

## *Revista Electrónica Nova Scientia*

# “Herramienta didáctica para determinar factores ergonómicos en el diseño de muebles de asiento”

-Mediante el análisis cualitativo de un modelo de estudio-

**Ramón Rodríguez Espinoza<sup>1</sup>**

---

Escuela de Diseño; Universidad De La Salle Bajío; León, Guanajuato

---

**México**

## Resumen

**Introducción:** Como parte del programa de Diseño Industrial de la UDLSB, en la materia de Diseño de Mobiliario se proponen proyectos que sin buscar una estricta especialización involucran a los estudiantes en problemáticas propias del área. Sin embargo, por su complejidad, es común que el mueble de asiento llegue a quedar insuficientemente resuelto en lo relativo a su ergonomía. Tras el análisis de dicha problemática, se sustenta la propuesta de una HERRAMIENTA con la que los alumnos podrán estudiar las particularidades ergonómicas en el diseño de los muebles de asiento. Lo anterior se demostró mediante casos prácticos de estudiantes que evidenciaron la utilidad didáctica de dicha propuesta.

**Método:** La investigación contempló cuatro etapas generales; la primera se enfocó al contexto y relación del tema con el programa de Diseño Industrial en la UDLSB, así como el análisis de la problemática basada en el modo de aprendizaje de los estudiantes. La segunda etapa consistió en la planeación y ejecución de la HERRAMIENTA Didáctica tipo silla, junto con su respectivo INSTRUMENTO de análisis. Con la tercera etapa se determinó la metodología para asignar proyectos a los estudiantes, derivando en la formalización de un caso de estudio principal y otro referencial bajo la categoría de “mueble de asiento”. Finalmente, con la aplicación de la HERRAMIENTA y el diagnóstico obtenido en los casos seleccionados, en la cuarta etapa se demostró el provecho de dicho aparato, evidenciando su beneficio en la enseñanza del diseño de mobiliario.

**Resultados:** Con los resultados del caso en cuestión, se analizó la mecánica de interacción producto – usuario de las sillas y se recomendaron ajustes previos a un prototipo definitivo, advirtiéndose riesgos a la salud debidos a una mala postura por deficiencia ergonómica en su diseño.

**Discusión o Conclusión:** Luego de haber seleccionado y analizado un caso principal llamado “Silla 22”, se obtuvo que a pesar de su buena planificación, existieron deficiencias ergonómicas importantes, las cuales fueron evidenciadas y dictaminadas para su mejora. Este

proceso fue seguido por algunos estudiantes y miembros del mismo grupo, quienes ampliaron su conocimiento al respecto. Para corroborar la funcionalidad de la HERRAMIENTA, también se probó el proyecto “*Silla Odissey*”, con el fin de identificar sus hallazgos ergonómicos. Al final de esta investigación se llegó a la conclusión de que la HERRAMIENTA es útil para su propósito, generando además el interés de otros estudiantes y académicos por su aporte a la investigación en el área.

**Palabras Clave:** Herramienta, Didáctica, Ergonomía, Mobiliario, Asiento.

*Recepción 29-08-08*

*Aceptación 16-11-08*

## Abstract

**Introduction:** As a part of the Industrial Design program at the UDLSB, the subject of Furniture Design attempts to involve students into general problematics concerned to the furniture area, without looking for a strict specialization in each study case. Nevertheless, because of its complexity, is common that seating furniture it is not ergonomically solved at all. After the analysis of such problematic, the proposal of a TOOL is justified, so that students may learn about the ergonomic aspects of their seat designs. This assumption was demonstrated by analysing student’s practical study cases, in which it was confirmed the didactic utility of the TOOL.

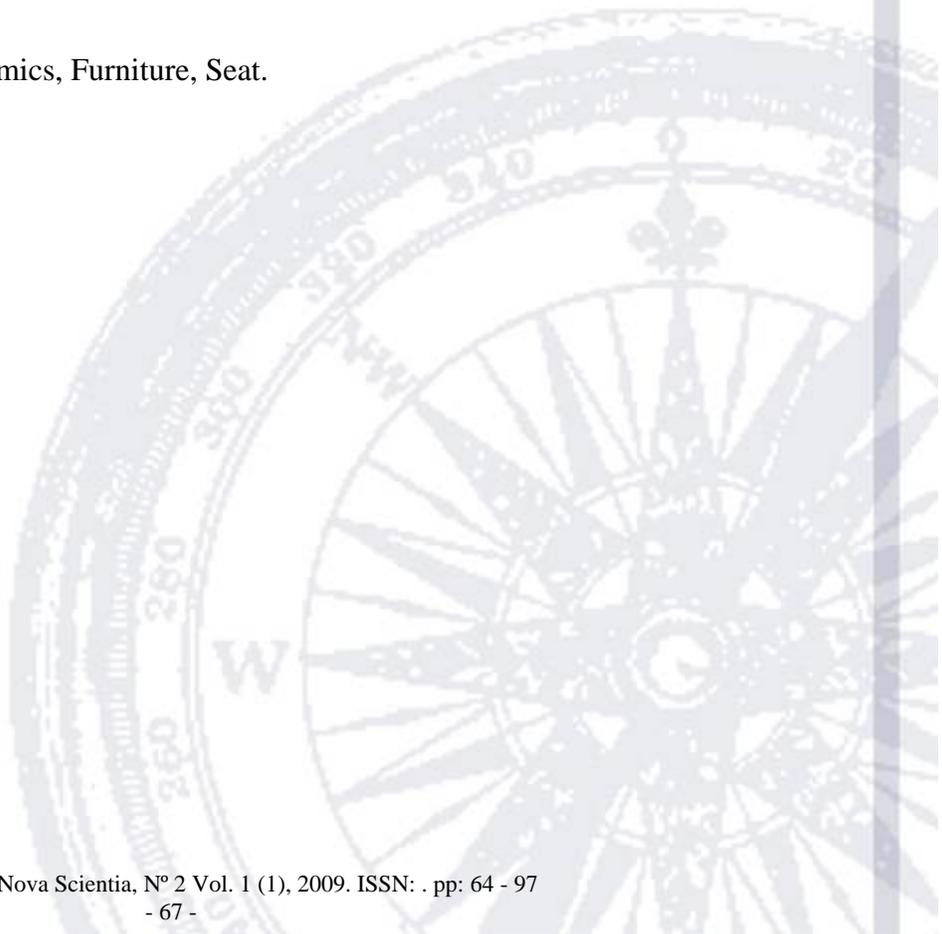
**Method:** The present research contemplated four phases in general. The first one was focused into the contextual frame and the straight relationship between the subject and the program of Industrial Design of the UDLSB, as well as an analysis of the main problem according to the learning method managed by the students inside the subject of Furniture Design 2007. The second phase consisted in the planning and execution of a chair-looking Didactic TOOL along with its respective analysis INSTRUMENT. The third phase helped determinate the correct methodology needed to assign projects to the students, leading up to the establishment of a main study case under the category of seating furniture. Finally, with the application of the

TOOL and the obtained diagnose of the selected case, the advantage of such device was demonstrated in the fourth phase, to make evident its benefit.

**Results:** With the results of the case in matter, the mechanics of the product-user relationship were analyzed and according to these, previous adjustments were recommended for a definite prototype, warning to prevent health risks due to a bad posture caused by an ergonomic deficiency in its design.

**Discussion or Conclusion:** After having selected and analysed the main study case called “Chair 22”, it was obtained that, despite a good planning, significative ergonomic deficiencies were found, whose results were also proved and recommended for the product perfection. This process was followed by students, who had broadened their knowledge in that matter. In order to confirm the Didactic TOOL functionality, it was also tested the project “*Odissey Chair*”, leading up to identify its own ergonomic findings. Finally, it comes to a conclusion that the Didactic TOOL is noteworthy for its purpose, generating interest to the student and the academic community because of its research support in the area.

**Keywords:** Tool, Didactic, Ergonomics, Furniture, Seat.



## Introducción

Coloquialmente hablando, el término “mobiliario” se refiere al universo de objetos sociales que se caracterizan por ser movibles pero susceptibles de estabilizarse y servir a las necesidades humanas, sin embargo, el mueble propiamente “de diseño” responde al cumplimiento de otros requerimientos que van más allá de lo utilitario como lo son la personalización, el estatus, entre otros. Desde el punto de vista histórico, Feduchi (1986) define cuatro categorías básicas en el estudio del mobiliario a través de las civilizaciones: la mesa, el arcón, la silla y la cama, pero hay otros cuya naturaleza se define por los avances del momento (Cerver, 1970). Por otra parte Alastair (2002) menciona dos clasificaciones de muebles, los de función doméstica y los de trabajo bajo un concepto de diseño sostenible. Asimismo Reznikoff (1989) clasifica el mueble comercial en cuatro clases, más por su uso que por su estilo; éstas categorías son el mobiliario de oficina (estándar, ejecutivo, sistemas de oficina, mostrador y almacenaje), asientos, mesas y accesorios.

Ciertamente, el diseño como disciplina ofrece muchas vertientes que por su grado de enfoque exigen campos de especialización, y es por ello que dichos enfoques también suelen ser considerados en su didáctica. Bajo esta perspectiva, el presente trabajo de investigación trata sobre los factores que facilitan o dificultan a los estudiantes el aprendizaje al diseñar mobiliario concretamente en los de categoría “de asiento”, en donde los alumnos comúnmente presentan propuestas insuficientemente resueltas en lo relativo a su confort y relación de uso. Refiriéndose a esta área, la Universidad De La Salle Bajío define el perfil del estudiante de Licenciatura en Diseño Industrial como aquel que tiene el deseo de ser un creador profesional de objetos para su producción en serie, tomando en cuenta los factores de función, materialización y forma. Dentro de esta Licenciatura, y respaldando importantemente al Diseño de Mobiliario, la materia de Ergonomía vincula a los factores del diseño con los factores humanos en términos de optimización y seguridad sobre los productos que realizan los estudiantes. En base a lo anterior se plantearon los siguientes objetivos generales de la investigación:

1. Conocer la panorámica general de cómo se realizó el aprendizaje en la materia de Diseño de Mobiliario 2007 en la UDLSB.
2. Establecer los fundamentos de la problemática a tratar.

3. Delimitar los sujetos y productos de estudio.
4. Formalizar un prototipo de la HERRAMIENTA Didáctica que simule y permita analizar la ergonomía física de un mueble de asiento en su etapa conceptual.
5. Efectuar una validación no exhaustiva de dicha HERRAMIENTA mediante dos casos de estudio realizados por estudiantes.

Con el fin de lograr lo expuesto, se estableció una metodología de selección para precisar los casos de estudio con los que se ejemplificó el uso de la HERRAMIENTA, basados en el modo de aprendizaje de los estudiantes en la clase de Diseño de Mobiliario 2007. Con estas pruebas se constató tanto el servicio de dicha HERRAMIENTA como la efectividad ergonómica de los muebles estudiados, sugiriendo para esto último las modificaciones pertinentes que permitieran una mejor relación de uso. Finalmente, el fruto de esta obra, reconoce la importancia que tiene la investigación dentro del Diseño Industrial como sustento profesional y ético en el quehacer del diseñador, apoyándolo tanto en la conceptualización y materialización de sus proyectos como en sus procesos de formación universitaria.

### **Método**

La metodología se centró en cuatro fines generales: 1) el estado de la problemática, 2) la determinación de la muestra junto con los casos de estudio principal y referencial, 3) el desarrollo del la HERRAMIENTA y su INSTRUMENTO, y 4) el proceder para el análisis de los casos de estudio.

Para el primer eje se desarrolló un documento tipo encuesta (ver gráfico 1), el cual se compuso de cinco preguntas con objetivos particulares y de elección múltiple. La metodología de aplicación fue la siguiente:

- Las encuestas se repartieron en la Escuela de Diseño de la UDLSB, en el aula donde se imparte la materia de Diseño de Mobiliario. Éstas se entregaron a los estudiantes de 5º semestre de Diseño Industrial fuera del contexto de la clase, con el fin de no generar expectativas o prejuicios que llevaran a formar respuestas tendenciosas; por tal razón, en la

encuesta se omitió el nombre de la materia y además fue aplicada por una estudiante de 7° semestre sin la presencia del maestro.

El siguiente cuestionario tiene fines académicos y de investigación relacionados a la materia de D. Mobiliario, por lo que te pedimos de la manera más atenta nos contestes con sinceridad, a fin de que los resultados nos ayuden a mejorar dicho programa. Gracias!

Puedes marcar/escribir varias opciones Fecha: 17/Octubre/07

- ¿Qué te facilita el aprendizaje?**  
 a) La teoría      b) Los modelos y ejemplos      c) Lo que hago por mi cuenta      d) Todo  
 e) Nada      f) El tipo de trabajos y ejercicios      g) La retroalimentación
- ¿Qué metodología usan para el desarrollo de proyectos?**  
 a) Conceptualización, Comunicación y Ejecución      b) Modelos eperimentales y simulaciones  
 c) a y b      d) Sólo investigación y modelos      e) Ninguna      f) Otras
- ¿Qué herramientas didácticas crees que fortalecerían tu aprendizaje? ¿y cuáles no?**  
 Fortalecería ideas implementadas de manera visual, trabajos ya realizados que nos aporten ideas y formas de realizarlos.  
 Debilitaría El saturar con teoría sin poner ejemplos físicos que demuestren que en realidad es necesario.
- ¿Realizan proyectos que los lleven a desarrollar competencias profesionales específicas?**  
 a) Sí      b) No      c) A veces      d) Casi siempre      Cuáles? premios  
Brain
- ¿El contenido de la materia se orienta a la actividad profesional real y de investigación?**  
 a) Sí      b) No      c) A veces      d) Casi siempre  
 e) Otro

**GRÁFICO 1.** Modelo de encuesta contestada “Percepción del modo de aprendizaje en la materia de diseño de mobiliario”, aplicada a estudiantes de 5° semestre de Diseño Industrial, 2007

- Después se explicó el objetivo de la encuesta, se distribuyó y se procedió a contestarla. La aplicación se realizó a las 8 de la mañana, dando un tiempo cercano a los 10 minutos para contestarla.
- El tiempo total desde la aplicación hasta la recolección de datos fue de aproximadamente una hora, en razón del tamaño de la muestra (21 estudiantes). El estudio se realizó a manera de censo mediante la técnica de encuesta cualitativa.

Los resultados de esta primera etapa indicaron que en la clase de Diseño de Mobiliario, las referencias visuales y físicas en los modelos de aprendizaje fueron aspectos frecuentes para los estudiantes, ya que ellos mismos admitieron adquirir más conocimientos a través de dichas referencias a costa del aprendizaje teórico. En relación al diseño de los muebles de asiento, el estudio justificó la pertinencia de un equipo didáctico que permita simular, experimentar, retroalimentar, desarrollar modelos de asientos y ejemplificar sus condiciones de uso para resolver ergonómicamente el diseño de los mismos. Igualmente se determinó que es preciso

apoyar al área del mobiliario como rama importante del diseño, además de establecer los medios necesarios para la investigación en este sector (ver gráficos 2 a 7).

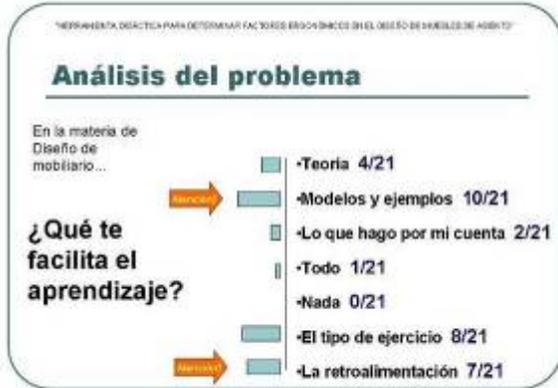


GRÁFICO 2



GRÁFICO 3



GRÁFICO 4



GRÁFICO 5



GRÁFICO 6



GRÁFICO 7

Posteriormente, para la selección de la muestra, primero se delimitaron los perfiles y modos de trabajo de los estudiantes de la clase de Diseño de Mobiliario, mediante la observación de su

desempeño a lo largo del semestre agosto-diciembre de 2007. Para ello se diseñaron ejercicios cuyo grado de complejidad y modo de organización pudieran evidenciar sus competencias. Lo anterior se obtuvo mediante las siguientes modalidades:

- Ejercicio individual, al principio del curso: *Diseño de un módulo multifuncional para exposiciones.*
- Ejercicio en pareja, al principio-avanzado del curso: *Diseño de una banca para exteriores.*
- Ejercicio grupal de 3 personas con líder seleccionado, a mitad del curso: *Diseño de un display plegable o concepto de electrodoméstico.*
- Ejercicio grupal de conformación aleatoria de 3 a 5 personas, a la mitad-avanzada del curso: *Presentación y realización de muestrarios.*
- Ejercicio individual, al final del curso: *Sistema de oficina.*

Con lo obtenido de estas modalidades se dedujeron los grupos de trabajo, cuya segmentación permitió establecer los niveles de desempeño. Con ello se establecieron siete perfiles grupales de 4 a 5 personas, concentradas según los siguientes aspectos:

- Rendimiento basado en las calificaciones individuales obtenidas a lo largo del curso.
- Rendimiento fundamentado en la capacidad del estudiante para organizarse metodológicamente en su trabajo.
- Nivel de calidad y presentación de sus trabajos.
- Actitud de responsabilidad.
- Capacidad creativa, de comunicación del concepto e iniciativa ante el proyecto.

En general, los grupos de desempeño se definieron de la siguiente forma:

1. Grupo de desempeño muy sobresaliente.
2. Grupo de desempeño sobresaliente.
3. Grupo de desempeño sobresaliente-promedio.
4. Grupo de desempeño promedio.
5. Grupo de desempeño promedio-bajo.
6. Grupo de desempeño bajo.
7. Grupo de desempeño muy bajo.

Para la prueba de la HERRAMIENTA se sustentaron trabajos de equipo que fungieron como proyectos de examen final para los alumnos. La temática principal fue el diseño de una pieza de mobiliario bajo el tema “*Artes aplicadas en el Mobiliario Contemporáneo Mexicano*” en el que debían proyectar un mueble de asiento con resolución ergonómica y conceptual. En adición, se propuso incentivar a los alumnos con la incursión de su propuesta a la primera etapa del concurso AFAMJAL<sup>1</sup>, cuyas bases se homologaron con las del proyecto final. Para dicho proyecto, se contemplaron los siguientes lineamientos aquí sintetizados:

- Definir el concepto “silla” de trabajo o descanso.
- Aplicar los contenidos del curso, pensando en materiales y procesos de producción asequibles y contemplando los aspectos técnico-productivos para la ejecución de un caso real.
- Establecer según el tiempo del proyecto<sup>2</sup> la planificación macro estructural, factibilidad, estética, calidad, presentación, embalaje, originalidad, competitividad, ergonomía, entre otras.
- Concretar la planificación micro estructural, organizar el trabajo en equipo, investigar sobre la problemática específica y definir el sustento conceptual; igualmente habría que realizar planos, modelos, maquetas y una memoria descriptiva.
- Según lo solicitado, presentar en fecha y forma los resultados del proyecto.

Para la selección y análisis de los casos de estudio se escogió un proyecto principal, más otro de referencia. Los criterios para tomar dichos casos se resumen en los siguientes puntos:

- Se consideró el mueble de un grupo de desempeño sobresaliente en razón de comprobar que aún así, dicho caso presentaría deficiencias ergonómicas. También se pensó en el producto de un grupo con categoría de desempeño bajo, a fin de identificar resultados y corroborar la eficiencia de la HERRAMIENTA.
- Se buscó que en lo mayor posible, los diseños tuvieran factibilidad constructiva con la HERRAMIENTA Didáctica, así como claridad en la comunicación técnica del concepto.

Por lo tanto, como casos de estudio, primordialmente se seleccionó el llamado “*Silla 22*”, por cumplir con los requerimientos asignados y haber repercutido en la más alta calificación de los

---

<sup>1</sup> Concurso Nacional de Diseño Expomueble 2008, organizado por la Asociación de Fabricantes de Muebles de Jalisco A. C.  
[www.afamjal.com.mx](http://www.afamjal.com.mx)

siete grupos; y en segundo término, se tomó el proyecto de un grupo de desempeño bajo llamado “Silla Odissey”, por mostrar correlaciones en su nivel de práctica y evaluación (ver gráfico 8).



GRÁFICO 8. Casos de estudio

A modo de temas comparativos de la HERRAMIENTA a proponer, se tienen algunos estudios que se resumen a continuación. Una investigación realizada por Legg<sup>3</sup> (2002), concluye con una serie de criterios que apuntan a una “correcta” configuración de un prototipo de silla, con la cual se permitan cambios en la postura. En dicho estudio se investigaron las preferencias de los empleados de una oficina sobre una silla estándar y un prototipo de posturas múltiples. Helander<sup>4</sup> (2003) en el mismo campo, hace énfasis en la distinción entre factores estéticos y ergonómicos de los muebles de asiento, en donde se menciona la dificultad de los usuarios para distinguir entre sillas con diferente calidad ergonómica. Este estudio habla sobre las características en las que la ergonomía se supone alivia la incomodidad, pero que por razones fisiológicas, ciertas partes del cuerpo no brindan retroalimentación para detectar fallos en las posturas. En otro enfoque, la American Furniture Manufacturers Association<sup>5</sup> a través de la North Carolina State University tomó la iniciativa en desarrollar una guía ergonómica para sus miembros, en la que el resultado de las investigaciones, Mirka<sup>6</sup> (2005) concluye con un documento que contiene la información básica sobre los componentes de un programa de ergonomía, así como una compilación de prácticas probadas en el oficio por la comunidad manufacturera en el rubro del mobiliario. En el

<sup>2</sup> Duración de 3 semanas.

<sup>3</sup> Legg, S.J. et al. [2002]/Evaluation of a prototype multi-posture office chair/*Ergonomics*/Vol. 45, No. 2, pp. 153-163.

<sup>4</sup> Helander, Martin G. [2003]/Forget about ergonomics in chair design? Focus on aesthetics and comfort/*Ergonomics*/Vol. 46, Nos. 13 and 14, pp.1306-1319.

<sup>5</sup> Asociación Americana de Manufactureros de Mobiliario

<sup>6</sup> Mirka, Gary A. [2005]/“Development of an ergonomics guideline for the furniture manufacturing industry”/*Applied Ergonomics, Human Factors in Technology and Society*/Vol. 36, Issue 2, pp. 241-247.

contexto nacional, Gutiérrez<sup>7</sup> (2008) realizó una investigación sobre simuladores antropométricos, en donde se desarrollaron modelos elementales a escala real de una silla, una estantería y sistemas de sujeción que permitían mostrar la relación espacial de los factores del diseño ergonómico. Con ello se buscó que los estudiantes de Diseño Industrial de la UNAM verificaran los criterios de diseño aplicados a sus proyectos de una manera cercana a la realidad. Finalmente, Ocaña<sup>8</sup> (2008) mostró un estudio postural de los alumnos de la UAEM en base al uso del mobiliario actual. Con este estudio se demostró la influencia del factor confort en el aprendizaje y salud de los usuarios, en relación al mobiliario en uso. El estudio pretendía justificar la propuesta de un mobiliario más adecuado a las características de función y de contexto.

Partiendo del conocimiento de los referentes y la problemática ya observada, se propone un equipo para uso didáctico tipo silla que simula y verifica los principios de diseño ergonómico en muebles de asiento. A diferencia de la silla antropométrica<sup>9</sup> (Mondelo 2001, 42), dicho equipo contiene disposiciones en madera con subestructuras pivotantes, abatibles y corredizas, las cuales permiten ajustes discretos y continuos en alturas e inclinación, tanto en asiento y respaldo como en cabecera y descansabrazos. Estos ajustes se logran mediante sistemas de elevación por tornillo, trabas y uniones por tuerca y tornillo, permitiendo acomodar la posición de las estructuras a los grados y alturas de un diseño en desarrollo. Por otra parte, el área del asiento y respaldo contienen una serie de insertos con tornillos de cabeza tipo coche, uniformemente dispuestos en tales superficies, lo que permite obtener elevaciones y con ello la simulación topografía de una sección específica del asiento y/o respaldo. Con esta llamada HERRAMIENTA, se podrá reproducir la zona de contacto con el usuario en los casos de estudio, pudiéndose analizar la interacción del mismo en condiciones de uso reales, previo a su formalización definitiva (ver gráfico 9). Otros aditamentos tales como espumas, textiles o accesorios podrán emplearse para establecer un mayor acercamiento del concepto al caso de estudio. Complementariamente se propone un INSTRUMENTO de análisis, cuyo contenido será

---

<sup>7</sup> Gutiérrez Torres, M. Fernanda/UNAM [2008] /Los proyectos de diseño industrial y los simuladores antropométricos /Ponencia en el *X Congreso Internacional de Ergonomía 2008*/Ciudad Juárez, Chihuahua, México.

<sup>8</sup> Ocaña Delgado, Raymundo/UAEM [2008]/ Mobiliario para discentes de diseño industrial /Ponencia en el *X Congreso Internacional de Ergonomía 2008*/Ciudad Juárez, Chihuahua, México.

<sup>9</sup> La silla antropométrica sirve para medir a un sujeto en posición sedente, no para simular un diseño de asiento.

explicado más adelante. Con lo anterior, los alumnos podrán verificar y comprobar los principios de diseño aplicados en su propuesta, con lo que reforzarán y construirán su propio aprendizaje.



**GRÁFICO 9.** Concepto de la Herramienta Didáctica

El INSTRUMENTO de análisis (ver gráfico 10) se diseñó en función de las características de la HERRAMIENTA Didáctica y los rangos de confort apropiados para un puesto de trabajo (Mondelo 2001, 42). Dicho INSTRUMENTO se estructuró en base a parámetros descriptivos y aritméticos, tanto en los datos de entrada como en los resultados de salida. A continuación se presenta una descripción sintetizada de su contenido.



**GRÁFICO 10.** Instrumento de análisis funcional mediante video, simulando condiciones estáticas de uso en un caso de estudio

1. *Registro del caso de estudio.* En este segmento se contienen los datos generales del producto y las condiciones psíquico-físicas del usuario. Los incisos correspondientes a este rubro son:

- Datos generales del caso de estudio.
- Datos particulares del caso de estudio.
- Datos generales del sujeto de estudio.
- Actividad o profesión preponderante del sujeto.

- Tipo de deporte que practica.
  - Discapacidades.
  - Uso de prótesis o dispositivos auxiliares.
  - Padecimientos.
  - Alimentos ingeridos antes de la prueba.
  - Disposición anímica del sujeto antes del estudio.
  - Tipo de vestimenta que pueda influir en la postura durante el estudio.
  - Alineación corporal del sujeto estando de pie.
2. *Fase A) Antes de sentarse en el mueble.* Aquí se analiza y registra la biomecánica del individuo ante la acción de sentarse. Los puntos correspondientes son:
- Actitud frente al mueble antes de sentarse.
  - Requiere apoyo físico corporal para sentarse.
  - Postura angular en tronco y extremidades antes, durante y después de tocar el asiento, previo a la postura final.
  - Postura resultante de la espalda.
3. *Fase B) Durante la postura sedente, con moderado nivel de atención en una actividad.* En este apartado se registran las actitudes y posturas corporales durante las condiciones de prueba bajo actividad con atención moderada. Los aspectos de esta sección son:
- Postura inicial.
  - Posturas registradas a tres momentos preestablecidos.
  - Actitudes posturales relacionadas a la comunicación no verbal.
  - Número de cambios de posición ocurridos durante la fase.
4. *Fase C) Durante la postura sedente, sujeto con alto nivel de atención en una actividad.* Igualmente aquí se observan y anotan las variantes posturales del usuario durante las condiciones de prueba en una actividad con alto nivel de atención. Los puntos de registro son:
- Postura inicial.
  - Posturas registradas a cinco momentos preestablecidos.
  - Actitudes posturales relacionadas a la dinámica del individuo.
  - Actitudes posturales relacionadas a la actividad designada.
  - Número de cambios de posición ocurridos durante la fase.

5. *Fase D) Durante la postura sedente, sujeto en reposo.* En esta fase, el análisis del sujeto se realiza durante un período de inactividad, registrando su dinámica postural en dicho lapso. Los criterios de este apartado son:
  - Posturas registradas a tres momentos preestablecidos.
  - Número de cambios de posición ocurridos durante esta fase.
6. *Fase E) Durante la postura sedente, sujeto en entrevista.* Aquí se retoma la interacción del sujeto de estudio con un entrevistador. De forma expresa, con ello se aportará información cualitativa sobre los beneficios o defectos del asiento analizado. Para el análisis se considera lo siguiente:
  - Autoevaluación anatómica de la postura durante la prueba.
  - Calificación de las partes del mueble según su percepción de comodidad.
  - Posturas registradas a tres momentos preestablecidos.
  - Número de cambios de posición ocurridos durante la fase.
7. *Fase F) Al incorporarse del mueble de asiento.* A la inversa que en la *Fase A)*, aquí se registra la biomecánica del individuo al pararse del asiento. Los puntos de análisis son:
  - Postura resultante de la espalda antes de dejar el asiento.
  - Primera postura general en tronco y extremidades.
  - Postura angular en tronco y extremidades antes de dejar el asiento.
  - Actitud angular en tronco y extremidades al dejar el asiento.
  - Requiere apoyo físico corporal para incorporarse.
8. *Modificaciones del mueble, luego del análisis.* Después de todo el estudio y tras la muestra de los resultados, aquí se deducen las recomendaciones que habrán de reflejarse en las nuevas especificaciones del diseño. Lo anterior se resume en el segmento:
  - Nuevas especificaciones de diseño basadas en el diagnóstico del análisis.

Para el caso principal o “Silla 22”, se eligieron seis sujetos de estudio para realizar la prueba: tres bajo el criterio de edad biológica<sup>10</sup> y tres por complejión<sup>11</sup>. Ambos criterios buscaron identificar características biofísicas relevantes en la relación de uso con el mueble. Para este análisis también se recrearon condiciones de rutina vinculadas al propósito de dicho asiento, documentando todos los eventos en video. En el caso referencial o “Silla Odissey”, únicamente

---

<sup>10</sup> Con diferente rango de edad (11, 20 y 70 años), pero complejión similar (mesomorfa).

se seleccionaron a tres sujetos por criterio de complexión (ectomorfo, mesomorfo y endomorfo) y rango de edad (18 a 20 años), sin recrear condiciones de uso específicas para el mueble en estudio. Es importante mencionar que a los sujetos no se le explicó el propósito de la prueba con el fin de no generar predisposiciones en su ejecución. Según el caso, al concluir los análisis se determinaron los factores ergonómicos tanto favorables como desfavorables para el ajuste del diseño basándose en los parámetros del INSTRUMENTO. Para lograr lo anterior se realizó lo siguiente:

1. De manera independiente, se reprodujo cada caso en estudio, utilizando sus planos en vistas superior y laterales a escala 1:1, trasladando sus alturas, ángulos y cortes en la HERRAMIENTA. Los tornillos distribuidos en su asiento y respaldo se regularon para recrear las elevaciones topográficas del diseño. Posteriormente se colocó encima un cartón que conformó la superficie.
2. Para una prueba no exhaustiva ni con fines probabilísticas, se seleccionaron a los sujetos de estudio según los objetivos del mismo.
3. Se estableció cita y lugar de prueba en la Escuela de Diseño de la UDLSB.
4. Se instaló la cámara de video y se preparó la actividad que realizaría el sujeto de estudio durante la *Fase C*).
5. Se videograbó, desde el momento en que el sujeto ingresó al mueble hasta que se incorpora al final de la prueba. Durante el evento se hicieron las anotaciones pertinentes y posteriormente se analizó el material videograbado, evaluando los criterios concernientes.
6. Las fases a analizar durante la prueba fueron:
  - *Fase A) Antes de sentarse en el mueble:* En ambos casos de estudio se analizaron actitudes corporales identificadas a tres tiempos no cronometrados y una postura final (ver gráficos 11 a 17).



**GRÁFICO 11.** Secuencia del sujeto ectomorfo, al momento de sentarse.

<sup>11</sup> Con diferente complexión (ectomorfa, mesomorfa y endomorfa), pero rango de edad similar (21 y 23 años), excepto endomorfo (55 años).



**GRÁFICO 12.** Secuencia del sujeto mesomorfo, al momento de sentarse.



**GRÁFICO 13.** Secuencia del sujeto mesomorfo, al momento de sentarse



**GRÁFICO 14.** Secuencia del sujeto adolescente, al momento de sentarse



**GRÁFICO 15.** Secuencia del sujeto adulto, al momento de sentarse



**GRÁFICO 16.** Secuencia del sujeto adulto mayor, al momento de sentarse

**GRÁFICO 17.** Simulación y prueba de –acceso, estancia y abandono– de la “Silla Odissey” por sujeto ectomorfo, mesomorfo y endomorfo



**Prueba con sujeto ectomorfo**



**Prueba con sujeto mesomorfo**

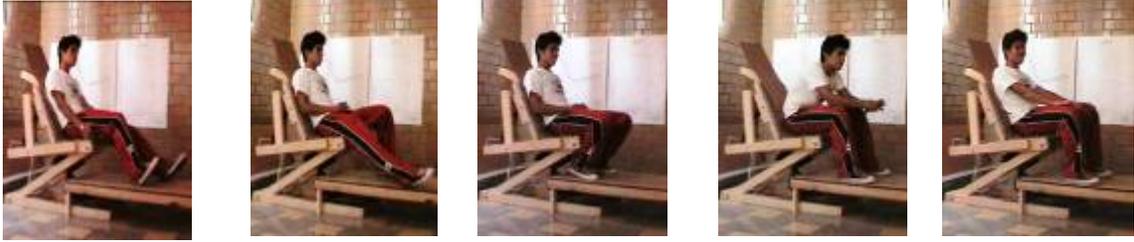


- *Fase B) Postura sedente con moderado nivel de atención:* Aquí se dio una explicación del experimento y se tomaron datos personales del sujeto. Para el caso “Silla 22”, la toma de datos se dio desde el comienzo hasta los 00:01:00, 00:02:30 y 00:05:00 min. transcurridos de la fase (ver gráficos 18 a 23). En la prueba con la “Silla Odissey” no se cronometró esta etapa.
- *Fase C) Postura sedente con alto nivel de atención:* En el caso de la “Silla 22”, se puso un video o se analizaron objetos durante un tiempo determinado. La toma de datos fue desde el comienzo hasta los 00:01:00, 00:02:30, 00:05:00, 00:07:30 y 00:10:00 min. transcurridos de la fase (ver gráficos 18 a 23). Esta etapa no se documentó con la “Silla Odissey”.
- *Fase D) Postura sedente, sujeto en reposo:* Estado de inactividad. La toma de datos para la “Silla 22” fue desde el comienzo de la fase hasta los 00:05:00, 00:10:00 y 00:15:00 min. transcurridos (ver gráficos 18 a 23). En la “Silla Odissey” no se documentó esta etapa.

**GRÁFICO 18.** Actitudes corporales del sujeto ectomorfo durante la prueba



**GRÁFICO 19.** Actitudes corporales del sujeto mesomorfo durante la prueba



**GRÁFICO 20.** Actitudes corporales del sujeto endomorfo durante la prueba



**GRÁFICO 21.** Actitudes corporales del sujeto adolescente durante la prueba



**GRÁFICO 22.** Actitudes corporales del sujeto adulto durante la prueba



**GRÁFICO 23.** Actitudes corporales del sujeto adulto mayor durante la prueba



- *Fase E) Postura sedente, sujeto en entrevista:* En ambos casos de estudio se recolectaron las percepciones de los sujetos con respecto a las características del mueble y su propio confort, todo bajo la modalidad de entrevista guiada. La toma de datos para el caso principal fue desde el comienzo hasta los 00:02:30 y 00:05:00 min. aproximados de la fase. El caso referencial no fue cronometrado.
- *Fase F) Al incorporarse del mueble de asiento:* En los dos casos de estudio, se analizaron actitudes corporales identificadas a tres tiempos no cronometrados hasta la postura final (ver gráficos 17, y 24 a 29).

**GRÁFICO 24.** Secuencia del sujeto ectomorfo, al momento de pararse



**GRÁFICO 25.** Secuencia del sujeto mesomorfo, al momento de pararse



**GRÁFICO 26.** Secuencia del sujeto endomorfo, al momento de pararse



**GRÁFICO 27.** Secuencia del sujeto adolescente, al momento de pararse**GRÁFICO 28.** Secuencia del sujeto adulto, al momento de pararse**GRÁFICO 29.** Secuencia del sujeto adulto mayor, al momento de pararse

7. Los eventos se filmaron en una sola toma, con cámara fija y en una ubicación que permitiera registrar los movimientos de los sujetos durante las pruebas.
8. Una vez grabados los eventos, a diferente momento se revisaron los videos. Exceptuando el caso referencial, se anotaron todos los sucesos dados durante las fases empleando los valores<sup>12</sup> sustentados por las definiciones y gráficos correspondientes en el INSTRUMENTO: 1=crítico, 2=desfavorable, 3=regular, 4=aceptable, 5=favorable.
9. Luego de obtener dichos valores, éstos se graficaron para su observación<sup>13</sup>. Aquí, los resultados se utilizaron con fines concluyentes para la investigación.
10. Posteriormente se dictaminaron modificaciones o nuevos requerimientos de los muebles deducidos al final de su estudio.

<sup>12</sup> En el INSTRUMENTO los valores se indican al iniciar la Fase A) y posteriormente en cada cambio de página.

## Resultados finales

A continuación se describen los hallazgos encontrados en el caso de estudio principal, tras de su referida exploración. Sobre el caso referencial, se explicará su importancia en la validación de la HERRAMIENTA más adelante.

La descripción del caso principal correspondió al proyecto “Silla 22” del grupo de referencia 2, en la categoría de mueble de reposo, empleando madera curvada y contrachapada, con patas de acero tubular, siendo sus medidas principales 33.5 x 38 cm. para el área del respaldo, con un ángulo de 115° en relación al asiento y 30 x 38 cm. para la superficie del asiento con un ángulo de 5° en relación al piso. La altura del asiento fue de 28.5 cm. en su parte posterior más baja y de 33.5 cm. para su borde frontal más alto. La altura total del conjunto se definió en 62 cm. hasta el borde del respaldo.

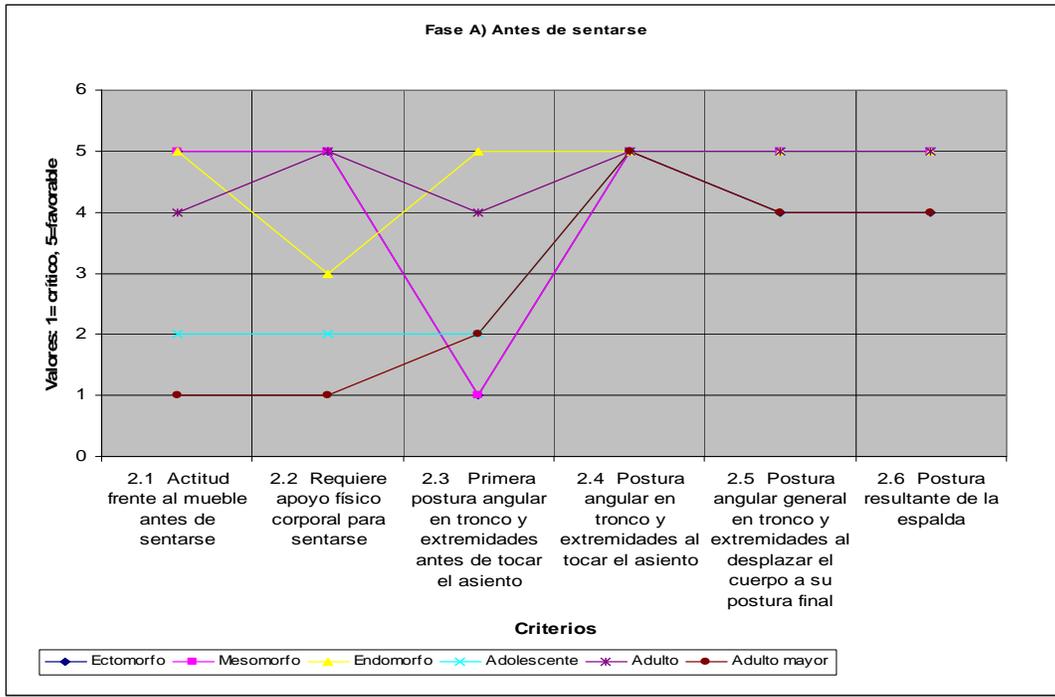
En la *Fase A) Antes de sentarse*, de forma correlativa a los criterios de edad y complejión, se observó que el sujeto de edad madura y la persona robusta o endomorfa tuvieron dificultades visibles para acceder a la silla. La primera denotó actitudes de inestabilidad relativas a la edad, además de considerar una biomecánica afectada por el uso de prótesis de rodilla. La persona robusta y el adolescente encontraron su apoyo muy evidente en una zona que prácticamente no existe en el diseño planteado. El resto de los usuarios no encontró mayor dificultad, aunque fue notorio que algunas maniobras corporales exigieron prominentes flexiones del tronco y extremidades. En términos generales, 3 de 6 sujetos requirieron algún tipo de auxilio para sentarse realizando flexiones prominentes (ver gráfico 30).

En la *Fase B) Durante la postura sedente con medio nivel de atención en una actividad*, se mostró una acción dinámica de los sujetos, relativa al reajuste postural tras un período de entre 5 y 10 minutos de grabación. El sujeto de complejión delgada o ectomorfa denotó mayor actividad postural debido a un grado de estrés anunciado durante el experimento. En general el rango de desempeño de los sujetos se dio bajo un criterio aceptable según la escala del INSTRUMENTO<sup>14</sup> (ver gráfico 31).

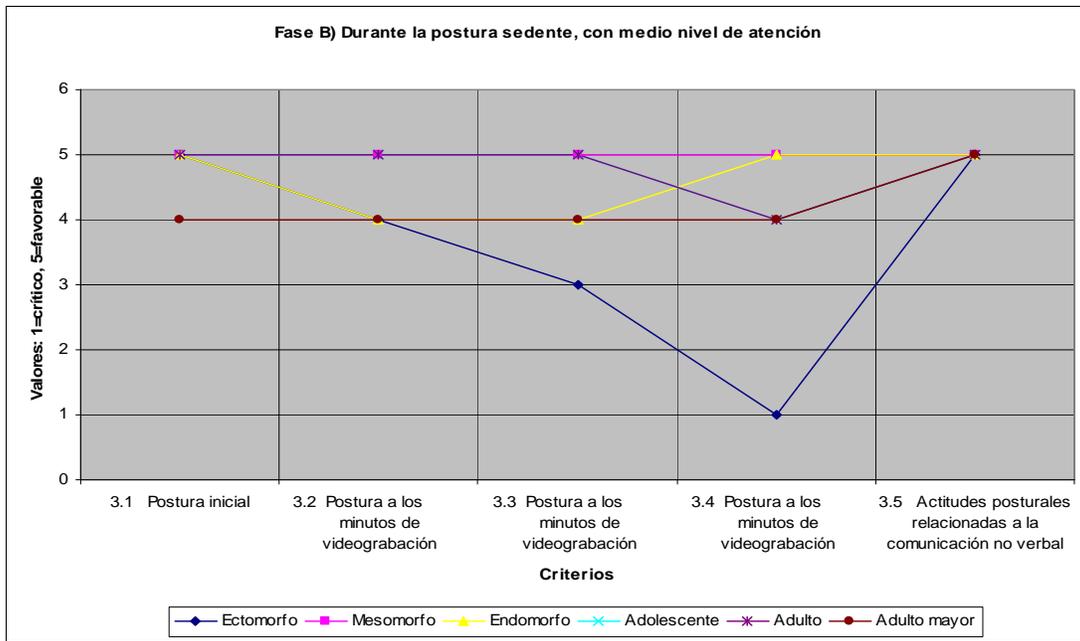
---

<sup>13</sup> Se empleó hoja de cálculo EXCEL (MS Office).

**GRÁFICO 30. Resultados del análisis de la Fase A)**

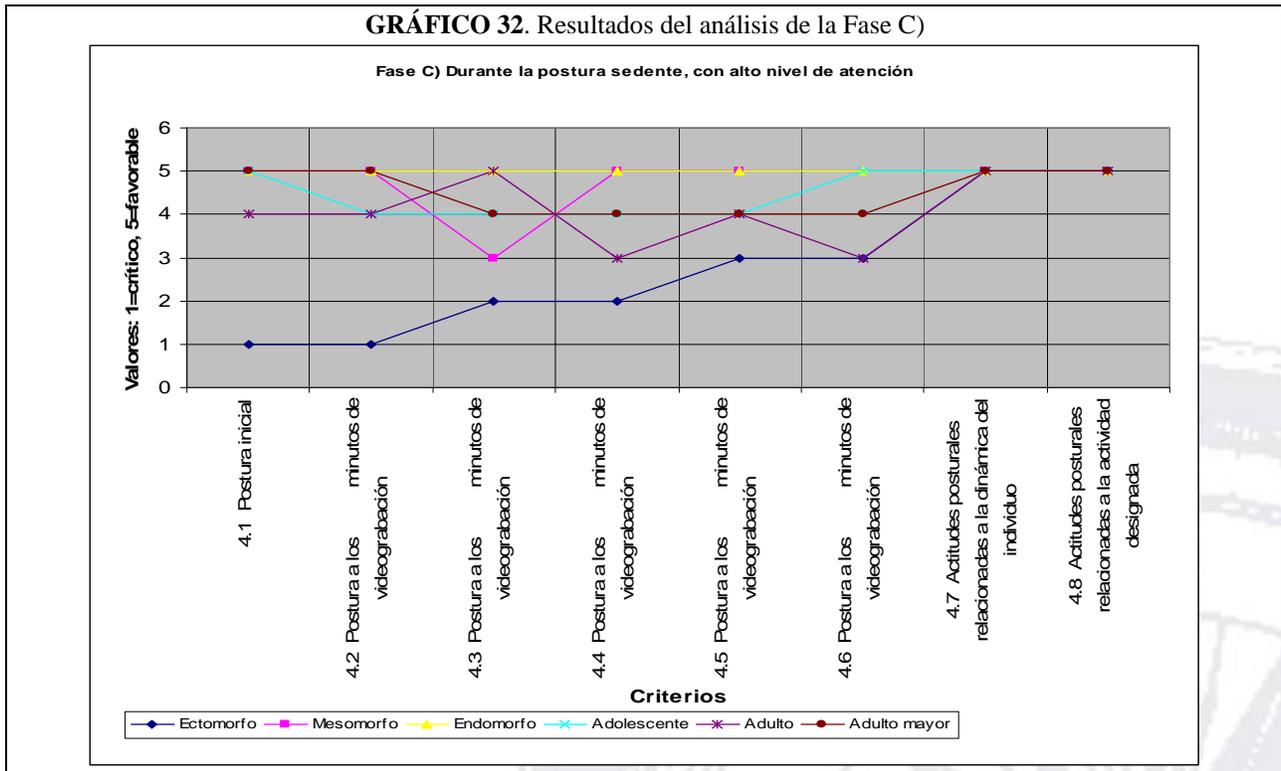


**GRÁFICO 31. Resultados del análisis de la Fase B)**



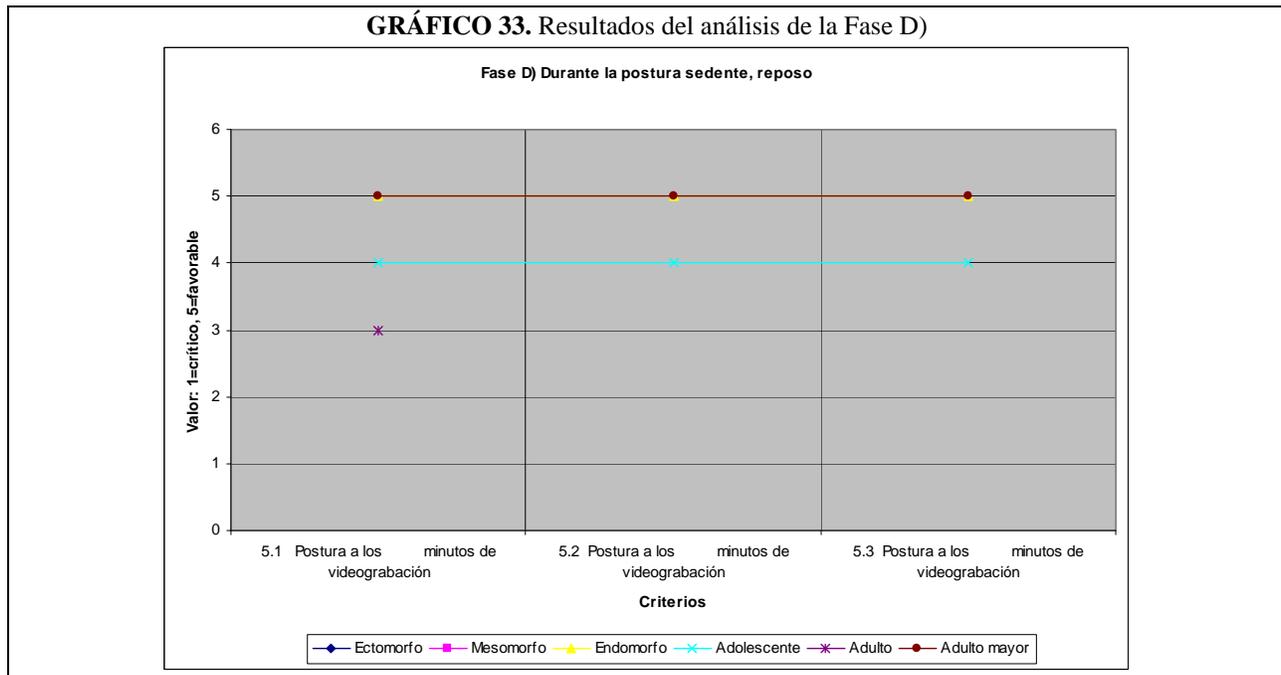
<sup>14</sup> En el INSTRUMENTO los valores se indican al iniciar la Fase A) y posteriormente en cada cambio de página.

En la *Fase C) Durante la postura sedente con alto nivel de atención en una actividad*, al tener una tarea con alto nivel de atención como lo es ver un video o analizar muestras, se observa una actividad postural con tendencia estable, de entre el rango regular a favorable de acuerdo a la escala ya mencionada; los reacomodos importantes se dieron entre los 5 y 20 minutos luego de transcurrida la grabación de la fase. Esto podría significar que independientemente de la complejión o la edad, el grado de confort percibido está supeditado al material y tratamiento de las superficies del asiento, obligando al usuario a ejecutar dinámicas que compensen la afectación de los tejidos en compresión. Es posible que un mayor enfoque psicológico-cognitivo en la tarea haya sido considerado por sobre la postura, en términos de mantener cierta regularidad durante la prueba (ver gráfico 32).



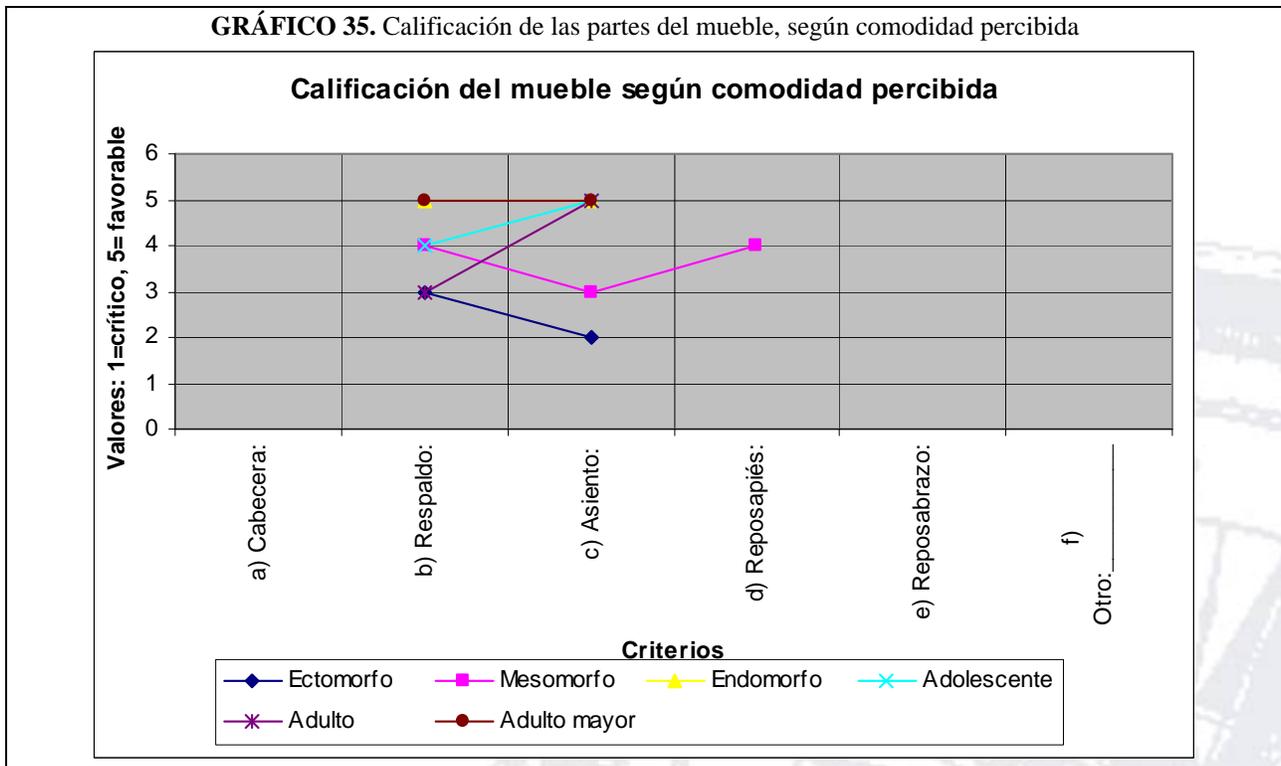
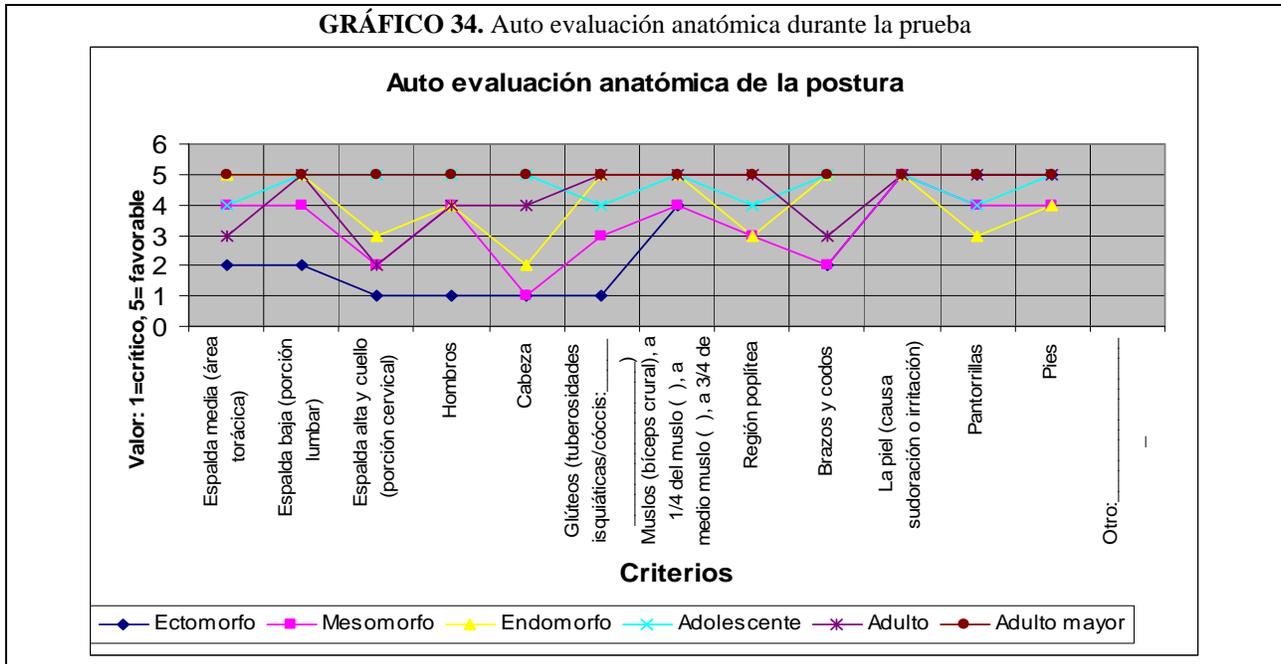
La *Fase D) Durante la postura sedente en reposo*, comprendida entre los 5 y 10 minutos luego de la tarea, el sujeto de complejión robusta o endomorfa realizó hiperextensión de cuello, mientras el individuo ectomorfo o delgado hizo más reacomodos de piernas y brazos. Por otra parte, el adolescente obtuvo posturas propias de la hiperactividad, flexionando la espalda y moviendo sus extremidades superiores. En el caso contrario, el adulto mayor casi no ejecutó

ningún movimiento. En general, aquí las variantes posturales se dieron entre el rango regular a favorable de acuerdo a la escala del INSTRUMENTO, manifestándose principalmente en el cuello, hombros, extremidades superiores e involucrando en menor grado a las piernas (ver gráfico 33).



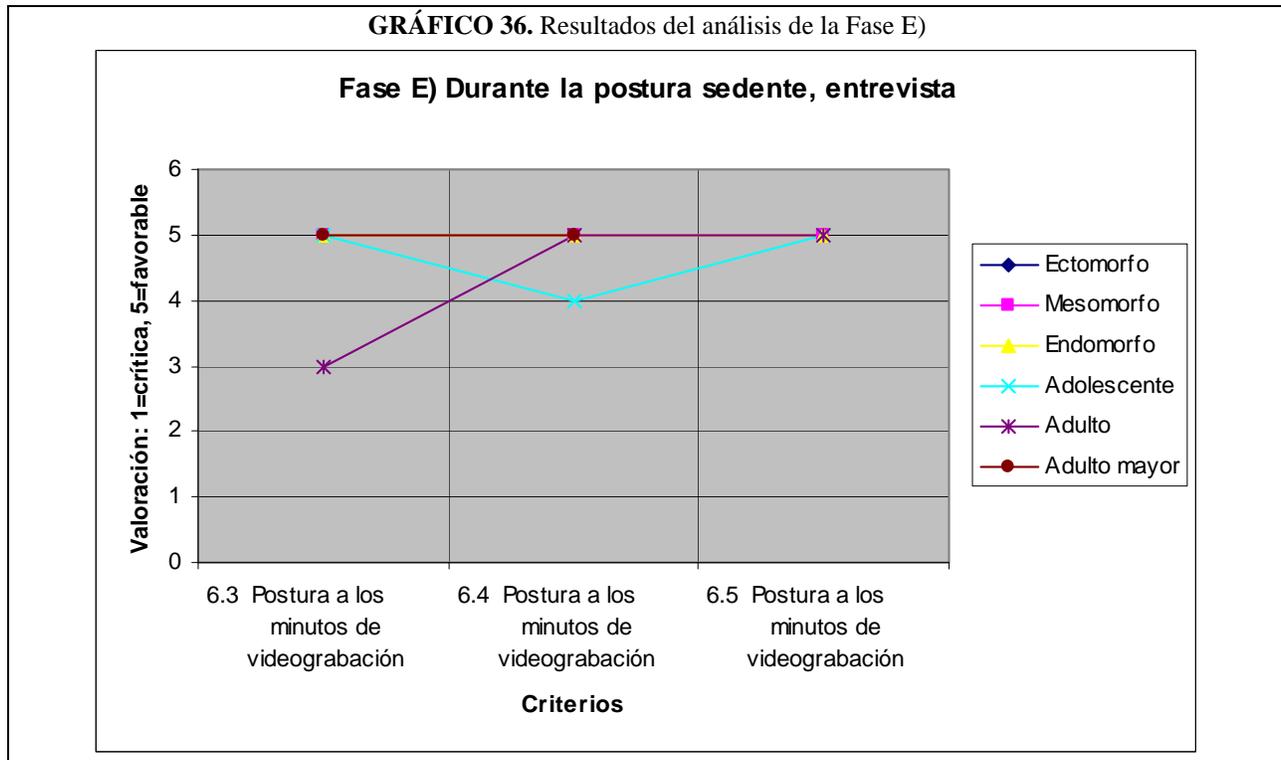
La *autoevaluación anatómica de la postura* tuvo diversas apreciaciones, siendo las partes de mayor afectación la zona dorsal de la espalda, el cuello y la cabeza en su porción cervical; y en segundo orden, los brazos, codos y glúteos. Cabe mencionar que según la prueba con el criterio de edad, todos los sujetos tuvieron rangos de valoración de regular a favorable en la escala mencionada. Por otra parte, los sujetos correspondientes al criterio de complejión tuvieron rangos de valoración entre el nivel crítico y el regular (ver gráfico 34).

En términos generales, la *calificación de las partes del mueble según su comodidad percibida*, se observó que el respaldo y asiento tuvieron una evaluación de regular a favorable, basándose en la escala antes mencionada. Aquellos con mayor masa corporal relativa (sujeto endomorfo, adolescente y adulto mayor) dieron las mejores evaluaciones, mientras que los de menor masa (sujeto ectomorfo, mesomorfo y adulto) expresaron lo opuesto (ver gráfico 35).



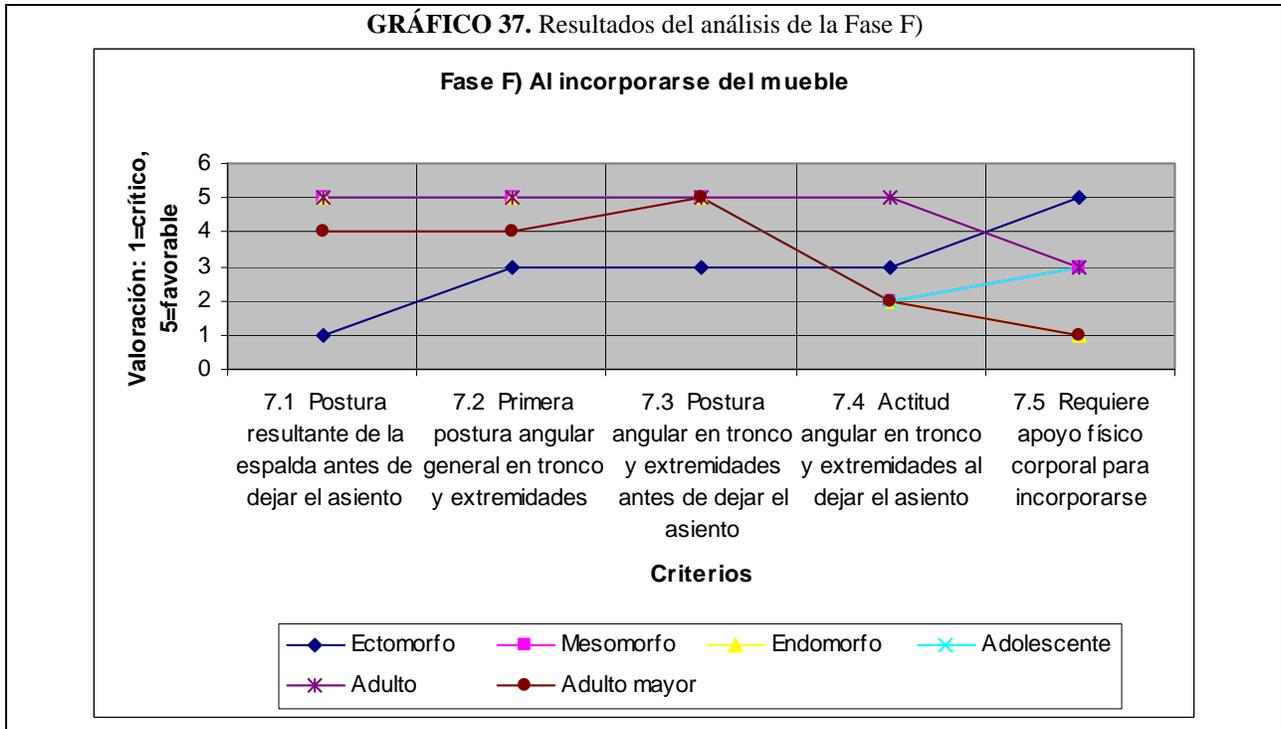
En la *Fase E) Durante la postura sedente con sujeto en entrevista*, se considera que los sujetos tuvieron interacción no sólo con el mueble sino también con el entrevistador. En términos generales, éstos tuvieron un buen desempeño postural de un valor aceptable a favorable en la

antes mencionada, pues los ajustes de acomodo en busca de confort se dieron con menor frecuencia, permitiendo además la comunicación con el lenguaje corporal (ver gráfico 36).



Con la *Fase F)* Al incorporarse del mueble de asiento, la dinámica tuvo las mismas observaciones que en la *Fase A)*, especialmente con los sujetos de edad madura y complexión robusta, requiriendo de asistencia para ponerse de pie, ya sea con la ayuda de otra persona o con las partes mismas del mueble (ver gráfico 37).

En referencia a los criterios para el diseño de muebles de asiento comerciales (Reznikoff 1989, 175), las modificaciones a las medidas generales del caso principal se sugirieron en 35 x 42 cm. para el área del respaldo y 38 x 42 cm. en la superficie del asiento. Se propuso establecer la altura del asiento a 35.5 cm. en su parte más baja y 40.5 cm. en su zona más alta. El resto de las medidas podrá mantenerse en proporción, excepto la parte alta del respaldo, la cual se sugirió inclinar de 2 a 5° hacia el frente del asiento, siempre y cuando se conserve la curva anatómica correspondiente.



De manera simple, se efectuó una prueba con la “Silla Odissey” del grupo de referencia 7 para ver las correlaciones, tanto en las posibilidades de simulación como en la identificación de hallazgos encontrados. Dicha prueba se realizó únicamente en video con tres individuos de edad similar de entre 18 y 20 años, pero complejidad diferente, comprendiendo las tres tipologías de constitución corporal: ectomorfo (delgado), mesomorfo (atlético) y endomorfo (robusto). Al final del experimento se encontró que la percepción de la comodidad fue más criticada por el usuario esbelto y en menor grado por el sujeto con mayor masa corporal. Por otra parte, se observó que la silla requería un menor ángulo del respaldo y una mayor elevación del asiento en su parte frontal. En relación al diseño del respaldo, el corte que presentaba en forma de “V” no fue completamente aceptado, ya que no facilitó el ajuste pleno de la espalda. Por otra parte, los sujetos también buscan un área de apoyo en el asiento al pararse o sentarse. Al igual que en los hallazgos de la “Silla 22”, los usuarios de complejidad delgada tienen mayor movilidad, por lo que perciben más fácilmente las características físicas del asiento. Además, la inseguridad percibida por los sujetos en relación al mueble (o a la HERRAMIENTA) fue evidente, tanto al sentarse como al pararse, ya que en ambas pruebas los usuarios se apoyaron en zonas estructurales ajenas al diseño original. Las sugerencias de modificación para el segundo caso no se dieron para la

totalidad del mueble, excepto en la reducción del ángulo del respaldo a 3°, su tratamiento anatómico y la resolución en el corte del mismo. Con ello se vuelve a demostrar la utilidad de la HERRAMIENTA al detectar de manera evidente las características no planeadas del diseño analizado, encontrando similitudes en actitudes y dinámicas posturales de los usuarios en los casos vistos.

Tras el estudio de los sujetos y la validación de la HERRAMIENTA con los casos analizados, se obtuvo lo siguiente:

- Un grupo de desempeño bajo o alto no necesariamente concluye trabajos acordes a su perfil, pero sus procesos sí tienen correlación con dicho desempeño, lo cual efectivamente llega a incidir en el resultado.
- Un mueble de asiento hecho por los estudiantes, aunque tenga una planificación aceptable, llega a presentar deficiencias ergonómicas significativas de afectación directa en el usuario.
- En el caso principal analizado con la HERRAMIENTA, los sujetos de edad madura y complexión robusta, variaron menos sus posturas a nivel tronco, además expresaron menos molestias sobre el confort.
- Por el contrario, las personas de mayor vigor físico fueron más críticos en su percepción con respecto a la comodidad, reflejándose en una mayor dinámica postural. Estas características se dieron tanto en el caso principal como en el referencial.
- Todos los usuarios mostraron ciertas dificultades al pararse o sentarse en el mueble principal estudiado.
- Siguiendo el caso principal, las mayores variaciones posturales fueron en espalda alta y piernas.
- Con el primer estudio no hubo diferencias sustanciales entre ambos criterios de prueba (edad y complexión) salvo aquellas que tuvieran incidencia con la movilidad ambulatoria (edad, masa corporal y lesiones).
- Aunque hubo comportamientos similares en ambas pruebas, las posturas de los sujetos variaron según actividad y nivel de concentración: a mayor atención en la tarea, menor grado y número de cambios posturales.
- Para el caso “Silla 22”, se sugirió ampliar el área que comprende el asiento y respaldo a un 25% para contrarrestar los problemas de accesibilidad, percepción de seguridad y confort.

- Se recomendó aumentar de 6 a 9 cm. la altura del asiento con respecto al piso.
- Será necesario modificar la inclinación en la zona dorsal del respaldo entre 2° y 5° en dirección hacia el asiento, manteniendo su contorno anatómico.
- Es deseable que tenga descansabrazos y una superficie más acojinada, si se pretende que las estancias sean mayores a 20 min.

## Conclusiones

En conclusión, se demostró que efectivamente la HERRAMIENTA Didáctica es útil y pertinente para identificar y corregir factores ergonómicos no previstos en el diseño de asientos, generando además el interés de estudiantes y académicos por su aplicación en la enseñanza del diseño de mobiliario; incluso se hizo evidente su provecho al vincular la teoría con la práctica en casos realizados por los estudiantes mismos. Aunque la flexibilidad de la HERRAMIENTA permite emular la gran mayoría de los diseños en la zona de contacto con el usuario, ésta puede estar limitada a los rangos de posiciones fisiológicamente permisibles, así como a las características de un mueble de diseño poco convencional, por lo que en casos especiales habría que realizar algún aditamento que logre un mayor grado de simulación del mueble a estudiar. Sin embargo, las posibilidades tanto de la HERRAMIENTA como del INSTRUMENTO de análisis son útiles en el diseño de muebles de asiento que están en etapa de planificación sin llegar aún al prototipo. También se pudo determinar que mediante la repetición de eventos en individuos con diversas características antropomórficas y biofísicas, existieron hallazgos evidentes que sugirieron modificaciones en el diseño.

Con lo que respecta al INSTRUMENTO de análisis, éste contempla únicamente actitudes corporales del usuario vinculadas con el mueble de diseño, por lo que para un estudio más específico, se podrá apoyar de otros métodos de análisis ergonómicos<sup>15</sup> no incluidos en este trabajo. Los resultados de dichos métodos, buscan indicar los riesgos en lesiones músculo-esqueléticas, tanto en posturas sedentes como de pie en puestos de trabajo, arrojando evaluaciones cuantitativas que determinan un riesgo de lesión. Comparativamente, estos métodos, junto con la HERRAMIENTA Didáctica propuesta tienen las siguientes ventajas:

- No requieren otro equipo altamente especializado para aplicarlas.
- Son relativamente fáciles y rápidas de ejecutar.
- Se consideran lapsos y repeticiones para una tarea en estudio (ciclos o fases).
- Requieren poco entrenamiento previo.
- No es necesario que el usuario cuente con habilidades específicas en técnicas de análisis ergonómico.
- Utilizan el video como medio de verificación de los eventos.
- Ahorran tiempo en la comprensión del problema y dinero en la estrategia de solución.

Finalmente, el INSTRUMENTO de la HERRAMIENTA contempla la integración de los principios de análisis antes mencionados, en una modalidad orientada específicamente al estudio del mueble de asiento, reforzando dos áreas de la Licenciatura en Diseño Industrial de la UDLSB: El Diseño de Mobiliario y la Ergonomía. En cuanto al aporte de dicha propuesta, ésta podrá ser usada tanto por estudiantes como por maestros que enseñen métodos de diseño y evaluación ergonómica en mobiliario de asiento.

---

<sup>15</sup> RULA, Evaluación Rápida de Miembros Superiores/ Mc Attamey y Corlett [1993]; RODGERS; Análisis de Fatiga Muscular/ Rodgers, Suzanne H [1992]; REBA; Evaluación Rápida de Cuerpo Entero/ Hignett y Mc Atamney [1995].

## Agradecimientos

A la Universidad De La Salle Bajío por su interés y apoyo en esta investigación; a Adriana Cruz y a sus compañeros de proyecto (y generación), Edgar Belmonte, Diana Porras, Blanca Torija, Alfonso Navarro; a Irma Cruz por su ejemplo de lucha, Elia Calvo, Deyanira Esquinca, Humberto Ramírez, Manuel Rueda, José Jaime, Cristina Carpio, Mercedes Gallart y todos aquellos que participaron con su tiempo e interés en esta investigación, pero que por cuestiones de espacio no aparecen aquí, se los agradeceré profundamente.

## Referencias

- Cerver, Francisco Asensio [1970]/La vanguardia del mobiliario actual/Editorama/Barcelona, España/pp. 144
- Feduchi, Luis M. [1986]/Historia del mueble/Ed. Blume/Barcelona, España/pp. 659
- Fuad-Luke, Alastair [2002]/Manual de diseño ecológico/Ed. Cartago, Gustavo Gili/Barcelona, España/pp. 352
- Gutiérrez Torres, M. Fernanda/UNAM [2008] /Los proyectos de diseño industrial y los simuladores antropométricos /Ponencia en el X Congreso Internacional de Ergonomía 2008/Ciudad Juárez, Chihuahua, México
- Helander, Martin G. [2003]/Forget about ergonomics in chair design? Focus on aesthetics and comfort!/Ergonomics/Vol. 46, Nos. 13 and 14, pp.1306-1319
- Legg, S.J. *et al.* [2002]/Evaluation of a prototype multi-posture office chair/Ergonomics/Vol. 45, No. 2, pp. 153-163
- Mirka, Gary A. [2005]”Development of an ergonomics guideline for the furniture manufacturing industry”/Applied Ergonomics, Human Factors in Technology and Society/Vol. 36, Issue 2, pp. 241-247
- Mondelo, Pedro R. *et al.* [2001]/ Diseño de puestos de trabajo/Ergonomía 3/2ª. Ed. Alfaomega, México, pp. 42-81
- Ocaña Delgado, Raymundo/UAEM [2008]/ Mobiliario para discentes de diseño industrial /Ponencia en el X Congreso Internacional de Ergonomía 2008/Ciudad Juárez, Chihuahua, México

R.A. Clifford en Galindo Cáceres [1998]/Técnicas de investigación en sociedad, cultura y comunicación/Pearson, México, pp. 385-431

Reznikoff, S. C [1989]/Specifications for comercial interiors/Specification of comercial furniture/Whitney/pp. 175-207

