diseño del estudio.

**4.1.4 Generalidades del diseño del estudio.** Cada tratamiento (SB y CB) se estudiará en cada participante, en dos días diferentes, intentando conservar la misma hora del día (Posada Perez, 2011) entre las 8 y las 12 del mediodía. El día 1 y 2, tendrán una extensión máxima de media jornada, 4 horas diarias, de acuerdo con las horas laborales vigentes colombianas. El día 2 para cada participante se realizará mínimo 4 días después de haberse realizado la prueba el día 1.

#### 4.2 Descripción de los factores definidos como tareas

**4.2.1 Digitar.** Se establecieron textos, para cada uno de los días de ejecución de la tarea (Anexo 2 y Anexo 3), que tuvieran las siguientes características: textos en español (lengua nativa de los participantes), con citas de autores y empresas en inglés de reconocimiento a nivel mundial, sin tecnicismos (ya que se puede trabajar en contextos no especializados), con narrador

en primera persona contando sus experiencias y puntos de vista de manera clara y sencilla, con términos y tiempos verbales simples (dado que los participantes tenían, como mínimo, un nivel de escolaridad básica secundaria). La temática de los textos se desarrolla en un contexto actual en donde cada uno de los párrafos se articularon para darle sentido global al texto; escritos continuos (van Galen, Liesker, & de Haan, 2007).

De acuerdo con el estudio realizado por Werth & Babski-Reeves (2014), se proporcionó al participante el texto impreso, reduciendo al máximo la familiarización del participante con el material; teniendo una extensión de 600 palabras, dado que una persona adulta transcribe en promedio 30 palabras por minuto en texto copiado, mas no de memoria; y con tipografía Arial 10 puntos (tamaño medio) (Ko, Mohapatra, Bailey, Sheedy, & Rempel, 2014). De esta manera, en la Tabla 1, se muestra la caracterización de estas lecturas.

Tabla 1. *Caracterización de las lecturas para la tarea digital*

| <b>Lectura 1: El proceso de la innovación</b> | <b>Lectura 2: El mundo del futuro</b> |
|---|---------------------------------------|
| Total de palabras: 685                        | Total de palabras: 685                |
| Tildes: 91                                    | Tildes: 91                            |
| Comas: 27                                     | Comas: 27                             |
| Punto seguido: 13                             | Punto seguido: 12                     |
| Punto aparte: 10                              | Punto aparte: 11                      |
| Palabras en inglés: 6                         | Palabras en inglés: 7                 |
| Símbolos: 5                                   | Símbolos: 5                           |

Al momento de ejecutar la prueba, el participante pudo ubicar el texto al lado izquierdo o derecho de la pantalla, de acuerdo a su preferencia (Curran et al., 2014; Donoghue et al., 2013; O'Sullivan et al., 2012), para realizar la prueba de forma natural. Este deberá transcribirlo en el programa de Microsoft office Word (Sheahan, Diesbourg, & Fischer, 2016), versión 2013.

Finalmente, se estableció como tiempo productivo 1379 segundos según la prueba piloto (Anexo 1). Para la identificación de los errores, se utilizó el estudio de Werth & Babski-Reeves (2014):

- Inserta: Definido como una letra extra que se inserta, en una palabra.
- Omisión: Cuando no se incluye una letra, en una palabra
- Cambian: Cuando no se capitaliza una palabra o se capitaliza sin necesidad.
- Sustitución: Cuando se pone una letra errada en el lugar correcto de esa letra.
- Trasponer: 2 letras consecutivas en una palabra son intercambiadas.
- Uso de la tecla “suprimir” y “backspace”

**4.2.2 Leer.** Se establecieron dos textos (Anexo 4 y Anexo 5) que tuvieran la edad de que los autores argumentan, de manera general, el tema de motivación laboral en el ambiente laboral. Además, con una extensión de 3600 palabras, estimada para ser leída en 20 minutos (Wainschenker, Doorn, & Castro, 2002) y las características mostradas en la Tabla 2.

*Tabla 2. Caracterización de las lecturas para la tarea leer*

| <b>Lectura 1: El éxito de los perezosos</b> | <b>Lectura 2: El círculo de la motivación</b> |
|---|---|
| Número de palabras: 3672                    | Número de palabras: 3668                      |
| Títulos: 6                                  | Títulos: 6                                    |
| Puntos aparte:53                            | Puntos aparte:46                              |

El participante desarrolló ésta tarea leyendo en voz alta, para tomar grabaciones de audio, los archivos en formato PDF (Humar, Gradisar, Turk, & Erjavec, 2014), letra sin serifa Arial 10 puntos (Ko et al., 2014). Además, el nivel del zoom era del 100% pero el participante lo podía cambiar a su conveniencia. El color de la tipografía era negro con fondo blanco para darle el máximo valor de contraste (Loranger & Nielsen, 2006).

El tiempo productivo de esta tarea es de 1195 segundos (Anexo 1) y se consideraron como errores, de acuerdo con el manual técnicas de lectura (Ugartemendia, 2003), los siguientes:

- Lectura de más de dos veces de una palabra.
- Devolverse más de 2 veces en un párrafo.
- Dejar de leer por más de 30 segundos.
- Regresiones: Releer todo el contenido.
- Subvocalización: releer en voz baja todo el contenido.
- Cambiar palabras del texto.

**4.2.3 Escribir a mano.** Perea y Perea (2013/2014) establece que una persona en la etapa de educación secundaria, alcanza progresivamente la escritura de 80 palabras por minuto. Tomando esto como dato base, se propone transcribir dos lecturas con aproximadamente 1600 palabras.

Para este caso específico, se realizó una prueba piloto con 2 personas que contaban con el mismo grado de escolaridad, profesional, y las edades límites del estudio (21 y 45 años), donde se determinó que los textos necesarios para escribir a mano (Anexo 6 y Anexo 7) debían tener menos de 500 palabras, para desarrollar la tarea en un tiempo mínimo de 20 minutos.

La tarea se desarrolló en hojas de papel bond tamaño carta, sin cuadros ni líneas, es decir completamente blancas y un lapicero negro para que haya un mayor contraste (Graham & Weintraub, 1996). Los textos tenían las siguientes características mostradas en la Tabla 3.

Tabla 3. Caracterización del texto para transcribir a mano

| <b>Lectura 1. Manual de la comunicación personal de éxito.</b> | <b>Lectura 2. Comunicación interna en la práctica.</b> |
|--|--|
| Número de palabras: 430  | Número de palabras: 430                                |
| Tildes: 35   | Tildes: 39   |
| Comas: 23  | Comas: 20  |
| Puntos seguidos: 12  | Puntos seguidos: 10                                    |
| Símbolos: 13   | Símbolos: 15   |

El tiempo productivo en esta tarea es de 1177 segundos (Anexo 1) y los errores se consideraron los mismos que en la tarea digitar, contemplados en el 4.2.1.

**4.2.4 Navegar en internet.** Para el planteamiento de esta tarea, se determinaron las características de una página web con contenidos jerarquizados, sistema de búsqueda, opciones de navegación clara, buena relación figura-fondo y que tuvieran una tipografía adecuada; ya que los estudios encontrados están relacionados con la evaluación de las características gráficas de las páginas web, mas no de una tarea específica para realizar esta.

De esta manera, se propuso (de acuerdo con el mapa de tareas detallado en el Anexo 8), en la Tabla 4, la tarea de navegar en internet con cada uno de los pasos a realizar, ejecutada con 140 clicks, la concentración de la información en los mismos espacios, la tarea de crear un correo electrónico y un carrito de compras, y el tiempo teórico de ejecución de 20 minutos.

Tabla 4. Pasos para la tarea de navegar en internet

| <b>Día 1</b>  | <b>Día 2</b>  |
|---|---|
| 1. Crear correo electrónico en <a href="http://www.gmail.com">www.gmail.com</a>   | 1. Crear correo electrónico en <a href="http://www.hotmail.com">www.hotmail.com</a>                             |
| 2. Registrarse con el correo creado en la página <a href="http://www.exito.com">www.exito.com</a>                                       | 2. Registrarse con el correo creado en la página <a href="http://www.falabella.com.co">www.falabella.com.co</a> |
| 3. Comprar los siguientes artículos:  |   |
| <b>1 televisor de 43”:</b> Marca LG, ordenar los precios de menor a mayor, agregar al carrito el de menor valor y eliminar la garantía. |   |

---

**1 televisor de 32"** Cualquier marca, ordenar por precio de menor a mayor, agregar al carrito el más económico y eliminar la garantía.

**1 nevera minibar** marca HACEB, ordenar de mayor a menor, añadir al carrito la de mayor valor.

**1 cafetera** marca black and decker, añadir al carrito la 2° de menor precio y con garantía por 1 año o por defecto la que trae la página.

**1 aire acondicionado** que el precio oscile entre 1 y 2 millones de pesos, ordenar por los más recomendados, añadir al carrito la referencia que se encuentra en la posición 12, con garantía de 1 año o la que por defecto da la página de internet.

**3 escritorios** del menor valor, sin garantía.

**9 sillas de oficina** del mayor valor con garantía por 1 año o la que por defecto da la página de internet. Todas las sillas deben ser de la misma referencia. Si no hay en stock las cantidades solicitadas, seleccionar la siguiente con las mismas características.

**1 biblioteca** del menor valor.

**1 juego de sala para exteriores** la primera de 4 puestos que ofrezca la página.

**1 tapete decorativo** color gris.

---

4. Enviar al correo electrónico [jk.rodriguezgarcia@gmail.com](mailto:jk.rodriguezgarcia@gmail.com), el listado del carrito de compras con la lista asignada, directamente de la página (ya sea del éxito o Falabella)

---

El tiempo productivo de esta tarea es de 1360 segundos (Anexo 1), se tomaron video grabaciones de la pantalla y los errores fueron definidos como:

- No agregar alguno de los productos especificados en la Tabla 4.
- Después de los 168 clics, cada clic será considerado como un error. En este caso se especifica que el número de clics total para desarrollar la tarea es de 140 y se consideran 28 clics (20% del total de clics) como posible margen de error.

### 4.3 Selección de la muestra

Se seleccionaron 28 participantes, que de manera voluntaria participaron, pertenecientes a la Universidad Industrial de Santander UIS. Esta muestra se eligió de acuerdo con un estudio realizado dentro del contexto de este trabajo de grado en el cual se pudo identificar que los trabajadores de la UIS tienen una alta prevalencia de TME, debido a la presencia de dolor en la espalda baja, y las manos (Anexo 9). Todos los participantes fueron mujeres, por tener mayor

factor de riesgo en postura sedente (Karlqvist, Hagberg, Hansson, & Waldenström, 1995), entre los 21 y 45 años. Se encontraban en un estado óptimo nutricional de acuerdo con los valores propuestos por la Organización Mundial de la Salud, siendo este un Índice de Masa Corporal (IMC) entre los 19 y 25 y una capacidad visual 20/25 o mejor. El criterio de exclusión considerado fue: presentar dolor, adormecimiento o debilidad en la zona lumbar, manos, piernas y cuello, durante los últimos 12 meses (Dunk & Callaghan, 2010), haber realizado actividad física el día anterior al experimento y haber tenido intervenciones quirúrgicas previamente y presenten dolor antes o durante la prueba.

La recolección de estos datos se realizó mediante el consentimiento informado, aprobado por el Comité de Ética de la Universidad Industrial de Santander (Anexo 10) y un formato de auto reporte por parte de los participantes.

#### **4.4 Ejecución del experimento**

La ejecución del experimento se inició con la explicación a cada uno de los participantes del objetivo del estudio, el acercamiento a cada uno de los equipos encargados de la toma de datos, la lectura y firma del consentimiento informado y el registro de los datos de cada participante.

Seguido a esto, se asignó aleatoriamente los tratamientos, mostrados en la Tabla 5, para cada uno de los participantes, reduciendo el sesgo en la toma de los datos.

Tabla 5. Aleatorización para cada participante

| Part.          | Día 1 |    |    |                            | Día 2 |    |    |                   | Part. | Día 1 |    |                                |    | Día 2 |    |    |    |
|----------------|-------|----|----|----------------------------|-------|----|----|-------------------|-------|-------|----|--------------------------------|----|-------|----|----|----|
|                | SB    |    |    |                            | CB    |    |    |                   |       | CB    |    |                                |    | SB    |    |    |    |
| P1             | L     | EM | D  | NI                         | NI    | L  | EM | D                 | P2    | D     | NI | L                              | EM | EM    | D  | NI | L  |
| P3             | EM    | D  | NI | L                          | L     | EM | D  | NI                | P4    | NI    | L  | EM                             | D  | D     | NI | L  | EM |
| P5             | D     | NI | L  | EM                         | EM    | D  | NI | L                 | P6    | L     | EM | D                              | NI | NI    | L  | EM | D  |
| P7             | NI    | L  | EM | D                          | D     | NI | L  | EM                | P8    | EM    | D  | NI                             | L  | L     | EM | D  | NI |
| P9             | L     | EM | D  | NI                         | NI    | L  | EM | D                 | P10   | D     | NI | L                              | EM | EM    | D  | NI | L  |
| P11            | EM    | D  | NI | L                          | L     | EM | D  | NI                | P12   | NI    | L  | EM                             | D  | D     | NI | L  | EM |
| P13            | D     | NI | L  | EM                         | EM    | D  | NI | L                 | P14   | L     | EM | D                              | NI | NI    | L  | EM | D  |
| P15            | NI    | L  | EM | D                          | D     | NI | L  | EM                | P16   | EM    | D  | NI                             | L  | L     | EM | D  | NI |
| P17            | L     | EM | D  | NI                         | NI    | L  | EM | D                 | P18   | D     | NI | L                              | EM | EM    | D  | NI | L  |
| P19            | EM    | D  | NI | L                          | L     | EM | D  | NI                | P20   | NI    | L  | EM                             | D  | D     | NI | L  | EM |
| P21            | D     | NI | L  | EM                         | EM    | D  | NI | L                 | P22   | L     | EM | D                              | NI | NI    | L  | EM | D  |
| P23            | NI    | L  | EM | D                          | D     | NI | L  | EM                | P24   | EM    | D  | NI                             | L  | L     | EM | D  | NI |
| P25            | L     | EM | D  | NI                         | NI    | L  | EM | D                 | P26   | D     | NI | L                              | EM | EM    | D  | NI | L  |
| P27            | EM    | D  | NI | L                          | L     | EM | D  | NI                | P28   | NI    | L  | EM                             | D  | D     | NI | L  | EM |
| P29            | D     | NI | L  | EM                         | EM    | D  | NI | L                 | P30   | L     | EM | D                              | NI | NI    | L  | EM | D  |
| <b>L: leer</b> |       |    |    | <b>EM: escribir a mano</b> |       |    |    | <b>D: digitar</b> |       |       |    | <b>NI: navegar en internet</b> |    |       |    |    |    |

Asignadas las tareas, se ubicó al participante de pie, para adherir sobre la piel los equipos de Electromiografía, en el vientre de los músculos LES (ubicado en la posición más alta del plano supracrestal donde se encuentra la vértebra L4/L5 (Delagi, Lazzetti, Aldo, Perotto, & Morrison, 2011) y músculo recto mayor del abdomen RA (ubicado a 5 cm por encima del ombligo y 3 centímetros lateral a la línea media (Moraes et al., 2009; Nq, Richardson, Parnianpour, & Kippers, 2002), como se observa en la Figura 2.

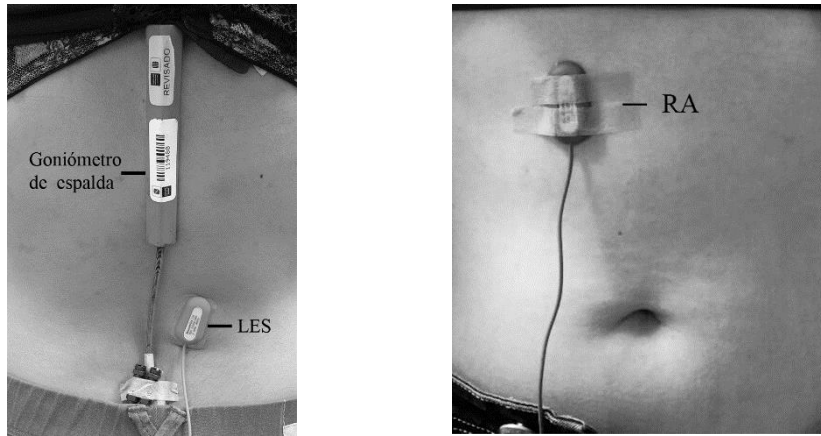


Figura 2. Localización de los equipos.

Antes de colocar estos electrodos sobre la piel, esta se preparó para reducir la impedancia con una solución de alcohol isopropílico, y de ser necesario, se afeitaba el pelo en la zona específica, consistente con las recomendaciones del estudio de Hermens et al (2000).

El procesamiento de las señales electromiográficas se realizó utilizando un filtro que las normaliza con una ventana de 200 ms para el análisis (Bennie, Ciriello, Johnson, & Dennerlein, 2002; Claudon, 1998), por lo que se adoptó este criterio. De igual manera, se tomó la máxima contracción voluntaria (MVC) a partir del valor pico de la señal y así las señales que se obtuvieron se suavizaron utilizando este procedimiento. De acuerdo con esto, para encontrar estos valores máximos, se realizó la calibración de cada uno de los electrodos de EMG de la siguiente manera:



- Músculo RA: participante totalmente acostado sobre una superficie plana, con las rodillas completamente flexionadas ( $140^\circ$ ) y los pies fijos, marcando de esta forma el cero de la señal de EMG. Después debía elevar el tronco de la superficie plana, para alcanzar un ángulo de  $45^\circ$ . manteniéndola por 5 segundos para así obtener la MVC (Moraes et al., 2009).

- Músculo LES: participante postura sedente, recostado con la espalda a 180° con relación a la horizontal, marcando de esta forma el cero de la señal de EMG. Después adoptaba la postura de pie realizando la maniobra para obtener MVC; con los pies ligeramente separados, rodillas extendidas, en flexión del tronco y los brazos unidos al tronco. De esta manera debía levantar una carga del piso tomando como fuerza principal la espalda y los brazos como soporte, por 5 segundos.

Por otra parte, se ubicó el equipo de electrogoniometría (Biometric Ltd UK SG150b) sobre las vértebras S1/L5 y T12 de la espalda, mostrado en la Figura 2. Para su normalización, fue necesario que cada participante tomara una postura completamente erecta, puesto que en esta postura el tronco está en posición vertical y es posible tomar el cero.

Finalmente, se le indicó al participante que se sentara para ajustar las condiciones del asiento respecto al puesto de trabajo, en donde cada uno de estos tenía sobre la superficie de apoyo el sensor de presión FSA. De esta manera, se dio inicio a la toma de datos desarrollando las 4 tareas asignadas, sin tiempo limitante en la ejecución de cada una. Entre cada tarea, se determinó una pausa, realizando un ciclo de ejercicios espinales de 25 segundos, que permitirían relajar la espalda (Tabla 6).

**Tabla 6. Ejercicios de relajación de la espalda**

| <b>Ejercicios para la relajación de la espalda</b>   |   |
|--|---|
| Para lumbares y paravertebrales: elevar los brazos y las manos al máximo y ponerse de puntillas. 5 segundos  |  |
| Para dorsales e intercostales: con las piernas ligeramente separadas y los brazos estirados, rotar hacia un lado y luego hacia el otro. 10 segundos a cada lado. |  |

---

Para dorsales e intercostales: con las piernas ligeramente separadas y las manos en la cintura, inclinar la espalda, los hombros y la cabeza hacia atrás. 10 segundos.



---

Fuente: (Maradei, 2014)

El participante al momento de la ejecución de las tareas establecidas se encontraba dentro de un laboratorio, en el cual podía modificar la temperatura del aire acondicionado, las herramientas del puesto de trabajo y desenvolverse con naturalidad ya que nadie más se encontraba dentro de este espacio. Por otro lado, el investigador encargado y el auxiliar del grupo de investigación se encontraban del otro lado del laboratorio en donde tomaba los datos y observaba al participante por medio de la cámara de Gesell, sin interferir ni interrumpir al participante.

#### **4.5 Análisis estadístico de los datos**

La actividad muscular se organizó mediante una tabla de contingencia, en donde se consignaron las frecuencias de los rangos del porcentaje de la actividad muscular que cada participante adoptó. Estos rangos se tomaron con ascensos entre ellos de 5 en 5, teniendo 19 niveles, empezando de 0-5% y finalizando en 95-100%. Para identificar diferencias significativas en la actividad de cada músculo, se realizó la prueba de Chi-cuadrado para datos no paramétricos donde la variable independiente es dicotómica y la dependiente categórica. El nivel de significancia fijado es del 5% por lo que se consideran estadísticamente significativos valores de  $p < 0,05$ .

El comportamiento postural (ángulos), los tiempos productivos (segundos), número de errores y la presión del asiento (mmHg) se analizaron por medio de los promedios al ejecutar cada tarea y en cada tratamiento asignado. Para identificar las diferencias significativas se realizó el análisis de varianza ANOVA, ya que los datos fueron paramétricos ( $p < 0,05$ ), donde el nivel de significación fijado es del 5% por lo que se consideran estadísticamente significativos valores de  $p < 0,05$ .

Los resultados serán presentados en la Tabla 7, que relacionará cada una de las variables con los tratamientos, y fueron analizados en el programa IBM SPSS Statistics v22.

Tabla 7. *Recolección de datos*

|                     | CB | SB | Prueba       |
|---------------------|----|----|--------------|
| Postura             |    |    |              |
| Tiempo productivo   |    |    | ANOVA        |
| Número de errores   |    |    |              |
| Presión del asiento |    |    |              |
| Actividad muscular  |    |    | CHI-CUADRADO |

## 5. Resultados

### 5.1 Participantes

Para la toma de datos se convocó a todas las trabajadoras de la UIS, directamente en sus puestos de trabajo, con el visto bueno de cada uno de los jefes de unidad, la División de Recursos Humanos y el Rector de la Universidad. Al ser la participación voluntaria, 36 participantes accedieron a realizar la prueba, de las cuales 2 no asistieron el segundo día de la prueba, 1 fue excluida por superar el límite de edad planteada para la prueba y 5 no accedieron a programar las citas

para ejecutar la prueba. Así el experimento fue realizado con 28 participantes, buscando una muestra homogénea para lograr mejores resultados en las comparaciones de medias.

La Tabla 8 describe a la muestra estudiada, teniendo en promedio 25 años (DS 5,15), 56,28 Kg de peso (DS 6,84), 1,60 m de altura (DS 0,06) y 21,8 IMC (DS 2,55), de acuerdo con lo especificado en el numeral 4.3 en los criterios de selección de la muestra. Por otra parte, con el objetivo de tener una muestra con una capacidad visual óptima, el 75% de las participantes usaban lentes formulados para lograr cumplir este requisito.

El 57,1% fueron trabajadoras administrativas, 32,2% auxiliares administrativas o de investigación, 3,57% profesoras y el 7,13% estudiantes en proyecto de grado de pregrado y maestría Figura 3.

Tabla 8. *Descripción de los participantes*

|             | Mínimo | Máximo | Promedio | DS   |
|-------------|--------|--------|----------|------|
| Edad (años) | 21     | 45     | 25,75    | 5,15 |
| Peso (Kg)   | 47     | 74     | 56,28    | 6,84 |
| Altura (m)  | 1,5    | 1,78   | 1,6      | 0,06 |
| IMC         | 17,35  | 27,85  | 21,89    | 2,55 |

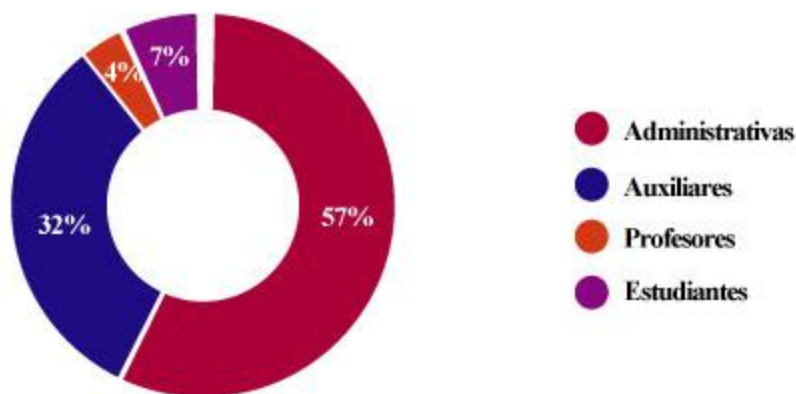


Figura 3. Distribución de las participantes en función del tipo de trabajo

## 5.2 Variables de evaluación / Efectos

La prueba de normalidad Shapiro-Wilk muestra que la distribución de los variables tiempos productivos, errores, postura (flexión, desviación lateral derecha DLD, desviación lateral izquierda DLI) y presión (considerando el área total de apoyo), son normales ( $p > 0,05$ ), como se muestra en la Tabla 9. Por otro lado, la actividad muscular será evaluada como una variable cualitativa mediante frecuencias, por tal motivo no se le aplicó ninguna prueba de normalidad.

Tabla 9. Prueba de normalidad de los factores en función de la postura, tiempo productivo, errores y presión del asiento

|             |    | Shapiro-Wilk |    |      |                 |    |      |                     |    |      |      |    |      |
|-------------|----|--------------|----|------|-----------------|----|------|---------------------|----|------|------|----|------|
|             |    | DIGITAR      |    |      | ESCRIBIR A MANO |    |      | NAVEGAR EN INTERNET |    |      | LEER |    |      |
| tratamiento |    | Est          | gl | Sig. | Est             | gl | Sig. | Est                 | gl | Sig. | Est  | gl | Sig. |
| tiempo      | SB | ,952         | 28 | ,220 | ,962            | 28 | ,398 | ,941                | 28 | ,116 | ,972 | 28 | ,625 |

|                  |    |      |    |      |      |    |      |      |    |      |      |    |      |
|------------------|----|------|----|------|------|----|------|------|----|------|------|----|------|
| error            | CB | ,962 | 28 | ,383 | ,947 | 28 | ,167 | ,953 | 28 | ,242 | ,972 | 28 | ,630 |
|                  | SB | ,937 | 28 | ,091 | ,943 | 28 | ,135 | ,971 | 28 | ,616 | ,933 | 28 | ,074 |
| flexión          | CB | ,980 | 28 | ,858 | ,939 | 28 | ,102 | ,930 | 28 | ,062 | ,962 | 28 | ,396 |
|                  | SB | ,940 | 28 | ,113 | ,953 | 28 | ,231 | ,947 | 28 | ,163 | ,948 | 28 | ,181 |
| DLD <sup>1</sup> | CB | ,983 | 28 | ,919 | ,938 | 28 | ,100 | ,966 | 28 | ,469 | ,965 | 28 | ,458 |
|                  | SB | ,931 | 28 | ,065 | ,981 | 28 | ,866 | ,979 | 28 | ,836 | ,931 | 28 | ,067 |
| DLI <sup>2</sup> | CB | ,951 | 28 | ,212 | ,928 | 28 | ,055 | ,963 | 28 | ,414 | ,935 | 28 | ,082 |
|                  | SB | ,969 | 28 | ,561 | ,951 | 28 | ,214 | ,960 | 28 | ,353 | ,963 | 28 | ,406 |
| Presión          | CB | ,949 | 28 | ,192 | ,937 | 28 | ,094 | ,928 | 28 | ,054 | ,957 | 28 | ,288 |
|                  | SB | ,969 | 28 | ,555 | ,969 | 28 | ,555 | ,955 | 28 | ,261 | ,931 | 28 | ,065 |
| Área             | CB | ,973 | 28 | ,651 | ,963 | 28 | ,400 | ,941 | 28 | ,117 | ,981 | 28 | ,873 |
|                  | SB | ,976 | 28 | ,758 | ,976 | 28 | ,758 | ,971 | 28 | ,612 | ,975 | 28 | ,727 |
|                  | CB | ,970 | 28 | ,573 | ,968 | 28 | ,518 | ,952 | 28 | ,225 | ,975 | 28 | ,714 |

<sup>1</sup>DLD: desviación lateral derecha; <sup>2</sup>DLI: Desviación lateral izquierda

**5.2.1 Actividad muscular del músculo erector lumbar LES.** La Tabla 10 muestra los resultados, en porcentaje promedio, encontrados en cada uno de los tratamientos para cada tarea de oficina desarrollada.

Tabla 10. *Análisis descriptivo en la actividad muscular de LES*

| Tratamientos        |    | Mínimo | Máximo | Promedio |
|---------------------|----|--------|--------|----------|
| Digital             | cb | 0      | 64,98  | 0,048    |
|                     | sb | 0      | 80,2   | 0,056    |
| Escribir a mano     | cb | 0      | 87,5   | 0,045    |
|                     | sb | 0      | 65,43  | 0,042    |
| Navegar en internet | cb | 0      | 68,664 | 0,043    |
|                     | sb | 0      | 27,345 | 0,042    |
| Leer                | cb | 0      | 87,179 | 0,047    |
|                     | sb | 0      | 63,068 | 0,046    |

Promedio Actividad Muscular CB=0,04575

Promedio Actividad Muscular SB= 0,0465

Es así, que se puede evidenciar de manera descriptiva, que el porcentaje promedio de la actividad muscular para cada tratamiento es casi el mismo, debido a que tienen valores muy cer-

canos, indiferentemente de las tareas que se desarrollan. Por otro lado, el asiento CB tiene valores máximos mucho más altos en las tareas escribir a mano, navegar en internet y leer, en comparación con el asiento SB; por el contrario, digitar en el asiento CB presenta el valor más bajo en comparación con el asiento SB.

Para comparar la distribución de los datos por medio de la prueba Chi-Cuadrado ( $p < 0,05$ ), se organizaron los datos de acuerdo con las frecuencias del porcentaje promedio por cada participante, mostrado en la Tabla 11, encontrando que no hay diferencia significativa entre tipo de asientos al realizar cada una de las tareas ( $p = 0,074$ ).

Tabla 11. *Frecuencias del porcentaje promedio de la actividad muscular del músculo LES*

| Rangos porcentaje de AM <sup>4</sup> | CB               |                      |                      |      | SB  |         |         |      |
|--------------------------------------|------------------|----------------------|----------------------|------|-----|---------|---------|------|
|                                      | Dig <sup>1</sup> | Esc.Man <sup>2</sup> | Nav.Int <sup>3</sup> | Leer | Dig | Esc.Man | Nav.Int | Leer |
| 0 a 5                                | 20               | 23                   | 21                   | 22   | 15  | 20      | 19      | 18   |
| 5 a 10                               | 4                | 3                    | 5                    | 4    | 8   | 8       | 8       | 9    |
| 10 a 15                              | 3                | 0                    | 1                    | 0    | 4   | 0       | 1       | 0    |
| 15 a 20                              | 1                | 1                    | 1                    | 1    | 1   | 0       | 0       | 1    |
| 20 a 25                              | 0                | 1                    | 0                    | 0    | 0   | 0       | 0       | 0    |
| 25 a 30                              | 0                | 0                    | 0                    | 1    | 0   | 0       | 0       | 0    |

<sup>1</sup>Dig: Digitar; <sup>2</sup>Esc.Man: Escribir a mano; <sup>3</sup>Nav.Int: Navegar en internet; <sup>4</sup>AM: Actividad muscular

**5.2.2 Actividad muscular del músculo erector abdominal RA.** De acuerdo con los datos encontrados, mostrados en la Tabla 12, se puede evidenciar que de acuerdo con el porcentaje promedio de la actividad muscular en RA, tiene valores muy cercanos en los dos tipos de asiento. Los valores en el asiento CB siempre son más altos, en comparación a los obtenidos en el asiento SB, indiferentemente de las tareas.

Tabla 12. Análisis descriptivo en la actividad muscular del músculo RA

| Tratamientos        |    | Mínimo | Máximo | Promedio |
|---------------------|----|--------|--------|----------|
| Digital             | cb | 0      | 48,15  | 0,065    |
|                     | sb | 0      | 70,08  | 0,059    |
| Escribir a mano     | cb | 0      | 71,4   | 0,066    |
|                     | sb | 0      | 88,98  | 0,061    |
| Navegar en internet | cb | 0      | 51,99  | 0,058    |
|                     | sb | 0      | 67,64  | 0,057    |
| Leer                | cb | 0      | 72,75  | 0,063    |
|                     | sb | 0      | 42,28  | 0,055    |

Promedio Actividad Muscular CB= 0,063

Promedio Actividad Muscular SB= 0,058

Al comparar la distribución mediante Chi-Cuadrado ( $p < 0,05$ ), organizando los datos de cada participante por frecuencias (Tabla 13), se encontró que no hay diferencias significativas entre tipos de asiento al realizar cada una de las tareas ( $p = 0,101$ ).

Tabla 13. Frecuencias del porcentaje promedio de la actividad muscular del músculo RA

| Rangos porcentaje de AM <sup>4</sup> | CB               |                      |                      |      | SB  |         |         |      |
|--------------------------------------|------------------|----------------------|----------------------|------|-----|---------|---------|------|
|                                      | Dig <sup>1</sup> | Esc.Man <sup>2</sup> | Nav.Int <sup>3</sup> | Leer | Dig | Esc.Man | Nav.Int | Leer |
| 0 a 5                                | 17               | 17                   | 16                   | 16   | 20  | 17      | 20      | 16   |
| 5 a 10                               | 7                | 4                    | 8                    | 9    | 4   | 8       | 4       | 9    |
| 10 a 15                              | 2                | 4                    | 1                    | 2    | 1   | 0       | 2       | 1    |
| 15 a 20                              | 0                | 1                    | 2                    | 0    | 1   | 1       | 0       | 0    |
| 20 a 25                              | 0                | 0                    | 0                    | 0    | 1   | 0       | 1       | 2    |
| 25 a 30                              | 1                | 1                    | 0                    | 0    | 1   | 2       | 1       | 0    |
| 30 a 35                              | 1                | 1                    | 1                    | 1    | 0   | 0       | 0       | 0    |

<sup>1</sup> Dig: Digital; <sup>2</sup> Esc.Man: Escribir a mano; <sup>3</sup> Nav.Int: Navegar en internet; <sup>4</sup> AM: Actividad muscular

**5.2.3 Comportamiento postural.** En el análisis descriptivo, tomado mediante los medios de la flexión, desviación lateral derecha DLD y desviación lateral izquierda DLI, muestra-

dos en la Tabla 14, se evidencia que los ángulos posturales, a nivel general, siempre son menores al momento de realizar las tareas en el asiento CB.

Tabla 14. *Promedios del comportamiento postural*

| Tratamientos        |    | Flexión (°) | DLD (°) | DLI (°) |
|---------------------|----|-------------|---------|---------|
| Digitar             | cb | 48,81       | 2,85    | 5,88    |
|                     | sb | 61,08       | 1,24    | 10,92   |
| Escribir a mano     | cb | 48,34       | 1,48    | 5,62    |
|                     | sb | 61,12       | 3,8     | 11,35   |
| Navegar en internet | cb | 49,09       | 2,68    | 6,45    |
|                     | sb | 67,21       | 5,94    | 11,86   |
| Leer                | cb | 47,87       | 3,45    | 5,26    |
|                     | sb | 60,21       | 10,62   | 9,63    |

Promedio Flexión CB= 48,527; SB= 62,405 - Promedio DLD CB= 2,615; SB= 5,4 - Promedio DLI CB= 5,802; SB= 10,94

Además, los ángulos posturales fueron analizados mediante la comparación de medias con ANOVA, Tabla 15, encontrando que la postura se ve afectada positivamente por el asiento CB al desarrollar las tareas de oficina.

Tabla 15. *Comparación de medias de postura por medio de ANOVA. Datos tomados del programa IBM SPSS Statistics 22*

|                              |                  | Media cuadrática | F       | Sig. |
|------------------------------|------------------|------------------|---------|------|
| Flexión                      | Entre grupos     | 11036,325        | 82,278  | ,000 |
|                              | Dentro de grupos | 134,134          |         |      |
|                              | Total            |                  |         |      |
| Desviación Lateral derecha   | Entre grupos     | 329,267          | 34,042  | ,000 |
|                              | Dentro de grupos | 9,672            |         |      |
|                              | Total            |                  |         |      |
| Desviación Lateral Izquierda | Entre grupos     | 1265,882         | 105,344 | ,000 |
|                              | Dentro de grupos | 12,017           |         |      |
|                              | Total            |                  |         |      |

En esta medida, se evaluaron las tareas mediante pruebas Posthoc HSD Tukey, encontrando diferencias entre las tareas digitar y escribir ( $p=0,00$ ), digitar y navegar en internet ( $p= 0,009$ ); y escribir y leer ( $p=0,001$ ) (Tabla 16).

Tabla 16. *Diferencias al comparar el asiento CB y las tareas con las pruebas post hoc de Tukey*

| Relación entre tareas |                     | Sig.  |
|-----------------------|---------------------|-------|
| digitar               | escribir            | 0,00  |
| digitar               | navegar en internet | 0,009 |
| escribir              | leer                | 0,001 |
| escribir              | navegar en internet | 0,81  |
| navegar en internet   | leer                | 0,407 |
| leer                  | digitar             | 0,342 |

**5.2.4 Tiempo productivo y número de errores.** Mediante el análisis descriptivo por medio de los promedios, mostrado en la Tabla 17, se evidencia que Navegar en Internet en el asiento CB tiene mayor tiempo productivo ya que gasta 19% de tiempo adicional con relación al asiento SB y tiene un 30% menos de errores. En la tarea leer en el asiento CB, se tarda un poco más en hacer la tarea, pero con menor número de errores. Al contrario, en la tarea digitar, el tiempo es mayor al usar el asiento CB. En la tarea de escribir a mano, el tiempo con los dos tipos de asientos tuvieron valores muy cercanos, casi iguales.

Por otro lado, los errores al desarrollar las tareas en el asiento CB fueron menores en las tareas digitar, navegar en internet y leer.

Tabla 17. *Tiempos productivos y errores de las 4 tareas en cada tratamiento*

| Tarea               | CB      |         | SB      |         | TE     |
|---------------------|---------|---------|---------|---------|--------|
|                     | tiempo  | errores | tiempo  | errores | tiempo |
| Digitar             | +13,81% | 86,071  | +11,87% | 94,21   | 1379   |
| Escribir a mano     | +11,68% | 12,21   | +11,44% | 10,10   | 1177   |
| Navegar en internet | +19,29% | 2,821   | +30,74% | 4,107   | 1361   |
| Leer                | +13,47% | 12,39   | +12,68% | 17,1    | 1195   |

|          |          |       |         |       |      |
|----------|----------|-------|---------|-------|------|
| Promedio | +14,562% | 28,37 | +16,68% | 31,37 | 1278 |
|----------|----------|-------|---------|-------|------|

Los valores en cada casilla corresponden al tiempo adicional al 100% del tiempo productivo estandarizado (TE), considerado en el Anexo 1.

Mediante la comparación de medias a través de ANOVA, se evidenció que no hay diferencias significativas en el tiempo productivo ( $p=0,585$ ) y el número de errores ( $p=0,573$ ). En este último aspecto, también se consideraron el número de clicks promedio al desarrollar la tarea navegar en internet, encontrando que al realizar esta tarea en el asiento CB es menor (número de clicks: 193,03) comparado con el asiento SB (número de clicks: 210,75).

**5.2.5 Presión en el asiento.** Como última variable de evaluación, se encontró que en el asiento CB se ejercen presiones menores, en comparación al asiento SB, mostrados en la Tabla 18. Además, en contraste con esto, se puede evidenciar que se disminuye la presión en el asiento ya que el área de contacto es mayor en las tareas de escribir a mano, navegar en internet y leer. En el caso de la tarea digitar, tanto la presión como el área de contacto es menor.

Tabla 18. *Promedios de la presión en el asiento, considerando el área total de contacto*

| Tarea               | CB      |         | SB      |          |
|---------------------|---------|---------|---------|----------|
|                     | Presión | Área    | Presión | Área     |
| Digitar             | 30,131  | 1272,67 | 36,868  | 1303,32  |
| Escribir a mano     | 29,367  | 1264,47 | 33,725  | 1188,79  |
| Navegar en internet | 27,21   | 1239,57 | 34,894  | 1184,68  |
| Leer                | 27,08   | 1318,73 | 35,30   | 1187,43  |
| Promedio            | 28,447  | 5095,44 | 35,24   | 1216,055 |

Las unidades para la presión fueron tomadas en mmHg y el área en  $\text{cm}^2$ . Área total del sensor de presión FSA= 2162,25.

Al momento de realizar la comparación de media a través de ANOVA, se encontró que el tipo de asiento si tiene un efecto positivo en la distribución del peso del cuerpo sobre el asiento, al momento de desarrollar las tareas con el asiento CB,  $p<0,000$ , y que se comporta de la misma manera al ejecutar las cuatro tareas planteadas.

**5.2.6 Resumen de los resultados.** Con relación al objetivo 1 establecido en analizar la relación entre el tipo de asiento y la activación muscular, se encontró que el tipo de asiento no tiene efecto sobre la actividad muscular de los músculos LES y RA.

Por otro lado, el objetivo 2 establecido con el análisis de la relación entre el tipo de asiento y el comportamiento postural, se evidencia que el asiento CB afecta positivamente la postura al momento de realizar las tareas con mayor penosidad. Debido a este efecto, se esclareció que el comportamiento biomecánico en flexión y desviación lateral izquierda tienen el mismo comportamiento en las cuatro tareas, mientras que en la desviación lateral derecha existe diferencias entre tareas. En este sentido, digitar tuvo un efecto negativo con relación a navegar en internet y escribir; y la tarea leer un efecto negativo con la tarea escribir, ya que tomaron ángulos mayores.

Por otra parte, de acuerdo con el objetivo 3, en donde se plantea evaluar el tipo de asiento con el tiempo productivo en las tareas de oficina, se encontró que el tipo de asiento y la calidad en la ejecución de las tareas (evaluada mediante los errores), no tienen efecto sobre la variable tiempo.

Finalmente, de acuerdo con la variable de evaluación planteada por fuera de los objetivos, se encontró que el asiento CB afecta positivamente en la presión del asiento, al mejorar la distribución del peso del cuerpo en el mismo y teniendo el mismo comportamiento al realizar las tareas de oficina. Este resumen se realizó de acuerdo con la Tabla 7, planteada en el ítem 4.5, y se presenta en la Tabla 19.

Tabla 19. *Resumen de resultados*

|                        | CB      | SB      | Dif.Sig |
|------------------------|---------|---------|---------|
| Flexión                | 48,527  | 62,405  | 0,000   |
| DLD                    | 2,615   | 5,4     | 0,000   |
| DLI                    | 5,802   | 10,94   | 0,000   |
| Tiempo productivo      | +14,56% | +16,68% | 0,585   |
| Número de errores      | 28,37   | 31,37   | 0,573   |
| Presión del asiento    | 28,447  | 35,24   | 0,000   |
| Área de contacto       | 5095,44 | 1216,05 | 0,291   |
| Actividad muscular RA  | 0,063   | 0,058   | 0,101   |
| Actividad muscular LES | 0,04575 | 0,0465  | 0,074   |

## 6. Discusión de los resultados

De acuerdo con la pregunta de investigación del estudio ¿En qué medida el uso de una silla con un sistema basculante en el asiento en postura sedente influye en los tiempos productivos, actividad muscular y comportamiento postural, al realizar las tareas de oficina?, se pudo determinar que, al igual que otros estudios realizados (Elmer & Martin, 2014; Koren et al., 2016; Smith et al., 2015), aunque no existen diferencias significativas entre el tipo de asiento en el tiempo productivo y el número de errores, en el asiento CB las tareas navegar en internet, leer y escribir a mano se ejecutaron en un tiempo menor. Esto puede darse debido a que el diseño basado en principios ergonómicos puede eliminar dificultades a la hora de realizar el trabajo y conducir a reducir el tiempo improductivo (Generalis & Mylonakis, 2007), lo cual, a largo plazo maximiza el rendimiento y la rentabilidad de las organizaciones (Generalis & Mylonakis, 2007; Resnick & Zanotti, 1997). Por otro lado, considerando específicamente el número de errores (calidad de ejecución de las tareas), se pudo encontrar que estos son siempre menores cuando las tareas digitar, navegar en internet y leer se realizan en el asiento CB, aumentando la calidad y productividad del trabajo (Yeowa & Sen, 2006). Solo se obtuvo en la tarea digitar un mayor

número de errores, generado posiblemente por la fatiga, lo cual disminuye la velocidad y calidad en el trabajo (Resnick & Zanotti, 1997).

Es fundamental resaltar que la incidencia de otros factores en este aspecto, como la experiencia del trabajador, el trabajo en equipo, factores psicosociales, y la carga del trabajo conducen al mejoramiento del rendimiento personal (Kazmierczak et al., 2007; Tong et al., 2005).

En términos del comportamiento postural, varios autores (Curran et al., 2014; O'Sullivan et al., 2012) han encontrado que estar sentado en una silla dinámica reduce la flexión lumbar. De esta manera, el estudio presentó este mismo comportamiento en términos de flexión, además de la desviación lateral derecha y desviación lateral izquierda. En relación con este hallazgo, se encontró que el asiento CB tiene una influencia positiva en el desarrollo de las tareas de oficina, caso contrario a lo encontrado en el estudio realizado por O'Sullivan (2012) en donde las diferencias no tuvieron significancia dada la corta duración en las tareas planteadas por el autor.

De acuerdo con los ángulos adoptados por los participantes, se evidencia que se encuentran dentro de los rangos propuestos por varios autores (Chaffin et al., 2006; Dunk & Callaghan, 2010; Flenghi, 1995; Jouvencel, 1994; Rodríguez et al., 1999). Al respecto, y al encontrar diferencias significativas entre asientos, al momento de ejecutar las tareas en el asiento SB se encontró que en promedio el ángulo de inclinación del raquis es de 62,4° (rango de movimiento lumbar entre 40°-60° (Dunk & Callaghan, 2010; López-Miñarro & Rodríguez, 2008)) evidenciando un aumento en la flexión, por lo cual se puede presentar fatiga en los músculos encargados de la estabilización del raquis (van Diëën, Dekkers, Groen, Toussaint, & Meijer, 2001), aumento de la compresión intradiscal llegando a degenerar los discos intervertebrales (Maradei et al., 2015, 2016; Rochon, 2003; van Diëën et al., 2001; Wilke et al.,

1999), ya que existe una pérdida aproximada del 10% de hidratación al presentar posturas con una curvatura elevada (Johannaber & Fathallaha, 2012) y en consecuencia percepción de dolor lumbar (Elmer & Martin, 2014; O'Sullivan et al., 2012).

El comportamiento postural hace que las tareas que requieren atención, exactitud y la necesidad de ejecutar entrada de datos a gran velocidad en sistemas informáticos, mantengan una inclinación del tronco hacia adelante, en la medida que se requiera ejecutar correctamente (Galindo et al., 2016; Marmaras et al., 2008), pero que estas tareas no cambian las características motoras en función de la postura (Ohlinger et al., 2011) encontró en su estudio que al usar el mouse hay menor dinamismo en la espina cervical y torácica, comparada con la tarea digitar, diferencia que solo se vio reflejada en este estudio al momento de analizar las tareas de oficina en la desviación lateral derecha, encontrando mayores ángulos en la tarea de digitar y leer. Esto puede ser posible dado a que el 100% de las participantes presentaba la mano derecha dominante.

Por esa razón, se puede entender que, en los dos tratamientos, la inclinación del tronco se ha mantenido hacia adelante y se genere la necesidad de reducir estas cargas mediante el diseño y disposición física del sistema (De Looze et al., 2001; Kazmierczak et al., 2007), como lo generó el asiento CB el cual tiene un efecto que favorece la reducción de estos ángulos ayudando a generar una postura dinámica para mantener el raquis entre los rangos de movimiento permitidos (Makhsous et al., 2009; van Diëen et al., 2001).

Por otra parte, Munoz et al (2011), Mastalerz & Palczewska (2010) definen que la inclinación del tronco influencia la actividad de los músculos, encontrando que en la actividad en la zona lumbar es de 0,08 con una inclinación del asiento de  $-15^{\circ}$ ; 0,14 para asientos con  $15^{\circ}$  de inclinación y 0,09 con asientos sin inclinación, demostrando que la variación en la inclinación

pélvica modifica la actividad muscular, afectando la inclinación del raquis (Elmer & Martin, 2014). De acuerdo con esto, los resultados encontrados en este estudio fueron valores de actividad muscular, para el musculo LES y RA, menores a los encontrados en la literatura en los dos tipos de tratamientos. Dicha diferencia puede darse debido a que los ángulos de inclinación del asiento en los dos estudios fueron diferentes, variando en 5° hacia adelante y 10° hacia atrás. También, al no encontrar diferencias significativas entre los tratamientos, se puede concluir que la actividad muscular entre los dos tipos de asiento es la misma para las cuatro tareas planteadas, resultado al que también llegaron autores como Curran et al (Curran et al., 2014) y Alnaser (Alnaser & Wughalterb, 2009).

En el sentido de la capacidad muscular al momento de realizar trabajo estático, en la Tabla 11 y 13, se puede evidenciar que el porcentaje de la actividad muscular desarrollada en las tareas de oficina en el asiento CB, estuvieron con mayor frecuencia entre el 10-15% de su actividad muscular máxima en los músculos LES y RA, estando entre los rangos establecido por Kahn (Kahn) para posturas mantenidas por más de 10 minutos. En estas mismas tablas, se puede evidenciar, con menor frecuencia, que algunos participantes usaron del 25-30% y del 30-35% de su actividad muscular máxima en el asiento CB, lo cual puede llegar a generar incomodidad y dolor de espalda debido al trabajo muscular prolongado para mantener el mecanismo de estabilización de la columna (Panjabi, 1992).

De acuerdo con los hallazgos encontrados en el área y presión del asiento, es necesario entender que en la postura sedente, postura de trabajo que genera mayores problemas de salud (López-Miñarro & Rodríguez, 2008), el peso del cuerpo es transferido hacia las áreas de soporte, las tuberosidades isquiáticas y el tejido blando (Corlett, 2006; Flenghi, 1995). En esta medida, se pudo encontrar que la presión en el asiento CB tiene efecto positivo al momento de realizar las

tareas, dado que los valores encontrados en esta variable de evaluación fueron menores, en comparación al asiento SB.

Este hallazgo destaca la importancia de la implementación de asientos con basculación, que al tomar ángulos hacia atrás y adelante reducen la presión, en este estudio la reducción fue del 6,8%; la compresión de los discos al generar mayor contacto entre el espaldar y el asiento (Huang, Hajizadeh, Gibson, & Lee, 2016a) y mejorar la distribución de la presión corporal en el asiento minimizando el esfuerzo muscular para mantener la estabilidad (Maradei et al., 2016).

Los valores de la presión hallados, se encuentran por debajo de los 60 mmHg cuando hay peso de 54,43 Kg y 50 mmHg por 72,57 Kg (peso promedio en este estudio de 56,28 Kg), establecidos como las presiones máximas sin llegar a generar daños en los tejidos cuando se aplican por menos de una hora (Gayol-Mérida et al., 2014; Johannaber & Fathallaha, 2012).

Es así como el asiento CB, además de tener el valor más bajo de presión, en comparación con el asiento SB, presenta mayor área de superficie de contacto, distribuyéndola hacia los muslos y ayudando a redistribuir las presiones en zonas con predisposición a ulcerarse (Gayol-Mérida et al., 2014). La combinación entre menor presión y mayor área de contacto permite disminuir el dolor lumbar, ocasionar menor presión en las tuberosidades isquiáticas (Callaghan & McGill, 2001) y permite el equilibrio de los músculos posteriores y anteriores (Galindo et al., 2016).

## 7. Conclusiones

El trabajo de investigación buscaba evaluar la influencia de un asiento basculante y sin basculación, en los tiempos productivos de las tareas de oficina con mayor penosidad, en la Universidad Industrial de Santander, con el propósito de mitigar los factores de riesgo asociados al dolor lumbar, dado que la postura sedente y estática es considerada como un factor de riesgo que incide en esta patología y el rendimiento humano.

Como se evidencia en la revisión de literatura, existen una serie de estudios que relacionan el trabajo de oficina con asientos basculantes, evaluando una sola tarea o evaluando la actividad de manera general, sin integrar variables de evaluación fisiológicas, biomecánicas y de tiempos productivos. Es por esto que esta investigación además de integrar estas variables de evaluación analizó 4 tareas de oficina en tiempos más extensos (20 minutos cada una) (O'Sullivan et al., 2012), permitiendo mejorar el diseño de los puestos de trabajo y plantear como requerimiento la basculación del asiento, dado que mitiga riesgos biomecánicos y fisiológicos que a largo plazo pueden contribuir en el rendimiento humano (Generalis & Mylonakis, 2007; Resnick & Zanotti, 1997).

La investigación se desarrolló con la aprobación del Comité de ética CEINCI, de la Universidad Industrial de Santander y con base al protocolo detallado de experimentación, presentado en el ítem 4, referente a la metodología.

Los resultados evidencian que la influencia del asiento CB en las tareas de oficina es positiva en la postura y la presión del asiento. Por otro lado, el asiento CB y SB, se comportan de la misma manera en los tiempos productivos, errores y actividad muscular. De esta manera, la utilidad de las investigaciones ergonómicas no solo se limita a predecir y eliminar las lesiones en

lugares de trabajo, sino que a mejorar la productividad (Resnick & Zanotti, 1997) de acuerdo a los principios generales para el diseño de puestos de trabajo al evitar :posturas estáticas, posiciones extremas de las articulaciones, sobrecarga del sistema muscular, posturas poco naturales; mantener una apropiada postura sedente, permitir el cambio postural, capacitar al operador para que use la instalación física y satisfacer las demandas del trabajo y la capacidad del operador (Generalis & Mylonakis, 2007).

Además, se evidenció que las personas ajustaron las sillas al iniciar cada una de las tareas, pero al usar el asiento CB tenían una actitud de rechazo hacia este debido a la incompatibilidad con su modelo mental de uso (Norman, 1988) o a lo no conocido. Esto conduce a afirmar que al cambiar el entorno del puesto de trabajo debe darse un acompañamiento continuo con retroalimentación constante (Galindo et al., 2016).

Como resultados adicionales en el desarrollo del trabajo de investigación se logró:

1. Artículo de investigación “Work-related musculoskeletal disorders in office workers of the Universidad Industrial de Santander” (Anexo 9), sometido a la Revista Ciencias de la Salud de la Universidad del Rosario, el cual se encuentra en proceso de evaluación por pares.
2. Artículo de investigación titulado “Efecto del asiento basculante en el tiempo productivo: estudio piloto” (Anexo 11), sometido a la Revista UIS Ingenierías de la Facultad de Ingenierías Físico Mecánicas de la Universidad Industrial de Santander, el cual se encuentra en proceso de evaluación por pares.

3. Artículo de investigación aprobado para publicación en la revista *Advances in Intelligent Systems and Computing* series, Volumen 602, titulado: “Assessment in office work and productivity”, DOI: 10.1007/978-3-319-60825-9\_17 (Anexo 12).
4. Artículo de investigación en preparación, titulado: influencia del sistema basculante de sillas de oficina en la productividad laboral
5. Dos ponencias Internacionales con artículo en memorias del congreso, en:
  - a) XVIII Congreso Internacional de Ergonomía SEMAC y XXII Reunión Binacional de Ergonomía México E.U.A, realizada en Tijuana, Baja California México del 20 al 23 de Abril del 2016. La ponencia titulada: “Office work and productivity, related to low back pain”, (Anexo 13).  
<http://www.semac.org.mx/images/stories/congreso2017/LibroSEMAC2017.pdf>
  - b) 8th International conference on applied human factors and ergonomics and the affiliated conferences AHFE 2017, realizada en Los Angeles, California, USA del 17 al 21 de Julio del 2017. La ponencia titulada: “Assessment in office work and productivity”, *Advances in Physical Ergonomics and Human Factors*, pp 145-152

Se sugiere, en primera medida realizar el estudio del efecto del asiento CB incluyendo a sujetos con mano dominante zurda y a una población masculina. Además, se podría aplicar este mismo experimento en personas con dolor y sin dolor lumbar, ya que de esta manera se podría verificar si este tipo de asiento mitiga el dolor lumbar en personas con este dolor.

De acuerdo con las variables de evaluación, se sugiere integrar las variables psicosociales y rotación del raquis, ya que diferentes autores las consideran como factores de riesgo para desencadenar este TME (Perez, 2006).

Finalmente, se sugiere diseñar un asiento basculante con frecuencia controlada y automático (Galindo et al., 2016); y el ajuste de un sistema basculante a los modelos de sillas que se encuentran en el mercado, permitiendo acceder a este tipo de asiento sin la necesidad de reemplazar toda la silla.

### Referencias Bibliográficas

- Adams, M., & Dolan, P. (1997). Could sudden increases in physical activity cause degeneration of intervertebral discs? *Lancet*, 350(9079), 734-735.
- Aguado, X., Riera, J., & Fernandez, A. (2000). Educación postural en primaria. Propuesta de una metodología y ejemplo de una sesión. *Educación Física y Deportes*, 59, 55-60.
- Alderman, B., Olson, R., & Mattina, D. (2014). Cognitive function during low intensity walking: a test of the treadmill workstation. *J. Phys. Act. Health* 11(4), 752-758
- Alnaser, M., & Wughalterb, E. (2009). Effect of chair design on ratings of discomfort. *Work*, 34, 223-234.
- Andersen, J., Fallentin, N., Thomsen, J., & Mikkelsen, S. (2011). Risk factors for neck and upper extremity disorders among computers users and the effect of interventions: an overview of systematic reviews. *PloS One* 6(5), e19691.
- Andersson, B., Ortengren, R., Nachemson, A., & Elfstrom, G. (1974). Lumbar disc pressure and myoelectric back muscle activity during sitting. I. Studies on an experimental chair. *Scandinavian Journal of Rehabilitation Medicine* 6, 104-114.
- Baró, T. (2015). *Manual de la comunicación personal de éxito: saber ser, saber actuar, saber comunicarse*: PAIDOS IBERICA.
- Battini, D., Faccio, M., Persona, A., & Sgarbossa, F. (2011). New methodological framework to improve productivity and ergonomics in assembly system design *International Journal of Industrial Ergonomics*, 41, 30-42.
- Bennie, K., Ciriello, V., Johnson, P., & Dennerlein, J. (2002). Electromyographic activity of the human extensor carpi ulnaris muscle changes with exposure to repetitive ulnar deviation. *Eur. J. Appl. Physiol*, 88(1-2), 5-12.
- Bilgici, C. (2016). The impact of social media and smartphone use on the relation between the users and the news in Turkey. *The Turkish Online Journal of Design, Art and Communication*, 6(2), 82-90. doi:10.7456/10602100/002
- Boyling, J., & Jull, G. (2006). *Grieve-Terapia manual contemporánea. columna vertebral*.
- Cabezas, R., Mejía, F., & Sáenz, X. (2009). Estudio epidemiológico del dolor crónico en Caldas, Colombia (Estudio DOLCA). *Acta Med Colomb*, 34(3), 96-102.

- Cailliet, R. (1969). *Síndromes dolorosos 1: Dorso: El manual moderno*, México.
- Callaghan, J., & McGill, S. (2001). Low back joint loading and kinematics during standing and unsupported sitting. *Ergonomics*, 44(3), 280-294.
- Camargo, D., Jimenez, J., Archila, E., & Villamizar, M. (2004). El dolor: una perspectiva epidemiológica. *Salud UIS*, 36, 2-13.
- Carcone, S. M., & Keirb, P. J. (2007). Effects of backrest design on biomechanics and comfort during seated work. *Applied ergonomics*, 39(755-764).
- Carr, L., Maeda, H., Luther, B., Rider, P., Tucker, S., & Leonhard, C. (2014). Acceptability and effects of a seated active workstation during sedentary work: a proof of concept study. . *Int. J. Workplace Health Manag*, 7, 14.
- Carr, L., Walaska, K., & Marcus, B. (2012). Feasibility of a portable pedal exercise machine for reducing sedentary time in the workplace. *Br. J. Sports Med*, 46, 430-435.
- Carter, J., Beam, W., McMahan, S., Barr, M., & Brown, L. (2006). The effects of stability ball training on spinal stability in sedentary individuals. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 20 (2), 429-435
- Castillo M, J., & Ramirez C, B. (2009). El análisis multifactorial del trabajo estático y repetitivo. Estudio del trabajo en actividades de servicio. *Revista Ciencias de la Salud*, 7, 65-82
- Cavassa, C. R. (1997). *Ergonomía y productividad* (E. L. S. A. d. C. V. G. N. Editores Ed.). México D.F.
- Chaffin, D., Andersson, G., & Martin, B. (2006). *Occupational Biomechanics* (Fourth Edition ed.).
- Cholewicki, J., Silfies, S., Shah, R., Greene, H., Reeves, N., Alvi, K., & Goldberg, B. (2005). Delayed trunk muscle reflex responses increase the risk of low back injuries. *Spine*, 30(23), 2614-2620.
- Claudon, L. (1998). Evaluation of grip force using electromyograms in isometric isotonic conditions. 4, 2(169-184).
- Collins, J., & O'Sullivan, L. (2010). Psychosocial risk exposures and musculoskeletal disorders across working-age males and females. *Human Factors and Ergonomics in Manuf. & Service Industries*, 20, 272-286.

- Corlett, E. N. (2006). Background to sitting at work: researched-based requirements for the design of work seats. *Ergonomics*, 49(14), 1538-1546.
- Curran, M., Dankaertsb, W., O'Sullivan, P., O'Sullivan, L., & O'Sullivan, K. (2014). The effect of a backrest and seatpan inclination on sitting discomfort and trunk muscle activation in subjects with extension-related low back pain *Ergonomics*, 57(5), 733–743.
- da Costa, B., & Vieira, E. (2010). Risk factors for work-related musculoskeletal disorders: a systematic review of recent longitudinal studies. *Am. J. Ind. Med*, 53(3), 285-323.
- Dagenais, S., Caro, J., & Haldeman, S. (2008). A systematic review of low back pain cost of illness studies in the United States and internationally. *Spine Journal* 8(1), 8-20.
- De Looze, M. P., Urlings, I. J. M., Vink, P., van Rhijn, J. W., Miedema, M. C., Bronkhorst, R. E., & al., e. (2001). Towards successful physical stress reducing products: An evaluation of seven cases. *Applied Ergonomics*, 32, 525–534.
- Delagi, E., Lazzetti, J., Aldo, O., Perotto, M., & Morrison, D. (2011). *Anatomical guide for the electromyographer: the limbs and trunk* (5 ed.).
- Delgado, A., Maradei, F., & Castellanos, J. (2013). Influencia de los patrones posturales en la conducción y la antropometría en la carga biomecánica del raquis1 *Iconofacto*, 9(12), 38-55.
- DeRango, K. (2003). Office Workers' Productivity Enhanced by Ergonomics *Employment Research*, 10(1), 1-3.
- Domingo, C. (2013). *El viaje de la innovación*: DEUSTO S.A, EDICIONES.
- Donoghue, M., O'Reilly, D., & Walsh, M. (2013). Wrist postures in the general population of computer users during a computer task *Applied Ergonomics*, 44, 42-47.
- Dunk, N., & Callaghan, J. (2010). Lumbar spine movement patterns during prolonged sitting differentiate low back pain developers from matched asymptomatic controls. *Work*, 35(1), 3-14.
- Duthey, B. (2013). *Background Paper 6.24*
- Low back pain* Retrieved from [http://www.who.int/medicines/areas/priority\\_medicines/BP6\\_24LBP.pdf](http://www.who.int/medicines/areas/priority_medicines/BP6_24LBP.pdf)
- Eklund, J. (1995). Relationships between ergonomics and quality in assembly work *Applied Ergonomics*, 26(1), 15-20.

- Ellegast, R., Kraft, K., Groenesteijn, L., Krause, F., Berger, H., & Vink, P. (2012). Comparison of four specific dynamic office chairs with a conventional office chair: Impact upon muscle activation, physical activity and posture. *Applied Ergonomics*, 43(2), 296-307. doi:10.1016/j.apergo.2011.06.005
- Elmer, S., & Martin, J. (2014). A cycling workstation to facilitate physical activity in office settings. *Applied Ergonomics*, 45, 1240-1246.
- Evanoff, B. A., Bohr, P. C., & Wolf, L. D. (1999). Effects of a Participatory Ergonomics Team Among Hospitals Orderlies. *American Journal of Industrial Medicine*, 35, 358-365.
- Feldestein, A., Valanis, B., Vollmer, W., Stevens, N., & Overton, C. (1993). The back injury prevention project pilot study: assessing the effectiveness of back attack, and injury prevention program among nurses, aides, and orderlies. *Journal of occupational and environmental Medicine*, 14, 148-156.
- Ferguson, S., Marras, W., Burr, D., Davis, K., & Gupta, P. (2004). Differences in motor recruitment and resulting kinematics between low back pain patients and asymptomatic participants during lifting exertions. *Clinical Biomechanics*, 19, 992-999.
- Flenghi, D. (1995). *Capacités fonctionnelles lombaires, lombalgies et contraintes professionnelles*.
- Fujimaki, G., & Noro, K. (2005). *Sitting comfort of office chair design*. Paper presented at the Proceedings of the 11th International Conference on Human-Computer Interaction, Las Vegas, Nevada, USA
- Fuster, V. (2013). *El círculo de la motivación* (Planeta Ed.).
- Galindo, Z., Maradei, F., & Espinel, F. (2016). Percepción del dolor lumbar debido al uso de un asiento dinámico en postura sedente prolongada. *Rev. salud pública*, 18(3), 412-424.
- García, A. (1998). *Conceptos de organización industrial*. Barcelona, España.
- Gayol-Mérida, D., Pérez-Zavala, R., Reyes-Aguilar, P., & Pineda, C. (2014). Diseño y evaluación de asientos preventivos de úlceras por presión para lesionados medulares. *Revista de Investigación Clínica*, 66(1), s61-s69.
- Generalis, G., & Mylonakis, J. (2007). Productivity and ergonomics: a strong relationship leading to best working results. *European Journal of social sciences*, 5(1), 54-60.
- Goetzl, R., Hawkins, K., Ozminkowski, R., & Wang, S. (2003). The health and productivity cost burden of the “top 10” physical and mental health conditions affecting six large

- US employers in 1999. *Journal of Occupational and Environmental Medicine*, 45(1), 5-14.
- Graham, S., & Weintraub, N. (1996). A review of handwriting research: progress and prospects from 1980 to 1994. *Educational Psychology Review*, 8(1), 7-87.
- Grandjean, E. (1987). *Ergonomics in computerized offices*: Taylor and Francis.
- Grieco, A. (1986). Sitting posture: an old problem and a new one. *Ergonomics*, 29(3), 345-362.
- Grujicic, M., Pandurangan, B., Xie, X., Gramopadhye, K., Wagner, D., & Ozen, M. (2010). Musculoskeletal computational analysis of the influence of car-seat design/adjustments on long-distance driving fatigue. *International Journal of Industrial Ergonomics*, 40(3), 345-355.
- Guasch, A., Piera, M. A., Casanovas, J., & Figueras, J. (2004). *Modelado y simulación. Aplicación a procesos logísticos de fabricación y servicios*.
- Guerrero, A. M., & Gómez, M. P. (2014). *VIII Estudio Nacional del Dolor, Colombia*. Asociación Colombiana para el Estudio del Dolor.
- Hamill, J., & Knutzen, K. (1995). *Biomechanical basic of human movement*.
- Henry, S., Hitt, J., Jones, S., & Bunn, J. (2006). Decreased limits of stability in response to postural perturbations in subjects with low back pain. *Clinical biomechanics*, 21, 881-892.
- Hermens, H., Freriks, B., Disselhorst-Klug, C., & Rau, G. (2000). Development of recommendations for SEMG sensors and sensor placement procedures. *J. Electromyogr. Kinesiol*, 10(5), 361-374.
- Hostens, I., Papaioannou, S. A., & Ramon, H. (2001). Buttock and back pressure distribution tests on seats of mobile agricultural machinery. *Applied ergonomics*, 32, 347-355.
- Howarth, S., Glisic, D., Lee, J., & Beach, T. (2013). Does prolonged seated deskwork alter the lumbar flexion relaxation phenomenon? *J Electromyogr Kinesiol* 23(3), 587-593.
- Huang, M., Hajizadeh, K., Gibson, I., & Lee, T. (2016a). The Influence of Various Seat Design Parameters: A Computational Analysis. *Human Factors and Ergonomics in Manufacturing & Service Industries*, 26(3), 356-366.
- Huang, M., Hajizadeh, K., Gibson, I., & Lee, T. (2016b). The Influence of Various Seat Design Parameters: A Computational Analysis. *Human Factors and Ergonomics in Manufacturing & Service Industries*, 26(3), 356-366.

- Humar, I., Gradisar, M., Turk, T., & Erjavec, J. (2014). The impact of color combinations on the legibility of text presented on LCDs. *Applied Ergonomics*, 45(6), 1510-1517.
- Hünting, W., Läubli, T., & Grandjean, E. (1981). Postural and visual loads at VDT workplaces. I. Constrained postures. *Ergonomics*, 24(12), 917-931.
- Johannaber, K., & Fathallah, F. (2012). Spinal disc hydration status during simulated stooped posture. *Work*, 41, 2384-2386.
- John, D., Thompson, D. L., Raynor, H., Bielak, K., Rider, B., & Bassett, D. R. (2011). Treadmill workstations: a worksite physical activity intervention in overweight and obese office workers. *J. Phys. Act. Health* 8, 1034-1043.
- Jouvencel, M. (1994). *Ergonomía Básica. Aplicada a la medicina del trabajo* Madrid, España.
- Kadefors, R., Engström, T., Petzill, J., & Sundström, L. (1996). Ergonomics in parallelized car assembly: a case study, with reference also to productivity aspects. *Applied Ergonomics*, 27(2), 101-110.
- Kahn, J. LA CAPACITE DE TRAVAIL STATIQUE CHU Pitié-Salpêtrière, Paris.
- Karakolis, T., & Callaghan, J. P. (2014). The impact of sit-stand office workstations on worker discomfort and productivity: A review. *Applied Ergonomics*, 45, 799-806.
- Karlqvist, L., Hagberg, M., Hansson, G. A., & Waldenström, M. (1995). *Good working environments for graphics industry VDU operators using a mouse*. Paper presented at the Second International Scientific Conference on Prevention of Work-related Musculoskeletal Disorders, Montreal, Canada.
- Karwowski, W., & Marras, W. (1999). *The occupational ergonomics, hand book*.
- Kazmierczak, K., Neumann, W., & Winkel, J. (2007). A Case Study of Serial-Flow Car Disassembly: Ergonomics, Productivity and Potential System Performance. *Human Factors and Ergonomics in Manufacturing*, 17(4), 331-351.
- Kim, K., Choe, S., Haig, A., & Martin, B. (2010). Adaptation of torso movement strategies in persons with spinal cord injury or low. *Spine* 35, 1753-1759.
- Kleeman, W. (1991). *Interior Design of the Electronic Office: The comfort and Productivity Payoff* (Vol. 2nd edition): Van Nostrand Reinhold.
- Ko, P., Mohapatra, A., Bailey, I., Sheedy, J., & Rempel, D. (2014). Effect of font size and glare on computer tasks in young and older adults. *Optom Vis Sci*, 91(6), 682-689.

- Koren, K., Pisot, R., & Simunic, B. (2016). Active workstation allows office workers to work efficiently while sitting and exercising moderately *Applied Ergonomics*, *54*, 83-89.
- Lelong, C., Drevet, J., Chevallier, R., & Phelip, X. (1988). Biomécanique rachidienne et station assise. *Revue du Rhumatisme.*, *55*, 375-380.
- Levine, J. A., & Miller, J. M. (2007). The energy expenditure of using a “walk-and-work' desk for office workers with obesity. *Br. J. Sports Med*, *41*.
- Lewis, S. E., & Fowler, N. E. (2009). Changes in intervertebral disc dimensions after a loading task and the relationship with stature change measurements. *Arch. Phys. Med. Rehabil*, *90*, 1795-1799.
- Liao, M., & Drury, C. (2000). Posture, discomfort and performance in a VDT task. *Ergonomics* *43*(3), 345-359.
- Loranger, H., & Nielsen, J. (2006). *Prioritizing Web Usability*.
- Lord, M., Small, J., Dinsay, J., & Watkins, R. (1997). Lumbar lordosis. Effects of sitting and standing. In (Vol. 22).
- Luoma, K., Riihimäki, H., Luukkonen, R., Raininko, R., Viikari-Juntura, E., & Lamminen, A. (2000). Low back pain in relation to lumbar disc degeneration. *Spine*, *25*, 487–492.
- López-Miñarro, P., & Rodríguez, P. (2008). Estabilidad raquídea, manejo de cargas y ejecución correcta y segura de los ejercicios. In U. d. Murcia (Ed.), (pp. 1-28).
- Makhsous, M., Lin, F., Bankard, J., Hendrix, R., Hepler, M., & Press, J. (2009). Biomechanical effects of sitting with adjustable ischial and lumbar support on occupational low back pain: evaluation of sitting load and back muscle activity. *BMC Musculoskelet Disord*, *10*, 17.
- Maradei, F. (2014). *Influencia de los movimientos lumbo-pelvicos en la percepción de dolor lumbar en postura sedente prolongada, realizados a partir de un dispositivo colocado sobre el asiento*. (Doctorado), Pontificia Universidad Javeriana,
- Maradei, F., Quintana, L., & Castellanos, J. (2015). Macro repositioning movements of pelvis and trunk during simulated driving tasks *International Journal of Industrial Ergonomics* *46*, 19-28.

- Maradei, F., Quintana, L., & Castellanos, J. (2016). Effect of seat inclination on intradiscal pressure during simulated driving task, assessed using a biomechanical model *Ingeniare. Revista chilena de ingeniería*, 24(3), 520-528.
- Maradei, F., Quintana, L., & Castellanos, J. (2017). Influence of seat tilt motion on discomfort perception during a simulated driving activity. *Work*, 56(1), 99-110.
- Marklin, R., & Wilzbacher, J. (1999). Four Assessment Tools of Ergonomics Interventions: Case Study at an Electric Utility's Warehouse System *American Industrial Hygiene Association Journal*, 60, 777-784.
- Marmaras, N., Nathanaela, D., & Zarboutis, N. (2008). The transition from CRT to LCD monitors: Effects on monitor placement and possible consequences in viewing distance and body postures *International Journal of Industrial Ergonomics*, 38, 584-592.
- Mastalerz, A., & Palczewska, I. (2010). The influence of trunk inclination on muscle activity during sitting on forward inclined seats. *Acta of Bioengineering and Biomechanics*, 12(4), 19-24.
- McAlpine, D. A., Manohar, C. U., McCrady, S. K., Hensrud, D., & Levine, J. A. (2007). An office-place stepping device to promote workplace physical activity. *Br. J. Sports Med* 41, 903-907
- McGill, S. (1992). The influence of lordosis on axial trunk torque and trunk muscle myoelectric activity. *Spine* 17(10), 1187-1193.
- McGill, S. (1997). Distribution of tissue loads in the low back during a variety of daily and rehabilitation tasks. *Journal of Rehabilitation Research and Development*, 34(4), 448-458.
- McGill, S., Kavcic, N., & Harvey, E. (2006). Sitting on a chair or an exercise ball: Various perspectives to guide decision making *Clinical biomechanics*, 21, 353-360.
- Miralles, R. (2001). Biomecánica de la columna. *Rev. Soc. Esp. Dolor*, 8, 2-8.
- Moraes, A., Pinto, R., Valamatos, M., Pezarat-Correia, P., Okano, A., Santos, P., & Cabri, J. (2009). EMG activation of abdominal muscles in the crunch exercise performed with different external loads. *Phys, Ther. Sport*, 10(2), 57-62.
- Munoz, F., & Rougier, P. R. (2011). Estimation of centre of gravity movements in sitting posture: application to trunk backward tilt. *Journ. of Biomechanics*, 44(9), 1771-1775.

- Mörl, F., & Bradl, I. (2013). Lumbar posture and muscular activity while sitting during office work. *Journal of Electromyography and Kinesiology*, 23, 362-368.
- Neef, P., Hinz, B., Seidel, H., & Claes, L. (2001). Intradiscal pressure together with anthropometric data - a data set for the validation of models. *Clinical Biomechanics*, 16(1), 111-126.
- Newburger, E. C. (1997). *Computer Use in the United States*. Current Population Reports.
- Nordin, M., & Frankel, V. H. (2004). *Biomecánica básica del sistema musculoesquelético* (Vol. 3.<sup>a</sup> Edición).
- Norman, D. (1988). *The psychology of everyday things*.
- Nq, J., Richardson, C., Parnianpour, M., & Kippers, V. (2002). EMG activity of trunk muscles and torque output during isometric axial rotation exertion: a comparison between back pain patients and matched controls. *J. Orthop. Res*, 20(1), 112-121.
- O'Sullivan, K., O'Keefe, M., O'Sullivan, P., & Dankaerts, W. (2012). The effect of dynamic sitting on the prevention and management of low back pain and low back discomfort: a systematic review. *Ergonomics* 55, 898-908.
- Ohlinger, C. M., Horn, T. S., Berg, W. P., & Cox, R. H. (2011). The effect of active workstation use on measures of cognition, attention, and motor skill. *J. Phys. Act. Health* 8, 119-125.
- Oppenheimer, A. (2014). *Crear o morir*.
- Ortiz, N. (2014). *Análisis y mejoramiento de los procesos de la empresa*.
- O'Sullivan, P., Dankaerts, W., Burnett, A., Farrell, G., Jefford, E., Naylor, C., & O'Sullivan, K. (2006). Effect of different upright sitting postures on spinal-pelvic curvature and trunk muscle activation in a pain-free population. *Spine*, 31(19), 707-712.
- O'Sullivan, K., McCarthy, R., White, A., O'Sullivan, L., & Dankaerts, W. (2012). Lumbar posture and trunk muscle activation during a typing task when sitting on a novel dynamic ergonomic chair *Ergonomics*, 55(12), 1586-1595.
- Pai, S., & Sundaram, L. (2004). Low back pain: An economic assessment in the United States. *Orthopedic Clinics of North America*, 35(1), 1-5.
- Panjabi, M. (1992). The stabilizing system of the spine. *Journal of spinal disorders*, 5(4), 383-389.

- Perea, A., & Perea, M. (2013/2014). DESARROLLO DIDÁCTICO DE LA ESCRITURA. *CAUCE. Revista Internacional de Filología, Comunicación y sus Didácticas*, 36.
- Perez, J. (2006). Contribución al estudio de la lumbalgia inespecífica. *Rev Cubana Ortop Traumatol*, 20(2).
- Petzel, J., & Frohriep, S. (2006). Automobile seat comfort elements—Physiological demands, customer requests and realization possibilities. *Journal of Biomechanics*, 39, S165.
- Posada Perez, J. (2011). La relación trabajo- estrés laboral en los Colombianos *Revista CES Salud Pública*, 2(1), 66-73.
- Quintana, E., Noguerras, M., Sánchez, C., Rubio, I., López, N., & Calvo, J. (2004). Estudio de la postura sedente en una población infantil. *Fisioterapia*, 26(3), 153-163.
- Resnick, M. L., & Zanotti, A. (1997). USING ERGONOMICS TO TARGET PRODUCTIVITY IMPROVEMENTS. *Computers ind. Engng*, 33(1), 185-188.
- Rochon, M. (2003). Ergonomic intervention improves health and productivity In I. f. W. a. Health (Ed.), *at work* (Vol. 35).
- Rodríguez, P. L., Santonja, F., & Delgado, M. (1999). *Evolución de las molestias raquídeas en diferentes posturas tras la aplicación de un programa de higiene postural y cinesiterapia en escolares*. Paper presented at the Actas del XVII Congreso Nacional de Educación Física Málaga: Instituto Andaluz del Deporte.
- Santoja, F. (1997). Musculación en las desalineaciones del raquis. In (Vol. 6, pp. 87-100).
- Sarti, M., Molina, J., Pamblanco, M., Lisón, J., & Sánchez, D. (2005). PATRÓN DE ACTIVACIÓN DEL MÚSCULO ERECTOR SPINAE EN DOS EJERCICIOS DE FORTALECIMIENTO LUMBAR LUMBAR *Motricidad*, 14, 53-63.
- Sauter, S., Schleifer, L., & Knutson, S. (1991). Work posture, workstation design and musculoskeletal discomfort in a VDT data entry task. *Human Factors*, 33(2), 151-167.
- Serra, J. (2006). *Tratado de dolor neuropático*.
- Sheahan, P., Diesbourg, T., & Fischer, S. (2016). The effect of rest break schedule on acute low back pain development in pain and non-pain developers during seated work. *Applied Ergonomics*, 53(A), 64-70.
- Sjogaard, G., & Jensen, B. (2006). Fundamentals and Assessment Tools for Occupational Ergonomics. In (pp. 14-11, 14-13): William Marras and Waldemar Karwowski.

- Smith, M., Pickens, A., Ahn, S., Ory, M., DeJoy, D. Y., K, Bishop, G., & Congleton, J. (2015). Typing performance and body discomfort among overweight and obese office workers: A pilot study of keyboard modification *Applied Ergonomics*, 46, 30-37.
- Straker, L., & Mathiassen, S. E. (2009). Increased physical work loads in modern work—a necessity for better health and performance? *Ergonomics*, 52. doi:10.1080/00140130903039101
- SURA, A. Aprende a hacer pausas activas en tu trabajo. Retrieved from <https://arlsura.com/index.php/noticias/173-noticias/2249-aprende-a-hacer-pausas-activas-en-tu-trabajo>
- Tessi, M. (2015). *Comunicación interna en la práctica: Management comunicación GRANICA*.
- Thariq, M., Munasinghe, H., & Abeysekara, J. (2010). Designing chairs with mounted desktop for university students: Ergonomics and comfort *International Journal of Industrial Ergonomics* 40, 8-18.
- Tong, J., Duffy, V., Crossc, G., Tsunga, F., & Yend, B. (2005). Evaluating the industrial ergonomics of service quality for online recruitment websites *International Journal of Industrial Ergonomics*, 35, 697–711.
- Ugartemendia, M. (2003). Manual técnicas de lectura. Retrieved from [http://dspace.usalca.cl/bitstream/1950/6343/1/tecnicas\\_lectura.pdf](http://dspace.usalca.cl/bitstream/1950/6343/1/tecnicas_lectura.pdf)
- Van Daele , U., Hagman, F., Truijen, S., Vorlat, P., Van Gheluwe, B., & Vaes, P. (2009). Differences in Balance Strategies Between Nonspecific Chronic Low Back Pain Patients and Healthy Control Subjects During Unstable Sitting. *Spine* 34(11), 1233-1238. .
- van Diëen, J., Dekkers, J., Groen, V., Toussaint, H., & Meijer, O. (2001). Within-Subject Variability in Low Back Load in a Repetitively Performed, Mildly Constrained Lifting Task *Spine*, 26(16), 1799–1804.
- Van Diëen, J., Koppes, L., & Twisk, J. (2010). Low Back Pain History and Postural Sway in Unstable Sitting. *Spine*, 35 (7), 812-817.
- van Galen, G., Liesker, H., & de Haan, A. (2007). Effects of a vertical keyboard design on typing performance, user comfort and muscle tension *Applied Ergonomics*, 38, 99-107.
- Van Niekerk, S., Fourie, S., & Louw, Q. (2015). Postural dynamism during computer mouse and keyboard use: A pilot study *Applied Ergonomics*, 50, 170-176.

- Van Niekerk, S., Louw, Q., & Grimmer-Sommers, k. (2014). Frequency of postural changes during sitting whilst using a desktop computer-exploring an analytical methodology. . *Ergonomics*, 57(4), 545-554.
- Vergara , M. (1998). *Evaluación ergonómica de sillas. Criterios de evaluación basados en el análisis de la postura*. (Doctorat), Universitat Jaume I, (9788469152546)
- Vergara, M., & Page, A. (2002). Relationship between comfort and back posture and mobility in sitting-posture *Applied Ergonomics*, 33, 1-8.
- Videman, T., Rauhala, S., Linddtrom, K., Cedercruetz, G., Kamppi, S., Tola, S., & Troup, J. (1989). Patient Handling skill, back injuries and back pain. An intervention study in nursing. *Spine*, 14, 148-156.
- Vink, P., Koningsveld, E. A. P., & Molenbroek, J. F. (2006). Positive outcomes of participatory ergonomics in terms of greater comfort and higher productivity. *Applied Ergonomics*, 37, 537-546.
- Waddell, G. (1996). Low back pain: A twentieth century health care enigma. *Spine*, 21(24), 2820–2825. .
- Wainschenker, R., Doorn, J., & Castro, M. (2002). Medición cuantitativa de la velocidad del habla. *Procesamiento del lenguaje natural*, 28, 99-104.
- Werth, A., & Babski-Reeves, K. (2014). Effects of portable computing devices on posture, muscle activation levels and efficiency *Applied Ergonomics*, 45, 1603-1609.
- Wilke, H.-J., Neef, P., Caimi, M., Hoogland, T., & Claes, L. (1999). New in vivo measurements of pressures in the intervertebral disc in daily life. *Spine*, 24(8), 755-762.
- Yeowa, P., & Sen, R. (2006). Productivity and quality improvements, revenue increment, and rejection cost reduction in the manual component insertion lines through the application of ergonomics *International Journal of Industrial Ergonomics*, 36, 367–377.
- Zelinski, E. (2002). *El éxito de los perezosos* (J. Vergara Ed.).
- Zhang, L., Helander, M. G., & Drury, C. G. (1996). Identifying Factors of comfort and Discomfort in Sitting. *Human Factors*, 38, 377-389.

## Apéndices

### Apéndice A. Prueba piloto, tiempo productivo

De acuerdo a las 4 tareas con mayor penosidad (Galindo et al., 2016) y las variables independientes; se ejecutó una prueba piloto para establecer el tiempo total trabajado considerado para cada tarea, En esta medida se tuvieron en cuenta fallas de diseño y tiempo suplementario, que en este caso, está dado por la velocidad del internet de la Universidad Industrial de Santander y la velocidad del computador de escritorio con Windows 10.

La finalidad de esta prueba piloto fue la estandarización de los tiempos para cada tarea, como elemento guía y de control en la medición del efecto (Cavassa, 1997), de acuerdo a cada tratamiento. Se seleccionó una muestra de 15 participantes, que estuvieran en el rango de edad de 21 a 45 años, contaran con experiencia mínima de 1 año en digitación y desarrollo de tareas de oficina; en donde sólo debían desarrollar la tarea sin ninguna interrupción. Se tomó el tiempo con cronómetro, contabilizándolos en segundos.

En la Tabla 19, se resumen las características de la muestra tomada, donde el promedio de edad e índice fueron 31 y 20 respectivamente, el cual se encuentra en el rango de cada variable a considerar.

Tabla 19. Caracterización de la muestra

|                           | <i>Edad</i>  | peso         | estatura   | IMC          |
|---------------------------|--------------|--------------|------------|--------------|
| <b>Media</b>              | <b>31,27</b> | <b>55,00</b> | <b>1,6</b> | <b>20,85</b> |
| Mediana                   | 30           | 55           | 1,62       | 20,65754     |
| <b>DS</b>                 | <b>7,50</b>  | <b>4,23</b>  | <b>0,1</b> | <b>1,81</b>  |
| Curtosis                  | -0,85        | -0,19        | -1,4       | -0,32        |
| Coefficiente de asimetría | 0,25         | -0,06        | -0,2       | 0,67         |
| Rango                     | 24           | 16           | 0,18       | 5,97628538   |
| Mínimo                    | 21           | 47           | 1,52       | 18,3654729   |
| Máximo                    | 45           | 63           | 1,7        | 24,3417583   |
| Cuenta                    | 15           | 15           | 15         | 15           |

Ninguno de los participantes presentaba dolor antes o durante la prueba, y tampoco tenían una enfermedad osteomuscular diagnosticada.

En esta medida, se presentan los resultados de esta prueba piloto en la Tabla 9, para cada una de las tareas. De acuerdo a esta, se establecen los tiempos estandarizados por el valor más alto que toma la media, siendo estos: Digital 1379 segundos, Leer 1195 segundos, escribir a mano 1177 segundos y Navegar en internet 1361 segundos.

Tabla 20. Resultados prueba piloto

|       | Estandarización de los tiempos (seg) |      |      |      |      |      |      |      |
|-------|--------------------------------------|------|------|------|------|------|------|------|
|       | D1                                   | D2   | L1   | L2   | EM1  | EM2  | NI1  | NI2  |
| Min   | 1005                                 | 949  | 723  | 798  | 962  | 972  | 924  | 1026 |
| Max   | 1878                                 | 1853 | 1354 | 1314 | 1234 | 1372 | 1817 | 2035 |
| Media | 1379                                 | 1281 | 1195 | 1170 | 1131 | 1177 | 1322 | 1361 |

De esta manera, y tal como lo define Cavassa (1997), García (1998) y Ortiz (2014), se establecen los tiempos totales trabajados, determinando el tiempo necesario para realizar una operación, en este caso una tarea. Estos tiempos consideran el tiempo observado, descanso considerado en 8 segundos y otros suplementos (60 segundos).

### Apéndice B. Texto 1 para la tarea digitar

El proceso de la innovación (Domingo, 2013)

La innovación es percibida por la mayoría de personas como una ciencia impenetrable que parece reservada a unos pocos privilegiados.

Mucha gente cree que los innovadores nacen y no se hacen, que gente como Edison o Steve Jobs tienen algún talento innato y que sólo personas como ellos pueden innovar con éxito.

Sin embargo, yo creo que la innovación se puede hacer de forma sistemática y siguiendo un método. No hace falta ser Steve Jobs para innovar con éxito. Las cosas nunca funcionan como se ha previsto, en particular cuando estamos hablando de innovación que por definición supone riesgo e incertidumbre, pero siguiendo una serie de principios básicos y de metodología podemos evitar muchos errores. Por supuesto, seguir el método no garantiza éxito, sin embargo, conseguiremos que la probabilidad de éxito se incremente de forma dramática, si sistematizamos el proceso siguiendo los procesos y la metodología adecuados.

Aunque el mundo de la innovación está plagado de historias completamente diferentes, sí que nos permite extrapolar para cada serie de casos unos aprendizajes y caminos que ayudarán de forma mucho más certera y con una posibilidad de llegar al destino, no sólo con más éxito, sino también antes.

El método científico es el más usado y en la innovación se sigue un proceso muy parecido. Se formulan una serie de hipótesis sobre el problema que queremos resolver, nuestro cliente objetivo, estrategia de monetización y comercialización, estructura de costes... que sólo podremos verificar mediante la observación sistemática, experimentación y medición con tal de afinar las hipótesis originales hasta llegar a una conclusión que suponga una innovación de éxito.

Uno de los más famosos economistas, estudios de la innovación, es sin duda Schumpeter, quien argumentó que “los individuos con visión que apuestan su propio dinero y el de sus inversores en la creación de nuevos productos” son el motor que genera el crecimiento económico.

En el mundo empresarial no se es muy riguroso con la metodología que se sigue al resolver problemas o evaluar resultados. Mucha gente la desconoce y suele actuar más por intuición, por impulsos o incluso a partir de su propia experiencia, aunque ésta sea muchas veces irrelevante para el problema que estén intentando resolver. Es sorprendente cómo en otras funciones empresariales se toman de forma rigurosa y con profesionales preparados específicamente para ello, mientras que la innovación no se realiza de la misma forma y muchas veces se deja en manos de cualquiera. Quizás esto explique por qué hay tanto fracaso en el mundo de la innovación empresarial.

### La importancia de la innovación

La innovación se ha convertido en el motor más importante de transformación y crecimiento de las compañías con un alto impacto en la sociedad. Es la clave para el crecimiento de las compañías y para la transformación del tejido productivo de un país.

En 2010 IBM publicó un estudio realizado a más de 1500 consejeros delegados de compañías y administraciones públicas en más de sesenta naciones y 33 industrias, para determinar cuál era la habilidad de liderazgo más importante para su negocio, siendo la creatividad (concepto altamente ligado a la innovación) el más votado. En el mismo estudio se cita que los directivos creativos tienen una probabilidad del 81% más alta que otros de valorar la innovación como una capacidad crucial de la compañía.

En la actualidad, el mundo empresarial es mucho más competitivo de lo que lo era anteriormente. Estos cambios los han traído innovaciones como Internet o los móviles inteligentes. Asimismo, la globalización junto con Internet ha ayudado a eliminar las fronteras y barreras y a democratizar el conocimiento.

Las empresas se han dado cuenta de que no pueden vivir sólo de reducir gastos e incrementar eficiencia, sino que necesitan crecimiento y de ahí la impronta en innovación ya que es la palanca número uno para la creación de crecimiento. La velocidad a la que las innovaciones aparecen y se masifican también se ha incrementado de forma sustancial en los últimos años, haciendo más importante el foco en innovación en las empresas, para sostenerse en la cima empresarial.

### Apéndice C. Texto 2 para la tarea digitar

El mundo del futuro (Oppenheimer, 2014)

Si varios países latinoamericanos ya tienen grandes reservas de mentes creativas, que son la circunstancia esencial para las sociedades innovadoras, su gran desafío será mejorar la calidad y la inserción en el mundo de sus sistemas educativos y crear sistemas legales mucho más tolerantes con el fracaso empresarial. El riesgo de no hacer nada es enorme y condenará a la región al atraso permanente, porque en los próximos años se producirá una extraordinaria aceleración de los avances científicos y tecnológicos que separarán aún más a los países de avanzada de los periféricos.

La ciencia y la tecnología están creciendo de forma exponencial cada vez más rápido. Hoy en día un indígena en el sur de México o en el altiplano de Bolivia con internet tiene acceso a más conocimiento del que tenía el presidente de Estados Unidos o la NASA hace dos décadas. Y eso es sólo un anticipo de lo que se viene. Según la así llamada Ley de Moore la capacidad de las computadoras se duplica aproximadamente cada dos años. Y lo mismo ocurre con casi todas las tecnologías actuales.

Miles de empresas lideradas por emprendedores veinteañeros, están lanzando al mercado innovaciones asombrosas que cambiarán nuestras vidas tanto o más que la llegada de internet hace algunas décadas. Tuve la oportunidad de ver algunas innovaciones que se vienen en los próximos años, y quedé más boquiabierto de lo que esperaba.

Los avances científicos que se acelerarán en los próximos años determinarán cuáles naciones progresarán y cuáles se quedarán atrás. Estamos en la era del conocimiento en la que los países que desarrollan productos con alto valor agregado serán cada vez más ricos.

Mientras hace 50 años la agricultura y las materias primas representaban 30% del producto bruto mundial, en la actualidad representan una cifra menor y seguirá decreciendo. Cada vez más estamos yendo de una economía global basada en el trabajo manual a una sustentada en el trabajo mental.

Por eso no es casual que empresas como Google o Apple tengan un producto bruto mayor que el de muchos países latinoamericanos, pequeños naciones que no tienen

materias primas, como Singapur o Israel, tengan economías más prósperas que países ricos en petróleo como Venezuela o Nigeria; o que los hombres más ricos produzcan tecnología o servicios, pero no materias primas.

#### Motores de la innovación

Para que la innovación este presente, tiene que haber educación de calidad, empresas y universidades que inviertan en investigación y desarrollo de nuevos productos, centros de estudios globalizados, interacción constante entre las empresas y las universidades, un ambiente económico que propicie las inversiones de riesgo, una ley que aliente la creación de nuevas empresas, y una concentración de mentes creativas en la misma ciudad.

Pero el factor clave es una cultura de tolerancia social con el fracaso individual. La famosa definición que dio el Churchill de que el éxito es el resultado de ir de fracaso en fracaso sin perder el entusiasmo, es una de las principales características comunes de las sociedades innovadoras.

#### ¿La creatividad es genética?

Según varios estudios de la psicología de la creatividad las personalidades innovadoras se distinguen por ser extrovertidas, abiertas a la experimentación, no muy preocupadas por agradar a los demás, y algo neuróticas. En otras palabras, el estereotipo del genio loco no está alejado de la realidad.

Los individuos creativos no son únicamente excéntricos ante los ojos de la gente común: ellos mismos se ven como diferentes e incapaces de adaptarse a la sociedad, afirma Carson.

Los hijos de madres diagnosticadas con esquizofrenia suelen escoger profesiones creativas a los hijos de mujeres que no padecen esquizofrenia, según los cuales la gente creativa tiene una personalidad especial que es una versión leve de otros desórdenes psiquiátricos. Esto no es nada nuevo: ya Platón en la antigua Grecia había advertido que los poetas y los filósofos sufrían locura divina, un trastorno que les había sido otorgado por los dioses, pero una locura al fin. Y Aristóteles ya había sugerido que

había una conexión entre los poetas y la melancolía que es lo que hoy catalogamos como depresión.

**Apéndice D. Texto 1 para la tarea leer****EL ÉXITO DE LOS PEREZOSOS (Zelinski, 2002)**

No hacer nada para conseguir lo que quieres es más difícil que trabajar duro para conseguirlo

La pregunta del millón era: ¿qué significa el éxito para ti? Pues bien, la pregunta de los dos millones es: ¿cómo vas a conseguirlo?

Por consiguiente, si quieres mejorar el lugar en el que vives hoy para que sea algo parecido al Taj Mahal dentro de cinco años, tendrás que efectuar algunos cambios en tu vida. Tendrás que plantearte seriamente muchas cosas, como la clase de amigos que tienes, cuánta televisión ves, tu nivel de motivación, qué uso haces de tu creatividad, tus creencias, la profesión que has elegido, tus pasiones y si padeces o no el síndrome de «el mundo me debe algo». En cierta medida, tendrás que poner esfuerzo de tu parte ya sea para trabajar más, cambiar tu área de trabajo o trabajar con más provecho.

Progresar sin prisas hacia la consecución de tus sueños exige coraje y acción. Hasta el pescador de Costa Rica, que lleva una vida plena, relajada, satisfactoria y feliz tiene que hacer algo para ello. Puede que sólo trabaje unas pocas horas al día, pero tiene que trabajar lo suficiente para ganarse el sustento.

Tú tienes que hacer lo mismo si quieres que la satisfacción y la felicidad prevalezcan en tu vida. Tal vez, como muchos de nosotros, tiendes a caer en la trampa de creer que un tercero va a ocuparse de los aspectos más difíciles de tu vida, incluso pagarte para que te abras camino en el mundo. Desgraciadamente, basándonos en esta medida, lo mismo les pasa al menos a otros dos mil millones de personas en este planeta.

Por consiguiente, es poco probable que un tercero te proporcione y a otros dos mil millones de personas una vida cómoda. Aunque sea posible alcanzar algunas de las

cosas que queremos sin esfuerzo, eso no puede considerarse éxito. Para sentirse triunfador, hay que experimentar una sensación de logro y sentir que se merecen las cosas que se han conseguido por el camino, puedes ser más creativo y trabajar mucho menos, de modo que dispongas de más tiempo para apreciar lo que has logrado.

El objetivo es conseguir algunas de las cosas que quieres sin padecer estrés y ansiedad innecesarios. Elige una cantidad de tiempo razonable que quieras dedicar a trabajar, luego asegúrate de dar lo mejor de ti mismo en ese lapso de tiempo, ni más ni menos.

Los profesionales que más rinden se esfuerzan por mantener un equilibrio saludable entre trabajo y ocio. Saben que trabajar duro durante largas jornadas no lo es todo en la vida. No obstante, situarse en el polo opuesto tampoco es la solución.

Conseguir lo que quieres puede no resultar fácil; no obstante, cuentas con muchísima ayuda para cualquier cosa que te propongas lograr. Contando sólo los libros, existe una inmensa reserva de conocimiento que cualquiera puede explotar. La respuesta a cualquier problema que llegues a imaginar está publicada en algún sitio. Sólo es cuestión de encontrarla.

Tú también cuentas con una cantidad increíble de información a tu disposición, sea lo que sea lo que te propongas lograr. Otras personas han adquirido un montón de conocimientos y sabiduría que ponen a disposición del público de forma gratuita o a un precio relativamente bajo. No es sólo que dicha información sea asequible, es que tu vida será mucho más fácil que si tuvieras que salir y cometer los mismos errores que cometieron ellos.

Sin lugar a dudas, el camino hacia el éxito presentará muchos obstáculos. Y tendrás que trabajar, aunque sólo sea cuatro o cinco horas al día. Si bien los triunfadores perezosos adoptan vías pausadas hacia la prosperidad y la libertad económica,

también saben que es preciso un esfuerzo continuado para lograr cualquier cosa que valga la pena tener en la vida.

Nunca olvides que hay un aspecto positivo en tener que ser paciente y hacer frente a auténticas dificultades en el camino hacia el éxito. Te sentirás bien de verdad cuando hayas llegado. Si nunca has tenido mucho dinero, alcanzar la riqueza por méritos propios, te proporcionará cien veces la satisfacción de la persona que ha nacido en ella.

**No siempre puedes conseguir lo que quieres, pero puedes conseguir mucho más de lo que crees.**

Cuando ves todos los Mercedes y BMW que circulan por Broadway, es fácil pensar que no gozas de muchas de las cosas buenas que este mundo ofrece. Si quieres averiguar a ciencia cierta si ser propietario de un coche deportivo nuevo va a influir en tu alegría de vivir, tendrás que hacer lo necesario para conseguir uno.

Por cierto, nunca conseguirás la cantidad de dinero necesaria para comprar todo lo que hay en el mundo. Aunque no siempre puedes conseguir lo que quieres, puedes conseguir mucho más de lo que crees. Y un coche deportivo caro es algo que puedes adquirir si es lo bastante importante como para aumentar tu sensación de éxito.

Una pregunta relevante: ¿ahora te sientes triunfador o fracasado? Cualquier sentimiento de fracaso limitará el éxito que alcances en el futuro. El éxito llama al éxito, aunque no forzosamente de la manera que la mayoría cree. En cambio, con sólo pensar que tienes un éxito al que algunas personas considerarían menor, te proporcionará un estado mental adecuado para alcanzar mucho más éxito.

La idea de haber triunfado con lo que tienes en el presente, te influirá, motivándote a buscar otras cosas que te gustaría tener. Con un estado de ánimo positivo conseguirás

esas cosas con mayor facilidad. Y ésta es siempre la estrategia del triunfador perezoso: hallar el camino más rápido y fácil para llegar adonde uno está yendo.

Una buena idea es apuntar en un bloc de notas todos los éxitos y logros en tu haber académico, laborales y deportivos. Incluye todas las cosas buenas que los demás hayan dicho de ti. Hasta el número de amigos de verdad que has hecho.

Cada vez que te sientas abatido y fracasado, revisa tu lista de éxitos. En poco tiempo te darás cuenta del triunfador que eres en el presente y del que puedes ser en el futuro. Basta con que te sientas triunfador con lo que tienes para que te sobrevenga el estado de ánimo que te inspirará a perseguir el éxito en áreas de tu vida que tal vez has estado evitando.

Otra barrera para alcanzar el éxito es que a muchos de nosotros nos cuesta aceptar que quizás el mundo puede estar dispuesto a darnos muchas de las cosas que deseamos. Por extraño que parezca, algunos de nosotros no queremos renunciar a las creencias negativas que han formado parte de nuestra vida durante mucho tiempo.

Conductas como criticar a las personas de éxito, quejarse de nuestras penosas circunstancias y envidiar a los individuos con talento tendrán que ser sacrificadas en aras de una visión más positiva del mundo.

El mundo nos ofrece mucho, no en bandeja de plata, pero sí en forma de oportunidades. Para sacar provecho de ellas y conseguir lo que deseamos, debemos creer que lo merecemos, que poseemos el talento y la creatividad necesaria para obtenerlo. Se trata de desarrollar la autoestima.

Obrar según nuestro potencial es la clave para sacar más provecho de las oportunidades. Hay personas que son realmente víctimas de una educación pobre, mala suerte, poca salud y escasa formación académica, y que han conseguido éxitos increíbles. Lo mismo pasa en sentido contrario.

Por desgracia, los psicólogos afirman que la mayoría de las personas dista mucho de actuar según su potencial. De hecho, la mayoría ni siquiera conoce su potencial. En mi caso, pese a haber fallado tres veces seguidas en los exámenes del primer curso de inglés en la universidad, me consta que puedo lograr más como escritor que incontables personas que poseen tres veces más aptitudes que yo. He comprendido que la mayoría de las personas con talento que desean escribir tienen demasiado miedo al fracaso o están demasiado distraídas con otras actividades como para intentar escribir un libro.

La cuestión es, hacer el mejor uso posible de nuestro talento, habilidad y demás recursos de que dispongamos.

La pregunta es: ¿en qué cosas eres bueno y en qué cosas podrías ser bueno? Sean cuales sean tus aptitudes presentes o en potencia, hay muchas maneras de hacer buen uso de ellas para ganar más dinero y conseguir lo que deseas. Recuerda que aunque a la mayoría de las personas les falta motivación para hacer un uso más creativo de sus talentos, aptitudes y recursos, a muchos de nosotros no. Pertenecer al segundo grupo te aportará satisfacción y felicidad incluidas.

Por el contrario, pertenecer al primer grupo te subirá la tensión arterial, te garantizará permanecer en un trabajo odioso y hará que sigas viviendo en Ciudad Fracaso.

### **Tienes dinero, pero ¿puedes comprar tiempo?**

#### **El éxito en el trabajo es irrelevante si eres un fracaso en casa**

Una de las realidades de la vida moderna es que todos tenemos muchas cosas que nos gustaría alcanzar, pero poco tiempo para alcanzarlas. Por consiguiente, debemos tomar decisiones sobre el uso que hacemos del tiempo, no sólo sobre cuánto trabajamos sino también sobre cómo empleamos el tiempo libre. Sin importar cuánto ingresemos y tengamos ahorrado, no podemos ser verdaderamente prósperos salvo si logramos un buen equilibrio entre trabajo y ocio. Un buen equilibrio entre trabajo y vida

significa que trabajamos cuarenta horas o menos a la semana y que no nos sentimos privados de tiempo en nuestra vida personal.

A todas luces, tener éxito en el trabajo es irrelevante si eres un fracaso en casa. Cabe la posibilidad de ser un gran triunfador en el trabajo y desperdiciar la vida por completo. No deberías sacrificar la alegría, la felicidad y la satisfacción del presente a cambio de un puñado de dólares, sobre todo si vas a gastar ese dinero frívolamente en cosas que no van a mejorar tu vida de manera notable. La vida cotidiana carecerá de propósito si tu principal motivo para ir a trabajar es pagar todos esos bienes que no tienes tiempo de usar.

El descanso y las actividades constructivas de ocio constituyen la mitad de los ingredientes necesarios para llevar una vida de propósito y logro. Los amigos, la familia, la aventura, pasear, meditar, la indolencia creativa, la plenitud espiritual, éstas son las cosas que hacen que merezca la pena vivir, no trabajar duro durante un montón de horas todos los días.

Si llevas un estilo de vida poco saludable para ganar mucho dinero, serás pobre por más dinero que ganes. No gozarás de un estilo de vida próspero excepto si duermes lo que hay que dormir, comes bien, haces ejercicio regularmente y dedicas el tiempo suficiente a los amigos y la familia.

Las personas más ricas del mundo son aquellas que lo pasan bien ganándose la vida y al mismo tiempo gozan de un saludable equilibrio entre trabajo y vida. Cabe utilizar el argumento de que el ocio no es importante cuando uno disfruta con su trabajo, ya que entonces el trabajo se convierte en ocio. Yo no estoy de acuerdo con este argumento, sencillamente porque este mundo ofrece muchas otras alternativas para entusiasmarse, correr aventuras y aprender.

En la actualidad, muchas personas consideran que tienen éxito porque son ricas desde un punto de vista material, pero su vida carece de un propósito real y por ende de

sentido. Esto se debe en parte a que no buscan el tiempo necesario para perseguir un estilo de vida más holístico y espiritual. Las consecuencias son una frustración, un estrés y un agotamiento que a la larga conducen al nerviosismo, los tics, derrames cerebrales y ataques cardíacos.

Muchas personas inmersas en una vida de trabajo excesivo buscan refugio en ensoñaciones de una vida plena, relajada, satisfactoria y feliz que les aguarda en el futuro, cuando estarán en condiciones de aminorar la marcha y disfrutar de sí mismos. Por desgracia, ese día casi nunca llega. Las personas o bien mueren antes o ya no son capaces de disfrutar de sí mismas cuando finalmente disponen de tiempo y dinero suficientes.

El hecho es que si pensamos que no tenemos bastante tiempo para el ocio constructivo, nunca tendremos bastante tiempo. Es fácil estar ocupado y cada vez que tenemos un poco de tiempo libre, tumbarse en el sofá y ver la televisión durante dos o tres horas para luego quejarse de no tener tiempo libre que dedicar a actividades de ocio con más sentido. Ante todo, los individuos que gozan de un equilibrio excelente entre vida y trabajo han establecido bien sus prioridades. Es fundamental que decidas el orden de prioridad de tus necesidades y deseos, y luego concentrar tu tiempo y energía allí donde surtan más efecto.

Por supuesto, sólo tú puedes decidir si has establecido correctamente tus prioridades y vives conforme a ellas. Tienes que tener absolutamente claro el tipo y la calidad de vida que deseas vivir. La medida en que inviertas tiempo y energía en las cosas que realmente importan determinará tu nivel general de felicidad y satisfacción. La realidad es que aunque sólo un 2% de ciudadanos del mundo occidental lleva una vida como la descrita, tú puedes tomar la decisión de pertenecer a ese grupo. Sólo es cuestión de pagar el precio para conseguirlo.

Independientemente de lo que tú o los demás crean, no es el sistema el que esclaviza a las personas; de hecho, son las propias personas las que se esclavizan. Debes aceptar esto, de lo contrario habrás renunciado a tu capacidad creativa. Una vez que hayas tirado todas tus excusas a la basura, el primer paso a dar consiste en explorar cómo puedes cambiar tu estilo de vida; eso suponiendo que, para empezar, tengas un estilo de vida.

### **Muchas de las cosas que hacemos no merecen la energía que invertimos**

Está claro que las cosas que no merece la pena hacer son las que más tiempo nos hacen perder en la vida. La mayoría de las personas está ocupada en tareas que tienen poca relevancia para una vida productiva, plena y feliz. Afirman que no tienen tiempo aunque, eso sí, ven tres horas de televisión al día. En el trabajo navegan por Internet, hacen cuatro o cinco llamadas personales y charlan con sus colegas. Luego, al finalizar la jornada, se quejan porque tienen que trabajar dos o tres horas después de la hora de salida.

El problema no está en el tiempo; está en cómo lo manejamos. Las personas que son más productivas y prósperas son las que invierten su tiempo en pocas actividades importantes y las persiguen a un ritmo cómodo. Utilizan su tiempo de forma diferente y eficaz. Para el Triunfador Perezoso, como para todo trabajador que rinde mucho, centrarse en actividades irrelevantes no constituye el mejor camino hacia el éxito.

En la vida empresarial, igual que en la vida en general, tendemos a complicarnos la existencia. Las personas emprenden miles de actividades que no sólo hacen perder el tiempo sino que además son absolutamente inútiles. Por estrafalario que parezca, los adictos al trabajo se sienten importantes si han trabajado duro durante una larga jornada en proyectos improductivos.

Una de las mejores maneras de complicarte la existencia consiste en permitir que te intimiden las personas que usan el eslogan «si se hace algo, hay que hacerlo bien». Si

crees en esta tontería, vas a hacer un montón de esfuerzo inútil. Terminarás invirtiendo una cantidad exorbitante de tiempo, energía emocional y dinero en cosas que no te devolverán ningún rendimiento real. Debería resultar obvio que hacer muy bien las cosas equivocadas no te aportará mucho éxito en la vida.

Se hace hincapié en la importancia de esforzarse al máximo durante el tiempo del que dispones; no obstante, hay que añadir un matiz: la clave está en esforzarse al máximo en las cosas importantes y esforzarse menos en las cosas sin importancia. Sorprendentemente, muchas personas se centran en proyectos de trabajo y otras actividades que no les aportan ningún beneficio, ya sea a ellos mismos o a la empresa en que trabajan.

### **No todas las cosas que hay que hacer bien merecen un esfuerzo desmedido**

Una vida de éxito depende de concentrarse en las cosas importantes. Aun así, hay que actuar con cautela. No sólo no es preciso hacer bien muchas de las cosas que hay que hacer, sino que ninguna de las cosas que hay que hacer bien merece un esfuerzo desmedido.

Hay una gran diferencia entre la perfección y la excelencia. Hacer cosas con excelencia significa sacar el mejor partido al tiempo, la energía y los demás recursos de que dispongas. Esto conduce a resultados de calidad logrados mediante el uso efectivo y eficiente de unos recursos limitados. Por otra parte, hacer las cosas pensando en la perfección conlleva intentar lograr lo que no puede hacerse, lo que conduce invariablemente al uso ineficiente e inefectivo de los limitados recursos de que uno dispone. Además, en el mejor de los casos, los resultados suelen ser mediocres.

Permite que ponga un ejemplo personal: cuando comencé a escribir *El placer de no trabajar* el 1 de enero de 1991, me di de plazo hasta el 31 de julio para terminar el primer borrador del manuscrito. Cumplida esa fecha límite con un día de antelación, dediqué otro mes a que varios amigos revisaran el manuscrito para sugerir cambios.

Dado que el programa informático que utilizaba entonces no disponía de corrector automático, me di cuenta de que no detectaría todos los errores gramaticales y erratas aun contando con la ayuda de mis correctores voluntarios. Una vez introducidos todos los cambios dentro del plazo previsto, estuve en condiciones de llevar el libro a imprenta y tenerlo publicado para el 15 de septiembre. Gracias a haber cumplido con la fecha límite, pude sacar el libro al mercado bastante antes que mis competidores. Otros editores quizá publicaron libros más próximos a la perfección en lo que a gramática y erratas se refiere, pero yo conseguí más y mejor publicidad para mi libro antes de la importantísima temporada de compras de Navidad, en parte porque fue publicado con anterioridad. Después de vender 30.000 ejemplares del libro, que se convirtió en uno de los más vendidos en Canadá durante tres años seguidos, decidí ponerlo al día. En esta ocasión utilicé una versión actualizada del programa de procesamiento de textos que contaba con corrector automático. ¡Sorpresa! En la edición original del libro había 150 erratas. ¿Perjudicó eso a las ventas? Por lo que yo sé, en lo más mínimo. Si bien recibí una carta de un airado maestro de escuela ofendido por la cantidad de erratas, más del 99 por ciento de las más de 600 cartas que recibí a propósito del libro fueron positivas, sin mención de las erratas.

La cuestión es que si hubiese querido que todos los aspectos del libro fueran perfectos, aún seguiría trabajando en él diez años después. Por otra parte, al preparar el libro con excelencia, aunque distara mucho de la perfección, me permitió lanzar un libro que me ha proporcionado unos buenos ingresos durante diez años.

La perfección no existe en la realidad, sólo en las expectativas de la gente. Igual que la seguridad, la perfección es una ilusión. Tratar de hacerlo todo sin tacha es imposible. No existe ningún libro perfectamente editado, ninguna comida preparada a la perfección, ningún informe perfectamente escrito, ningún cliente perfectamente satisfecho.

La clave es esforzarse por alcanzar la excelencia, que se encuentra en un punto intermedio entre la mediocridad y la perfección.

### **Aminora la marcha y los días serán más largos**

Se supone que el tiempo es dinero. De hecho, el tiempo vale mucho más que el dinero. Es posible perder dinero y reemplazarlo con mucho más dinero. Hacer lo mismo con el tiempo es imposible. Por desgracia, hay personas que actúan como si fuese al revés. Está claro que, en el mundo occidental de hoy, acelerado y estresado, el tiempo escasea como nunca antes. En efecto, el tiempo es nuestro recurso más escaso, un recurso limitado sobre el que recaen infinitas exigencias al intentar hacer demasiadas cosas. Dado que siempre puedes conseguir más dinero pero no más tiempo, se deduce que debes usar el tiempo con mucha más sensatez que el dinero.

El síntoma más evidente de que estás luchando contra el tiempo es el hecho de que siempre vayas con prisa, no es manera de vivir para un individuo con mentalidad de prosperidad. Tienes 1.440 minutos o 86.400 segundos en un día. Exactamente el mismo tiempo de que dispone todo el mundo en este planeta, incluso quienes llevan un estilo de vida plena.

En realidad es bastante fácil dedicar más tiempo a nuestra vida. Cada vez que nos falte tiempo para las cosas buenas de la vida, debemos crearlo haciendo mejor uso del mismo. Un estudio reciente de la Universidad del Estado de Pennsylvania indicaba que lo que concebimos como escasez de tiempo es fruto en gran medida de un error de percepción. Si hiciéramos un uso excelente de sólo el 30 o el 40% de nuestro tiempo, deberíamos tener tiempo de sobra.

En el entorno empresarial, la gestión del tiempo con frecuencia se vende como la manera de controlarlo para dedicar más de él a nuestras vidas. Sin embargo, dicha gestión del tiempo no da resultado, porque fomenta el hacer cada vez más cosas en un lapso limitado de tiempo.

El mero hecho de que casi todos los demás parezcan apretar el paso en la vida cotidiana no significa que tú tengas que hacer lo mismo. Debes ejercer control sobre tu espacio físico y psíquico en lugar de permitir que las distracciones del mundo moderno influyan en tu estilo de vida.

El secreto del triunfador perezoso para dominar el tiempo quizá te sorprenda: para hacer más largos los días, no tengas prisa, al contrario, aminora la marcha. De una forma un tanto mágica, tendrás más tiempo cuando empieces a vivir cada momento otorgándole todo su valor: lo dominas. Implicarse y apreciar plenamente cualquier actividad, hará que el mundo entero aminore la marcha para ti.

**Apéndice E. Texto 2 para la tarea leer****EI CÍRCULO DE LA MOTIVACIÓN (Fuster, 2013)  
LAS CUATRO TAREAS PARA ALCANZAR NUESTRA MADUREZ PERSONAL  
TIEMPO PARA LA REFLEXIÓN**

Reservar unos minutos diarios a la reflexión es crucial; de hecho, lejos de ser una pérdida de tiempo, son los minutos mejor invertidos de nuestro día, y, al contrario, quien se levanta por la mañana y corre sin parar de una actividad a otra, quien no se detiene a meditar «para no perder tiempo», no aprecia cuánto tiempo malgasta cuando toma decisiones precipitadas y corre «como un pollo sin cabeza».

Nuestra sociedad no invita a la reflexión, pero caminar sin rumbo, deambular a ciegas por la vida, nos aparta en realidad de nuestro camino. Meditar no es una actividad pasiva como muchos creen: requiere voluntad y disciplina, grandes dosis de sentido común y mucho vigor intelectual. Vivimos en un entorno que nos obliga al cambio constante. Por ello es esencial que sepamos hacer un alto para estudiar nuestras circunstancias o considerar nuestras opciones; sólo así lograremos avanzar por el camino correcto. La reflexión es una pieza clave en el engranaje de la motivación.

Todas las mañanas dedico unos quince minutos a la reflexión cuando llego a la oficina; es el momento más importante de la jornada porque me ayuda a establecer las prioridades y a centrarme en lo fundamental. En mi caso, cada día es una vida entera. Durante ese tiempo, recibo noticias, examino urgencias que requieren decisiones determinantes para el futuro de mis pacientes, atiendo compromisos, valoro posibles presentaciones y procuro salir ileso cuando tengo una catarata de correos electrónicos. El tiempo que dedico a la reflexión es crucial para ordenar mi agenda, sobre todo mi agenda mental, pero esa meditación diaria tiene también un impacto a largo plazo.

Tengo la sensación de que en el mundo actual se reflexiona poco. Vivimos pendientes del teléfono móvil y tenemos la tiránica necesidad de actualizar nuestro estado en las redes sociales cada cinco minutos. La mayoría de las veces, esa conducta lleva hacia ninguna parte.

La reacción irreflexiva sólo conduce al fracaso. Y una sucesión de reacciones irreflexivas nos lleva a lugares extraños, con la consiguiente pérdida de energía y de tiempo. Debemos deshacer nuestros pasos y avanzar hacia un lugar que tenga sentido. Hace pocas semanas, un joven médico me contó desolado que una prestigiosa revista especializada le había rechazado un extenso artículo donde exponía los resultados de su investigación. Leí tanto el estudio como los comentarios hostiles y llegué a la conclusión de que la censura no era justa. En el pasado había tenido una relación muy estrecha con esa revista y decidí llamar a su editora y me pidió que el médico investigador mandara una carta para defender sus criterios.

Unos días más tarde recibí un borrador de esa carta. Era un texto agresivo, alocado, un simple ataque frontal al experto que había recomendado no publicar su estudio. Llamé al joven y le pedí que viniera a mi despacho. Le devolví la carta y le expliqué que era perfecta si pretendía no publicar jamás en aquella revista y aislarse de la comunidad médico-científica. También le sugerí que reflexionara, que utilizara el sentido común y volviera al cabo de unos días.

Y yo me pregunté: ¿cómo es posible que un individuo que ha terminado la carrera de Medicina con sobresalientes no tenga un mínimo de tacto, de psicología, y no sepa escoger el tono con el que debe dirigirse a una revista cuya directora le está dando una segunda oportunidad? La respuesta es que en un mundo cada vez más tecnificado es posible tener excelentes conocimientos académicos y nulos conocimientos sobre las relaciones humanas.

Por otro lado, también es cierto que sólo con la edad aprendemos a valorar la importancia de la reflexión y a evitar las actuaciones precipitadas o poco meditadas. Aunque definiendo la necesidad de incluir la reflexión en nuestras vidas y dedicar el tiempo oportuno a esa tarea, en algunas ocasiones hacemos un balance de nuestra realidad de una forma mucho más intensa y rápida. Me explicaré: en situaciones extremas logramos expandir el tiempo o, si prefieren, comprimir nuestra experiencia.

Les daré ejemplos muy cercanos. He visto cómo muchos pacientes terminales de cáncer exprimen cada día hasta sacarle el jugo de un año entero. Pero hay un caso más próximo: durante un vuelo de Nueva York a Sidney tuve la seguridad de que iba a morir en pocos minutos. Estábamos cruzando el Pacífico cuando de repente el avión se metió de lleno en una gran tormenta. Los pasajeros pudimos oír perfectamente el crepitar de los chispazos y un preocupante ruido en el motor. El piloto decidió que debía escapar de aquella turbulencia tan rápido como fuera posible e inició una maniobra de descenso en picado. Mi cuerpo quedó completamente inclinado y podía notar la presión del cinturón de seguridad. Pensé: «Esto es el fin». Aquellos segundos de caída fueron eternos. Tuve tiempo para recordar a mi familia. Pensé que los proyectos médicos y sociales que había impulsado quedaban en buenas manos, no dediqué ni un solo instante a mis logros profesionales. El apremio de un tiempo que se agota te obliga a dilatar esos segundos, minutos, horas o días y convertirlos en semanas, meses o años. Te obliga a destilar ideas y sensaciones para que quepan en el breve lapso disponible.

### **TALENTO POR DESCUBRIR**

Todos tenemos aptitudes que nos convierten en las personas idóneas para determinados trabajos, pero, lamentablemente, muchos pasan por la vida sin explorar sus habilidades innatas. Aquellos que exploran encontrarán con el tiempo un equilibrio entre su talento y las oportunidades que ofrece la sociedad. Ésa es la mejor inversión de futuro.

Algunas personas con auténtico talento nacieron en un contexto histórico en el que su vocación era impensable. Otras se criaron en un entorno que no era el más propicio para que pudieran desarrollar sus destrezas y que las presionó para que se dedicaran a la misma profesión que sus padres y abuelos. Otras, al fin, entendieron que sus habilidades no les darían de comer y se decantaron por una profesión con más salidas. En el mejor de los casos, este talento se convirtió en una afición de fines de semana. En el peor, la cámara de fotos, los pinceles, el violín o las zapatillas de ballet terminaron arrumbados en una caja del desván y más tarde en el camión de la basura.

Tuve la enorme suerte de contar con el apoyo de un mentor, el doctor Pere Farreras Valentí, que supo adivinar mi intuición científica y me animó a avanzar en esa dirección.

Es importante no dejarse atraer por profesiones llamativas o solamente bien remuneradas, pero ajenas a la existencia que soñamos. «Elige un trabajo que te apasione y no tendrás que trabajar un solo día de tu vida», aconsejaba Confucio. Yo me atrevo a dar el mismo consejo dos mil quinientos años después. La profesión que escojamos nos acompañará siempre.

Lamentablemente, si algo ha puesto en evidencia la crisis económica actual es que el concepto «profesión con futuro» es poco sólido. Estudiar la carrera de Medicina ya no es ninguna garantía de estabilidad profesional, como tampoco lo son las carreras de Derecho, Economía, Arquitectura o Biología. Miles de jóvenes abandonaron España durante el último año y en estos momentos viven en Alemania, el Reino Unido, Suecia o cualquier otro lugar donde surge una oportunidad laboral.

Para exponer otra realidad, los médicos de Estados Unidos que eligieron la especialidad de cardiología hace tres años y que ahora buscan trabajo en centros médicos se han topado con una nueva situación: en los últimos años el salario de estos profesionales se ha reducido sustancialmente. Si la elección de su especialidad estaba motivada únicamente por fines económicos, se sentirán muy frustrados.

La mejor profesión es la que más nos apasiona. Sólo así podremos librar la batalla diaria para salir a flote y sólo así tendremos la motivación suficiente para no rendirnos cuando todo parezca jugar en nuestra contra. La primera gran pregunta que tenemos que responder es la siguiente: ¿qué queremos hacer con el tiempo que tenemos por delante? La respuesta no siempre llega en forma de profesión: a veces se manifiesta como una vocación genérica que se puede materializar por vías muy distintas.

No hay nada más práctico que descubrir nuestra vocación; tal vez al principio no sabremos la profesión concreta a la que queremos dedicarnos, pero sí seremos capaces de intuir, de una forma genérica, en qué tipo de ambiente queremos trabajar. Es básico que esa elección sea compatible con nuestra personalidad y nuestros valores o deseos. Ciertas personas no tienen una vocación definida, pero saben el tipo de vida que les gustaría llevar. Algunos aspiran a ganar mucho dinero y otros se conforman con lo imprescindible si así obtienen otras ventajas.

Precisamente en este contexto de intuición y vocación más genérica, mi hija Silvia siempre tuvo una inclinación social muy clara. Quería hacer «trabajo comunitario». ¿Qué carrera debía estudiar? Lo cierto es que un cocinero puede trabajar en comedores sociales, un actor o un payaso actuar para los niños de las áreas más necesitadas y un adiestrador de perros formar lazarillos para invidentes.

Mi hija quería estudiar Medicina y especializarse en psiquiatría. Así, pensaba, podría ayudar a un sector muy vulnerable de la sociedad. Que Silvia estudiara Medicina me hacía mucha ilusión, pero un verano, antes de empezar la universidad, colaboró con un proyecto de jardines públicos en el Bronx y se dio cuenta de que era muy creativa y se movía muy bien en ese entorno. Se percató de que podía llegar a su meta siguiendo otro camino: la arquitectura.

Estudiar una carrera de seis años como Medicina y hacer cuatro años más de especialización tal vez no tenía sentido si podía trabajar en proyectos públicos desde una profesión más acorde con una personalidad artística como la suya. En la actualidad es una arquitecta con una visión urbanística y social de su tarea.

El caso de mi hijo Pau es muy distinto porque no acepta consejos. Es una persona muy honesta, autodidacta y asombrosamente hábil con las manos y prefiere trabajar para un público muy reducido. Vive como quiere vivir y es feliz. Compone canciones, canta, toca la guitarra, también hecha por él. Es un hombre valeroso y consecuente que siempre supo que no quería estudiar una carrera universitaria ni vivir conforme a ciertas reglas convencionales.

En mi caso, cuando yo estudiaba segundo de carrera obtuve una beca para asistir a un curso de neurofisiología. Mis compañeros y yo conocimos a varios científicos que nos explicaron su labor investigadora, los últimos avances, las técnicas que utilizaban, pero también nos hablaron con toda sinceridad de las dificultades que afrontaban. Este curso cambió mi vida porque decidí que mi trabajo como médico siempre iba a estar unido a la investigación y la difusión científica. Medio siglo más tarde tengo la suerte de dirigir el CNIC, donde una de mis misiones es auspiciar un programa para descubrir jóvenes científicos de todo el país.

Por otra parte, además de talento, vocación y perseverancia es importante contar con un método, es decir, con una estrategia para llegar al objetivo que nos hemos propuesto. La pregunta es: « ¿De qué modo vas a alcanzar tu meta? » Cuando empiezo un proyecto siempre pienso en la estrategia que voy a emplear para que se materialice. El hecho de no tener un objetivo concreto hace que se extravíen por el camino o terminen en un sitio muy distinto del que pretendían alcanzar. Si has trazado una estrategia, luego te la puedes saltar para adaptarte a sucesos imprevistos, pero si no la has trazado caminas a ciegas.

Debemos construir una sociedad que se esfuerce por descubrir el talento innato de los jóvenes y los ayude a desarrollar sus aptitudes. Añadiría que el talento o la vocación pueden surgir tardíamente debido a múltiples causas. Todos podemos hacer un esfuerzo activo para hallar nuestro talento, solos o guiados por alguien que nos conozca y nos aconseje. A veces, el sueño que se desvanece no es profesional sino personal.

### TRANSMITIR OPTIMISMO

No hay nada más peligroso que la negatividad. Debemos rodearnos y dejarnos guiar por personas que transmitan optimismo a los demás. De hecho, los grandes líderes que contagian optimismo a la sociedad no emergen en tiempos de bonanza, sino en momentos de crisis, caos y desconcierto. Son hombres y mujeres que tienen el entusiasmo o la visión suficiente para intuir que el cambio es posible. La negatividad es muy contagiosa, pero también lo son la positividad y el optimismo.

Muy a menudo asociamos el liderazgo con la política, cuando en realidad es una característica que puede poseer una señora de la limpieza, un pintor, un médico, un albañil, un estudiante, una trabajadora social o un maestro de escuela; y desde luego cualquier padre o madre. También lo asociamos a actividades con una amplia repercusión pública, pero las personas que son capaces de guiar a otras lo hacen con frecuencia a muy pequeña escala y sólo tienen impacto en sus familias, sus barrios, sus comunidades de vecinos, sus empresas o sus amigos.

En realidad, un líder es alguien que, por lo general, ha sido capaz de superar vicisitudes adversas y ha salido reforzado tras la experiencia. Son personas que con una crisis o sinsabor se doblan pero no se quiebran; es decir, no se doblegan. Son como las gomas elásticas, luego salen disparadas hacia delante, conectan emocionalmente con su entorno y logran convencer, motivar y emocionar a quienes los escuchan. Si observamos el último siglo, vemos que la capacidad de liderazgo puede tener consecuencias tan positivas como, por ejemplo, el fin del *apartheid* en Sudáfrica.

Por desgracia, el carisma no siempre va unido a causas nobles y sus efectos pueden ser tan devastadores como el régimen de Adolf Hitler en Alemania.

Perder amigos forma parte del duro aprendizaje de la vida; personas que estaban a tu lado y, un buen día, ya no están o, peor aún, los tienes en contra. Debemos superar esa pérdida, apoyarnos en familiares o amigos y mirar hacia delante.

He compartido estas experiencias para poder hacer la siguiente afirmación: tendremos que superar momentos duros y pérdidas, pero la vida sigue y nosotros debemos ir a su ritmo. Y aunque la crisis económica y los recortes nos preocupen, hemos de ver también el lado positivo de la realidad y transmitir optimismo a los demás.

Los científicos tenemos motivos para ser optimistas porque en los últimos años los Gobiernos de un gran número de países se han apoyado en nuestros estudios para impulsar medidas que fomentan un estilo de vida saludable para la población. Países como Australia han endurecido las leyes antitabaco y libran una dura batalla judicial con la poderosa industria tabacalera, temerosa de que otros Estados puedan seguir el ejemplo. Ese país ha uniformizado el diseño de los paquetes de cigarrillos, que son de color verde oliva con independencia de la marca, y ha prohibido la publicidad. El alcalde de Nueva York, Michael Bloomberg, ha implantado medidas que impiden fumar en lugares cerrados o comercializar bebidas azucaradas de más de 473 mililitros en restaurantes, cines y recintos deportivos, y que obligan a los establecimientos a informar a los clientes de la cantidad de calorías que tiene el plato que van a consumir. La ley antitabaco española también prohíbe fumar en espacios públicos cerrados.

Aunque algunas voces críticas afirman que estas prohibiciones atentan contra los derechos y libertades individuales, lo cierto es que son muy efectivas y unas grandes aliadas de la salud pública.

Hemos conseguido avances científicos impensables tan sólo una década atrás y estamos muy cerca de otros que podrían revolucionar el campo de la medicina. Desarrollo de vacunas para prevenir enfermedades que antes eran mortales y antibióticos que las tratan. Robots dirigidos por expertos pueden operar con absoluta precisión. Pronto esos expertos podrán dar órdenes a las máquinas a miles de kilómetros de distancia. Eso nos permitirá salvar las vidas de muchos enfermos que viven en países en vías de desarrollo.

La cooperación y la solidaridad entre naciones es fundamental si queremos construir un mundo más sostenible. Muchas tragedias acaecidas en los últimos años demuestran que la bondad y la generosidad de los ciudadanos son más fuertes que la crueldad y la codicia humana. La cola de cientos de personas dispuestas a donar sangre que se formó en la puerta de mi hospital tras los atentados del 11 de septiembre, las manifestaciones de solidaridad ciudadana tras los atentados del 11 de marzo en Madrid y todas las muestras de apoyo ante masacres, bombardeos o actos de represión lo demuestran.

Vivimos en una sociedad abierta con libertad de movimiento y asociación. Estamos conectados y la información fluye de forma inmediata. Las redes sociales nos dan la oportunidad de denunciar agresiones, abusos de poder o actos degradantes.

Son muchos los motivos para transmitir optimismo a los demás. No perdamos esta oportunidad. No nos autodestruyamos, pues, con actitudes pesimistas y derrotistas.

## **TUTORIA**

Un tutor o mentor es una persona, normalmente mayor que nosotros, que conoce nuestros puntos fuertes o débiles y nos aconseja durante nuestra primera etapa de aprendizaje o en los primeros años de nuestra vida laboral. Un buen tutor puede cambiar el rumbo de nuestras vidas.

Cuando alguien nos aconseja en el sentido correcto y cree en nosotros, tenemos más motivación y más seguridad para avanzar. No conozco a muchos jóvenes que, con dieciséis o diecisiete años, tengan la madurez y la experiencia suficientes para tomar decisiones que determinarán su futuro. Sin embargo, a esa edad deben decidir su carrera universitaria o profesión, y el tipo de vida que les gustaría tener. Lo cierto es que tendrán que pasar décadas antes de que esos hombres y mujeres puedan mirar hacia atrás y reflexionar sobre si acertaron o se equivocaron en su elección profesional. Los años nos dan otra perspectiva de la vida y también de nosotros mismos. Nos conocemos más y, por otra parte, estamos liberados de las presiones familiares que probablemente influyeron en nuestra decisión.

El mejor tutor es aquel que hace esfuerzos por comprender la personalidad del joven y, en función de ésta, lo guía en la dirección correcta para que pueda potenciar su creatividad artística, su pasión por las matemáticas o su amor a la naturaleza. Es tan generoso que no sólo comparte conocimientos, sino que desea que éste lo supere algún día y pueda llegar más lejos que él.

La vida es un trabajo en equipo: se consiguen pocas cosas solo y es preferible unir fuerzas con otras personas. Se equivocan los que trabajan solos porque quieren tener más protagonismo o porque temen que otros sean más brillantes que ellos. De hecho, si saben más que nosotros, mucho mejor.

Sin embargo, a veces hay que dar un paso atrás para dar dos hacia delante.

Es fundamental que alguien te aconseje. Tiene que ser alguien que te aprecie y con quien tengas química personal, alguien que te conozca lo suficiente para saber qué camino es el mejor para ti, un camino que corresponda a tus destrezas o preferencias y te haga feliz. Cambiar de vida o dar un salto al vacío es mucho más fácil si una persona en la que confiamos plenamente nos tiende la mano y nos acompaña en esa aventura. Yo he tenido tutores y también he sido tutor. A lo largo de la vida, todos deberíamos haber estado en ambas situaciones.

Mis experiencias como guía se enmarcan en lo cotidiano y han surgido a partir de relaciones muy naturales, nada forzadas; nunca me he planteado guiar a personas que no conozco y se dirigen a mí porque me han visto en los periódicos o alguien les ha dicho que soy un tipo conocido y bien conectado. Les daré cuatro ejemplos para que me entiendan.

No siempre somos guías de personas que tienen un problema académico. También podemos convertirnos en la tabla de salvación de quienes necesitan otro tipo de ayuda.

Les daré un ejemplo que reúne los elementos de una relación de confianza que se cultiva con el paso del tiempo. Todos los años trabajo con un equipo de dieciocho residentes. Tengo muy buen recuerdo de uno que trabajó en el hospital a finales de los años ochenta. Me atrevería a decir que fue uno de los tres residentes más brillantes que han pasado por el Instituto de Cardiología. Ahora es un cardiólogo muy prestigioso y trabaja en un centro médico del interior del país. He mantenido la relación con él porque cada dos años los antiguos residentes del Instituto de Cardiología, más de 150, se desplazan hasta Nueva York para asistir a una cena que ellos han bautizado como la Sociedad VF, la Valentín Fuster Society. Por otro lado, desde hace diez años soy el cardiólogo de su padre y un mes atrás, tras el chequeo anual, le recomendé que se operara porque había empeorado. Le aconsejé que lo hiciera un cirujano de nuestro hospital que, en mi opinión, es el mejor para ese tipo de operación. Su hijo me llamó porque él, que conoce a los mejores cirujanos cardíacos, había oído hablar del cirujano que iba a operar a su padre a corazón abierto pero sabía poco de él. Había elaborado una lista con los expertos que, a su juicio, eran los más indicados para la intervención. Le expliqué que ninguno de ellos superaba al que yo recomendaba. Creo que nos quedamos unos segundos en silencio y entonces mi ex residente dijo: «Pues si tú estás seguro, confío plenamente en ti». Tras tantos años de relación y habiendo trabajado conmigo codo a codo en el hospital, este médico se atreve a dar un salto al vacío y dejar que una persona que hasta cierto punto le era algo desconocida opere a su padre.

Les he descrito estos cuatro casos por una razón: uno sólo puede ser el guía o el tutor de alguien si existe una relación de mucha confianza y una química favorable. En mi opinión, un vínculo tan estrecho sólo se construye con los años.

**Apéndice F. Texto 1 para la tarea escribir a mano****Manual de la comunicación personal de éxito (Baró, 2015)****Actitudes boomerang**

Muchas veces, sin ser conscientes de ello, mantenemos unas actitudes que no favorecen el contacto con los demás y acaban provocando el fracaso de una relación. Son actitudes que pueden causar mucho daño, especialmente a las personas que más queremos.

En el trabajo y en otros ámbitos de relación, nos acaban aislando porque, sin querer, provocamos el rechazo del entorno. Estas actitudes son:

**1. Actitud negativa**

Algunas de las expresiones típicas de la actitud pesimista son:

- Todo está mal. El tiempo es un asco.
- Tengo razón y los demás no. ¿Cómo no se dan cuenta?
- ¿Qué quieres que haga? No se puede hacer nada.
- Para que otros salgan ganando, prefiero no hacer nada.

Suelen ser malos escuchadores, interrumpen a los demás para expresar sus opiniones siempre contrarias a todo, para demostrar que están muy bien informados y argumentar su desilusión. Lo más importante es que no nos afecten sus lamentos. Muéstrate abierto, positivo y alegre con ellos. Quizás haya alguna posibilidad de que se les contagie.

**2. Actitud defensiva**

Todos tenemos activado un mecanismo de alerta ante los ataques de los demás o sus injerencias en nuestros asuntos. Las personas que tienen menos confianza en sí mismas son las que se sienten más vulnerables, y por ello, necesitan desarrollar sistemas de autodefensa, imaginando críticas o agresiones donde no las hay.

He aquí algunas frases típicas:

- ¿Por qué me miras así?
- A mí no me provoques.

- Sí, ya sé lo que me vas a decir.

Ponerte en guardia cuando prevés un ataque puede funcionar como estrategia puntual, pero si es habitual en tu comportamiento, acabarás teniendo una actitud destructiva, consiguiendo que los demás se contagien de nuestra actitud.

### **3. Actitud soberbia**

Las personas soberbias se adoran a sí mismas, aprueban todo lo que hacen y se vanaglorian de ello. Se consideran especiales y superiores. Las experiencias y la educación recibida en la infancia han provocado en esta persona una necesidad de aparentar ser perfecta, invencible, mejor que las demás. En el fondo hay una debilidad que quiere esconder. Tiene miedo de que alguien le haga daño, o descubra su debilidad.

Permanecer mucho tiempo al lado de un individuo de estas características puede minar la autoestima de cualquiera. Por ello, es importante que no te dejes influir por sus comentarios presuntuosos. Mantén tu autoestima alta, valora lo que eres, lo que sabes y lo que tienes. Simplemente puedes contestar con el silencio o diciendo que tus preferencias o tu punto de vista es otro.

## Apéndice G. Texto 2 para la tarea escribir a mano

### **Comunicación interna en la práctica. Siete premisas para la comunicación en el trabajo (Tessi, 2015)**

Premisas de comunicación interna “Simple” no es sinónimo de “fácil”. Los vertiginosos cambios en el entorno laboral y los crecientes problemas que venimos analizando en esta materia, hacen que el trabajo profesional de comunicación interna muchas veces termine siendo demasiado reactivo en el día a día, sin responder a una guía estratégica que le dé dirección y sentido.

#### **Las siete premisas**

Un análisis global y sintético:

1) Escuchar primero.

El primer paso para lograr una gestión efectiva en comunicación interna, es contar con un sistema de escucha que asegure el monitoreo integral de todas las comunicaciones que se generan en el interior de la organización.

2) Capitalizar las quejas.

La escucha integrada en comunicación interna, genera indicadores que permiten descifrar códigos ocultos y dobles lecturas provenientes de la queja y el rumor. Esta premisa demuestra, que la energía negativa de los reclamos puede revertirse y capitalizarse, tanto para la planificación de las comunicaciones como para el desarrollo económico de la empresa.

3) Ordenar la emisión.

Este paso permite evitar la compulsión a la emisión, equilibrar los mensajes escritos con los orales y abrir la gestión hacia otros emisores claves, como los directivos, los mandos intermedios y los líderes informales de la empresa. Evita dejar toda la responsabilidad comunicativa al área de comunicaciones.

4) Narrar con significado.

Las comunicaciones significativas encienden el fuego de la motivación y le otorgan sentido a todos los mensajes, incluso, a aquellos que implican informaciones delicadas o malas decisiones.

5) Ofrecer la palabra.

Mientras la información escrita genera conocimiento (racional), el diálogo presencial produce compromiso (motivacional). Al ofrecerle la palabra a los trabajadores, toda la comunicación interna crece, ya que a la mente se suma la emoción y se produce una acción colectiva muy sinérgica y alineada.

6) Medir los logros.

Resulta clave aplicar el mismo sistema de escucha que al inicio, para comparar los resultados, medir los avances concretos del plan y corregir las extrañezas que se hayan producido. Con esta premisa, la organización se asegura de que escuchar sea tan importante, como emitir en todo el proceso trascendental de comunicaciones.

7) Y el cuadro de resultados

Las organizaciones que le dan prioridad a su comunicación interna, al invertir recursos en estrategias de largo plazo, también se interesan por el impacto que estas generan en sus estados financieros. Los sistemas de escucha integrada pueden aportar indicadores para responder a este cuestionamiento. Algunos de ellos están diseñados para detectar oportunidades de beneficio económico o instancias que le provocan quebrantos ocultos a la organización.

Apéndice H. Mapa de tareas detallado 1 y 2, para la tarea navegar en internet

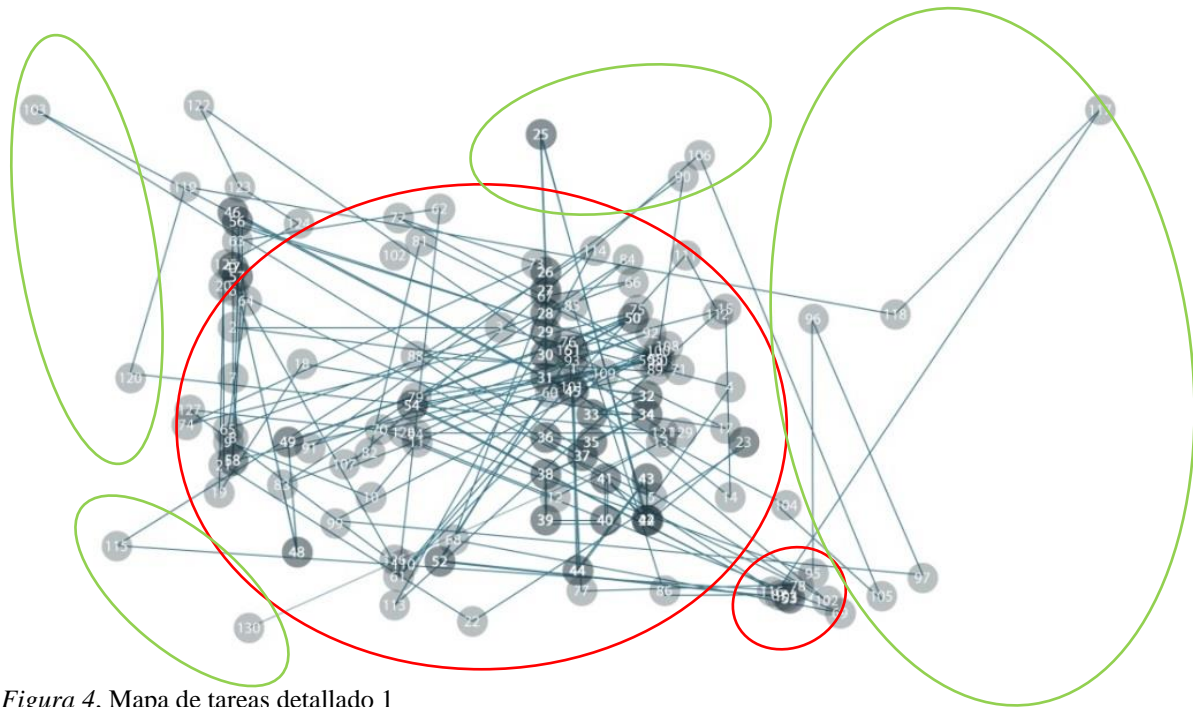


Figura 4, Mapa de tareas detallado 1

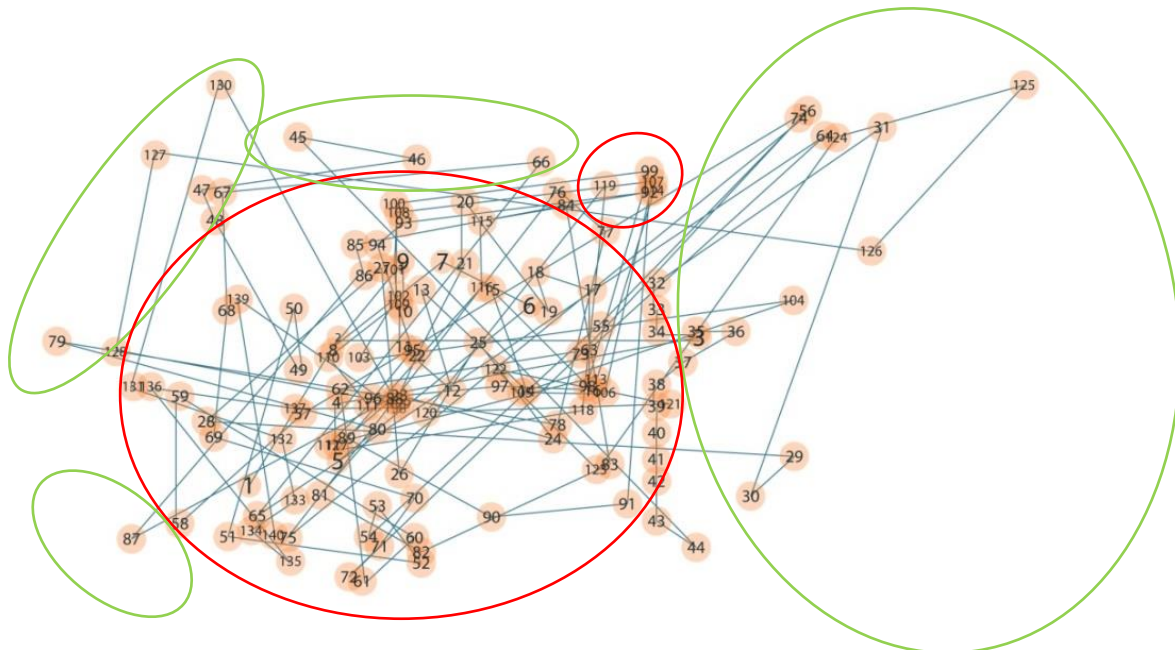


Figura 5. Mapa de tareas detallado 2

Tanto el día 1 como el día 2, concentran la información en la parte central de la pantalla (círculos rojos). Por otro lado, el número de clics que se encuentran fuera de este espacio (delimitado por los círculos verdes) se encuentran en el rango de 14 a 16 clicks, respectivamente. Por tal motivo, se puede afirmar que las dos tareas presentan características que las hacen homogéneas.

**Apéndice I. Artículo de investigación “Work-related musculoskeletal disorders in office workers of the Universidad Industrial de Santander”, sometido a la Revista Ciencias de la Salud de la Universidad del Rosario, el cual se encuentra en proceso de evaluación por pares.**

WORK-RELATED MUSCULOSKELETAL DISORDERS IN OFFICE WORKERS OF THE UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER UIS

ANÁLISIS DE LOS TRASTORNOS MUSCULOESQUELÉTICOS EN LOS TRABAJADORES DE OFICINA DE LA UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER UIS

PhD Fernanda Maradei, Universidad Industrial de Santander, Escuela de Diseño Industrial, Grupo de Investigación Ergonomía, Producto y Significado GEPS, Ciudad Universitaria Carrera 27 # 9 Escuela de Diseño Industrial oficina 322.

Jenny Rodríguez García, Universidad Industrial de Santander, Escuela de Estudios Industriales y Empresariales.

#### **ABSTRACT**

Background: the office work has caused the pain presence and development of musculoskeletal diseases related to work and repetitive tasks. In the global context, the lumbar pain affects a quarter of the population. At a national level, the presence of that pain is the higher value (annual prevalence of pain is 76%), showing that it will affect the work performance. In the local context, the UIS is not foreign to this problem, since the absenteeism report indicates the higher value were because of general musculoskeletal pain.

Objective: Identify and analysis of the occurrence of self-reported musculoskeletal symptoms (MSD) among workers in UIS, Colombia. The Nordic questionnaire with evaluation in neck, shoulders, low back, elbows and wrist/hands, was used. Thus, it is very important to study the occupational factors, as well as to identify their nature in order to generate proposals for changes that reduce musculoskeletal demands into work activities.

Materials and methods: The Nordic questionnaire was completed by 121 UIS workers, where there were university professor and administrative workers, during the period of October and November of 2016 in Bucaramanga, Colombia.

Results: The results show that the highest prevalence of musculoskeletal symptoms during the last 12 months and 7 days is in the neck and lower back. These results show that workstation in offices should be laid out following ergonomics standards, guidelines and recommendations.

Conclusions: workers must be trained in ergonomic layout and organization of their workstations. Preventive and corrective measures should be focus on neck and low back pain.

#### **KEYWORDS**

Musculoskeletal symptoms, office work, prevalence, Nordic questionnaire.

## RESUMEN

Contexto: el trabajo de oficina ha causado presencia y desarrollo de trastornos musculoesqueléticos en el trabajo y tareas repetitivas. A nivel mundial, el dolor lumbar tiene mayor presencia y ha afectado a un cuarto de la población. En el contexto nacional, la presencia de este dolor es alta (prevalencia anual de 76%), afectando el rendimiento laboral. En el contexto local, la UIS, no es ajena a esta problemática, ya que los reportes de ausentismo indican altos valores a causa de dolores musculoesqueléticos en general.

Objetivo: identificar y analizar la ocurrencia de los síntomas musculoesqueléticos, mediante auto-reporte, entre los trabajadores de la UIS, aplicando del Cuestionario Nórdico en el cuello, hombros, espalda baja, codos, manos y muñecas. Es muy importante estudiar los factores ocupacionales, así como identificar su naturaleza con el fin de generar propuestas de cambios que reduzcan las demandas músculoesqueléticas en las actividades laborales.

Materiales y métodos: El cuestionario nórdico fue aplicado a 121 trabajadores de la UIS, en donde hay profesores y trabajadores administrativos, entre octubre y Noviembre de 2016 en Bucaramanga, Colombia.

Resultados: los dolores musculoesqueléticos con mayor prevalencia en los últimos 12 meses y 7 días son en el cuello y espalda baja. Estos resultados muestran la necesidad de la intervención de los puestos de oficina con estándares ergonómicos, guías y recomendaciones.

Conclusiones: Los trabajadores deben ser capacitados en aspectos ergonómicos y la organización de los puestos de trabajo. Las medidas preventivas y correctivas deben centrarse en el cuello y el dolor de espalda baja.

## PALABRAS CLAVES

Síntomas musculoesqueléticos, trabajo de oficina, prevalencia, cuestionario Nórdico.

## INTRODUCTION

Office work as an economic activity has been transformed. Currently, the job seats out the rhythms, the necessary dedication and the time; which, when relating these three characteristics, the term of productive activity is implemented (1).

With the emergence of computerized work, essential and necessary tool in organizations and workers; several studies have noted the seated position as the most adopted in office work, transportation and during leisure time (2). Specifically, office work demonstrates the need of most intense worker's cognitive activity, in problems solving, data manage, communications and information; so that is necessary the permanence and continuousness in his work place (3).

Thus, we can prove that the computer's intensive introduction at work has modified the activities developed by workers, causing presence of pain, different pathologies and injuries development related to work activity and repetitive tasks. The lumbar pain is one of the main pathologies associated with seated posture at office work. This pathology is defined by the International Code of Diseases (4) as the pain perception in the lower back. The lumbar pain affects a quarter of the world population with an average of 27%, that's why has been established as a public health problem (5,6)

The risk factors associated with musculoskeletal disorders (MSD) in VDUs can be broadly divided into three categories. Firstly, individual factors such as age, gender, obesity, physical activity, smoking habits, use of vision correction and inherent psychological states such as negative affectivity may increase the risk of developing MSD. Secondly, exposure to physical workstation design and task demands such as duration of computer use, frequency of breaks, method of keyboard operation, position of computer monitors, type and use of input devices have been associated with MSD (7). Finally, workplace psychosocial factors are thought to play a role in the development of MSD (8,9).

Colombia, according to the VIII National study of pain in 2014, presents in most of the working population studied pains in the musculoskeletal region of the body; 23.6% in the low back. 34.8% of those affected acknowledge this ailment influence their work performance (10).

According to the latest figures of 2016 reported by Universidad Industrial de Santander professional risk system supported by an occupational hazards insurance, it was found that office workers, in the administrative areas, represented 90.11% of work absenteeism from total days reported, where women represent 61.4% of this report. At the same time in this report, musculoskeletal system diseases were diagnosed in 13.05% (a higher figure) of the reported absenteeism days, followed by figures generally infectious and parasitic diseases.

Due to these findings, it is necessary for the musculoskeletal disorders detection and prevention through their initial symptoms; estimate the risk level by collecting information of pain and discomfort in different body areas. For this reason the aim of this work is to identify the labor situation, in terms of pain and discomfort frequency, on office workers at the Universidad Industrial de Santander, through the application of the Nordic questionnaire of musculoskeletal symptoms (11).

## MATERIALS AND METHODS

### *2.1 Nordic questionnaire*

Graphics-based checklists are commonly used to perform ergonomic analyses, specifically in jobs that feature low intensity, repetitive work, or require workers to perform awkward postures (12). Among tools to evaluate such symptoms, the Nordic Musculoskeletal Symptoms Questionnaire (NMSQ) is a tool developed to standardize musculoskeletal pain and discomfort, thus allows the results to be compared with different studies and populations (13).

The general questionnaire was designed to answer the following question: "Do musculoskeletal troubles occur in a given population, and if so, in which parts of the body are they localized?" With this consideration in mind, a questionnaire was constructed in which the human body is divided into five anatomical regions.

The Universidad Industrial de Santander workers were evaluated, over 18 years of age, with administrative and university professor position. 845 workers with those features were invited to participate in the study that 121 of them voluntarily agreed to participate.

Each participant was surveyed with the Kuorinka Nordic questionnaire for the analysis of musculoskeletal symptoms, in which each worker was asked about pain or discomfort in certain parts of the body during the last 12 months and 7 days. For this particular study case were selected: neck, shoulders, elbows, lower back and wrists. The questionnaire included items of the presence or absence of musculoskeletal pain or severity discomfort and pain. In the first part of this, seven normative questions were asked, in order to establish the type of worker by gender, age, number

of months worked in the institution, job type (university professor and administrative), working hours per week and presence of pain or discomfort in any part of the body during the last 12 months. Subsequently, if the last question has an affirmative answer, the following questions related to the presence of pain: duration, level of pain or discomfort through the visual analog scale (VAS) (14,15), scored from zero to 10, where zero is no pain and 10 the worst pain possible; effect on work performance and hospitalization for a cause of this pain or discomfort. Otherwise the questionnaire was completed.

This questionnaire was developed through the free application of Google forms and as it is a complementary and a non-invasive exploration, consent is tacit and is taken for granted. On the other hand, for the processing and analysis of data it was necessary to construct contingency tables in IBM Software SPSS Statistics Base (Statistical Package for the Social Science) version 19.0, where the variables were expressed in frequencies and proportions. Subsequently, the statistical analysis was performed with the Chi-square test for non-parametric data. The adjusted significance level is 5%, which is considered statistically significant values of  $p < 0,05$ .

## RESULTS

### 3.1 Demographic characteristics

Table 1 shows the gender, age, months of working, hours spend in sitting posture, job type and Body Mass Index (BMI) and the number of participants in each percentage values. These results indicate the demographic characteristics. The mean age for the participants is 42 years (range 20-66) and the average working time is 125,4 months (10,4 years). The proportion of women and men is 45,5% ( $n = 55$ ) and 54,5% ( $n = 66$ ) respectively from which 52,1% are administrative and 47,9% are university professor.

A 44,64% ( $n=54$ ) of workers reported the BMI values between 18,5 and 24,9 regarded as a normal weight, while 38,84% ( $n=47$ ) of them were from 25 to 29,9, regarded as overweight. The workers have a BMI normal but in the same time a higher proportion present abnormal fat accumulation that can be harmful to health(16). A large proportion of workers (18,2%) spent from 35 to 40 hours and 18,2% spent from 6 to 10 hours and 13,84% spent form 20 to 25 hours a week in sitting posture.

Administrative employees present a high percentage of work hours on seated position which is formed by intervals between 2 to 10 hours and 31 to 40 hours. For another side, most of the time, university professors work on seated position which comprises values from 11 to 20 hours, 26 to 30 hours or 41 to 60 hours. In this way, both university professor and administrative employees remain seated posture over an extended period of time while carried out each of their tasks. However the higher value is in the range of 30-35 hours that represents a 26,45% for the entire population.

Table 20. Demographic characteristics.

| Demographic characteristics | Range  | Frequency (n) | Percent (%) |
|-----------------------------|--------|---------------|-------------|
| Gender                      | Male   | 66            | 54,50       |
|                             | Female | 55            | 45,50       |
| Age                         | 20-29  | 22            | 18,18       |

|                                       |                      |    |       |
|---------------------------------------|----------------------|----|-------|
|                                       | 30-39                | 30 | 24,79 |
|                                       | 40-49                | 30 | 24,79 |
|                                       | 50-59                | 31 | 25,62 |
|                                       | ≥ 60                 | 8  | 6,61  |
| <b>Months of working</b>              | ≤ 12                 | 23 | 19,01 |
|                                       | 13-59                | 24 | 19,83 |
|                                       | 60-119               | 16 | 13,22 |
|                                       | 120-239              | 34 | 28,10 |
|                                       | 240-359              | 16 | 13,22 |
|                                       | ≥ 360                | 8  | 6,61  |
| <b>Hours spent in sitting posture</b> | 2-6h                 | 16 | 13,22 |
|                                       | 7-10h                | 22 | 18,18 |
|                                       | 11-20h               | 5  | 4,13  |
|                                       | 21-25h               | 17 | 14,05 |
|                                       | 30-35h               | 32 | 26,45 |
|                                       | 36-40h               | 22 | 18,18 |
|                                       | 40-70h               | 7  | 5,79  |
| <b>Job type</b>                       | Administrative       | 63 | 52,07 |
|                                       | University professor | 58 | 47,93 |
| <b>BMI</b>                            | Low weight           | 5  | 4,13  |
|                                       | Normal weight        | 54 | 44,63 |
|                                       | Overweight           | 47 | 38,84 |
|                                       | Obesity              | 14 | 11,57 |
|                                       | Morbid obesity       | 1  | 0,83  |

### 3.2 Musculoskeletal symptoms (MSD)

In this case, contingency tables was used as a statistical techniques to find the association between the physical pains in the last 12 months and 7 days with the kind of employment (university professor or administrative). First, in the Table 2, it is evident that the physical pain in low back, hands and wrist affects mainly the administrative employees; and the physical pain in neck, shoulders and elbows is higher on the university professors. The same table shows that the physical pain in the last 7 days in neck (21,4%), shoulders (11,5%), low back (23,1%), elbows (4,9%) and wrists/hands (8,2%) is higher in university professors than in administrative workers. Furthermore, it is noted that when comparing the data of physical pain in the last 7 days between university professors and administrative workers, both have a very similar results.

Table 2. Comparison between the physical pains in the last 12 months and 7 days with the kind of employment

|             | Pain in the last 12 months |          |          |        |            | Pain in the last 7 days |          |          |        |            |
|-------------|----------------------------|----------|----------|--------|------------|-------------------------|----------|----------|--------|------------|
|             | Neck                       | Shoulder | Low back | Elbows | Wrist/hand | Neck                    | Shoulder | Low back | Elbows | Wrist/hand |
| <b>UP*</b>  | 35%                        | 22%      | 30%      | 7%     | 16%        | 21%                     | 11%      | 23%      | 5%     | 8%         |
| <b>Ad**</b> | 33%                        | 18%      | 33%      | 2%     | 18%        | 17%                     | 7%       | 21%      | 1%     | 7%         |

\*University professor \*\* Administrative

The table 3 shows the prevalence of physical pain in neck, shoulders, low back, elbows and wrists/hands. It found a high prevalence in neck with 67,7% and the low back with 63,64%.

Table 3. The prevalence of musculoskeletal symptoms among the Universidad Industrial de Santander workers, in the last 12 months (n=121).

| Part of the body   | Prevalence | %     |
|--------------------|------------|-------|
| <b>Neck</b>        | 0,677      | 67,77 |
| <b>Shoulders</b>   | 0,404      | 40,50 |
| <b>Low back</b>    | 0,632      | 63,2  |
| <b>Elbows</b>      | 0,099      | 9,92  |
| <b>Wrist/hands</b> | 0,347      | 34,71 |

The physical pains or discomfort are tabulated in Table 4. These are presented on neck in 67,8% (n=82) and lower back in 63,2% (n=77) over the past 12 months. From those, the lower back pain with 49,5% and the neck pain with 43,3% seem to be associated with the low performance in their work activities (p-value neck= 0,00 y p-value LBP=0,00 ). At the same time, the self-reported physical pain or discomfort over the past 7 days was 53,1% (n=52) in low back and 48% (n=47) in the neck.

Table 4. Physical pain or discomfort

*Low performance 7 days, In the last 12 months*

| Part of the body | n  | %    | n  | %    |
|------------------|----|------|----|------|
| <b>Neck</b>      | 42 | 43,3 | 47 | 48   |
| <b>Shoulders</b> | 23 | 23,7 | 23 | 23,5 |
| <b>Back pain</b> | 48 | 49,5 | 52 | 53,1 |
| <b>Elbows</b>    | 5  | 5,2  | 7  | 7,1  |

|                    |    |      |    |      |
|--------------------|----|------|----|------|
| <b>Wrist/hands</b> | 27 | 27,8 | 20 | 20,4 |
|--------------------|----|------|----|------|

The relationship between pain intensity and its duration, is shown in the Table 5. The neck has the higher value when the pain are present more than 30 days, not followed. At the same time, the low back pain has a higher values of 1 to 7 days (n=30), 8 to 30 days (n=23) and every day (n=6). In general, the frequency of these pains from 8 to 30 days are 20 and 23 for the neck and low back respectively. Low back pain demonstrated the highest frequency in pain presence of pain every day.

Table 5. Days of pain range in the last 12 months according to duration of pain

| <b>Category*</b> | <b>Neck</b> | <b>Shoulders</b> | <b>Low back</b> | <b>Elbows</b> | <b>Wrists/hands</b> |
|------------------|-------------|------------------|-----------------|---------------|---------------------|
| <b>0</b>         | 47          | 81               | 50              | 107           | 83                  |
| <b>1</b>         | 28          | 13               | 30              | 7             | 15                  |
| <b>2</b>         | 20          | 12               | 23              | 3             | 15                  |
| <b>3</b>         | 22          | 13               | 12              | 1             | 7                   |
| <b>4</b>         | 4           | 2                | 6               | 3             | 1                   |

\*0= none - 1= 1-7 days - 2= 8-30 days - 3= 30 more than 30 days, not followed - 4= every day

Finally, the comparison between the presence of physical pain in the last 12 months and 7 days, in the Table 6, evidence that the neck pain and low back pain are persistent into the two time ranges, while the physical pain in shoulders, hands and wrists have more presence in the last 12 months than in the last 7 days.

Table 6. Comparison between the presence of physical pain in the last 12 months and 7 days.

|    | <b>Neck pain in the last 7 days</b>    |         |
|----|--|---------|
|    | Yes                                    | No      |
|    | <b>Neck pain in the last 12 months</b> | Yes: 46 |
| No | 1                                      | 38      |

|    | <b>Shoulder pain in the last 7 days</b>    |         |
|----|--|---------|
|    | Yes  | No      |
|    | <b>Shoulder pain in the last 12 months</b> | Yes: 21 |
| No | 2  | 70      |

|                                     |     | Low back pain in the last 7 days |    |
|-------------------------------------|-----|----------------------------------|----|
|                                     |     | Yes                              | No |
| Low back pain in the last 12 months | Yes | 51                               | 26 |
|                                     | No  | 1                                | 43 |

|                                    |     | Wrist/hand pain in the last 7 days |    |
|------------------------------------|-----|------------------------------------|----|
|                                    |     | Yes                                | No |
| Wrist/hand pain the last 12 months | Yes | 19                                 | 23 |
|                                    | No  | 0                                  | 79 |

### 3.3 Associations between work-related exposures, demographic characteristics and symptoms

Association between gender and symptoms in the last 12 months and 7 days with a Chi-squared test ( $p < 0,05$ ) is clear only for shoulders pain in the last 7 days, as the Table 7 shows. In this case women present higher values than men.

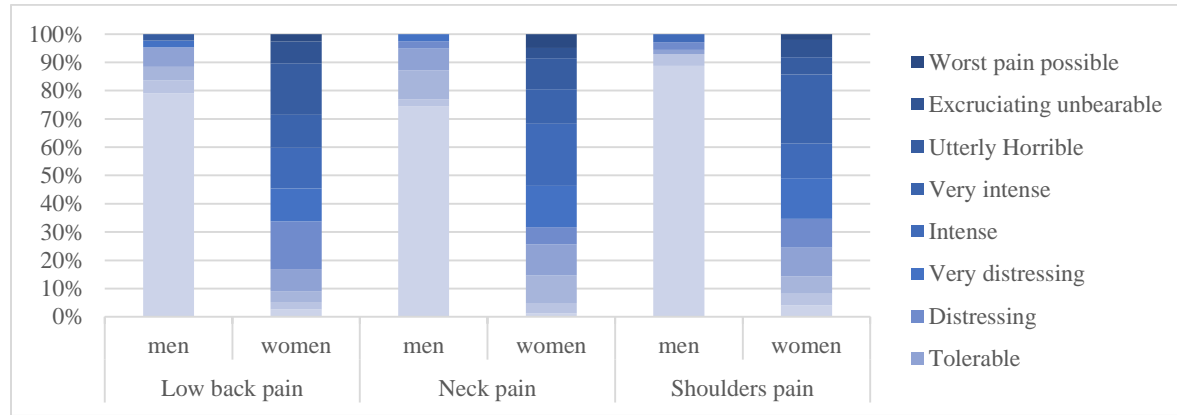
Table 7. Association between gender and presence of pain.

|             | 12 Months |       |       | Chi-squared p-value | 7 days |       |                     |
|-------------|-----------|-------|-------|---------------------|--------|-------|---------------------|
|             | Men       | Woman | Total |                     | Men    | Woman | Chi-squared p-value |
| Neck        | 40        | 42    | 82    | 0,065               | 21     | 26    | 0,082               |
| Shoulders   | 23        | 26    | 49    | 0,166               | 6      | 17    | 0,002               |
| Low back    | 45        | 32    | 77    | 0,255               | 32     | 20    | 0,180               |
| Elbows      | 7         | 5     | 12    | 0,781               | 6      | 1     | 0,088               |
| Wrist/hands | 25        | 17    | 42    | 0,423               | 13     | 6     | 0,186               |

Among the perception of pain intensity in the last 12 months and the parts of the body, the neck pain present a higher proportion of workers that had intense pain and the worst pain, possible

through the visual analog scale (VAS), with a 47.1% of total. In the same analysis, the low back pain presented a 34%.

Figure 1. Pain intensity associated to different parts of the body in the last 12 months.



## DISCUSSION

The research evidence the prevalence of MSD symptoms among Universidad Industrial de Santander office workers are a health problem. The 121 workers surveyed, reported the highest values of pain prevalence in the last 12 months in neck (67,7%, n=82) and low back (63,6%, n=77) and only 7,4% reported no pain or discomfort in any of the five parts of the body. For the other hand, the prevalence in the last 7 days was 53,1% in low back and 48% in neck. In this respect, It is possible to say that these high values are caused by the percentage of hours to be sitting; 18,2% workers maintains this posture from 35 to 40 hours and from 6 to 10 hours weekly in the present study. But the association between work hours per week and the symptoms presence have showed no significant associations ( $p < 0,05$ ) while workers remain continuously in the workstation with inactivity periods just as Castillo and Ramirez (17) say in their study. However the other studies show, when the sitting posture is prolonged, the relative risk of low back pain is higher during the first year of work (18).

The prevalence described in this study can also be qualified by comparing it with the 2016 reported by Universidad Industrial de Santander professional risk system supported by occupational hazards insurance. This report presents the time of work through illness, wherein the musculoskeletal symptoms has a 13,05% (n=742) of N=5684; which represent the report's highest value with more absenteeism presence in office work (administrative task). Against this background, these findings could be interpreted in a way that suggests UIS office work's conditions have a high effect on musculoskeletal symptoms. In this case, research being conducted by Gerr et al (19), Jensen et al (20) and Korhonen et al (21), show that the occupational computer use are primarily linked with musculoskeletal disorders to the upper limbs, head, neck and back (22). At the same time in the research development by Woods (23), high prevalence of pain/discomfort was reported by data processors and computer work. For that, McLean (24) concludes that office workers should be advised to vary task undertaken to minimize the impact of work and to take regular breaks. Indeed, regular breaks have been shown

to reduce discomfort in the neck, shoulder and low back in computer workers without affecting productivity.

Association between gender and symptoms in the last 12 months and 7 days with a Chi-squared test ( $p < 0,05$ ) only evidences a relationship for shoulders pain in the last 7 days; in this case women present higher values than the men. Overall, the gender hasn't association with MSD symptom's prevalence in the five regions of body parts contrary to the evidenced by Viikari-juntura et al (25) in their study, due to the anthropometry differences. Other conditions for developing musculoskeletal symptoms are the worker's health, in this case the higher value of IBM with 44,64% is on the normal weight while 38,84% present overweight. The reason for this results, can be the rise in calories intake and the declines on physical activity's levels for a sedentary work (26). In the preset study, the association between IBM and the symptoms presence showed no significant associations ( $p < 0,05$ ), but this high percentage in this variable represent a problem that should be given more than enough attention.

For the other hand, Ghasemkhani et al (27) and Mahbubi et al (28) found that employment's duration had a significant association with MSD, but in this study there was no significant association ( $p < 0,05$ ). The association between pain intensity and duration, shown in the neck and low back is higher than the other parts of the body. The frequency of these pains in 8-30 days was 17,3% and 19% for the neck and low back respectively. This situation can also be reflected on efficiency and productivity reduction, with a 49,5% low back, 43,3% in neck, 27,8% in wrist/hands and 23,7% in shoulders as Dempsey et al (29) and Karakolis y Callegan (30) have demonstrated. As a result, the intensive introduction of computer technology and the need to remain seated have led to the appearance of DSM symptoms linked to work activity and repetitive tasks, which have an impact on labor productivity (31) .

For relationship between the job type or employment and presence of pain, the literature has proved that the VDU (visual display units) users are increased risk for neck and/or shoulder symptoms relative to the risk expected in low exposure office or industrial task (32,33). For the other hand, and specifically in the professors, the prevalence is high in cervical region as in other workers (34,35), with supposed associations with head tilting movements and especially with muscle tensions generated by the maintenance of postures for long periods of time, causes which are also part of the daily life of evaluated professors. So too professors, for having administrative activities, are exposed to numerous pressure sources, beyond those arising from changes in the labor system, such as high workload, short pauses for rest, intensive working pace and requirements for beyond those arising from changes in the labor system high levels of attention and concentration. When such situations are associated to a high level of stress, quality of life of this category is considerable impaired (36), inducing several health disorders, such as musculoskeletal problems which are prevalent among professors (37). In this research, in the last 12 months and 7 days exposed, as a first step, in the last 12 months the administrative workers had pain in low back and hand/wrist, and professors had pain in neck, shoulders and elbows with intensity and worst pain. For the last 7 days, professors had high values of pain, when compared to administrative workers; in all parts of the body caused by the maintenance of standing up posture and seated posture for a relatively long time, often necessary to perform their work. It is necessary to emphasize for this comparison that the values are near between professors and administrative workers.

## CONCLUSIONS

This research found a high prevalence in musculoskeletal symptoms in Universidad Industrial de Santander workers. The onset of pain is much higher in neck and shoulders during the last 12 months and 7 days. These values are so representative because influences on the low efficacy and productivity. In this way, the cases of administrative workers with higher values of pain in low back and hands/wrists were identified. While the professors have higher values in neck, shoulders and elbows in the last 12 months. It should be emphasized that the professors in the last 7 days have pain in all of the human body but the administrative workers have values very close to their. For this reason, appropriate intervention is needed for these symptoms not become musculoskeletal pathologies, injuries and disabilities.

Computer workstations in offices should be laid out following ergonomics standards, guidelines and recommendations, where these can contribute to the development of musculoskeletal pain by placing certain body parts in awkward or static postures (38,39). Employees must be trained in ergonomics layout and organization of their workstations. With regard to musculoskeletal symptoms, implementation preventive measures are needed.

## REFERENCES

1. Dorransoro. J. A. El trabajo a través de la historia. Cuaderno de materiales 1999 9.
2. Wallmann-sperlich B, Bucksch J, Schneider S & Froboese I. Socio-demographic, behavioural and cognitive correlates of work-related sitting time in German men and women. BMC Public Health; 2014. 14.
3. Castillo Juan, Ramírez Blanca. El análisis multifactorial del trabajo estático y repetitivo. Estudio del trabajo en actividades de servicio. Revista ciencias de la salud 2009: 65-82.
4. World health organization. The world health report. Chapter 4. [Online]. <<http://www.who.int/whr/2002/chapter4/en/index8.html> > [Cited 2 december of 2016]
5. Jensen G H, Kasch H, Nikolajsen L, Terkelsen AJ. Has basic research contributed to chronic pain treatment?. Acta Anaesthesiol Scand. 2001; 45: 1128-1135.
6. Covarrubias-gómez, Alfredo. Papel del anestesiólogo en el manejo del dolor crónico. Revista Mexicana de Anestesiología. 2008; 31: S235-S237.
7. Punnett L, Bergqvist U. Visual Display Unit Work and Upper Extremity Musculoskeletal Disorders. Stockholm. En: National Institute Working Life. 1997: 1-173.
8. Ariens G, Van Mechelen W, Bongers P M, Bouter L M, Van der Wal G. Psychosocial risk factors for neck pain: a systematic review. Am. J. Ind. Med. 2001; 39:180-193.
9. Johnston V, Jimmieson N L, Souvlis T, Jull G. Interaction of psychosocial risk factors explain increased neck problems among female office workers. Pain 2007; 129: 311-320.
10. Guerrero liñeiro, Aura Marixa. M. P. G. L. Prevalencia del dolor crónico en colombia. VIII Estudio nacional de dolor 2014. En: Asociación Colombiana para el Estudio del dolor ed. Bogotá. 2014.
11. Kuorinka I, Jonsson A, Kilbom A, Vinterberg H, Biering-Sorensen F, Anderson G y Jorgensen K. Standardised Nordic questionnaires for the analysis of musculoskeletal symptoms. Applied Ergonomics 1987; 18 (3):233-237.
12. Sonne Michael, Villalta Dino and Andrews David. Development and evaluation of an office ergonomic risk checklist: ROSA-Rapid office starin assessment. Applied ergonomics 2012; 43: 98-108.

13. Pinheiro FA, Troccoli BT, Carvalho CV. Validity of the Nordic Musculoskeletal. Questionnaire as morbidity measurement tool. *Rev Saude Publica* 2002; 36: 307-12.
14. Takekawa KS, Goncalves JS, Moriguchi, CS, Coury H. Can a self-administered questionnaire identify workers with chronic or recurring low back pain? *Industrial Health* 2015; 58: 340-345.
15. Salermo DF, Copley-Merriman C, Taylor TN, Shinogle J, Shulz, RM. A review of functional status measures for workers with upper extremity disorders. *Occup Environ Med* 2002; 59: 664-670.
16. OMS, Organización Mundial de la Salud. Nota descriptiva No 311. Obesidad y Sobrepeso. [Online]. <<http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs311/es/>>. [Cited in 14 June of 2016]
17. Castillo Juan, Ramírez Blanca. El análisis multifactorial del trabajo estático y repetitivo. Estudio del trabajo en actividades de servicio. *Revista ciencias de la salud* 2009: 65-82.
18. Nieuwenhuy Van A, Fatkhutdinova L, Verbeke G, Pirenne D, Johannik K., Somville PR, Mairiaux P, Moens G.F, Masschelein R. Risk factors for first-ever lowback pain among workers in their first employment. *Occup. Med* 2004; 54: 513–519.
19. Gerr F, Monteilh CP, Marcus M. Keyboard use and musculoskeletal outcomes among computer users. *J. Occup. Rehabil.* 2006; 16: 256-277
20. Jensen C, Finsen L, Sjøgaard K, Christensen H. Musculoskeletal symptoms and duration of computer and mouse use. *Int. J. Ind. Ergon* 2002; 30: 265-275.
21. Korhonen T, Ketola R, Toivonen R, Luukkonen R, Häkkinen M, Viikari- Juntura E. Work related and individual predictors for incident neck pain among office employees working with video display units. *Occup. Environ. Med* 2003; 60: 475-482.
22. Sonne Michael, Villalta Dino and Andrews David. Development and evaluation of an office ergonomic risk checklist: ROSA-Rapid office strain assessment. *Applied ergonomics* 2012; 43: 98-108.
23. Woods Valerie. Musculoskeletal disorders and visual strain in intensive data processing workers. *Occupation Medicine* 2005: 121-127.
24. McLean L, Tingley M, Scott RN, Rickards J. Computer terminal work and the benefit of microbreaks. *Applied Ergonomics* 2001; 32: 225-237.
25. Viikari-juntura E Vuori J, Silverstein R, Kuosma E y Videman T. A life-long prospective study on the role of psychosocial factors in neck-shoulder and low-backpain. *Spine* 1991; 21: 339-344.
26. OMS, Organización Mundial de la Salud. Nota descriptiva No 311. Obesidad y Sobrepeso. [Online]. <<http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs311/es/>>. [Cited in 14 June of 2016]
27. Ghasemkhani Mehdi, Mahmudi Elham & Jabbari Hossain. Musculoskeletal Symptoms In Workers. *International Journal of Occupational Safety and Ergonomics* 2008; 14 (4): 455-462. ISSN: 1080-3548.
28. Mahbubi h, Laskar S, Farid A, Seikh H, Altaf H, Masaiwa I, et al. Prevalence of cervical spondylosis and musculoskeletal symptoms among coolies in a city of Bangladesh. *J Occup Health* 2006; 48: 69–73.
29. Dempsey Patrick G, McGorry Raymond W, O'Brien Niall V. The effects of work height, work-piece orientation, gender, and screwdriver type on productivity and wrist deviation. *International Journal of Industrial Ergonomics* 2004; 33: 339-346.
30. Karakolis, Thomas., Callaghan, Jack P. The impact of site-stand office workstations on worker discomfort. *Appl Ergon* 2014 May; 45(3):799-806.
31. Castillo Juan, Ramírez Blanca. El análisis multifactorial del trabajo estático y repetitivo. Estudio del trabajo en actividades de servicio. *Revista ciencias de la salud* 2009: 65-82.
32. Blatter BM., Bongers PM. Duration of computer use and mouse use in relation to musculoskeletal disorders of neck or upper limb. *Int. J. Ind. Ergon* 2002; 30: 295–306.
33. Punnett L, Bergqvist U. Visual Display Unit Work and Upper Extremity Musculoskeletal Disorders. Stockholm. En: National Institute Working Life. 1997: 1-173.
34. Caran VC, Freitas FC, Alves LA, Pedrão LJ, Robazzi ML. Riscos ocupacionais psicossociais e sua repercussão na saúde de docentes universitários. *Rev Enferm.* 2(19): 255-61.
35. Mozzini CB, Polese JC, Beltrame MR. Prevalência de sintomas osteomusculares em trabalhadores de uma empresa de embalagens metálicas de Passo Fundo – RS. *RBPS* 2008; 21(2): 92-7.

36. Suda EY, Coelho AT, Bertaci AC, Santos BB. Relação entre nível geral de saúde, dor musculoesquelética e síndrome de Burnout em professores universitários. *FisioterPesq* 2011; 18 (3): 270-4.
37. Araújo TM, Carvalho FM. Condições de trabalho docente e saúde na Bahia: estudos epidemiológicos. *Educ Soc* 2009; 30 (107): 427-49.
38. Aaras S, Fostervold KI, Ro O, Thoresen M., Larsen S. Postural load during VDU work: a comparison between various postures. *Ergonomics* 1997; 40: 1255–1268.
39. Straker LM, Mekhora K. An evaluation of visual display unit placement by electromyography, posture, discomfort and preference. *Int. J. Ind. Ergon* 2000; 26:389–398.

## Apéndice J. Consentimiento informado

### EFECTO DEL TIPO DE ASIENTO EN EL TIEMPO PRODUCTIVO, MEDIDO A PARTIR DE ASPECTOS FISIOLÓGICOS Y BIOMECÁNICOS

Apreciada participante:

Este proyecto se desarrolla como Trabajo de Investigación de la Maestría en Ingeniería Industrial, apoyado por el Grupo de Investigación de Ergonomía, Producto y Significado GEPS, adscrito a la Escuela de Diseño Industrial de la Universidad Industrial de Santander (UIS). La investigadora principal es la estudiante de la Maestría en Ingeniería Industrial Jenny Katherine Rodríguez García con la dirección de la profesora María Fernanda Maradei García, Directora del Grupo de Investigación, integrantes del Grupo de Investigación.

Queremos invitarla para que, después de leer el texto que a continuación se relaciona, manifieste su interés de participar. No esté comprometida en dar una respuesta afirmativa, solamente si está interesada en participar.

**1. Introducción y propósito del estudio:** El objetivo del proyecto de investigación es evaluar la influencia de un asiento con movimiento de 5° hacia adelante y atrás, denominado basculante, en los tiempos productivos de las tareas de oficina con mayor penosidad, en la Universidad Industrial de Santander, con el propósito de mitigar los factores de riesgo asociados al dolor lumbar, dado que la postura sedente y estática es considerada como un factor de riesgo que incide en esta patología y el rendimiento humano.

Se propone realizar la investigación debido a la ausencia de estudios que aborden la relación entre el uso de asientos basculantes, para favorecer el bienestar del trabajador de oficina e influir en los tiempos productivos al realizar sus tareas medido a partir de postura, actividad muscular y tiempos productivos. De manera que, su participación consistirá en realizar las tareas leer, navegar en internet, digitar y escribir a mano en un tiempo máximo de 4 horas, con descansos entre cada una de ellas de 5 minutos y en el orden que el investigador le asigne.

**2. Selección de los participantes:** Se seleccionarán 30 mujeres de la Universidad Industrial de Santander, por tener mayor factor de riesgo en desencadenar patologías a causa del trabajo en postura sedente<sup>1</sup>, que quieran participar voluntariamente, y estén entre los 21 y 45 años de edad. Deben estar en un estado óptimo nutricional, de acuerdo a los valores propuestos por la Organización Mundial de la Salud, siendo éste un índice de masa corporal entre los 19 y 25 y una capacidad visual normal.

Como criterio de inclusión se considerará no presentar dolor, adormecimiento o debilidad en la zona lumbar, manos, piernas y cuello, durante los últimos 12 meses; y que no hayan realizado actividad física el día anterior al experimento. Por otro lado, se considerará como criterio de exclusión, mujeres que hayan tenido intervenciones quirúrgicas previamente y presenten dolor antes o durante la prueba.

**3. Procedimiento:** Si acepta participar en la prueba realizaremos el siguiente proceso en dos días diferentes, con un intervalo mínimo entre ellos de 4 días, donde variará el tipo de silla y el orden de las tareas que debe ejecutar.

3.1 El estudio se llevará a cabo de 8 a 12 m. El investigador principal y/o los colaboradores tomarán y registrarán, en un formato general, los datos correspondientes a edad, peso y talla.

3.2 Se le solicitará ubicarse de pie, para la ubicación del equipo goniómetro de espalda, en la zona donde se produce la lordosis (curvatura de la espalda baja); y el Electromiógrafo en el vientre del músculo erector. Estos tomarán exactamente medidas de postura y actividad muscular respectivamente, adheridos a la piel mediante cinta doble faz.

---

<sup>1</sup> VIIKARI-JUNTURA, E., VUORI, J., SILVERSTEIN, B.A., KALIMO, R., KUOSMA, E y VIDEMAN, T. A life-long prospective study on the role of psychosocial factors in neck-shoulder and low-backpain. En: Spine. 1991. Vol.21, p. 339-344

3.3 Se realizará la normalización del goniómetro, por lo cual deberá ubicarse en posición completamente erecta por 3 segundos.

3.4 Se realizará la normalización del Electromiógrafo. Se le solicitará que se recueste en una silla, con el espaldar a 130° con relación a la horizontal, marcando de esta forma el cero de la señal de electromiografía. Después se le solicitará que se ponga de pie, con los pies ligeramente separados, rodillas extendidas, con flexión del tronco y los brazos unidos al tronco. Con esta postura, se le solicitará realizar el levantamiento de una carga del piso tomando como fuerza principal la espalda, y los brazos sirvan como soporte, por 5 segundos. De esta manera se obtendrá la Máxima Contracción Voluntaria (MVC).

3.5 Después, tomará asiento para verificar y ajustar sus medidas con las de las sillas (altura del asiento, ángulo de la línea visual con la pantalla y el teclado e inclinación del espaldar del asiento de 105° con relación a la horizontal).

3.6 Se le indicarán las tareas en el orden en que deberá ejecutarlas, de acuerdo a la Tabla 1 y la silla que de acuerdo a la aleatorización que le ha sido asignada.

Tabla 1. Aleatorización de tratamientos

|       |  | Día 1 |    |    |    | Día 2 |    |    |    |       |  | Día 1 |    |    |    | Día 2 |    |    |    |
|-------|--|-------|----|----|----|-------|----|----|----|-------|--|-------|----|----|----|-------|----|----|----|
| Part. |  | SB    |    |    |    | CB    |    |    |    | Part. |  | CB    |    |    |    | SB    |    |    |    |
| P1    |  | L     | EM | D  | NI | NI    | L  | EM | D  | P2    |  | D     | NI | L  | EM | EM    | D  | NI | L  |
| P3    |  | EM    | D  | NI | L  | L     | EM | D  | NI | P4    |  | NI    | L  | EM | D  | D     | NI | L  | EM |
| P5    |  | D     | NI | L  | EM | EM    | D  | NI | L  | P6    |  | L     | EM | D  | NI | NI    | L  | EM | D  |
| P7    |  | NI    | L  | EM | D  | D     | NI | L  | EM | P8    |  | EM    | D  | NI | L  | L     | EM | D  | NI |
| P9    |  | L     | EM | D  | NI | NI    | L  | EM | D  | P10   |  | D     | NI | L  | EM | EM    | D  | NI | L  |
| P11   |  | EM    | D  | NI | L  | L     | EM | D  | NI | P12   |  | NI    | L  | EM | D  | D     | NI | L  | EM |
| P13   |  | D     | NI | L  | EM | EM    | D  | NI | L  | P14   |  | L     | EM | D  | NI | NI    | L  | EM | D  |
| P15   |  | NI    | L  | EM | D  | D     | NI | L  | EM | P16   |  | EM    | D  | NI | L  | L     | EM | D  | NI |
| P17   |  | L     | EM | D  | NI | NI    | L  | ME | D  | P18   |  | D     | NI | L  | EM | EM    | D  | NI | L  |
| P19   |  | EM    | D  | NI | L  | L     | EM | D  | NI | P20   |  | NI    | L  | EM | D  | D     | NI | L  | EM |
| P21   |  | D     | NI | L  | EM | EM    | D  | NI | L  | P22   |  | L     | EM | D  | NI | NI    | L  | EM | D  |
| P23   |  | NI    | D  | EM | L  | L     | D  | EM | NI | P24   |  | D     | EM | L  | NI | EM    | NI | L  | D  |
| P25   |  | L     | D  | NI | EM | EM    | L  | D  | NI | P26   |  | NI    | L  | D  | EM | L     | D  | EM | NI |
| P27   |  | EM    | L  | D  | NI | NI    | D  | EM | L  | P28   |  | EM    | NI | L  | D  | D     | L  | EM | NI |
| P29   |  | L     | EM | NI | D  | D     | L  | NI | EM | P30   |  | L     | D  | EM | NI | NI    | EM | D  | L  |

L: Leer

EM: Escribir a mano

D: Digital

NI: Navegar en internet

Las tareas cuentan con las siguientes características:

- Leer: lectura de documentos, desde la pantalla del computador. Cada uno de estos con selección proporcional al tamaño, siendo la medida del tamaño el “número de palabras del texto” con el mismo número de mayúsculas, signos de puntuación, terminología y tema[Campo]<sup>107</sup>. En este caso se manejan temas de administración, gestión del talento humano y el clima organizacional en una empresa.
- Escribir a mano: Llenar formatos con datos personales, nombre, apellidos, fecha de nacimiento, dirección de residencia, barrio, teléfono fijo, celular, edad, nacionalidad, estado civil, profesión,

ocupación actual, email, institución educativa de primaria, secundaria y estudios profesionales, datos de contacto de dos familiares (nombre, apellidos, lugar de residencia) y datos con los que cada participante tenga una familiaridad absoluta, eliminando el tiempo para tomar decisiones por desconocimiento.

- **Digitar:** transcribir, textualmente, archivos digitales en el programa Microsoft Word, con las mismas características de los textos leídos en la primera tarea “leer” de esta misma clasificación.
- **Navegar en internet:** ingresar a diferentes páginas de Internet que tengan las mismas características de navegación o pasos para ejecutar tareas específicas dentro de ellas.

De esta manera, se dará inicio a la toma de datos para que desarrolle las 4 tareas asignadas, donde el tiempo no es limitante para la ejecución de cada una. Entre cada tarea, se determinará una pausa, donde usted deberá levantarse y caminar por 5 minutos y, después, deberá realizar un ciclo de ejercicios espinales de 25 segundos, que permitirán relajar la espalda.

La prueba será realizada en el Laboratorio Human Factors de la Escuela de Diseño Industrial, lugar que será acondicionado y dispuesto por los investigadores en donde contará con todos los implementos y recursos necesarios.

**4. Repositorio fotográfico:** Las actividades, posturas y reposicionamiento son la fuente de información para análisis del trabajo investigativo; por eso se requiere tener evidencias de las mismas durante el tiempo que dura la prueba. Utilizaremos una cámara de video para tomar varios registros. Para proteger su identidad y brindarle privacidad y anonimidad, se realizará, únicamente, capturas de la sección que comprende el torso y miembros inferiores (tronco y piernas) de la postura sedente. Si llegase a quedar registrado parte de su rostro, se realizará el proceso digital para ocultarlo. Todo el material será archivado bajo un código para conservar su confidencialidad y solamente será publicado en caso de tener un alto valor de representatividad para la investigación. Únicamente el investigador principal, el encargado y usted, cuando lo desee, tendrán acceso al material fotográfico. Usted es libre de retirar, en cualquier momento, su autorización acerca del registro, uso y divulgación del material fotográfico. Al firmar esta declaración se entenderá que usted autoriza para que el material fotográfico pueda ser usado en eventos o publicaciones de carácter académico. Sin embargo, los investigadores se comprometen con la protección de la identidad personal para que no sea divulgada.

**5. Riesgos y beneficios esperados:** La prueba en la que usted participará no prevé ningún riesgo. Las condiciones en las que se realiza el estudio estarán controladas por los investigadores. Por lo tanto, puede participar con plena confianza y tranquilidad. Por otra parte, los resultados contribuirán para determinar en qué medida el uso de asiento con basculación y sin basculación, en postura sedente, influye en los tiempos productivos, actividad muscular y comportamiento postural, al realizar las tareas de oficina.

**6. Confidencialidad:** La información que usted suministre es confidencial y solo se utilizará para fines del presente estudio. Para protección de su identidad y mantener el anonimato, se asignará un código conocido únicamente por los investigadores. Los resultados se presentarán de forma general, por lo tanto, ninguno de los participantes será identificado individualmente. Los archivos individuales sólo podrán ser consultados por el personal vinculado a la investigación o a quien se autorice formalmente.

**7. Costos y compensación:** Usted no tendrá que asumir ningún costo relacionado, ni recibirá remuneración alguna por participar en la investigación.

**8. Inquietudes y respuestas:** Si tiene alguna duda o aclaración con respecto a los procedimientos que se van a realizar, los riesgos, beneficios o cualquier otro tema relacionado con el presente estudio, puede con toda libertad preguntar al investigador responsable o al encargado; ellos darán respuesta oportuna y suficiente hasta que tenga plena claridad al respecto.

**9. Derecho a rehusar o abandonar el estudio:** Si no se siente seguro o no desea continuar en la investigación, podrá manifestar su deseo de retiro de ésta en cualquier momento. Esto no implicará consecuencia alguna puesto que su participación es totalmente voluntaria.

**10. Autorización para estudios futuros:** Finalmente solicitamos su autorización para poder usar los datos obtenidos en estudios futuros, así como en la publicación de los resultados aquí encontrados en diferentes eventos académicos tales como ponencias, material docente y publicaciones científicas, sin tener que volver a solicitar nuevamente su consentimiento, previa aprobación del Comité de Ética para la Investigación Científica de la Universidad Industrial de Santander. **Si autorizo** \_\_\_\_\_  
**No autorizo** \_\_\_\_\_

**11. Declaración del participante:** Con fecha \_\_\_\_\_, certifico que he comprendido lo anterior y una vez aclaradas todas las inquietudes respecto a mi participación, acepto colaborar de manera voluntaria en la investigación titulada: "Efecto del tipo de asiento en los tiempos productivos, medido a partir de aspectos fisiológicos y biomecánicos".

Nombre completo del participante: \_\_\_\_\_

Firma: \_\_\_\_\_ C.C \_\_\_\_\_

**Testigo 1.** Nombre completo: \_\_\_\_\_

Firma: \_\_\_\_\_ C.C \_\_\_\_\_

**Testigo 2.** Nombre completo: \_\_\_\_\_

Firma: \_\_\_\_\_ C.C \_\_\_\_\_

**Declaración de los investigadores:** Certificamos que como miembros del grupo de investigación, hemos explicado al participante sobre la naturaleza, propósito, procedimientos, riesgos y beneficios de la investigación. Declaramos que todas las preguntas hechas por el participante fueron contestadas. Manifestamos además, que comprendemos la naturaleza y propósito del estudio, los posibles riesgos y beneficios asociados con nuestra participación en el mismo.

Investigador principal

\_\_\_\_\_  
María Fernanda Maradei García  
Mafermar@uis.edu.co  
Universidad Industrial de Santander  
Facultad de Ingeniería Físico mecánicas  
Teléfono 6344000 ext 1381

\_\_\_\_\_  
Jenny Katherine Rodríguez García  
[jk.rodriuezgarcia@gmail.com](mailto:jk.rodriuezgarcia@gmail.com)  
Universidad Industrial de Santander  
Facultad de Ingeniería Físico mecánicas  
Teléfono 3187489797

**Apéndice K. Artículo de investigación titulado “Efecto del asiento basculante en el tiempo productivo: estudio piloto” sometido a la Revista UIS Ingenierías de la Facultad de Ingenierías Físico Mecánicas de la Universidad Industrial de Santander, el cual se encuentra en proceso de evaluación por pares.**

## **Efecto del asiento basculante en el tiempo productivo: estudio piloto**

---

### **Effect of seat tilt motion in the productive time: pilot study**

**J. Rodríguez<sup>1</sup>, F. Maradei<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> GEPS, Esc. de Diseño Industrial, Universidad Industrial de Santander UIS, Colombia. Email: [jk.rodriguezgarcia@gmail.com](mailto:jk.rodriguezgarcia@gmail.com)

<sup>2</sup> GEPS, Esc. de Diseño Industrial, Universidad Industrial de Santander UIS, Colombia. Email: [mafermar@uis.edu.co](mailto:mafermar@uis.edu.co)

RECIBIDO: Mes dd, aaaa. ACEPTADO: Mes dd, aaaa. VERSIÓN FINAL: Mes dd, aaaa

#### **RESUMEN**

Contexto: Existe evidencia que asocia el dolor lumbar con la postura sedente. Para contrarrestar estos efectos, se ha estudiado los beneficios de bascular el asiento en actividades de conducción, sin embargo se ha encontrado que no existen estudios en trabajo de oficina. Objetivo: Evaluar la influencia del asiento basculante en la percepción de dolor lumbar. Materiales y métodos: se plantearon dos tratamientos: a) asiento con basculación y b) asiento sin basculación; estudiados en cuatro tareas de oficina: leer, escribir a mano, digitar y navegar en internet. Como respuesta se midió la actividad muscular del tronco, la postura de la espalda, el tiempo y el número de errores. Resultados: En las tareas de digitar, navegar en internet y leer existe una diferencia significativa, es decir que la basculación influye en el comportamiento postural y en el tiempo productivo. Conclusiones: Estudiar variables como la presión del asiento para encontrar mayor evidencia.

**PALABRAS CLAVE:** Dolor lumbar, Oficina, Productividad.

#### **ABSTRACT**

Background: There is some evidence that involves the low back pain with sitting posture. To counteract these effects, it has been considered the seat tilt motion only in drivers activities, however it has found a lack of studies that relates it with office work. Objective: assess the influence of seat tilt motion on the perception of lumbar pain. Materials and methods: two treatments raised were a seat: a) with tilt motion and b) without tilt motion; studied in four office task: reading, writing, typing and surf the internet. As study responses were raised muscular activity, back posture, productive time and number of errors. Results: Only in typing, surf the internet and reading tasks there are a significant difference, that means that the seat tilt motion influence in the postural evaluation and productive time. Conclusions: Assess other variables as seat pressure to find more evidence.

**KEYWORDS:** Lumbar pain, Office, Productivity

## INTRODUCCION

Los trabajadores de oficina mantienen posturas estáticas en largos periodos de tiempo debido a la naturaleza de las tareas a desarrollar. De acuerdo con esto, las tareas con mayor penosidad en el trabajo de oficina son leer, escribir a mano, navegar en internet y digitar [1].

Se ha podido evidenciar que la introducción intensiva de la informática en el trabajo de oficina ha modificado las actividades desarrolladas por los trabajadores, ocasionando la manifestación de diferentes trastornos musculo-esqueléticos (TME) por la necesidad de permanecer en el puesto de trabajo de manera continua [2] y en postura sedente [3].

El dolor lumbar (DL) es el TME con mayor prevalencia a nivel mundial [4] [5] [6]. En el contexto Colombiano se reporta como la segunda patología con mayor prevalencia en los trabajadores, interfiriendo en su desempeño laboral [7].

Es así, que se han considerado intervenciones ergonómicas en el espacio físico de los conductores de vehículos, específicamente asientos basculantes que reducen la carga estática de compresión sobre los discos, mejorando la nutrición [8], encontrando que este tipo de modificaciones

reducen la percepción de incomodidad debida al dolor lumbar [9] . No obstante la revisión realizada en el marco de este proyecto, encontró que existe poca evidencia en actividades de oficina, asimismo tampoco se conoce los efectos de la basculación en la productividad. De esta manera, este estudio, busca responder la pregunta ¿En qué medida el uso de una silla con asiento basculante en postura sedente, influye en la realización de cuatro tareas de oficina?

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Aprobación ética

Esta investigación fue aprobada por el Comité de ética de la Universidad Industrial de Santander CEINCI, conforme a las guías contenidas en la declaración de Helsinki y el reporte de Belmont para la investigación con humanos. Adicionalmente, de acuerdo a la Resolución 008430 del 1993 del Departamento de Salud de Colombia, esta investigación está clasificada con riesgo mínimo. Finalmente, los participantes antes de cada prueba firmaron el consentimiento informado, en donde se aclara en la totalidad la ejecución del experimento.

### Participantes

Fueron escogidas 8 trabajadoras voluntarias de la Universidad Industrial de Santander, ya que las mujeres tienen más riesgo de TME en comparación con los hombres [10].

Estas participantes estaban en un estado nutricional óptimo con un Índice de Masa Corporal (IMC) entre los 19 y 25.

### Variable independiente y tratamientos

Silla con asiento basculante (CB), con un mecanismo ubicado en la parte inferior del asiento que permite el movimiento de 10° hacia adelante y 5° hacia atrás, desde el plano sagital.

Silla sin basculación (SB) con asiento fijo.

### Descripción de las variables dependientes

Actividad muscular. Estudiada mediante electromiografía (EMG), ubicando el sensor Sx320 de Biometrics Ltd Uk en el vientre de los músculos: erector lumbar derecho de la espalda RES (ver Figura 1) y músculo recto mayor del abdomen RA (ver Figura 2).

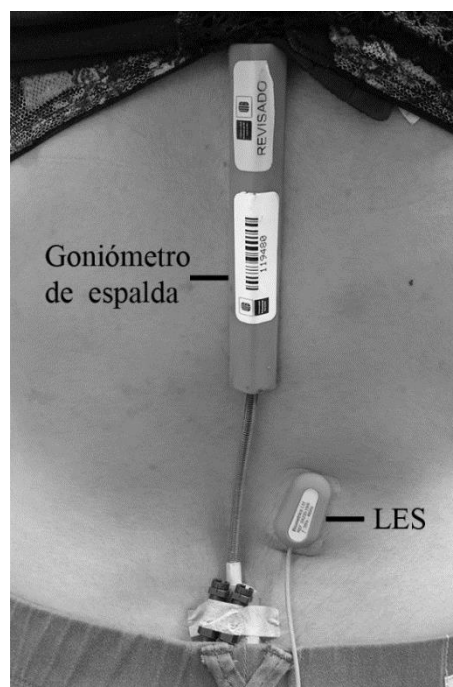
Postura. Estudiada con un goniómetro de espalda SG150B Biometric Ltd Uk (ver Figura 1).

Tiempo productivo. Para tomar estos tiempos se usó un cronómetro, tomando el momento en el que se inició cada tarea y el momento en el que se finaliza la misma.

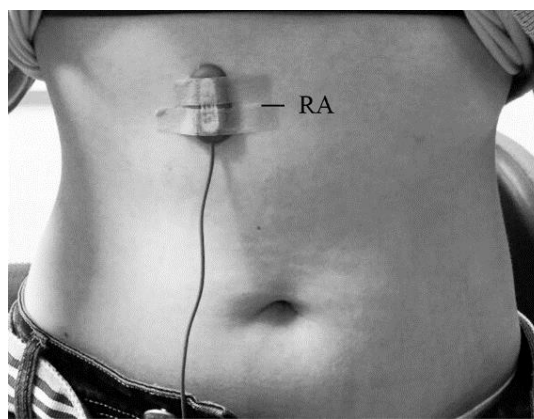
Errores. Definidos de acuerdo a cada una de las tareas, en donde en la tarea de digitar y escribir a mano, basándose en el estudio realizado por Werth y BabskiReeves [11], se tomaron como errores la inserción de una letra extra en una palabra, inclusión de una letra en una palabra, capitalizar una palabra sin necesidad o no capitalizarla en el caso de ser necesario, sustituir una letra errada en el lugar correcto de esta y trasponer 2 letras consecutivas. En la tarea de leer se definieron como errores la lectura de más de dos veces de una palabra, devolverse más de dos

veces en un párrafo, dejar de leer por más de 30 s, releer todo el contenido y la subvocalización. En la tarea de leer se tomaron la posición de las letras y la migración de palabras [12]; y por último, en la tarea de navegar en internet fueron la navegación con más de 3 clicks por acción a realizar, la navegación en páginas diferentes a la estipulada o que no tengan relación con la tarea a desarrollar, salirse de la tarea 2 veces y devolverse reiterativamente (más de 2 veces) a un punto de trabajo.

**Figura 1.** Sensor Sx320 ubicado en el vientre del músculo erector lumbar derecho de la espalda LES y el goniómetro de espalda SG150B. **Fuente.** Elaboración propia.



**Figura 2.** Sensor Sx320 ubicado en el vientre del músculo recto mayor derecho del abdomen RA. **Fuente.** Elaboración propia.



## Tiempo productivo

La definición de los tiempos productivos de cada tarea, se realizó mediante una prueba con 15 participantes para su estandarizaron como elemento guía y de control en la medición del efecto con cada uno de los tratamientos [13], en una silla estándar de oficina (sin basculación y sin inclinación del asiento). Es así que los tiempos productivos, en donde se ejecutan las tareas, teniendo en cuenta las fallas de diseño y tiempos suplementarios fueron: 1379 segundos digitando, 1177 segundos escribiendo a mano, 1361 segundos navegando en internet y 1195 segundos leyendo. De esta manera, se tomaron cada uno de estos tiempos productivos estandarizados (TE) como el 100% de ejecución de la tarea y se estimarán en los resultados como tiempos adicionales (+) o tiempo restante (-).

## Procedimiento

Se asignaron aleatoriamente los tratamientos (CB y SB) y las tareas a desarrollar por cada participante. Cada tratamiento se estudió dos veces en cada participante, teniendo como tiempo total máximo de ejecución de la prueba media jornada laboral (4 h).

Se realizó la lectura y firma del consentimiento informado para así empezar a adherir cada uno de los equipos sobre la piel de las participantes. El primer día se tomó la Máxima Contracción Voluntaria (MVC), de los músculos erector lumbar derecho de la espalda (LES) y recto mayor derecho del abdomen (RA) para el posterior procesamiento de datos.

Teniendo claro todo lo anterior, se le indicaba a la participante que debía sentarse para ajustar las condiciones del asiento respecto al puesto de trabajo y así se daba inicio a la ejecución de la primera tarea. Entre cada una de las tareas, la participante debía levantarse y realizar un ciclo de

ejercicios espinales de 25 segundos, para permitir la relajación de la espalda, mostrados en la Tabla 1.

**Tabla 21.** Ejercicios de relajación de espalda después de cada tarea.

|                            |   |
|----------------------------|---|
| Lumbares y paravertebrales | Elevar los brazos y las manos al máximo y ponerse de puntillas. (5s)  |
| Dorsales e intercostales   | Con las piernas ligeramente separadas y los brazos estirados, rotar hacia un lado y luego hacia el otro. (10s)                  |
| Dorsales e intercostales   | Con las piernas ligeramente separadas y las manos en la cintura, inclinar la espalda, los hombros y la cabeza hacia atrás (10s) |

## Análisis estadístico

El análisis de resultados de este estudio se realizó con el apoyo del programa IBM SPSS Statistics 22 y serán presentados de acuerdo a las 4 tareas planteadas para cada variable de evaluación descrita anteriormente. Todos los análisis se realizaron comparando los dos tratamientos CB y SB. Para los datos con distribución normal se utilizó el análisis de varianza por medio de ANOVA. Se consideró diferencias significancias con  $p\text{-valor} < 0,05$ . Asimismo, la actividad del músculo erector fue analizada con Chi-cuadrado para datos no paramétricos, se consideró diferencias significativas con  $p\text{-valor} < 0,05$ .

## Resultados

### Actividad muscular

Mediante el análisis descriptivo de los datos obtenidos en EMG, se encontró que para la tarea digitar la actividad muscular es mayor con el tratamiento CB (RA=0,041; LES=0,0423). En las tareas de escribir a mano y navegar en internet el comportamiento de la actividad muscular en el músculo LES son parecidas, mientras que en el músculo RA es mayor en el tratamiento CB. Por último, la tarea de leer presenta mayores valores en la actividad muscular de LES mientras que en RA es la misma para los tratamientos.

Al realizar la prueba Chi-cuadrado en la comparación de la distribución observada de los datos ( $p < 0,05$ ), no existe una diferencia significativa entre la actividad muscular de los dos tratamientos de acuerdo a las tareas a desarrollar, como se muestra en la Tabla 2.

**Tabla 2.** Comparación de EMG por medio de Chi-Cuadrado. Los datos corresponden a la significancia total (p-valor) tomada del programa IBM SPSS Statistics 22.

| Músculo | Digitar | Escribir a mano | Navegar en internet | Leer  |
|---------|---------|-----------------|---------------------|-------|
| LES     | 0,382   | 0,313           | 0,313               | 0,45  |
| RA      | 0,45    | 0,45            | 0,616               | 0,249 |

**Fuente.** Elaboración propia

### Postura

En el análisis descriptivo de los ángulos adoptados en flexión, desviación lateral derecha y desviación lateral izquierda, mostrado en la Tabla 3, se evidencia que en las tareas digitar, escribir a mano y navegar en internet es menor la flexión del tronco CB y mayor la desviación lateral derecha CB, en comparación con el tratamiento SB. En la desviación lateral izquierda, las tareas

de digitar, escribir a mano y leer, tienen valores muy cercanos, mientras que la tarea de navegar en internet CB presenta menores valores que el tratamiento SB. Por último, la tarea leer, en los dos tratamientos, tienen los ángulos muy similares en tanto en flexión como en desviaciones.

**Tabla 3.** Postura promedio en cada tarea para los tratamientos CB y SB.

| Digitar     | CB (DE)       | SB (DE)       |
|-------------|---------------|---------------|
| Flexión     | 51,45 (11,38) | 68,93 (16,24) |
| DesvLatDere | 4,64 (3,87)   | 1,4 (1,2)     |
| DesvLatIzq  | 5,36 (4,31)   | 5,07 (3,73)   |

| Escribir a mano | CB (DE)     | SB (DE)       |
|-----------------|-------------|---------------|
| Flexión         | 52,8 (7,76) | 64,18 (20,17) |
| DesvLatDere     | 2,87 (2,46) | 1,93 (1,91)   |
| DesvLatIzq      | 7,58 (4,94) | 8,14 (4,61)   |

| Navegar en internet | CB (DE)      | SB (DE)       |
|---------------------|--------------|---------------|
| Flexión             | 51,65 (4,71) | 76,87 (17,45) |
| DesvLatDere         | 5,95 (3,10)  | 2,93 (2,89)   |
| DesvLatIzq          | 5,16 (4,22)  | 9,65 (5,24)   |

| Leer        | CB (DE)      | SB (DE)       |
|-------------|--------------|---------------|
| Flexión     | 55,31 (7,59) | 60,97 (17,45) |
| DesvLatDere | 4,63 (3,85)  | 5,46 (4,55)   |
| DesvLatIzq  | 5,11 (3,55)  | 5,22 (3,44)   |

DE: Desviación estándar

**Fuente.** Elaboración propia.

Por otra parte, los ángulos en cada uno de los tratamientos y tareas fueron analizados mediante la prueba de Shapiro-Wilk mostrando una distribución normal ( $p > 0,071$ ). De esta manera, la comparación de medias a través de ANOVA, ver Tabla 4, encontró que: en la tarea digitar existe diferencias significativas entre los tratamientos CB y SB en los ángulos de flexión ( $p = 0,016$ ) y la desviación lateral

derecha ( $p=0,030$ ), confirmando el análisis descriptivo de los datos. Por otro lado, en la tarea de navegar en internet se comprueba que existe una diferencia significativa en la flexión ( $p=0,003$ ) entre los tratamientos CB y SB. Por tanto, se descarta otro tipo de diferencias de los ángulos en la postura adoptaba por las participantes.

**Tabla 4.** Comparación de medias de postura por medio de ANOVA. Los datos corresponden a la significancia total (p-valor) tomada del programa IBM SPSS Statistics 22.

| Postura            | Digitar      | Escribir a mano | Navegar en internet | Leer  |
|--------------------|--------------|-----------------|---------------------|-------|
| <b>Flexión</b>     | <b>0,016</b> | 0,231           | <b>0,003</b>        | 0,347 |
| <b>Desv LatDer</b> | 0,03         | 0,804           | 0,078               | 0,796 |
| <b>Desv LatIzq</b> | 0,724        | 0,558           | 0,094               | 0,632 |

**Fuente.** Elaboración propia.

### Tiempo productivo

De acuerdo a la Tabla 5, se observa que el tiempo productivo es mayor en las tareas de digitar, escribir a mano y leer con el tratamiento CB, por lo cual, los participantes tuvieron tiempos adicionales mayores, haciendo que las ejecuciones de estas fueran en tiempos mucho más extensos.

Asimismo, el número de errores de las tareas digitar y escribir a mano con este mismo tratamiento es siempre mayor, en comparación con el tratamiento SB. Por otro lado, en la tarea navegar en internet, los dos tratamientos muestran un tiempo menor al TE, pero el tratamiento CB tiene menor porcentaje de tiempo productivo, traducido en un tiempo más corto en la ejecución de la tarea. En esta tarea los errores son considerados iguales, por esto, se realizó la toma del número de clicks en donde el

tratamiento CB presentó el mayor número de estos ( $n^{\circ}$ clicks=200,75) en comparación con el tratamiento sin basculación ( $n^{\circ}$ clicks=186,8). Por último, en la tarea de leer, el tratamiento SB presenta menor porcentaje de tiempo adicional al TE, pero mayor número de errores.

El tiempo productivo y el número de errores en cada uno de los tratamientos y tareas fueron analizados mediante la prueba de Shapiro-Wilk mostrando una distribución normal ( $p>0,06$ ). De esta manera, la comparación de medias a través de ANOVA evidenció que sólo en la tarea leer hay diferencias significativas entre los errores de cada tratamiento, en donde CB presenta menor número de estos ( $p=0,035$ ).

**Tabla 5.** Tiempos productivos y errores de las 4 tareas en cada tratamiento. Los valores en las casillas de cada tarea para cada tratamiento corresponden al tiempo adicional al 100% (TE), en donde el porcentaje negativo corresponde a que las tareas se hicieron en menos tiempo al TE.

| Tarea                      | CB     |      | SB     |       | TE   |
|----------------------------|--------|------|--------|-------|------|
|                            | t      | e    | t      | e     | t    |
| <b>Digitar</b>             | +16%   | 112  | +11,9% | 102,3 | 1379 |
| <b>Escribir a mano</b>     | +12,5% | 13,3 | +1,1%  | 11,5  | 1177 |
| <b>Navegar en Internet</b> | -11,1% | 4    | -2,5%  | 4,75  | 1361 |
| <b>Leer</b>                | +12,9% | 12,4 | +8,4%  | 18,38 | 1195 |

TE: Tiempo productivo estandarizado (100%)

**Fuente.** Elaboración propia.

### Conclusiones

De acuerdo a la pregunta de investigación del estudio ¿En qué medida el uso de una silla con asiento basculante en postura sedente, influye en la realización de cuatro

tareas de oficina?, se pudo encontrar que en la evaluación postural la flexión tiene el mismo comportamiento para todas las tareas mientras que en las otras evaluaciones de tiempo, número de errores, desviaciones y actividad muscular del tronco, el comportamiento es diferente ya que cada una de estas contaba con unas características y demandas musculo esqueléticas propias.

En el estudio realizado por O'Sullivan et al [14], se encontró que estar sentado en una silla dinámica reducía la flexión lumbar y la activación del músculo iliocostal lumbar torácico en la tarea de digitación. De esta manera, el estudio tuvo los mismos comportamientos en términos de flexión al realizar el análisis postural en todas las tareas. En este caso, la flexión del tronco fue siempre menor al realizar las tareas con la silla CB ( $48,8^{\circ}$ - $55,31^{\circ}$ ) en comparación con SB ( $60,97^{\circ}$ - $76,87^{\circ}$ ), con diferencia significativa en las tareas de digitar y navegar en internet. Estos ángulos se encuentran cercanos a la postura neutral, definida entre los  $45^{\circ}$ -  $60^{\circ}$  [15] [16], lo cual indica que hay un aumento de la pendiente del tronco hacia adelante esencial para la estática vertebral y generar estabilidad [17] y que al realizar este tipo de tareas de digitación a alta velocidad esta postura es percibida como la más efectiva por parte de los trabajadores [18] [19]. Cabe resaltar que los ángulos de la flexión encontrados en este estudio del tratamiento SB concuerdan con los encontrados en la tarea de digitar realizado por otros autores [20].

De estos ángulos se puede llegar a concluir que en el uso de la silla CB se produce una menor compresión discal [21] específicamente en estas dos tareas, ya que al estar hacia adelante tiene un efecto de protección hacia la presencia del dolor lumbar al mejorar la nutrición de los discos [22], además permite el equilibrio entre los músculos anteriores y posteriores del tronco.

En este sentido, la silla favoreció una postura dinámica en los momentos donde se percibió incomodidad [23] [24] [25], dados por la inclinación del tronco hacia adelante, pero que en comparación con el asiento SB, fueron de menor magnitud. De igual manera, en términos de desviación lateral derecha, la única tarea en la que hubo diferencia significativa fue en digitar; a que la mano dominante era la derecha por lo cual adoptaban esta postura de manera estática usando rangos pequeños de movimiento lumbar (30% del rango total de movimiento) [26]. Asimismo se sugiere estudios futuros que determinen si existen factores de incomodidad que condicionaron esta postura.

Por otra parte, Munoz et al [16] definen que la inclinación del tronco tiene una influencia en la actividad de los músculos, encontrando que en la zona lumbar es de  $0,08^{\circ}$  con una inclinación del asiento de  $-15^{\circ}$ , de  $0,14^{\circ}$  para asientos con  $15^{\circ}$  y de  $0,09^{\circ}$  con asientos sin inclinación. De acuerdo a esto, los resultados encontrados en este estudio fueron valores de actividad muscular menores, tanto en los asientos CB y SB. También, al no encontrar diferencias significativas entre los tratamientos, se pudo concluir que la actividad muscular en los dos tratamientos es la misma para las cuatro tareas planteadas.

En términos de tiempos productivos y error, se encontró diferencia significativa entre tratamientos en la tarea de leer, en donde las participantes tuvieron un mayor porcentaje de tiempo productivo en el tratamiento CB. Con relación al TE (+12,9% del TE), el número de errores disminuyó significativamente, esto puede ser dado por que no se presentó fatiga, a pesar de que la tarea requiriera de mayor atención visual en la pantalla [27], afectando de forma positiva en la calidad de ejecución.

Finalmente se evidenció que las personas ajustaron las sillas al iniciar cada una de las tareas, pero al usar la silla CB tenían una actitud de rechazo hacia ésta debido a la incompatibilidad con su modelo mental de uso [28] [29], en donde al cambiar el entorno del puesto de trabajo, debe darse un acompañamiento continuo con retroalimentación constante [27] ya que al iniciar la prueba se mencionó la posibilidad de bascular el asiento pero no tuvo un impacto en la recordación de las participantes. En este sentido Alnaser y Wughalter [30] determinaron que los participantes duran bastante tiempo identificando los controles y características de los mecanismos que se ponen a disposición de ellos en los puestos de trabajo, en donde la mayoría de estos llegan a desecharse o al desuso. Además, se pudo confirmar que el cambio de postura depende de la tarea y no del tipo de silla [24] [30].

### Recomendaciones

Se sugiere, en primera medida, la toma de datos con una muestra más grande, dadas las características de las variables de evaluación y tener mayores datos que soporten el comportamiento humano al interactuar con estos tratamientos. También, estudiar la presión del asiento para encontrar mayor evidencia que ayude a entender el comportamiento humano al ejecutar estas cuatro tareas. Por otro parte, desarrollar un sistema basculante que sea autónomo, dado que en este estudio las personas, ya sea por olvido al ejecutar la tarea o percepción del sistema, no hacían uso de este.

### Referencias

- [1] F. Maradei, F. Espinel Z. Galindo, "Percepción del dolor lumbar debido al uso de un asiento dinámico en postura sedente prolongada," *Rev. de Salud Pública*, pp. 412-424, 2012.
- [2] B.A. Ramirez, J.M. Castillo, "El análisis multifactorial del trabajo estático y repetitivo. Estudio del trabajo en actividades de servicio," *Rev. Ciencias de la Salud*, vol. 7, pp. 65-82, 2009.
- [3] W. Marras, W. Karwowski, *The occupational ergonomics hand book*, Estados Unidos: CRC Press LCC, 1998.
- [4] B. Duthey, World Health Organization, Feb, 2013, [En línea]. Disponible en: [http://www.who.int/medicines/areas/priority\\_medicines/BP6\\_10malaria.pdf](http://www.who.int/medicines/areas/priority_medicines/BP6_10malaria.pdf)
- [5] K. Luoma et al, "Low back pain in relation to lumbar disc degeneration," *Spine*, vol. 25, pp. 487-492, 2000.
- [6] J. Collins & L. O'Sullivan, "Psychosocial risk exposures and musculoskeletal disorders across working-age males and females," *Human Factors and Ergonomics in Manuf. & Service Industries*, vol. 20, pp. 272-286, 2010.
- [7] E. Archila, M. Villamizar, J. Jimenez, "El dolor: una perspectiva epidemiológica," *Salud UIS*, vol. 36, pp. 2-13, 2004.
- [8] B. Pandurangan et al, "Musculoskeletal computational analysis of the influence of car-seat design/adjustments on long-distance driving fatigue," *Intern. Journ. of Ind. Ergonomics*, vol. 40, no. 3, pp. 345-355, 2010.
- [9] F. Maradei, L. Quintana, J. Castellanos, "Influence of seat tilt motion on the discomfort perception during a simulated driving activity," *Work*, vol. 56, no. 1, pp. 99-110.
- [10] L. Karlqvist et al, "Self-reported working conditions of VDU operators and associations with musculoskeletal symptoms: a cross-sectional study focussing on gender differences," *Intern. Journ. of Ind. Ergonomics*, vol. 30, pp. 277-294, 2002.

- [11 A. Werth, K. Babski-Reeves, "Effects of portable computing devices on posture, muscle activation levels and efficiency," *Applied Ergonomics*, vol. 45, pp. 1603-1609, 2014.
- [12 R. Tarrasch, Z. Berman, N. Friedmann, "Mindful Reading: Mindfulness Meditation Helps Keep Readers with Dyslexia and ADHD on the Lexical Track," *Frontiers in Psychology*, vol. 7, no. 7, 2016.
- [13 C. R. Cavassa, *Ergonomía y productividad*, Ciudad de México D.F., México: Grupo Noriega Editores, Limusa S.A de C.V, 1997.
- [14 K. O'Sullivan, "Lumbar posture and trunk muscle activation during a typing task when sitting on a novel dynamic ergonomic chair," *Ergonomics*, vol. 55, no. 12, pp. 1586-1595, Dec 2012.
- [15 M. R. Jouvencel, *Ergonomia básica aplicada a la medicina del trabajo*, 1st ed. Madrid, España: Ediciones Díaz de Santos, 1994.
- [16 F. Munoz, P.R Rougier, "Estimation of centre of gravity movements in sitting posture: application to trunk backward tilt.," *Journ. of Biomechanics*, vol. 44, no. 9, pp. 1771-5, Jun 2011.
- [17 D. B. Chaffin, Gunnar. BJ Andersson, B.J. Martin, *Occupational Biomechanics*, 4<sup>th</sup> ed, 2006.
- [18 N. Marmaras, D. Nathanael, N. Zarboutis, "The transition from CRT to LCD monitors: Effects on monitor placement and possible consequences in viewing distance and body postures," *Intern. Journ. of Ind. Ergonomics*, vol. 38, pp. 584-592, 2008.
- [19 R. Lueder, K. Noro, "Three myths of ergonomics seating," en *Hard Facts about Soft Machines: The Ergonomics of Seating*, London, U.K: Taylor and Francis, 1994, pp. 37-46.
- [20 C. Sommerich et al, "Effects of notebook computer configuration and task on user biomechanics, productivity, and comfort," *Ind. Ergonomics*, vol. 30, pp. 7-31, 2002.
- [21 L.H. Barrero et al, "Work pattern causes bias in self-reported activity duration: a randomised study of mechanisms and implications for exposure assessment and epidemiology.," *Occupational and Environmental Medicine*, vol. 66, no. 1, pp. 38-44, Ene 2009.
- [22 M. Makhsous et al, "Biomechanical effects of sitting with adjustable ischial and lumbar support on occupational low back pain: evaluation of sitting load and back muscle activity," *BMC Musculoskeletal Disorders*, vol. 10, p. 17, Feb 2009.
- [23 M. Makhsous et al, "The Effect of Chair Designs on Sitting Pressure Distribution and Tissue Perfusion.," *Human Factors*, vol. 54, no. 6, pp. 1066-1074, 2012.
- [24 J. Van Dieen, M. De Looze, V. Hermans. "Effects of dynamic office chairs on trunk kinematics," *Ergonomics*, vol. 44, no. 7, pp. 739-750, 2001.
- [25 P.J Mork, R.H Westgaard, "Back posture and low back muscle activity in female computer," *Clinical Biomechanics*, vol. 24, no. 2, pp. 169-175, 2009.
- [26 J.P Callaghan N.M Dunk, "Lumbar spine movement patterns during prolonged sitting differentiate low back pain developers from matched asymptomatic controls.," *Work*, vol. 35, no. 1, pp. 3-14, 2010.
- [27 M. F. Maradei-García, F. Espinel-Correal Z. Galindo-Estupiñan, "Percepción del dolor lumbar debido al uso de un asiento dinámico en postura sedente prolongada," *Rev. salud*

*pública*, vol. 18, no. 3, pp. 412-424, 2016.

[28 M. Karwowski, *The occupational ergonomics, hand book*. Estados Unidos: CRC Press LCC, 1999.

[29 D. Norman, *The psychology of everyday things: Basic books.*, 1988.

[30 E. Wughalterb M. Alnasera, "Effect of chair design on ratings of discomfort," *Work*, vol. 34, pp. 223-234, 2009.

**Apéndice L. Artículo de investigación aprobado para publicación en la revista *Advances in Intelligent Systems and Computing* series, Volumen 602, titulado: “Assessment in office**

**work and productivity”, DOI: 10.1007/978-3-319-60825-9\_17**

**Assessment in office work and productivity**

Jenny Rodríguez-García<sup>1\*</sup>, Fernanda Maradei<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Universidad Industrial de Santander, Bucaramanga Santander 680002, Colombia [jk.rodrieguezgarcia@gmail.com](mailto:jk.rodrieguezgarcia@gmail.com), [mafermar@uis.edu.co](mailto:mafermar@uis.edu.co)

**Abstract.** It is necessary to adopt specific positions to perform a work activity for long periods of time; as sitting posture. This condition increases the risk of developing musculoskeletal pathologies such as lumbago. The aim of this paper was to analyze the factors that originate this pathology using a literature review about office work and low back pain, the impact on productivity and describe the association of office work and productivity. This review aims at obtaining relevant articles, which show the relationship between office work in prolonged sitting posture and its effect on work productivity. The review found specific methodologies for each type of office activities and the considerations to take into account for this evaluation shown the necessity to pursue studies that analyses the office activity to find the influence of agents that affect the perception of lumbago, and its incidence on the efficiency of office work activities.

**Keywords:** Office work • Tasks • Lumbar pain • Productive time

## Introduction

Low back pain (LBP) is the musculoskeletal disorder with the highest prevalence in office work, and The World Health Organization (WHO) defines it, as a major cause of disability. This affects work performances, well-being, activity limitation and work absence throughout the world and it causes an enormous economic burden on individuals, families, communities, industries and governments [1]. WHO in the United Kingdom and United States, found the LBP is the most frequently cause of disability affecting young adults; evidenced around 100 and 149 millions of working days lost per year, with an estimated cost of 100 and 200 millions of dollars per year, which have interfered with the quality of life and work performance.

In the Colombian context, VIII National Pain Survey [2] reports the LBP as the second pathology with the highest prevalence in workers with a 23.6% of the total sample. This LBP interferes in their work activities and at the same time in work performance [3]. The report makes clear that the 67.5% of people with back pain has been sick in the workplace. As a specific case, in the office work this musculoskeletal disorder has a multifactorial origin for the sitting and static posture, where it has considered as biomechanical risk factor [4]. In this posture is common that the lumbar area takes a kyphotic curvature or low back flexed due to discomfort presence [5]. This situation increases 35% of the biomechanical load on the ischial tuberosities support in contrast with the standing posture [6]. A decrease of lumbar muscles activation is also observed, that at the same time lead the load to ligaments and intervertebral discs [7].

That is why the aim of the present paper is to analyze a literature review focus on the Universidad Industrial de Santander is data bases, ISI Web of Science and Science Direct specifically, to address the review question: In what way does the office work in seated posture have impact on lumbar pain and workers' productivity? In this order of ideas, topics will has covered such as the association between office work and LBP, the factors that originate this pathology, the impact on productivity and describe the association of office work and productivity.

## Materials and methods

Reference words.

First of all, research words were identified in accordance with the principal review question: In what way does the office work in seated posture have an impact on lumbar pain and workers' productivity? This was done with Thesaurus assistance to standardize the different relation ways, indicated in Table 1 and categorized according to 4 variables to the review's question.

**Table 1.** Reference words

| A/ Related with the seated posture | B/Related with office work | C/Related with BP and their risk factors | D/Related with productivity and work performance |
|------------------------------------|----------------------------|--|--|
| Sedentary                          | Read                       | Hip flexion                              | Production                                       |
| Sitting                            | Write manually             | Lumbar pain                              | Productiveness                                   |
| lumbopelvic movements              | Answer the phone           | Lordosis                                 |  |
| Sitting posture                    | Meet visitors              | Intradiscal force                        | Efficiency                                       |
| Prolonged sitting posture          | Organize meetings          | Lumbopelvic movements                    | Human factors                                    |
| Discomfort                         | Correspondence             | Head flexion                             | Depress*   |
| Static posture                     | Financial managements      | Discomfort perception                    | Stress*  |
| Macro repositioning                | Typing                     | Pressure on the body                     | Concentration                                    |
| Seat angle                         | Office work                | Back pain                                | Time   |
| Repositioning frequency            | Read text                  | Force                                    | Design furniture                                 |
| Desk                               | Read from the computer     | Repetition                               | Workday  |
| Desk bound                         | Navigate in the internet   | Back effort                              | Perform*   |
| Seated                             | Using software             | stress                                   |  |
| Annoyance                          | Lecture                    | Anxiety                                  |  |
| Displeasure                        | Talk                       | Exigency                                 |  |
| Stall                              | Desk work                  |  |  |
|                                    | Filing                     |  |  |

### Search Sub-themes

Sub-themes were identified as a guide to approach the review equations. These equations were established with the relation of the table's columns and the paper focus in this way:

- LBP associated with seated posture in office work.
- LBP associated with work environment.
- LBP and workstation.
- Office tasks in seated posture.
- Office work and productivity.

Because the study topic was always related with the lumbar pain and work activity, it was necessary to conduct a sub-themes review "office tasks in seated posture" and "LBP and workstations" as a random review, since this search consolidates the context but fails to advance in the knowledge of the review question.

It was not limited or established restrictive parameters, but a few inclusion and exclusion criteria were established. These factors are explained below.

### Search equations

Through the references words in Table 1, four search equations were raised.

The databases used, are property of the Universidad Industrial de Santander. Each of the search questions was used in each of the previously named databases in that order. On the other hand, because all the equations must relate with the same requirement, the same inclusion and exclusion criteria were determined during the search.

Inclusion criteria: seated posture, office furniture, administrative work, secretaries, office work, lumbar pain, lumbago, low back pain, stress, office task repetition, woman and man, productivity labour, efficacy, production chain, teamwork

Exclusion criteria: studies involving with babies, children, preadolescents and adolescents, elderly, work outside the office, standing work, work with load lifting.

The literature review was done from September 29 to October 13 of 2015.

## Results

The publication of research works that included the reference words related sitting posture, office work and LBP and their risk factors shown growth in these topics during the past 14 years (2001-2015) and have initiated after 2001, observing a total of 1298 publications.

United States had the greatest number of publications with 337 followed by England, Australia and Canada, with 103, 93 and 70 publications respectively. In this order of ideas, between 2002 and 2009 was the period of time that has occurred the most cited scientific productivity. On this period of time, the research with the highest number of citations (193 citations) was the Marcus et al research conducted on 2002 [8]. Productivity between the 2001 and 2015, in terms of the author's research frequency with the highest number of citations, was about 458 researches. With co-author production, frequency showed 551 publications over the same period.

In 10 journals have published the 15, 33% of the last 14 years scientific production, which corresponds to the highest percentage in this period of time. These journals were: Work, Applied Ergonomics, International journal of Industrial Ergonomics, Ergonomics, BMC Public Health, Journal of Electromyography and Kinesiology, Spine, Plos One and Optometry and Vision Science.

For the other hand, were included the references words related office work, LBP and their risk factors, productivity and work performance. The behavior in this scientific production was stable because the research development numbers were the same. The total of publications was 1136. As in previous results, United States had the greatest number of publications but China and Germany occupied the second and third place.

Applied ergonomics and industrial ergonomics were the topics with highest number of publications. Productivity measured by author production frequency evidenced that in this case, all authors have been published the same number of research works.

In a global context, it is possible to observe that United States had the greatest number of research, followed by China and Germany. In the case of United States, 53, 2% of their researches have been carried out by Educational Institutes and local companies. In contrast, 46, 8% remaining were conducted in partnership with Netherlands, China, Malaysia, Colombia, South Korea, Serbia and Brazil. In Latin America, Brazil and Mexico were the country leaders in scientific production in this knowledge area with a cooperative work involving Portugal and Spain.

Furthermore, engineering, public environmental occupational health, and psychology have been the principal areas of research, with 45.64%, 37.43%, 31.28% respectively of the whole publications (N=2434). For previous areas of research, the visual display units (VDU) assessment had a stronger presence complemented with analyses in the office ergonomics interventions, psychosocial risk factors, musculoskeletal disorders, occupational health problems, pressure measurements and non-computer work time.

Therefore, a better knowledge of musculoskeletal disorders, office ergonomics interventions and VDU assessments was acquired, because unquestionably different authors have attributed the office work with VDU as the principal cause to develop musculoskeletal disorders, principally by the posture, inactivity and the persistence posture in 75% all time during the work time [9] [10]. In this way, has ensured the association between persistence posture and discomfort as a possible source of weak labour productivity performance [9] [10] [11].

### 2. Ergonomic assessment and intervention in office work activities

First of all, due to the influence of the posture in the musculoskeletal disorders, the authors focused more specifically to analyses and evaluation of office work. This analysis was performed by assessments factors, interventions in office workstations and preventions methods, focused in the tasks with high risks.

In the context of interventions in office workstations, a sitting and static posture promotes an extreme kyphotic curving in the lumbar area, which associated with discomfort [12] which increase a 35% of the biomechanical load that ischial tuberosities supports, in comparison with standing position [13]. Additionally, as the lumbar muscles low activation that transmitting the load to the ligaments and intervertebral disks [14]. Thus from an efficacy of work, it can lead to a reduction of the automatic actions speed, and therefore, to a lower work execution. For these reasons, Mörl and Bradl [14] consider the torso hip flexion may be the motives of the lumbar muscles activity benefits decreasing discomfort in the lumbar area and improving work conditions. In this way, the formal characteristics chairs that are used currently have backrest inclination, increasing the pressure on the backrest. This situation has an effect on the reduction of load in ischial tuberosities [15]. On basis of the results obtained about the benefits of the muscle activity when the torso hip flexes, is considered that 5° of inclination forward and backward (in this specific

case, seat tilt motion), the discal compression was reduced, as evidenced by studies on car driving activities through digital simulations [16]. However it is necessary to verify whether this principle is the same in the office work.

For the other hand, identification of the risk tasks that affect workers health is the principal step to initiate a study [17]. Principal ways to define these tasks were surveys that ask workers the physic demands activities [18], hearth rhythm monitoring [19] and observational method OWAS [20]. In the office work case, clerks, administrative workers, students and college professors [21], taken persistence postures in prolonged time due to the office task as to read, type, write and surf the internet [22].

Thus, it has been proposed some characteristics for a research work that consider the relationship between the seat, to encourage the office work health and impact in the productive time. Based on these, different authors have proposed methodologies in each of these variables.

- **Typing on a computer keyboard**  
The assessments was done in a specific text with participant's native languages and providing general context themes, without technicalities and used simple verbal commands and the continuous form [23].  
A person that have experience in office work tasks can type a text directly from the memory at a rate of 40 words per minute (wpm), with medium experience at 35 wpm and without experience at 23 wpm. On average, people with medium experience in typing directly from a printed text at rate of 23 wpm [24]. On that basis, it was suggested a text with an average 600 words for executing the task in 20 minutes.  
Is necessary to give each participant a printed black text to reduce the familiarization whit the material [25], with Arial font of 10 pounds size (medium-sized), to establish a minimum cognitive demand [26] in a white A4/letter size page.  
During the test, participant can place the text on the left or right size of the screen, according to their preference [27] [28] (O'Sullivan, 2012) to perform the test in a natural way.
- **Read**  
An average adult reads 180 wpm [30]. Thus, the read test was suggested with a 3600 words in text to, as previous one, be executed in 20 minutes. Each participant should read the text aloud, file in PDF version because it is the most technically complex that print text [31]. At the same time, have the Arial font of 10 pounds size (medium-sized). The current zoom level must be 100% but it can be change for convenience. Typography color is black with a white background to give it maximum contrast value [32].
- **Handwrite**  
A person in the stage of secondary education, writing 80 wpm [33] thus established 1600 words in the text in a digital file. The materials to be used are letter-size bond paper, without strip, or checkered, completely white, and pen with a black ink for a higher contrast [34].
- **Surf the internet**  
It is necessary that the contents are hierarchical, have a search system, navigation options are clear, good relation figure-background and have a suitable typography. They also found that the studies are evaluation related to the graphic characteristics of the web pages, but not of a specific task to perform in this one.  
In these cases, the pages of government, NGOs and online shopping have been the most studied due to the high flow of navigation; shopping pages have been thoroughly studied with usability tests (e-commerce), since it is necessary to take a series of steps (fill out forms) to make a purchase. In the same case, the e-mail pages have exposed it too, since a series of preliminary steps must be carried out, in order to finally use the main platform.  
Because of this, this paper proposes to consider, the analysis the task of surf the Internet with each of the steps to be performed. Those ones that has established with 140 clicks to execute the task, the concentration of information in the same spaces, the task of creating an email and a shopping cart, and the theoretical execution time of 20 minutes.

## Conclusion

The office work related with the musculoskeletal disorders is a recent research topic, with a continuing transformation of work. This is reflected on the attention that had have countries as United States, England, Australia, Canada, China and Germany, develop case studies with different analyses focus, primarily such as the VDU assessments, ergonomic interventions in office work, psychosocial risk factors and non-computer work time.

As a consequence, there is a possibility to study in local context, the office work with the literature guidelines and ergonomics workstation interventions to find evidence about possible improvements for the benefit of office workers. Thus, it is proposed four office tasks with higher repetition and worker's risk to be assessment with a seat

tilt motion to find new ways to prevent the lumbar pain, this being the principal musculoskeletal disorder in the workers.

Finally, this paper raises the general framework for the protocol to assess the seat variable with productive time in office work, considering physiological and biomechanical factors.

## References

1. Duthey, B.: Low back pain. Technical report, World Health Organization (2013)
2. Guerrero, A., Gómez, M.: VIII Estudio Nacional del dolor. Technical report, Asociación Colombiana para el estudio del dolor (2014).
3. Camargo, D.M., Jimenez, J.B., Archila, E., Villamizar, M.S.: El dolor lumbar: una perspectiva epidemiológica. *Salud UIS*. 36, 2--31 (2004)
4. Grandjean, E.: *Ergonomics in computerized offices*. Taylor and Francis. (1987)
5. Carcone, S., Keirb, P.: Effects of backrest design on biomechanics and comfort during seated work. *Applied Ergonomics*. 39, 755--764 (2007)
6. Nordin, M., Frankel, V.: *Biomecánica Básica del sistema musculoesquelético*. McGraw-Hill (2004).
7. Mörl, F., Bradl, L.: Lumbar posture and muscular activity while sitting during office work. *J. Electromyogr. Kinesiol.* 23(2), 362--368 (2013)
8. Marcus, M., Gerr, F., Monteilh, C., Ortiz, DJ., Gentry, E., Cohen, S., Edwards, A., Ensor, C., Kleinbaum, D.: A prospective study of computer users: II. Postural risk factors for musculoskeletal symptoms and disorders. *Am. J. Ind. Med.* 236--249 (2002)
9. Sauter, SL., Schleifer, LM., Knutson, SJ.: Work posture, workstation design and musculoskeletal discomfort in a VDT data entry task. *Hum. Factors*. 33(2), 151--167 (1991)
10. Grieco, A.: Sitting posture: an old problem and a new one. *Ergonomics*. 29(3), 345--362 (1986)
11. Karakolis, T., Callaghan, J.: The impact of sit-stand office workstations on worker discomfort and productivity: a review. *Appl. Ergon.* 45, 799--806 (2014)
12. Carcone, SM., Keir, PJ.: Effects of backrest design on biomechanics and comfort during seated work. *Appl. Ergon.* 39, 755--764 (2007)
13. Nordin, M., Frankel, V.H.: *Biomecánica básica del sistema musculoesquelético*. McGRAW-HILL/INTERAMERICANA, España (2001)
14. Mörl, F., Bradl, L.: Lumbar posture and muscular activity while sitting during office work. *J. Electromyogr. Kinesiol.* 23(2), 362--368 (2013)
15. Hostens, I., Papaioannou, G., Spaepen, A., Ramon, H.: Buttock and back pressure distribution tests on seats of mobile agricultural machinery. *Appl. Ergon.* 32, 347--355 (2011)
16. Crujicic, M., Panduranga, B., Xie, X., Gramopadhye, A.K., Wagner, D., Ozen, M.: Musculoskeletal computational analysis of the influence of car-seat design/adjustments on long-distance driving fatigue. *Int. J. Ind. Ergonom.* 40(3), 345--355 (2010)
17. Marklin, R., Wilzbacher, J.: Four assessment tools of ergonomics interventions: case study at an electric utility's warehouse system. *AIHA Journal*. 60, 777--784 (1999)
18. Eklund, J.: Relationships between ergonomics and quality in assembly work. *Appl. Ergon.* 26(1), 15--20 (1995)
19. Van der Molen, H., Mol, E., Kuijer, P., Frings-Dresen, M.: The evaluation of smaller plasterboards on productivity, work demands and workload in construction workers. *Appl. Ergon.* 38, 681--686 (2007)
20. O. Karhu., Härkönen, R., Sorvali, P., Vepsäläinen, P.: Observing working postures in industry: examples of OWAS application. *Appl. Ergon.* 12(11), 13--81 (1981)
21. Zhang, L., Helander, M., Drury, C.: Identifying factors of comfort/discomfort in sitting. *Hum. Factors*. 38, 377--389 (1996)
22. Galindo, Z., Maradei, F., Espinel, F.: Percepción del dolor lumbar debido al uso de un asiento dinámico en postura sedente prolongada. *Revista salud pública*. 18 (3), 412--424 (2016)
23. Van Galen, G., Liesker, H., Haan, A.: Effects of a vertical keyboard design on typing performance. *Appl. Ergon.* 38, 99--107 (2007)
24. Brown, C.M.: *Human-computer interface design guidelines*. Ablex Publishing, Norwood (1988)
25. Werth, A., Babski-Reeves, K.: Effects of portable computing devices on posture, muscle activation levels and efficiency. *Appl. Ergon.* 45(6), 1603--9 (2014)
26. Ko, P., Mohapatra, A., Bailey, I.L., Sheedy, J., Rempel, D.M.: Effect of Font Size and Glare on Computer. *Optometry and vision science*. 91(6), 682--689 (2014)
27. Curran, M., Dankaerts, W., O'Sullivan, L., O'Sullivan K.: The effect of a backrest and seatpan inclination on sitting discomfort and trunk muscle activation in subjects with extension-related low back pain. *Ergonomics*. 57( 5), 733--743 (2014)
28. Donoghue, M.F., O'Reilly, D.S., Walsh, M.T.: Wrist postures in the general population of computer users during a computer task. *Appl. Ergon.* 44, 42--47 (2013)
29. O'Sullivan, K., McCarthy, R., White, A., O'Sullivan, L., Dankaerts, W.: Lumbar posture and trunk muscle activation during a typing task when sitting on a novel dynamic ergonomic chair. *Ergonomics*. 55(12), 1585--1595 (2012)
30. Wainschenker, R., Doorn, J., Castro, M.: Medición cuantitativa de la velocidad del habla. *Procesamiento del lenguaje natura*. 28, 99--104 (2002)

31. Humar, I., Gradisar, M., Turk, Tomaz., Erjavec, J.: The impact of color combinations on the legibility of text presented on LCDs. *Appl. Ergon.* 45, 1510--1517 (2014)
32. Nielsen, J.: *Prioritizing Web Usability*. Pearson Education (2006)
33. Ortega, A., Ortega, M.: Desarrollo didáctico de la escritura. *Revista Internacional de Filología, Comunicación y sus Didácticas.* 36, 237--250 (2013)
34. Graham, S., Weintraub, N.: A Review of Handwriting Research: Progress and Prospects from 1980 to 1994. *Educational Psychology.* 8(1), 7--87 (1996)

**Apéndice M. Ponencia en el XVIII Congreso Internacional de Ergonomía SEMAC y XXII Reunión Binacional de Ergonomía México E.U.A, realizada en Tijuana, Baja California México del 20 al 23 de Abril del 2016. La ponencia titulada: “Office work and productivity, related to low back pain”.**

**<http://www.semac.org.mx/images/stories/congreso2017/LibroSEMAC2017.pdf>**

### **OFFICE WORK AND PRODUCTIVITY, RELATED TO LOW BACK PAIN.**

**Jenny Katherine Rodríguez García<sup>1\*</sup>, María Fernanda Maradei García<sup>1</sup>, Javier Mauricio Castellanos Olarte<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Industrial Design School  
Universidad Industrial de Santander  
Carrera 27 calle 9  
Bucaramanga, Santander, Colombia. 680002  
jk.rodriguezgarcia@gmail.com

<sup>2</sup>Mechanical Engineering Department  
Universidad Pontificia Bolivariana Seccional Bucaramanga  
Km 7 via a Piedecuesta, Campus UPB  
Floridablanca, Santander, Colombia. 500031

**Resumen:** La modalidad de trabajo ha cambiado a lo largo del tiempo, en consecuencia para desarrollar la actividad laboral se requiere posturas mantenidas y prolongadas como la postura sedente. Esta condición aumenta la posibilidad de desarrollar patologías osteomusculares como la lumbalgia, sin embargo, existe poca evidencia en términos de productividad que muestren su asociación en el ámbito organizacional, siendo de gran relevancia puesto que es necesario conocer la incidencia de esta patología en el trabajo administrativo. Esta revisión de literatura pretende recolectar los artículos publicados entre el año 2010 y 2015 publicados en las bases de datos ISI Web of Science y Science Direct que relacionaran el trabajo de oficina en postura sedente prolongada con el dolor lumbar y su efecto en la productividad laboral. Complementario a esto, se realizó un análisis bibliométrico, con artículos publicados entre el año 1980 y 2015. Los resultados muestran que el tema de estudio se empezó a trabajar desde el 2001, siendo Estados Unidos el país con mayor número de publicaciones a nivel mundial con trabajo cooperativo entre otros países. Por otro lado, el 45% de los estudios realizados se han desarrollado mediante evaluaciones posturales siendo preponderantes los métodos mixtos.

**Palabras claves:** lumbalgia, trabajo de oficina, productividad.

**Abstract:** Work patterns have change through the time, and as a result of this, it is necessary to adopt specific positions to develop a work activity for long periods of time. Sitting posture is one example. This condition increases the possibility to grow musculoskeletal pathologies such as lumbago. However, it exists little evidence in terms of productivity to show its association in organizational ambits, being highly relevant because is necessary to know the incidence of this pathology in office work. This review pretends to gather relevant articles published in ISI Web of Science and Science Direct databases between 2010 and 2015, which show the relationship between office work in prolonged sitting posture and its effect on work productivity. As a complement, a bibliometric analysis was made using documents published between 1980 and 2015. The results show that this field has been investigated since 2001, being the Unites States the country with the largest number of publications worldwide. By the other hand, 45% of the research have been developed by evaluations of the posture, being mixed methods the most used.

**Keywords:** Lumbago, work office, productivity.

**Contribution to ergonomics:** This research work shows the need to carry out studies that analyse the office activity in an integral way; looking forward to find the influence of agents that affect the perception of lumbago, and its incidence on the efficiency of office work activities. Likewise, this article tries to picture the world context in terms of investigation, alternative solutions and ergonomic evaluation methodologies in workplaces in order to promote more productive office work systems.

## 1. INTRODUCTION

Work as an economic activity has been transformed from antiquity to our time, it changed from being homogenous and with leisure time, to become a structured activity, with rhythms and times that define productivity (Dorrnsoro, 1999). According to literature, sitting posture is the most adopted in occupational activities (Juan Alberto Castillo M, 2009) and it is more frequent in 3 domains: workplace, transport and during free time (Wallmann-Sperlich, 2014). Thus, it has been possible to demonstrate that intensive introduction of computers at work has changed the activities carried out by individual workers, causing the start of several prevalent diseases like lumbar pain, which is a commonly diagnosed condition in this population. Office work has a mental workload constraint on workers, forcing them to remain in their workplaces for long periods of time (Juan Alberto Castillo M, 2009). In the global context, the prevalence of low back pain is 50% for acute pain (Lively, 2002) and in Colombia, according to the National Study of Pain VIII 2014, is 23.6%. About 34.8% of patients recognize that this disease affects their job performance (Aura Marixa Liñeiro Guerrero, 2014). Because of this percentage, it is concluded that it is necessary to assign human and material resources to health care for people affected; resources coming from private sector, government and workers themselves. For this reason it is necessary to know how this thematic area has been treated through studies all around the world; a condition that besides being a public health problem, need to be studied to improve human and business productivity.

## 2. OBJECTIVES

1. Analyse from a literature review about office work and related to lumbago, the factors or agents that originate this pathology, and the effect of the same on productivity.
2. Describe the association of office work and productivity, starting from a bibliometrical analysis of the investigation on work ergonomics worldwide.

## 3. METHODOLOGY

Initially, it was performed a systematic review in the ISI Web of Science and Science databases about the pre-existing studies related to the review question: How does office work in sitting posture affects the lumbar pain and the worker productivity? Four thematic areas were defined: a) sitting position, b) office work, c) low back pain and risk factors and d) productivity and efficiency at work. From these terms the searching equations were defined  $a+b+c$ ,  $b+c+d$ ,  $b+c$ ,  $b+d$  y  $a+b+c+d$ . Inclusion criteria were sitting posture, office furniture, administrative work, secretaries, office work, back pain, lumbago, lower back pain, work and force in offices, stress, repetitive office tasks, adult people performing office work, women and men, productivity, work production level, efficiency, productive chain, teamwork; and the exclusion criteria were infants, children, preteens, teenagers, elderly, working out of office, standing posture work and work that requires lifting loads. The selection of the articles was done first by title and abstract reading, secondly, through the reading of the results and finally, from reading the articles that passed the above previous filters, a bibliometric analysis was made using the VantagePoint software.

## 4. RESULTS

1842 articles were recovered, of which 81, published between 2010 and 2015, had high chances to answer the question. They also showed that studies on this thematic area began in 2001, being the United States the country with the largest number of publications worldwide, followed by Canada and the European Union. Likewise, the year with the highest number of publications was 2012, with 21.5% of the publications.

United States promotes the major collaborative research work in this field in partnership with Australia, China, Colombia, Serbia and Brazil, among others. Instead, research work of France, Iran, India and Italy and other countries is mostly independent.

On the other hand, 45% of the research works have been made by postural assessments, 35% by interventions in the workplace, 14% as a function of productivity and 6% in education and diseases. It was found that office activity in sitting posture is associated as a

Lumbago increasing factor because of prolonged postures, monotonous tasks and low work rhythms. Additionally, these three elements tend to be present in activities with higher levels of concentration, work volume and short time to show results. In terms of productivity, the review found only two relevant articles; in these studies productivity was assessed based on tasks execution times of and work absenteeism.

## 5. CONCLUSIONS

Work activity in sitting posture is a recent study field, however, postural assessments showed that it greatly influences the onset of low back pain. Nonetheless, there is little knowledge about the factors that associate this pathology with productivity, especially because current results are ambiguous and contradictory.

Most of the studies have taken into account discomfort, joint angles or repositioning movements. They were carried out in general office activities, measuring time for each posture by interventions in the workplace and the seatback, and looking for ideal positions to detect skeletal-muscle disorders and diseases. Physic and mental agents associated with productivity has not been deeply investigated.

## 6. REFERENCES

- Aura Marixa Guerrero Liñeiro, M. P. (2014). "Prevalence of chronic pain in Colombia". VIII National Pain Study 2014. Bogotá: Colombian Association to Pain Study
- Dorronsoro, J. (1999). "Work Through history". *Cuaderno de materiales* 9.
- Juan Alberto Castillo M, B. A. (2009). "Multifactorial analysis of static and repetitive work. Study of work in service activities". *Revista ciencias de la salud*, 65-82.
- Lively, M. (2002). "Sports medicine approach to low back pain". *South Med J*, 642-646.
- Wallmann-Sperlich, B. B. (2014). "Socio-demographic, behavioural and cognitive correlates of work-related sitting time in German men and women". *BMC Public Health*, 14.