

**Eye tracking como herramienta para la predicción de atributos de comodidad
en sillas de oficina**

Paula Andrea Franco Mateus

Trabajo de grado para optar al título de magister en Innovación y diseño

Directora:

María Fernanda Maradei García

Ph. D Ingeniería, Línea Ergonomía

Grupo de investigación:

Ergonomía, Producto y Significado (GEPS)

Universidad industrial de Santander

Facultad de Ingenierías Físicomecánicas

Escuela de Diseño Industrial

Maestría en Innovación y Diseño

Bucaramanga, 2025

TABLA DE CONTENIDO

RESUMEN	15
INTRODUCCIÓN	17
1. PLANTEAMIENTO Y JUSTIFICACIÓN DEL PROBLEMA	19
2. ESTADO DEL ARTE	25
2.1 COMODIDAD	28
2.2 COMODIDAD EN SILLAS DE OFICINA.....	37
2.3 MÉTODOS PARA MEDIR LA COMODIDAD.....	48
2.4 SEGUIMIENTO OCULAR	51
3. OBJETIVOS	56
3.1. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	56
4. METODOLOGÍA	56
4.1. CONSIDERACIONES ÉTICAS.....	59
4.1.2 Fase 2: Atributos resultado de la voz del usuario.....	63
4.3. ETAPA 2: Identificación de atributos de comodidad / incomodidad por métodos objetivos de seguimiento ocular	71
4.4. ETAPA 3: Comparar estadísticamente los atributos de comodidad	80
5. RESULTADOS	85

EYE TRACKING COMO HERRAMIENTA PARA LA PREDICCIÓN DE ATRIBUTOS DE COMODIDAD EN SILLAS DE OFICINA

5.1	Etapa 1. Identificación de atributos de comodidad / incomodidad por métodos subjetivos.....	85
5.1.1	Atributos obtenidos mediante la revisión de la literatura.....	85
5.1.2	Atributo de comodidad por métodos subjetivos a través de entrevista semiestructura	89
5.2	Etapa 2. Identificación de atributos de comodidad / incomodidad por métodos objetivos	96
5.2.1	Análisis de datos del seguimiento ocular	97
5.2.2	Atributos mencionados con el seguimiento ocular	132
5.3	Etapa 3. Comparar estadísticamente los atributos de comodidad	137
5.3.1	Asociación de cada uno de los atributos con comodidad.....	138
5.3.2	Comparación de atributos.....	144
5.4	Resumen de resultados	146
6.	DISCUSIÓN	149
	CONCLUSIONES.....	155
	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	156

LISTA DE TABLAS

Tabla 1 Palabras clave ordenadas por la metodología PICO, métodos y herramientas para medir comodidad.....	26
Tabla 2 Ecuaciones de búsqueda planteadas en la revisión de literatura.....	26
Tabla 3 Palabras clave para la revisión de la literatura, para buscar atributos relacionados con comodidad en sillas de oficina	61
Tabla 4 Descripción de la población de la Etapa 1.	69
Tabla 5 Aleatorización de estímulos según el tipo de silla (Figura 13). Etapa 1 y 2.	70
Tabla 6 Descripción de la población Etapa 2,.....	80
Tabla 7 Descripción de la población etapa 3 Descripción de la población Etapa 1 ...	84
Tabla 8 Documentos seleccionados de la revisión de la literatura.....	86
Tabla 9 Atributos de comodidad encontrados en la literatura	87
Tabla 10 Atributos relacionados con la comodidad en dos tratamientos: % E. Individual y % E. Parejas. Métodos subjetivos	91
Tabla 11 Atributos finales luego de la depuración de los datos. Métodos subjetivos	93
Tabla 12 Gráfico por zonas de interés de los atributos finales. Métodos subjetivos	95
Tabla 13 Comparación de estadística descriptiva en los tratamientos comodidad (amarillo) y libre (verde). Las Revisitas hacen referencia a la re observación de una zona de interés. y el # de fijación al tiempo de observación de una zona de interés.....	100

Tabla 14 resultados del test de Kruskal-Wallis Comodidad / Libre. De amarillo se señala la silla que dio un valor de p mayor a 0.05.....	103
Tabla 15 resultados del test de Kruskal-Wallis Comodidad. De amarillo se señala la silla que dio un valor de p mayor a 0.05.	105
Tabla 16 Comparación de estadística descriptiva del tratamiento de comodidad por AOI (Asiento, base, blanco, brazo derecho, brazo izquierdo, espaldar bajo, espaldar superior, soporte espaldar). En amarillo se marcan los valores para espaldar bajo y soporte espaldar	106
Tabla 17 resultados del test de Kruskal-Wallis Comodidad por AOI. De amarillo se señala la silla que dio un valor de p mayor a 0.05.	109
Tabla 18 Comparación de estadística descriptiva en los tratamientos incomodidad (amarillo) y libre (verde). Las Revisitas hacen referencia a la re observación de una zona de interés. y el # de fijación al tiempo de observación de una zona de interés.....	112
Tabla 19 Resultados del test de Kruskal-Wallis Incomodidad / Libre. De amarillo se señala la silla que dio un valor de p mayor a 0.05.	115
Tabla 20 Resultados del test de Kruskal-Wallis Incomodidad. De amarillo se señala la silla que dio un valor de p mayor a 0.05.....	117
Tabla 21 Comparación de estadística descriptiva del tratamiento de incomodidad por AOI (Asiento, base, blanco, brazo derecho, brazo izquierdo, espaldar bajo, espaldar superior, soporte espaldar). En amarillo se marcan los valores para asiento, espaldar superior, espaldar bajo y soporte espaldar.....	118
Tabla 22 Resultados del test de Kruskal-Wallis Incomodidad por AOI. De amarillo se señala la silla que dio un valor de p mayor a 0.05.....	120

Tabla 23 Comparación de estadística descriptiva en los tratamientos comodidad (amarillo) e incomodidad (verde). Las Revisitas hacen referencia a la re observación de una zona de interés. y el # de fijación al tiempo de observación de una zona de interés. ..	123
Tabla 24 Resultados del test de Kruskal-Wallis Comodidad / Incomodidad en elección forzada. De amarillo se señala la silla que dio un valor de p menor a 0.05.....	124
Tabla 25 Comparación de estadística descriptiva en los tratamientos tipos de sillas (A, B, C, D) en elección forzada. Las Revisitas hacen referencia a la re observación de una zona de interés. y el # de fijación al tiempo de observación de una zona de interés ...	125
Tabla 26 Resultados del test de Kruskal-Wallis Tipos de sillas A, B, C y D en elección forzada. De amarillo se señala la silla que dio un valor de p mayor a 0.05.....	128
Tabla 27 Comparación de estadística descriptiva en los tratamientos AOI en elección forzada. Las Revisitas hacen referencia a la re observación de una zona de interés. y el # de fijación al tiempo de observación de una zona de interés.....	128
Tabla 28 Resultados del test de Kruskal-Wallis AOI en elección forzada. De amarillo se señala la silla que dio un valor de p menor a 0.05.....	131
Tabla 29 Atributos relacionados con los dos tratamientos: % comodidad y % incomodidad. Métodos objetivos	133
Tabla 30 Atributos finales luego de la depuración de los datos. Métodos objetivos	135
Tabla 31 Gráfico por zonas de interés de los atributos finales. Métodos objetivos.	136
Tabla 32 Atributos finales métodos subjetivo (Etapa 1), asociados a la comodidad.	140

**EYE TRACKING COMO HERRAMIENTA PARA LA PREDICCIÓN DE ATRIBUTOS DE
COMODIDAD EN SILLAS DE OFICINA**

Tabla 33 Atributos finales métodos objetivos (Etapa 2), asociados a la comodidad.	
.....	142
Tabla 34 Atributos finales integrados (Objetivos / Subjetivos) por AOI.....	144
Tabla 35 Atributos finales comunes a ambos tratamientos (Objetivos / Subjetivo)	
para comparar.....	145
Tabla 36 Test chi cuadrado para el tratamiento objetivo y el subjetivo.....	146

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 Proceso de análisis de documentos de la revisión de literatura	28
Figura 2 Modelo de comodidad (De Looze et al., 2003)	32
Figura 3 Modelo de comodidad, donde el entorno se representa con el círculo grande	33
Figura 4 Modelo de comodidad propuesto por Vink y Hallbeck. (Vink & Hallbeck, 2012)	34
Figura 5 Modelo de impacto de la apariencia del asiento en la comodidad (Erol et al., 2016)	39
Figura 6 Modelo de comodidad e incomodidad. (Zhang et al., 1996)	45
Figura 7 Los movimientos sacádicos se representan con las flechas amarillas y las fijaciones con los círculos rojos (Carter & Luke, 2020)	54
Figura 8 Metodología de la propuesta de investigación	58
Figura 9 Etapa 1 de la metodología: atributos mediante métodos subjetivos	60
Figura 10 Distribución de la muestra para los métodos subjetivos	64
Figura 11 Ruta de recolección de datos del método subjetivo	64
Figura 12 Secuencia de la entrevista semiestructurada para la primera etapa	65
Figura 13 Sillas de oficina de mercado a través de plataformas digitales (de izquierda a derecha: A, B, C, D y E)	67
Figura 14 Sillas de oficina en parejas (de izquierda a derecha y de arriba abajo: estímulo 14, estímulo	68

EYE TRACKING COMO HERRAMIENTA PARA LA PREDICCIÓN DE ATRIBUTOS DE
COMODIDAD EN SILLAS DE OFICINA

Figura 15 Etapa 2 de la metodología: atributos mediante métodos objetivos	72
Figura 16 Análisis Think Aloud o pensar en voz alta	73
Figura 17 Sub grupos de la etapa 2. La población muestral es diferente a la etapa 1. Otro aspecto que se considera para este apartado es el tiempo de exposición que tendrá cada estímulo, así como la aleatorización de la primera parte y la segunda parte del experimento, tal como se ilustra en la Tabla 5.	74
Figura 18 Tiempos del estímulo empleando el seguimiento ocular	74
Figura 19 Áreas de interés (AOI) de los estímulos para cada una de las sillas	75
Figura 20 Áreas de interés (AOI) de los estímulos de parejas	76
Figura 21 Etapa 3 de la metodología	81
Figura 22 Planteamiento prueba etapa 3. La muestra es diferente a la presentada en las etapas 1 y 2	82
Figura 23 Escala de asociación para los atributos	83
Figura 24 Revisión de la literatura para identificar atributos de comodidad	86
Figura 25 Caracterización de la población por nivel educativo. Etapa 1	89
Figura 26 Gráfico representativo de la cantidad de respuestas divididos en partes de la silla. Métodos subjetivos	91
Figura 27 Atributos totales por parte de la silla. Métodos subjetivos	92
Figura 28 Gráfico de atributos finales escogidos por los participantes. Métodos subjetivos	96
Figura 29 Caracterización de la población por nivel educativo. Etapa 2	97
Figura 30 Representación gráfica del seguimiento ocular del primer estímulo A (comodidad). De izquierda a derecha: A. modelo de silla sin interacción. B. Mapa de	

sacadas y fijaciones, donde los círculos más grandes indican las áreas con mayor tiempo de observación por parte de un único participante. C. Mapa de calor que refleja la suma total de interacciones visuales para toda la muestra, destacando las áreas con mayor atención acumulada. 99

Figura 31 Representación gráfica del seguimiento ocular del primer estímulo A (Interacción libre). De izquierda a derecha: A. modelo de silla sin interacción. B. Mapa de sacadas y fijaciones, donde los círculos más grandes indican las áreas con mayor tiempo de observación por parte de un único participante. C. Mapa de calor que refleja la suma total de interacciones visuales para toda la muestra, destacando las áreas con mayor atención acumulada. 100

Figura 32 Gráfico de distribución de cajas y bigotes Silla A, para los tratamientos comodidad / libre. De izquierda a derecha A. permanencia, B. revisitas y C. fijaciones. ... 102

Figura 33 Gráfico de distribución de cajas y bigotes Silla para el tratamiento de comodidad. De izquierda a derecha A. permanencia, B. revisitas, C. fijaciones y D. orden. 104

Figura 34 Gráfico de distribución de cajas y bigotes para el tratamiento de comodidad Y AOI. De izquierda a derecha A. orden, B. permanencia, C. revisitas Y D. fijaciones 109

Figura 35 Representación gráfica del seguimiento ocular del primer estímulo A (incomodidad). De izquierda a derecha: A. modelo de silla sin interacción. B. Mapa de sacadas y fijaciones, donde los círculos más grandes indican las áreas con mayor tiempo de observación por parte de un único participante. C. Mapa de calor que refleja la suma

total de interacciones visuales para toda la muestra, destacando las áreas con mayor atención acumulada. 111

Figura 36 Representación gráfica del seguimiento ocular del primer estímulo A (interacción libre). De izquierda a derecha: A. modelo de silla sin interacción. B. Mapa de sacadas y fijaciones, donde los círculos más grandes indican las áreas con mayor tiempo de observación por parte de un único participante. C. Mapa de calor que refleja la suma total de interacciones visuales para toda la muestra, destacando las áreas con mayor atención acumulada. 111

Figura 37 Gráfico de distribución de cajas y bigotes Silla A, para los tratamientos incomodidad / libre. De izquierda a derecha A. permanencia, B. revisitas y C. fijaciones. 114

Figura 38 Gráfico de distribución de cajas y bigotes de las sillas para el tratamiento de incomodidad. De izquierda a derecha A. permanencia, B. revisitas, C. fijaciones y D. orden. 116

Figura 39 Gráfico de distribución de cajas y bigotes para el tratamiento de incomodidad y AOI. De izquierda a derecha A. fijaciones, B. revisitas, C. permanencia Y D. orden. 120

Figura 40 Representación gráfica del seguimiento ocular del primer estímulo 18 (comodidad). De izquierda a derecha: A. Mapa de sacadas y fijaciones, donde los círculos más grandes indican las áreas con mayor tiempo de observación por parte de un único participante. B. Mapa de calor que refleja la suma total de interacciones visuales para toda la muestra, destacando las áreas con mayor atención acumulada. 122

- Figura 41 Representación gráfica del seguimiento ocular del primer estímulo 18 (incomodidad). De izquierda a derecha: A.. Mapa de sacadas y fijaciones, donde los círculos más grandes indican las áreas con mayor tiempo de observación por parte de un único participante. B. Mapa de calor que refleja la suma total de interacciones visuales para toda la muestra, destacando las áreas con mayor atención acumulada. 122**
- Figura 42 Gráfico de distribución de cajas y bigotes para el tratamiento de comodidad e incomodidad en elección forzada. De izquierda a derecha A. fijaciones, B. revisitas, C. permanencias y D. orden..... 124**
- Figura 43 Gráfico de distribución de cajas y bigotes para el tratamiento de tipos de sillas (A, B, C, D) en elección forzada. De izquierda a derecha A. fijaciones, B. revisitas, C. permanencias y D. orden..... 127**
- Figura 44 Gráfico de distribución de cajas y bigotes para el tratamiento de AOI en elección forzada. De izquierda a derecha A. fijaciones, B. revisitas, C. permanencias y D. orden..... 131**
- Figura 45 Gráfico representativo de la cantidad de respuestas divididos en partes de la silla para los dos tratamientos. Métodos objetivos 133**
- Figura 46 Atributos totales (585 menciones) por parte de la silla. Métodos objetivos 134**
- Figura 47 Gráfico de atributos finales escogidos por los participantes. Método objetivo..... 137**
- Figura 48 Caracterización de la población por nivel educativo. Etapa 3 138**
- Figura 49 Gráfico de frecuencias de cada uno de los atributos subjetivo, según la puntuación de 139**

**EYE TRACKING COMO HERRAMIENTA PARA LA PREDICCIÓN DE ATRIBUTOS DE
COMODIDAD EN SILLAS DE OFICINA**

**Figura 50 Grafico de frecuencias de cada uno de los atributos objetivo, según la
puntuación de relación de comodidad. Etapa 1 142**

LISTA DE ANEXOS

ANEXO A	164
ANEXO B	167
ANEXO C	169
ANEXO D	181

RESUMEN

Título: Eye tracking como herramienta para la predicción de atributos de comodidad en sillas de oficina

Autor: Paula Andrea Franco Mateus

Directora: María Fernanda Maradei García

Palabras clave: comodidad – sillas de oficina – métodos objetivos – métodos subjetivos

Descripción:

La comodidad en sillas de oficina es un factor clave tanto en el proceso de compra como en la experiencia del usuario, influyendo significativamente en sus expectativas futuras respecto a productos similares. Esta investigación tuvo como objetivo identificar los atributos que generan la percepción de comodidad en sillas de oficina y explorar nuevas herramientas y técnicas que permitan identificarla con mayor precisión.

Para ello, se evaluaron las diferencias entre dos enfoques metodológicos: medidas subjetivas, obtenidas a través de entrevistas semiestructuradas centradas en la voz del usuario, y medidas objetivas, empleando seguimiento ocular y la técnica think aloud. La metodología se desarrolló en tres fases: en la primera etapa, se identificaron los atributos de comodidad desde la perspectiva de los usuarios; en la segunda, se

EYE TRACKING COMO HERRAMIENTA PARA LA PREDICCIÓN DE ATRIBUTOS DE COMODIDAD EN SILLAS DE OFICINA

emplearon técnicas de seguimiento ocular para analizar las interacciones visuales con los estímulos; y en la tercera, se compararon y evaluaron ambas aproximaciones.

Los resultados permitieron identificar atributos cualitativos clave para la percepción de comodidad y establecer diferencias entre los dos enfoques utilizados. Asimismo, las herramientas propuestas destacan como una contribución valiosa para el desarrollo de nuevos productos ergonómicos y para la definición precisa de atributos asociados a la comodidad en sillas de oficina.

INTRODUCCIÓN

En el mundo moderno, las sillas de oficina se han convertido en un elemento esencial en la vida cotidiana de millones de personas. Desde ejecutivos de alto nivel hasta estudiantes, las personas pasan largas horas sentadas mientras trabajan, estudian o interactúan con el mundo digital. La influencia de estas sillas en la salud y el bienestar es innegable, trascendiendo su funcionalidad básica. Actualmente, las decisiones de diseño y comodidad no solo responden a necesidades prácticas, sino que también buscan satisfacer deseos emocionales y sensoriales. Vivimos en una era en la que las elecciones de compra están impulsadas tanto por la utilidad funcional como por la experiencia emocional y estética que un producto puede proporcionar (Köhler et al., 2014; Vink, 2005).

En este contexto, la ergonomía de producto se presenta como una disciplina clave, cuyo objetivo es comprender y aplicar el concepto de comodidad a través de la forma y los elementos visuales de los objetos. A pesar de los avances en el diseño ergonómico de sillas de oficina, todavía existe una falta de comprensión profunda sobre los atributos específicos que influyen en la percepción de comodidad. Las investigaciones previas se han enfocado predominantemente en la incomodidad y en cómo medir sus variables (Beltrán et al., 2015; Maradei García et al., 2017; Vergara Monedero, 1998; Vink, 2005), dejando una brecha en el conocimiento acerca de los elementos que hacen que una silla de oficina sea verdaderamente cómoda.

EYE TRACKING COMO HERRAMIENTA PARA LA PREDICCIÓN DE ATRIBUTOS DE COMODIDAD EN SILLAS DE OFICINA

Estudiar la comodidad como un fenómeno independiente se ha convertido en una necesidad evidente, como han señalado diversos autores (Helander, 2003; Kuijt-Evers, 2007; Vink, 2005; Zemp et al., 2015). La mayoría de las investigaciones relacionadas con sillas de oficina se han centrado en factores ambientales, laborales o en la incomodidad, como lo evidencian revisiones anteriores (Anjani et al., 2021; De Looze et al., 2003; Vink & song, 2021; Zemp et al., 2015). Además, la comodidad y la incomodidad no siempre comparten los mismos factores, lo que subraya la importancia de investigarlas de forma separada (De Looze et al., 2003; Kuijt-Evers, 2007; Kuijt-Evers et al., 2005). Asimismo, los atributos que influyen en la comodidad pueden variar dependiendo del objeto, el espacio o la herramienta evaluada, reforzando la necesidad de abordar este fenómeno en contextos específicos.

Ante estas consideraciones, el presente documento expone una investigación realizada como parte de un trabajo de maestría. Su objetivo principal es establecer las diferencias significativas entre dos enfoques para identificar atributos de comodidad en sillas de oficina. El primer enfoque utiliza métodos subjetivos, mediante entrevistas semiestructuradas centradas en la voz del usuario, mientras que el segundo emplea métodos objetivos, a través del seguimiento ocular y la técnica think aloud.

El documento se organiza en siete capítulos. Los capítulos 1 y 2 presentan la definición y justificación del problema, así como el estado del arte. Los capítulos 3 y 4 detallan los objetivos y la metodología empleada. El capítulo 5 aborda la recopilación de datos y los resultados de la investigación, mientras que los capítulos 6 y 7 están dedicados a la discusión y las conclusiones.

1. PLANTEAMIENTO Y JUSTIFICACIÓN DEL PROBLEMA

En la actualidad, los trabajos de oficina son muy comunes en todo el mundo y se encuentran presentes en diversos sectores económicos, donde la prevalencia de la postura sedente representa más del 90% de la jornada laboral, destacando la importancia crítica de la comodidad y la incomodidad en la productividad y satisfacción de los individuos (Cañedo Andalia et al., 2006; Vergara Monedero, 1998). Esta situación, impulsada por el uso cada vez mayor de tecnologías computacionales en entornos laborales, ha generado un interés significativo en comprender y mejorar las condiciones asociadas con la postura sedente, no solo en el ámbito laboral sino también en actividades cotidianas como el transporte, el ocio y el descanso, especialmente en países industrializados (Marras & Karwowski, 2006; Vergara Monedero, 1998; Vink, 2005). Esta necesidad de abordar los factores de comodidad e incomodidad en sillas de oficina se enfoca en mejorar la calidad de vida y el desempeño laboral de las personas que pasan largas horas sentadas en estos entornos, lo que subraya la importancia de investigar y comprender a fondo dichos aspectos para desarrollar soluciones efectivas y orientadas al usuario.

En Colombia, se estableció la guía técnica colombiana 45 (*NTC - 45*, 2012) con el propósito de proporcionar lineamientos para crear mejores espacios laborales. Esta guía clasifica los peligros a los que puede estar expuesto un trabajador en diferentes categorías, como físicos, químicos, biológicos, psicosociales, biomecánicos, fenómenos naturales y condiciones de seguridad. Se buscan planes de acción y mejoras para reducir los daños en los trabajadores en cada una de estas categorías. Sin embargo, en el caso de los aspectos psicosociales, las recomendaciones pueden resultar poco claras e

EYE TRACKING COMO HERRAMIENTA PARA LA PREDICCIÓN DE ATRIBUTOS DE COMODIDAD EN SILLAS DE OFICINA

imprecisas. Por tanto, es fundamental que las empresas provean espacios confortables y agradables para los trabajadores, y parte de ello incluye el diseño de sillas de oficina que sean percibidas como cómodas, lo que puede mejorar las condiciones laborales y, por ende, aumentar la productividad del trabajador (Cañedo Andalia et al., 2006)

Al planificar los espacios de trabajo, no solo se deben tener en cuenta las condiciones ambientales del lugar y las características antropométricas de la persona, sino también la incorporación de objetos que transmitan una sensación de satisfacción y comodidad en su uso

(Goossens, 2017; Marras & Karwowski, 2006; Vink, 2005). Por lo tanto, la elección de una silla de oficina debe tener en cuenta su capacidad para comunicar mensajes de

satisfacción, lo que es crucial para influir en la decisión de compra.

Además, se ha evidenciado que, con el desarrollo de la sociedad, los atributos esenciales que se consideran en los productos han cambiado. En el pasado, se prioriza el valor práctico y funcional de los objetos, dejando de lado aspectos como la usabilidad y la estética. Sin embargo, actualmente se busca que los productos sean integrales, y se les atribuye una mayor importancia a sus funciones simbólicas y hedónicas (Dumur et al., 2004a; Köhler et al., 2013, 2014) Por lo tanto, en la actualidad se buscan conceptos de productos que combinan funcionalidad con satisfacción emocional, ya que los usuarios dan por sentado que el objeto funcionará adecuadamente y será fácil de usar.

La investigación sobre la comodidad en sillas de oficina y la postura sedente se remonta al siglo pasado, con modelos de comodidad propuestos en 1996 (De Looze et al., 2003; Mansfield et al., 2020; Zhang et al., 1996). Estos esfuerzos iniciales llevaron

EYE TRACKING COMO HERRAMIENTA PARA LA PREDICCIÓN DE ATRIBUTOS DE COMODIDAD EN SILLAS DE OFICINA

a avances significativos, especialmente en la identificación de atributos relacionados con la incomodidad, como los puntos de apoyo en el respaldo y en el asiento. Sin embargo, la misma claridad y avance no se ha logrado en lo que respecta a la comodidad, como lo reflejan diversas revisiones de la literatura (Helander, 2003; Vink & song, 2021; Zemp et al., 2015). Esto se debe en gran parte a que la mayoría de estas investigaciones se han centrado en factores de incomodidad, dejando un vacío en nuestra comprensión de los atributos de comodidad.

En ese contexto, definir los atributos de la arquitectura de una silla de oficina que generen un alto nivel de satisfacción en el usuario puede marcar la diferencia en el mercado (Erol et al., 2021; Piqueras-Fiszman et al., 2013). Se ha realizado una revisión exploratoria de la documentación científica, y se ha encontrado que la comodidad e incomodidad influyen significativamente en la percepción de las sillas de oficina, siendo factores clave en la visión del usuario (Beltrán et al., 2015; de Rouvray et al., 2008; Helander & Zhang, 1997).

No obstante, aún queda mucho por entender sobre la interacción objeto-usuario y los atributos que predicen la comodidad. La mayoría de los estudios se han centrado en analizar la incomodidad y cómo medir sus variables asociadas (Beltrán et al., 2015; Vink & Hallbeck, 2012; Vink & song, 2021; Zhang et al., 1996), lo que ha llevado a desarrollar criterios cuantitativos para prevenir incomodidades y molestias relacionadas con el uso de la silla de oficina y trastornos músculo-esqueléticos. Sin embargo, se requiere más investigación para comprender cómo definir y medir de manera independiente los atributos que predicen la comodidad. En este sentido, es importante destacar que la comodidad e incomodidad no están necesariamente correlacionadas, y

EYE TRACKING COMO HERRAMIENTA PARA LA PREDICCIÓN DE ATRIBUTOS DE COMODIDAD EN SILLAS DE OFICINA

se ha demostrado que la ausencia de incomodidad no garantiza la presencia de comodidad (de Rouvray et al., 2008; Helander, 2003). Por lo tanto, es necesario estudiar y abordar estos dos aspectos de manera separada para planificar y diseñar sillas de oficina que proporcionen una experiencia óptima al usuario.

Además, los atributos que influyen en la comodidad pueden variar según el tipo de objeto, espacio o herramienta que se esté evaluando (De Looze et al., 2003; Dumur et al., 2004a; Vink, 2005; Vink & song, 2021; Zemp et al., 2015). Cada usuario puede tener asociaciones, expectativas, experiencias y consideraciones específicas que afecten su percepción de comodidad en diferentes situaciones (Ávila, 2017; Bloch, 1995; Cappetti et al., 2017; Helander, 2003; Mansfield et al., 2020; Vink & Hallbeck, 2012). Por lo tanto, los estudios realizados en otros objetos, como automóviles o herramientas, no pueden ser simplemente extrapolados a las sillas de oficina.

Desde las primeras investigaciones propuestas por Helander (Helander & Zhang, 1997; Zhang et al., 1996), se ha reconocido la necesidad de abordar los atributos de comodidad en sillas de oficina de manera independiente a la incomodidad. Esto implica no definir la comodidad simplemente como la ausencia de incomodidad o en función de sus factores. Estas investigaciones pioneras arrojaron hallazgos reveladores, como la influencia de los atributos estéticos en la percepción de comodidad y cómo la incomodidad puede tener un impacto dominante en la comodidad percibida.

La falta de claridad en la definición de comodidad ha llevado a la implementación de métodos y herramientas para la interpretación de la voz del usuario. Si bien estos enfoques han arrojado resultados prometedores, aún no logran traducir

EYE TRACKING COMO HERRAMIENTA PARA LA PREDICCIÓN DE ATRIBUTOS DE COMODIDAD EN SILLAS DE OFICINA

completamente los deseos y sentimientos del usuario en modificaciones tangibles del producto (Ávila, 2017; Beltrán et al., 2015; Daza et al., 2014; de Rouvray et al., 2008; Zhang et al., 1996). La evaluación de la comodidad en los estudios de Zhang y Helander (Helander & Zhang, 1997; Zhang et al., 1996), se utilizaron entrevistas estructuradas. Sin embargo, estos estudios presentan limitaciones, ya que los atributos evaluados eran bastante generales, como "la silla se ve bien" o "la silla se ve espaciosa". Este enfoque se repitió en investigaciones similares, como la realizada por Rouvray, donde se evaluó la comodidad de sillas a partir de las opiniones de los usuarios en entrevistas estructuradas (de Rouvray et al., 2008), con hallazgos que catalogan la mitad de los atributos sobre aspectos generales de la silla como "forma global" o "altura del espaldar". En otras investigaciones han recopilado la voz de los usuarios a través de entrevistas y cuestionarios, abordando objetos como sillas de automóvil, herramientas manuales o sillas de oficina (Erol et al., 2016, 2019; Helander, 2003; Kuijt-Evers et al., 2005; Zhang et al., 1996), obteniendo resultados similares a los anteriores en cuanto a presión.

Adicionalmente, comparten una limitación común: la calidad de los atributos identificados depende de la capacidad de los participantes para expresar su interacción con el objeto y la poca precisión de los atributos verbalizados (de Rouvray et al., 2008; Vink & song, 2021). Por lo que desarrollar e implementar nuevas herramientas de carácter objetivo podría abrir nuevos horizontes para la investigación en la identificación y definición de estos atributos cualitativos como es la comodidad, con miras a poder implementarse en el diseño de asientos. Bajo esta mirada, se identifica el seguimiento ocular como una nueva herramienta con potencial en diferentes investigaciones. En la

EYE TRACKING COMO HERRAMIENTA PARA LA PREDICCIÓN DE ATRIBUTOS DE COMODIDAD EN SILLAS DE OFICINA

última década se ha visto un incremento sustancial en cuanto a su utilización en la investigación. Principalmente en el área de la psicología y publicidad (Carter & Luke, 2020; Strzelecki, 2020). Esta tecnología se ha utilizado para identificar satisfacción y calidad del producto, lo que sirvió como precedente para la experimentación que permita identificar comodidad en sillas de automóviles y conceptos semánticos en otros tipo de productos como bicicletas, reloj y automóviles (Erol et al., 2021; Köhler et al., 2013, 2014).

El seguimiento ocular puede rastrear la visión del sujeto mientras interactúa con un estímulo, proporcionando variables de medición en función del tiempo y el espacio, como son las fijaciones y los movimientos sacádicos (Carter & Luke, 2020; Majaranta & Bulling, 2014; Wedel & Pieters, 2008). Estas variables han demostrado estar relacionadas con evaluaciones de experiencia de usuario, atributos clave de compra, satisfacción del usuario y comodidad en sillas de automóvil de lujo (Erol et al., 2021; Köhler et al., 2013, 2014; Piqueras-Fiszman et al., 2013; Sharafi et al., 2015). Por lo tanto, este enfoque ofrece una nueva perspectiva para identificar atributos que influyen en la percepción de comodidad en sillas de oficina.

Se puede decir, que la comodidad en sillas de oficina es un tema complejo que requiere un enfoque multidisciplinario y una exploración exhaustiva de diferentes herramientas de medición. La interacción objeto-usuario y los atributos que generan comodidad deben ser investigados de manera independiente de la incomodidad. Por tanto, el seguimiento ocular puede ser una valiosa herramienta para identificar y comprender mejor los factores que afectan la percepción de comodidad en las sillas de oficina. Estos conocimientos pueden ayudar a diseñar sillas de oficina más cómodas y

EYE TRACKING COMO HERRAMIENTA PARA LA PREDICCIÓN DE ATRIBUTOS DE COMODIDAD EN SILLAS DE OFICINA

satisfactorias para los usuarios, lo que a su vez puede marcar la diferencia en el mercado competitivo. Por lo anterior, se planteó la siguiente pregunta de investigación que orienta este trabajo investigativo:

¿Cuál es la diferencia entre los atributos de comodidad en sillas de oficina, obtenidos a través de herramientas de medida subjetivas y objetivas de seguimiento ocular?

2. ESTADO DEL ARTE

Para comprender adecuadamente la propuesta de investigación, es fundamental establecer marcos referenciales que guíen la línea de investigación, así como los antecedentes y conceptos presentes en la literatura. Para ello, se realizó una búsqueda exhaustiva en las bases de datos Scopus y Web of Science, con el objetivo de determinar si es posible identificar los atributos de comodidad de la silla de oficina utilizando el seguimiento ocular, manteniendo un enfoque que considera la comodidad como un concepto no relacionado con la incomodidad.

Inicialmente, se llevó a cabo una revisión preliminar de la literatura a través de Google Scholar, lo que permitió identificar los términos y palabras clave relevantes para el área de estudio enmarcada en la ergonomía cognitiva. Como resultado de esta búsqueda, se establecieron tres ejes temáticos que segmentan el conocimiento, proponiendo una relación para la ecuación de búsqueda según la metodología PICO, que se muestra en la Tabla 1 (Kitchenham, 2004). El primer eje se refiere a la comodidad y sus posibles variaciones, el segundo aborda los métodos, técnicas o herramientas

EYE TRACKING COMO HERRAMIENTA PARA LA PREDICCIÓN DE ATRIBUTOS DE COMODIDAD EN SILLAS DE OFICINA

utilizadas para medir la comodidad, y finalmente, el último enmarca el objeto de estudio:

la silla de oficina.

Tabla 1 Palabras clave ordenadas por la metodología PICO, métodos y herramientas para medir comodidad

Eje1. COMODIDAD	Eje2. METODOS	Eje3. SILLAS DE OFICINA	DE
Comfort Experience	Objectifying	User	Sitting
Comfort	Attention		Seating Chair Design
Product Comfort	Visual Impression		Office Seat
Comfort Model	Visual Evaluation		Chair Design
Ergonomics	Method		Product Development.
Comfort Perception	Tool		Office Seat
Perceived Quality	Methodology		
	Technique		
	Protocol		
	Guide		
	Objectifying	User	
	Attention		
	Measure		
	Eye-Tracking,		
	Measurement		
	Questionnaire Design		
	Design Evaluation		
	Consumer Attention		
	Objective Measuremen		

Partiendo de las palabras clave, se planteó la ecuación de búsqueda para encontrar coincidencias en títulos, palabras clave, resúmenes y textos completos, las cuales se ejecutaron en las bases de datos previamente mencionadas como se muestran en la Tabla 2.

Tabla 2 Ecuaciones de búsqueda planteadas en la revisión de literatura

EYE TRACKING COMO HERRAMIENTA PARA LA PREDICCIÓN DE ATRIBUTOS DE COMODIDAD EN SILLAS DE OFICINA

Ecuación	TITLE-ABS-KEY(("comfort experience" OR "comfort" OR "comfort*" OR
<p>de búsqueda "product comfort" OR "comfort model" OR "comfort perception" OR "perceived quality") planteada AND ("objectifying user attention" OR "objectifying user attention" OR "semantic differential" OR "visual perception" OR "method" OR "tool" OR "methodology" OR "technique" OR "protocol" OR "guide" OR "objectifying user attention" OR "areas of interest" OR "measure" OR "eye-tracking" OR "questionnaire design" OR "design evaluation" OR "consumer attention" OR "word association" OR "Objective measurements") AND ("sitting" OR "seating chair design" OR "office seat" OR "chair design" OR "product development" OR "office seat" OR "chair*" OR "sitting*"))</p>	

Una vez aplicada la ecuación de búsqueda, se identificaron 997 documentos en la base de datos Scopus y 598 en Web of Science, que cumplían con los términos descritos. Se procedió a la lectura de los títulos y resúmenes para determinar si se ajustaban a los criterios establecidos. Posteriormente, se identificaron autores clave que abordan el concepto de comodidad, lo que llevó a realizar un seguimiento en "bola de nieve" a través de las referencias de estos estudios para identificar artículos que no aparecieron en las ecuaciones de búsqueda. Finalmente, se realizó la lectura completa de 73 documentos, incluyendo aquellos que medían atributos subjetivos como calidad del producto, satisfacción y conceptos semánticos, donde se utilizaba el seguimiento ocular como herramienta de medición. La revisión y filtrado de los documentos se muestra en la Figura 1.

EYE TRACKING COMO HERRAMIENTA PARA LA PREDICCIÓN DE ATRIBUTOS DE COMODIDAD EN SILLAS DE OFICINA

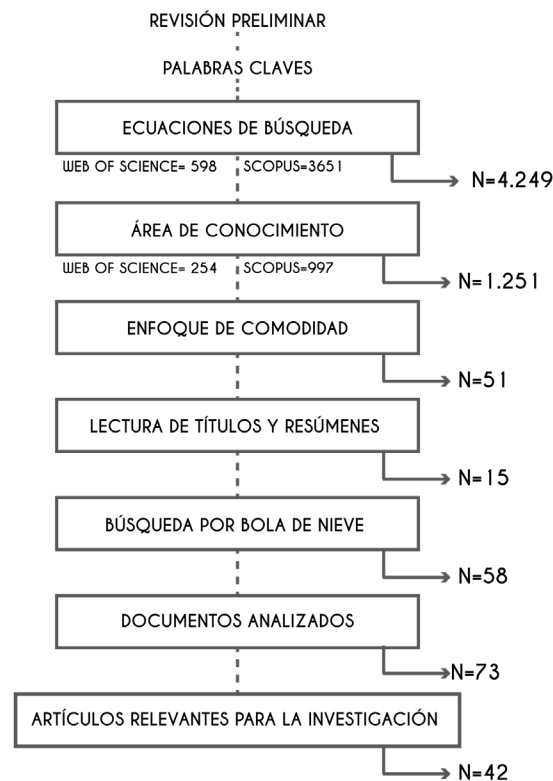


Figura 1 Proceso de análisis de documentos de la revisión de literatura

A parte de lo anterior, se consideraron los hallazgos presentados en revisiones previas sobre el mismo tema como la realizada por Song (Vink & song, 2021), De Looze (De Looze et al., 2003) y Zemp (Zemp et al., 2015). Finalmente, producto del análisis de los documentos, se enmarcaron conceptos y criterios que se explican a continuación.

2.1 COMODIDAD

La comodidad ha sido definida de diferentes maneras en la literatura. Slater (como se cita en Vink, 2005) describe este estado placentero como un fenómeno que abarca aspectos físicos, psicológicos y fisiológicos en la interacción entre la persona y su entorno. Richards la concibe como una sensación subjetiva de bienestar que surge durante la interacción con un ambiente o situación (Richards, 1980). Vink, desde una

EYE TRACKING COMO HERRAMIENTA PARA LA PREDICCIÓN DE ATRIBUTOS DE COMODIDAD EN SILLAS DE OFICINA

perspectiva centrada en el producto, enfatiza su carácter altamente subjetivo, planteando que un producto no es intrínsecamente cómodo, sino que su comodidad depende de la experiencia del usuario al interactuar con él, definiéndose como la sensación que el usuario final experimenta mientras utiliza el producto o inmediatamente después de usarlo (Vink, 2005) y posteriormente, la establece como una experiencia agradable o una sensación de relajación del ser humano como reacción a su entorno (Vink & Hallbeck, 2012).

A pesar de estas múltiples definiciones aún no se logra consenso en la definición de comodidad, sin embargo, la comunidad científica ha establecido tres aspectos fundamentales que no están sujetos a debate (De Looze et al., 2003; Vink, 2005), y que sirven como base para comprender su aplicación y estudio:

- La comodidad es una construcción personal de naturaleza subjetiva.
- La comodidad se ve influenciada por una variedad de factores, incluyendo aspectos físicos, fisiológicos y psicológicos.
- La comodidad es una respuesta al entorno.

Estas afirmaciones han servido como guía para los investigadores que se adentran en el estudio de la comodidad, especialmente cuando se trata de analizar ambientes y espacios. Esto se refleja claramente en revisiones de literatura como la realizada por Vink (Vink, 2005), donde de los 261 trabajos examinados, 140 se centraron en la relación entre comodidad y condiciones climáticas, así como en la comodidad térmica. Una revisión más extensa llevada a cabo por Song (Vink & Song, 2021), que abarcó desde 1950 hasta 2020, encontró hallazgos similares. La mayoría de los estudios

EYE TRACKING COMO HERRAMIENTA PARA LA PREDICCIÓN DE ATRIBUTOS DE COMODIDAD EN SILLAS DE OFICINA

sobre comodidad se enfocaron en aspectos relacionados con el ambiente, incluyendo las condiciones físicas y locativas, así como en la comodidad de los asientos en el transporte público. De hecho, de los 190 documentos revisados por Song, 100 se centraron en estas áreas, lo que resalta la importancia de la medición objetiva para abordar la comodidad.

Otro tema de interés en la literatura es la relación o diferencia entre la comodidad e incomodidad, que se ha abordado desde diferentes perspectivas en la comunidad científica. En este sentido, se han propuesto tres enfoques para entender y definir la naturaleza de la comodidad e incomodidad (De Looze et al., 2003; Kuijt-Evers, 2007):

- I. La comodidad e incomodidad se consideran como estados discretos.
- II. La comodidad e incomodidad se conciben como dos extremos en una escala continua.
- III. La comodidad e incomodidad son conceptos separados, influenciados por variables claramente distintas.

Para cada uno de los tres enfoques mencionados, existen argumentos y estudios tanto a favor como en contra. No obstante, nos centraremos con más detalle en el último enfoque, ya que ha demostrado obtener resultados más sólidos en la definición de la comodidad en productos. Por lo tanto, este trabajo de investigación se adhiere a dicho enfoque.

Este enfoque se basa en los hallazgos de Zhang, quien exploró la naturaleza de la comodidad e incomodidad al sentarse (Zhang et al., 1996). El estudio se dividió en varias etapas. En primer lugar, se llevó a cabo una encuesta con un total de 104 participantes, quienes compartieron sus experiencias relacionadas con la comodidad e incomodidad. Posteriormente, se evaluaron estos resultados utilizando una escala de 5

EYE TRACKING COMO HERRAMIENTA PARA LA PREDICCIÓN DE ATRIBUTOS DE COMODIDAD EN SILLAS DE OFICINA

puntos con 43 participantes adicionales, quienes calificaron atributos que iban desde muy relacionados hasta nada relacionados con la comodidad/incomodidad. Este proceso resultó en 43 atributos en total, 21 relacionados con la incomodidad y 22 relacionados con la comodidad. Se aplicaron técnicas estadísticas como el análisis de escala multidimensional, el análisis factorial y el análisis de conglomerados para definir los factores estadísticamente relacionados con la comodidad e incomodidad.

Este estudio concluyó que la comodidad e incomodidad experimentadas en sillas de oficina se basan en factores independientes. Los sentimientos de incomodidad se asociaron con el dolor, el entumecimiento y el cansancio, relacionados con limitaciones físicas como la postura corporal y la presión en los tejidos, así como con bloqueos en la circulación sanguínea. Por otro lado, la comodidad se relaciona con la sensación de relajación y bienestar. Posteriormente, otro estudio de Helander (Helander & Zhang, 1997), respaldó esta diferencia y subrayó la importancia del diseño estético en la percepción de comodidad, señalando que este no tenía un impacto significativo en el nivel de incomodidad. Además, se descubrió que los factores de incomodidad tenían una influencia predominante; es decir, cuando la incomodidad alcanzaba niveles altos, la comodidad pasaba a un segundo plano. Esto establece que, en presencia de incomodidad significativa, factores como la estética tienen una influencia menor en la percepción global de comodidad, y viceversa; en ausencia de incomodidad significativa, la percepción de alta comodidad no es necesariamente evidente.

Este enfoque ha llevado al desarrollo de modelos de comodidad, como el propuesto por

EYE TRACKING COMO HERRAMIENTA PARA LA PREDICCIÓN DE ATRIBUTOS DE COMODIDAD EN SILLAS DE OFICINA

De Looze, que engloba los aspectos del ambiente, el producto y el ser humano (De Looze et al., 2003). Este modelo considera las emociones y expectativas del usuario como componentes claves, como se ilustra en la Figura 2, y son ampliamente aceptados y utilizados en la comunidad científica. En este contexto, la comodidad e incomodidad se abordan como conceptos independientes. Se establece una relación directa entre medidas objetivas de aspectos físicos y fisiológicos para evaluar la incomodidad, como la presión y las cargas, tal como se ha destacado en revisiones previas (Helander & Zhang, 1997)

La comodidad se diferencia de la incomodidad en que está influenciada por las expectativas y emociones del usuario, en respuesta a la información que el objeto transmite a través de su diseño estético y sus características físicas.

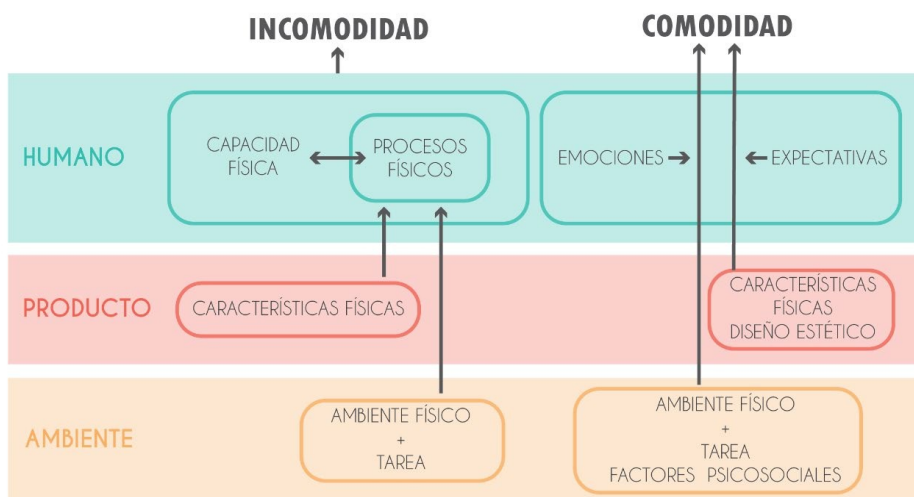


Figura 2 Modelo de comodidad (De Looze et al., 2003)

Este modelo coincide con la propuesta de Kuijt-Evers, que enmarca la comodidad como el resultado de la interacción entre el ambiente, el usuario, la tarea y

EYE TRACKING COMO HERRAMIENTA PARA LA PREDICCIÓN DE ATRIBUTOS DE COMODIDAD EN SILLAS DE OFICINA

la herramienta (Kuijt-Evers, 2007). Según este enfoque, un producto nunca puede considerarse cómodo por sí mismo, lo que también plantea Vink (Vink, 2005). En consecuencia, la comodidad se establece en función de la interacción entre la herramienta, la tarea y el usuario, todo ello dentro de un entorno, como se ilustra en la Figura 3.

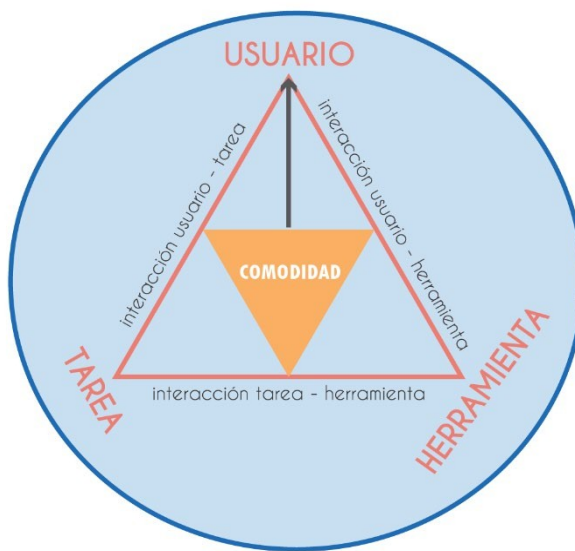


Figura 3 Modelo de comodidad, donde el entorno se representa con el círculo grande

(Kuijt-Evers, 2007)

Es importante destacar que el modelo de Kuijt-Evers se enfoca específicamente en herramientas manuales, y según sus hallazgos, los niveles de comodidad están fuertemente relacionados con el nivel de productividad al utilizar o interactuar con la herramienta manual. Además, estableció una relación directa entre la comodidad e incomodidad en herramientas manuales, lo que significa que un mismo atributo puede afectar ambas variables, en contraste con lo encontrado en sillas de oficina (Helander, 2003; Zhang et al., 1996).

EYE TRACKING COMO HERRAMIENTA PARA LA PREDICCIÓN DE ATRIBUTOS DE COMODIDAD EN SILLAS DE OFICINA

Es relevante mencionar que existen otros modelos, como el de Moes, que se etiquetan como modelos de comodidad, pero que en realidad describen la incomodidad o el malestar (Vink & Hallbeck, 2012). En estos modelos, se plantea que la interacción con un objeto genera reacciones a través de efectos fisiológicos percibidos, lo que puede llevar a un estado de malestar. No obstante, los autores Vink y Hallbeck se han inspirado en las ideas de Moes y De Looze para proponer un nuevo modelo que abarca tanto la comodidad como la incomodidad, como se ilustra en la Figura 4 (Vink & Hallbeck, 2012).

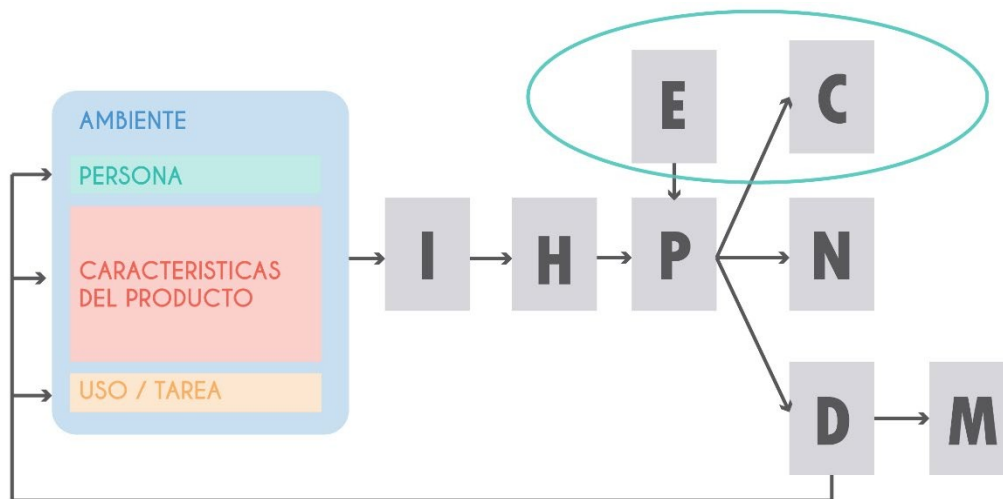


Figura 4 Modelo de comodidad propuesto por Vink y Hallbeck. (Vink & Hallbeck, 2012)

Este modelo representa la interacción (I) como un producto del entorno, donde se involucran la persona, el producto (que no necesariamente es físico) y la tarea. Esta interacción conduce a efectos internos en el cuerpo humano (H), que incluyen cambios en la postura y sensaciones táctiles. Estos efectos percibidos (P) son influenciados por las expectativas (E) del individuo y los efectos en el cuerpo humano. Como resultado de

EYE TRACKING COMO HERRAMIENTA PARA LA PREDICCIÓN DE ATRIBUTOS DE COMODIDAD EN SILLAS DE OFICINA

esta interacción, se puede experimentar un estado de comodidad (C), una sensación neutra (N) o una incomodidad (D), que a su vez puede desencadenar molestias musculoesqueléticas (M).

El modelo también incorpora un ciclo de retroalimentación que se centra en la incomodidad, lo que significa que es posible modificar algunos factores para reducir el nivel de incomodidad experimentado. Además, se establece una conexión entre las expectativas y la comodidad, (EC) donde estas dos variables interactúan. Vale la pena mencionar que existe una versión alternativa de este modelo propuesta por Naddeo-Capetti Orio, que introduce nuevas variables para describir los efectos percibidos (P), así como variables de medición en diferentes etapas, las cuales se pueden encontrar en el trabajo de Mansfield y otros (Mansfield et al., 2020).

Estos modelos buscan principalmente explicar el concepto de comodidad, así como identificar y analizar las variables que influyen en ella, incluyendo su relación con la incomodidad. Sin embargo, es importante señalar que existen factores que inciden en la percepción de la comodidad y que a veces no se especifican en estos modelos. A continuación, se detallan estos factores:

- Historia y Referencias Culturales: La experiencia personal del usuario desempeña un papel fundamental, ya que las personas suelen evaluar la comodidad en función de sus experiencias previas y expectativas. Además, las normas culturales y las prácticas sociales ejercen una influencia significativa en la percepción de la comodidad. Por ejemplo, en ciertas culturas, se espera que las sillas de oficina sean ajustables, y la ausencia de esta característica se

EYE TRACKING COMO HERRAMIENTA PARA LA PREDICCIÓN DE ATRIBUTOS DE COMODIDAD EN SILLAS DE OFICINA

interpreta como falta de comodidad (Cappetti et al., 2017; Mansfield et al., 2020).

- Estado Físico y Emocional del Usuario: El estado físico y emocional del individuo en un momento determinado puede influir en su percepción de la comodidad. La evaluación de un producto puede variar significativamente dependiendo de factores como el nivel de ejercicio previo, la fatiga o el estado de ánimo. Los sentimientos y emociones pueden tener un impacto notable en la evaluación de la comodidad (KuijtEvers, 2007; Vink, 2005).

- Información Visual: La cantidad y el tipo de información visual disponible pueden afectar la percepción de la comodidad. En ocasiones, esta información visual puede llevar a evaluaciones erróneas. Por ejemplo, en un estudio donde se evaluaron ranuras y estrías en los mangos de hachas, estos atributos se asociaron erróneamente con un mayor nivel de comodidad de agarre, a pesar de que expertos ya habían señalado que representaban riesgos. Esto está relacionado con lo que De Rouvray y Dumur denominan “comodidad estética”, donde las preferencias por formas y materiales pueden influir en la satisfacción del usuario (de Rouvray et al., 2008; Dumur et al., 2004a)

Existen diversos factores relacionados con el entorno y el objeto que pueden influir en la comodidad. Estos incluyen elementos como el olor, el ruido, la temperatura, la humedad, la postura, los movimientos, las cargas, la presión, entre otros. Estos aspectos suelen estar más relacionados con la incomodidad que con la comodidad (KuijtEvers, 2007; Vink, 2005).

EYE TRACKING COMO HERRAMIENTA PARA LA PREDICCIÓN DE ATRIBUTOS DE COMODIDAD EN SILLAS DE OFICINA

Con base en lo anterior, se puede decir que la comodidad se entiende como una construcción subjetiva que involucra experiencias, emociones y preferencias personales del usuario en respuesta a estímulos que provienen del objeto. Estos estímulos, en su mayoría, se perciben visualmente y pueden variar según la historia, las expectativas, el estado emocional y otros factores intrínsecos del individuo. También pueden estar relacionados con aspectos más objetivos, como el diseño y las características físicas del objeto.

2.2 COMODIDAD EN SILLAS DE OFICINA

Como se mencionó previamente, la comodidad en la postura sedente ha sido objeto de estudio en diversos contextos, por lo cual se abordarán los principales hallazgos teniendo en cuenta tres tipos de sillas: de aviones, automóviles y oficina. Comenzando con las sillas de avión, es importante destacar que en este entorno existen factores únicos que no se encuentran en los otros dos casos. En los aviones, los espacios se diseñan como habitáculos multifuncionales, donde los pasajeros deben realizar tareas como descansar, trabajar y comer en un espacio reducido durante trayectos largos. Esta restricción significativa de movimiento puede hacer que los pasajeros sean susceptibles a problemas de salud (Vink, 2005).

Autores como Dumur han propuesto cuatro perspectivas clave para lograr niveles óptimos de comodidad en sillas, y estas perspectivas son aplicables tanto a sillas de avión como a sillas de oficina (Dumur et al., 2004a). Estas perspectivas incluyen los aspectos psicológicos, físicos, sociológicos y tecnológicos.

EYE TRACKING COMO HERRAMIENTA PARA LA PREDICCIÓN DE ATRIBUTOS DE COMODIDAD EN SILLAS DE OFICINA

Uno de los hallazgos relevantes, que también se aplica a las sillas de oficina, se refiere a los aspectos sociológicos de la comodidad. Dumur destaca la percepción geográfica y étnica de la comodidad, donde la noción de comodidad puede variar significativamente entre países. Por ejemplo, en países orientales, la comodidad puede estar relacionada con posturas como las piernas cruzadas o sentarse sobre la planta de los pies, mientras que, en países occidentales, la comodidad se asocia más con el uso de sillas y mesas. Además, señala la influencia de la clase social en la percepción de la comodidad. La comodidad puede estar relacionada con conceptos de lujo, avances tecnológicos o la percepción del valor en relación con el dinero, y estas percepciones pueden variar según las circunstancias financieras de las personas (Dumur et al., 2004a; Vink, 2005).

Otro ámbito de investigación relevante se enfoca en las sillas de automóvil, particularmente en el contexto de vehículos de lujo que ponen un énfasis especial en la experiencia del conductor. En este caso, la decisión de compra de un automóvil frecuentemente está directamente relacionada con el nivel de comodidad que el conductor experimenta (Deubel & G. Prokop, 2023). Esto ha llevado a una serie de estudios que buscan identificar atributos clave para el desarrollo de nuevos vehículos.

Un ejemplo de estos esfuerzos se encuentra en la revisión de literatura realizada por Deubel, donde se propone la identificación de factores específicos de comodidad relacionados con la experiencia de conducción en automóviles. En esta revisión, se exploran métodos cualitativos y cuantitativos que actualmente se utilizan en el desarrollo de nuevos vehículos, y se analiza cómo estos se relacionan con atributos cuantitativos vinculados a la comodidad (Deubel & G. Prokop, 2023). Además, esta

EYE TRACKING COMO HERRAMIENTA PARA LA PREDICCIÓN DE ATRIBUTOS DE COMODIDAD EN SILLAS DE OFICINA

investigación se alinea con estudios como el de Pinkelman, quien propone un enfoque de comodidad basado en una fórmula que se utiliza en economía para definir los mercados. Pinkelman examina las expectativas de los usuarios en relación con conceptos semánticos previamente establecidos, como "deportivo" y "lujoso" (Pinkelman, 2014).

A pesar de que estos estudios no arrojan hallazgos directos sobre las sillas de oficina, establecen un importante punto de partida. Un ejemplo destacado, es el modelo propuesto por

Erol para evaluar la comodidad en los automóviles (Erol et al., 2016), que se representa en la Figura 5. Este modelo tiene como objetivo explorar cómo el diseño visual influye en la percepción de la comodidad.

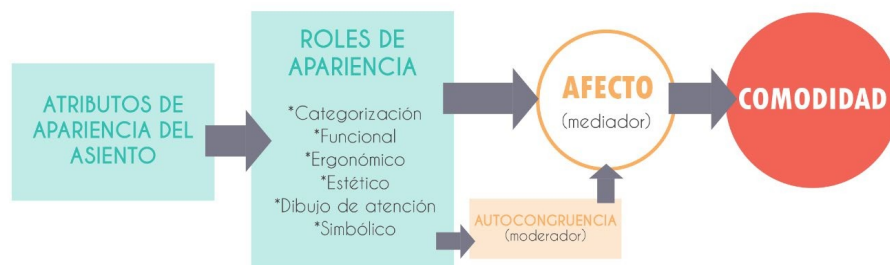


Figura 5 Modelo de impacto de la apariencia del asiento en la comodidad (Erol et al., 2016)

El modelo de Erol introduce el concepto del afecto, que representa la respuesta emocional del usuario ante un objeto y es influenciado por los atributos visuales y la congruencia con la experiencia pasada (Erol et al., 2016). Para probar este modelo, Erol llevó a cabo un estudio en dos etapas. En la primera etapa, los participantes calificaron tres sillas cubiertas en términos de comodidad y preferencia. En la segunda etapa, se presentaron las mismas tres sillas, pero las dos últimas no estaban cubiertas y tenían

EYE TRACKING COMO HERRAMIENTA PARA LA PREDICCIÓN DE ATRIBUTOS DE COMODIDAD EN SILLAS DE OFICINA

diferentes patrones visuales en el tapizado. Nuevamente, se calificaron en términos de comodidad y preferencia. Los hallazgos destacados incluyen la relación entre la presencia de atributos atractivos y placenteros con niveles más altos de satisfacción. Además, se observó una influencia significativa del género, ya que las mujeres mostraron una mayor influencia de los atributos visuales en comparación con los hombres, otorgando calificaciones significativamente más altas (Erol et al., 2016).

Por otro lado, el estudio de Kamp adoptó un enfoque diferente. Se centró en probar un nuevo concepto de silla más ligera, sin considerar la apariencia visual (Kamp, 2012). Para ello, se realizaron pruebas con tres sillas: el nuevo concepto y dos sillas disponibles en el mercado. Los participantes evaluaron cada silla utilizando una escala visual y luego indicaron con qué tipo de vehículo asociaban cada una. Uno de los hallazgos clave fue que los asientos con espumas suaves y laterales más pronunciados se asociaban con autos lujosos y seguros. Por otro lado, los asientos con laterales menos prominentes, espuma más firme y respaldo y superficies más contorneadas se asociaban con autos deportivos y lujosos. Sin embargo, en el caso de los asientos con laterales promedio, asientos menos contorneados y espuma de firmeza promedio, no se estableció claramente un segmento de automóvil específico (Kamp, 2012).

Estos estudios proporcionan una visión importante sobre cómo los atributos visuales y funcionales influyen en la percepción de la comodidad y cómo esta percepción puede variar según el género y las expectativas del usuario.

Las últimas investigaciones de Erol (Erol et al., 2019, 2021) han ampliado esta línea de estudio al evaluar visualmente la comodidad de las sillas de automóvil. En el

EYE TRACKING COMO HERRAMIENTA PARA LA PREDICCIÓN DE ATRIBUTOS DE COMODIDAD EN SILLAS DE OFICINA

primer estudio, que se basó en datos cualitativos (Erol et al., 2019), se llegó a la conclusión de que los usuarios generan expectativas sobre el producto a través de características específicas del mismo. Por ejemplo, las formas angulares o los reposacabezas integrados se asociaban a vehículos deportivos y se percibían como menos cómodos, mientras que las sillas con aspecto visualmente acolchado y patrones se percibían como más cómodas.

En el estudio más reciente, se buscó identificar atributos específicos relacionados con la comodidad de las sillas de automóvil (Erol et al., 2021). Para ello, se recopilaron datos de seguimiento ocular, incluyendo el tiempo y la cantidad de fijaciones, sacadas y mapas de calor. Además, se llevó a cabo una entrevista en la que los participantes verbalizaron aspectos y atributos de las diferentes propuestas. También se realizó una etapa de categorización de estas propuestas según las preferencias de comodidad.

Los hallazgos más destacados de este estudio incluyen la importancia de seleccionar áreas de interés antes de la recopilación de datos, lo que asegura que sean consistentes para todos los participantes y no se determinen después de la recopilación. La combinación de métodos mixtos se consideró esencial para obtener resultados significativos, ya que permitió integrar y establecer asociaciones entre lo observado y lo verbalizado por los participantes. En última instancia, se identificó que las áreas de soporte para los hombros y el soporte lumbar superior generan expectativas específicas de comodidad. Además, las sillas con una apariencia general catalogada como deportiva obtuvieron mayores calificaciones en la categorización de comodidad.

EYE TRACKING COMO HERRAMIENTA PARA LA PREDICCIÓN DE ATRIBUTOS DE COMODIDAD EN SILLAS DE OFICINA

Estos hallazgos proporcionan una visión general de cómo se aborda la comodidad en diferentes contextos y objetos, y también resaltan la influencia de atributos socioeconómicos en la percepción de la comodidad. Además, se destaca la importancia de identificar visualmente los atributos específicos asociados a diferentes tipos de productos, lo que requiere enfoques cualitativos, pero también puede beneficiarse de métodos cuantitativos como el seguimiento ocular. Por lo tanto, es relevante contrastar estos hallazgos con la percepción de comodidad en sillas de oficina

Se han realizado varias revisiones de literatura sobre el concepto de comodidad en sillas de oficina, y estas revisiones proporcionan una visión general de cómo se ha abordado y medido la comodidad en diferentes contextos y áreas de conocimiento.

Una de estas revisiones, realizada por Song (Vink & song, 2021), exploró métodos objetivos para medir la comodidad en diversos contextos y campos, incluyendo enfoques médicos, ingenieriles y de desarrollo de productos. La revisión identificó varias variables clave para medir la comodidad, que incluyen la temperatura y calidad del aire, la vibración y el ruido, medidas fisiológicas del usuario (como seguimiento ocular, EMG y respuesta galvánica de la piel) y medidas físicas del usuario (como antropometría y cambios posturales/movimiento). La revisión enfatizó la necesidad de desarrollar un enfoque cuantitativo para medir la comodidad y destacó la importancia de considerar las expectativas y antecedentes del usuario en la evaluación de la comodidad.

Otra revisión realizada por De Looze (De Looze et al., 2003) se centró en la ergonomía, específicamente en la postura sedente, y cómo las medidas objetivas podrían

EYE TRACKING COMO HERRAMIENTA PARA LA PREDICCIÓN DE ATRIBUTOS DE COMODIDAD EN SILLAS DE OFICINA

relacionarse con los atributos subjetivos de la comodidad. Esta revisión encontró que la mayoría de los estudios consideraban la comodidad/incomodidad como una escala continua y se agruparon en categorías según las variables medidas, como postura y movimiento, electromiografía, distribución de presión, carga espinal e hinchazón del pie. Sin embargo, la revisión concluyó que aún no se presentaban estudios que abordaran la comodidad de manera independiente de la incomodidad. Además, se encontró una relación estadística entre la distribución de la presión y la incomodidad, particularmente en sillas de automóvil.

Posteriormente, basándose en los hallazgos de la revisión de De Looze, Zemp realizó una revisión centrada específicamente en la toma de medidas de presión en áreas de contacto en sillas de oficina (Zemp et al., 2015). Esta revisión reveló que los resultados variaron según el método cualitativo utilizado para medir la comodidad/incomodidad, que generalmente se basaba en una escala de 5 puntos. Los estudios también abordaron la comodidad/incomodidad como una escala continua, y la mayoría concluyó que la incomodidad podía predecirse mediante patrones de presión en el respaldo y el asiento de la silla.

Como puede observarse, estas revisiones previas destacan la prevalencia de enfoques unidireccionales para medir la comodidad, donde la incomodidad se considera un aspecto opuesto a la comodidad. Sin embargo, a continuación, se presentarán tres investigaciones que cuestionan esta noción al abordar la comodidad de manera independiente y explorar nuevas perspectivas de evaluación.

EYE TRACKING COMO HERRAMIENTA PARA LA PREDICCIÓN DE ATRIBUTOS DE COMODIDAD EN SILLAS DE OFICINA

El concepto de comodidad en sillas de oficina ha evolucionado a lo largo del tiempo, y un punto de partida importante se encuentra en el estudio de Zhang (Zhang et al., 1996). Este estudio surgió en respuesta a la necesidad de desarrollar una comprensión más completa y precisa de la comodidad en relación con las sillas de oficina, separándose de la incomodidad que generalmente se consideraba en una escala continua unidireccional de comodidad/malestar.

Zhang identificó, que la incomodidad estaba fuertemente relacionada con factores fisiológicos y biomecánicos, mientras que la comodidad se asociaba más con aspectos estéticos. Además, observó que la curvatura cifótica de la columna vertebral durante la sedestación podía causar dolor y malestar, especialmente a medida que avanzaba la jornada laboral.

El objetivo de Zhang fue determinar si los factores físicos, fisiológicos y estéticos estaban realmente vinculados a la comodidad o incomodidad en sillas de oficina. Para lograrlo, llevó a cabo un estudio en tres fases: un estudio de cuestionario, un estudio de validación y un estudio de clasificación. En la primera fase, se identificaron atributos de comodidad e incomodidad. En la segunda fase, se validaron los 73 atributos identificados en la primera parte del estudio. En la última fase de clasificación, se utilizó una matriz de similitud y se llevaron a cabo análisis de escalamiento multidimensional, análisis factorial y análisis de conglomeraciones.

El resultado de esta investigación fue la formulación de un modelo de comodidad, representado en la Figura 6. Este modelo establece una clara distinción entre la comodidad y la incomodidad. La comodidad se relaciona con sentimientos de

EYE TRACKING COMO HERRAMIENTA PARA LA PREDICCIÓN DE ATRIBUTOS DE COMODIDAD EN SILLAS DE OFICINA

relajación y bienestar, que pueden verse reforzados por atributos estéticos. En contraste, la incomodidad está asociada con factores biomecánicos que pueden dar lugar a dolor y entumecimiento. Además, se establece una zona de intersección entre la comodidad y la incomodidad, donde niveles altos de incomodidad pueden dificultar la percepción de la comodidad. Este modelo proporciona una base sólida para comprender la comodidad en sillas de oficina y ha influido en investigaciones posteriores sobre el tema.

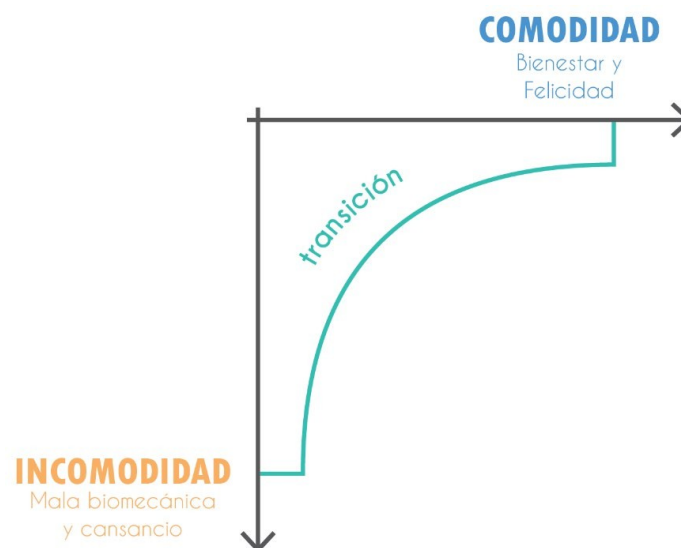


Figura 6 Modelo de comodidad e incomodidad. (Zhang et al., 1996)

El segundo estudio, llevado a cabo por Helander, se basó en los hallazgos del estudio anterior (Helander & Zhang, 1997) y tenía como objetivo establecer una escala multidimensional para evaluar tanto la comodidad como la incomodidad en sillas de oficina. Esta investigación constó de dos etapas en las que se evaluaron diversas propuestas de sillas de oficina utilizando un grupo de participantes que incluía gerentes y secretarías.

EYE TRACKING COMO HERRAMIENTA PARA LA PREDICCIÓN DE ATRIBUTOS DE COMODIDAD EN SILLAS DE OFICINA

Uno de los hallazgos más destacados en relación con la incomodidad fue que esta se veía afectada por el tiempo de exposición a la silla. Además, se observó que los atributos estéticos no eran considerados importantes en relación con la biomecánica y el malestar, a menos que estos atributos rompieran con criterios básicos de diseño de sillas, como asientos afilados o muescas en las piernas, entre otros. Por lo tanto, jerarquizar las sillas en función de las calificaciones de incomodidad no resultaba una medida viable.

En contraste, los atributos de comodidad mostraron diferencias significativas entre las sillas estudiadas. Las personas eran más sensibles a los cambios estéticos y visuales en este contexto. En consecuencia, evaluar y ordenar las sillas según las preferencias de comodidad resultaba más confiable y proporcionaba una mayor cantidad de información relevante. Esto llevó a la conclusión de que la comodidad era el factor más importante que influía en la decisión de compra por parte del usuario. En resumen, este estudio subrayó la relevancia de la comodidad en la elección de sillas de oficina y cómo las consideraciones estéticas podían desempeñar un papel clave en la percepción de comodidad por parte de los usuarios.

El tercer estudio, realizado por Rouvray, se centró en la influencia de la cantidad y calidad de información que tiene un usuario en la percepción de un objeto (de Rouvray et al., 2008). La investigación constó de dos fases principales. En la primera fase, se evaluaron seis sillas diferentes en un entorno controlado, donde los participantes pudieron interactuar libremente con los objetos. Posteriormente, se les solicitó a los participantes que clasificaran estas sillas en función de sus preferencias, proporcionando argumentos y comentarios para justificar sus elecciones. Se recopilaron un total de 686 argumentos, que se categorizaron inicialmente según la jerarquía de Jordan en tres

EYE TRACKING COMO HERRAMIENTA PARA LA PREDICCIÓN DE ATRIBUTOS DE COMODIDAD EN SILLAS DE OFICINA

categorías principales: funcionalidad, usabilidad y placer. Encontrando, el 70% de las afirmaciones pertenecían a la categoría de placer. Luego, se clasificaron según los sentidos a los que hacían referencia, con un 80% de las afirmaciones relacionadas con la vista. Finalmente, se realizaron clasificaciones basadas en la arquitectura de la silla, con un 48% de las afirmaciones centradas en el aspecto general de la silla, seguido de un 34% relacionado con el respaldo y el asiento.

En la segunda fase del estudio, se pidió a los participantes que clasificaran y categorizaran las sillas, pero esta vez se presentaron tres tipos de estímulos: I. imágenes en blanco y negro, II. imágenes a color y III. productos reales para la interacción física. En cuanto a la clasificación según preferencias, se observó que la cantidad de información afectaba las decisiones de los participantes. Hubo casos en los que una silla se valoraba altamente cuando se evaluaba a través de fotografías, pero caía en la calificación cuando se interactúa físicamente con ella, y viceversa. Sin embargo, en general, la mayoría de las sillas mantuvieron su posición en las clasificaciones, lo que sugiere que no se puede juzgar completamente un producto solo por su apariencia visual, aunque sí permite identificar atributos clave que influyen en las preferencias del producto.

En cuanto a la categorización de las sillas según preferencias, los resultados revelaron atributos clave que diferencian a las sillas en grupos distintos. Dos de estos atributos identificados fueron la altura del respaldo de la silla y el espacio entre el respaldo y el asiento. La altura del respaldo se asoció tanto con la comodidad como con connotaciones sociales y económicas, ya que un respaldo alto se relacionaba con un estatus elevado, mientras que los respaldos bajos se vinculan con posiciones menos

EYE TRACKING COMO HERRAMIENTA PARA LA PREDICCIÓN DE ATRIBUTOS DE COMODIDAD EN SILLAS DE OFICINA

destacadas. El espacio entre el espaldar y el asiento se percibía como un indicativo de la ergonomía de la silla, donde mayor espacio se asociaba con mayor sofisticación ergonómica, mientras que la ausencia de este espacio se relacionaba con rigidez y falta de adaptación a las curvas de la espalda humana.

En conclusión, Rouvray señaló que el protocolo de categorización y elección forzada permite identificar los atributos clave sobre los cuales los usuarios basan sus juicios de valor. Sin embargo, es importante destacar que estos atributos no son meramente intrínsecos al objeto, sino que también responden a significados dentro de un contexto cultural, social y económico, influenciados por las expectativas y experiencias individuales de los usuarios.

2.3 MÉTODOS PARA MEDIR LA COMODIDAD

Otro aspecto que se debe tener presente al abordar la comodidad, es lo relacionado a las diferentes formas con las que se mide y evalúa. Para ello Vergara nos plantea la forma de clasificar los diferentes métodos y herramientas, en tres categorías: la antropometría, pruebas subjetivas y pruebas objetivas (Vergara Monedero, 1998). La primera hace referencia a los estudios de toma de datos llevados a cabo por investigadores con el objetivo de caracterizar una población según sus dimensiones, lo que ha permitido establecer las diferencias físicas que hay entre los países y grupos poblacionales (Vink, 2005). La segunda categoría contempla las investigaciones donde se emplean herramientas y métodos que buscan a través de la voz y experiencia del usuario establecer lineamientos de diseño, donde se suele utilizar herramientas cualitativas. Finalmente, la última categoría hace referencia a estudios con variables en

EYE TRACKING COMO HERRAMIENTA PARA LA PREDICCIÓN DE ATRIBUTOS DE COMODIDAD EN SILLAS DE OFICINA

la mayoría de los casos de tipo cuantitativo, para determinar rangos y valores óptimos para desarrollar y usar un producto. Sin embargo, en la última categoría no se encuentran métodos o herramientas, por lo que se suele emplear herramientas o métodos para reducir la incomodidad, bajo la premisa de que en presencia de incomodidad no hay comodidad (Helander, 2003; KuijtEvers, 2007; Vink, 2005).

Cabe aclarar, que los criterios con los cuales se elige y compra mobiliario de oficina están determinados por la seguridad y comodidad (de Rouvray et al., 2008; Helander, 2003; Zemp et al., 2015), a diferencia de aspectos como el estéticos y el precio con los que se elige un mueble doméstico (Vergara Monedero, 1998). Por lo que es esencial entender qué tipo de información suministra cada una de las herramientas y cómo se pueden utilizar.

Partiendo de esto, como primer criterio se habla de medidas antropométricas, las cuales se relacionan con incomodidad y comodidad. Sin embargo, su influencia en la comodidad está determina sobre los estándares, por lo que la presencia de formas no convencionales o proporciones absurdas proyectan el mensaje incorrecto, por lo que no se perciben cómodas, como en el caso de las silla de automóvil en el estudios de Erol (Erol et al., 2021), donde el reposacabezas A4 RS4 Sport, se salió de las formas convencionales lo que género que fuera percibido negativamente, por lo que las formas y las dimensiones establecen un primer factor sobre el cual evaluamos la comodidad (Daza et al., 2014; Dumur et al., 2004b).

Por otro lado, tenemos las evaluaciones subjetivas de comodidad, que buscan establecer criterios de diseño a partir de las opiniones y sensaciones del usuario en

EYE TRACKING COMO HERRAMIENTA PARA LA PREDICCIÓN DE ATRIBUTOS DE COMODIDAD EN SILLAS DE OFICINA

relación con el objeto y su uso (De Looze et al., 2003; de Rouvray et al., 2008; Vergara Monedero, 1998). Sin embargo, muchos estudios recurren a pruebas como el test de confort general y el test de dolor en diferentes partes del cuerpo, los cuales cuantifican el malestar. En esencia, estas pruebas miden la incomodidad, lo que parte de la premisa de que comodidad e incomodidad son dimensiones opuestas de una misma escala, donde reducir la incomodidad implica aumentar la comodidad.

Sin embargo, esta premisa ha sido cuestionada en estudios previos sobre sillas de oficina (de Rouvray et al., 2008; Helander, 2003; Zhang et al., 1996).

Por tanto, los métodos y herramientas que buscan medir la comodidad de manera independiente y subjetiva se basan en entrevistas. Estas entrevistas permiten establecer criterios de diseño y atributos del objeto, de manera que guían al diseñador en la identificación de las características clave del producto que pueden transmitir ventajas y aspectos positivos para generar una percepción de comodidad (Beltrán et al., 2015; de Rouvray et al., 2008; Helander & Zhang, 1997; Zhang et al., 1996).

En cuanto al apartado de pruebas objetivas la mayoría de literatura centra sus estudios en atributos de incomodidad como las posturas, análisis biomecánicos y aspectos fisiológicos (De Looze et al., 2003; Vink & song, 2021; Zemp et al., 2015). Por lo que no se han empleado herramientas de tipo objetivo para medir la comodidad, debido a que las herramientas actuales se basan en sensaciones físicas de incomodidad o malestar.

2.4 SEGUIMIENTO OCULAR

El seguimiento ocular es un método que registra el movimiento de los ojos y la dirección de la mirada a lo largo del tiempo y en relación con las actividades realizadas. Para comprender este método, es esencial tener claridad sobre el funcionamiento del ojo, los tipos de movimientos oculares y rastreadores disponibles, las medidas y variables analizables, así como algunas consideraciones sobre la naturaleza de estas variables (Carter & Luke, 2020; Gutiérrez de Piñeres Botero, 2019; Majaranta & Bulling, 2014; Wedel & Pieters, 2008)

Los orígenes de esta tecnología se remontan a 1823, cuando Charles Bell realizó investigaciones que categorizaron los distintos movimientos del ojo humano y estableció una relación entre estos movimientos y el sistema nervioso. Bell vinculó los movimientos oculares con procesos cognitivos y neurológicos (Carter & Luke, 2020). En las décadas posteriores, se desarrollaron tecnologías para medir y registrar estos movimientos, inicialmente mediante dispositivos físicos, como lentes o soportes metálicos, o incluso a través de observación directa por parte del investigador. Sin embargo, los avances tecnológicos recientes han dado lugar a rastreadores no invasivos basados en imágenes, como los propuestos por Wade y Tattle en 2005 (Majaranta & Bulling, 2014). Estos dispositivos utilizan cámaras de vídeo para rastrear el reflejo corneal de una luz infrarroja no visible para el ojo humano en relación con la pupila. Estos avances tecnológicos han reducido significativamente los costos y han contribuido al aumento de las investigaciones que utilizan el seguimiento ocular.

EYE TRACKING COMO HERRAMIENTA PARA LA PREDICCIÓN DE ATRIBUTOS DE COMODIDAD EN SILLAS DE OFICINA

En una revisión realizada por Wedel, se encontró que en el 2018 había más de 1200 investigaciones que empleaban el seguimiento ocular, en comparación con 2008, cuando el número de estudios no supera los 200. Además, se observó que el campo del conocimiento que más utilizaba esta tecnología era la psicología, representando el 58.31% de los estudios, seguido por la psicología experimental, que abarcaba el 21.72% del total de investigaciones analizadas (Wedel & Pieters, 2008).

Estos estudios se basan en el conocimiento sobre el funcionamiento de la visión. Es importante comprender que el ojo desempeña un papel crucial al reunir, enfocar y traducir la luz a través de sus diversas partes para crear una imagen interpretada por el cerebro.

Comenzando por la pupila, que regula la cantidad de luz que entra en la cavidad del ojo mediante contracciones y dilataciones. A continuación, la córnea y el cristalino se encargan de enfocar esta luz sobre la retina, creando una imagen inicial. Esta imagen se desarrolla con mayor detalle en una pequeña parte en el centro de la retina conocida como fovea. La fovea es responsable de proporcionar una imagen de alta resolución del estímulo y alberga una alta concentración de fotorreceptores sensibles al color llamados conos (Sharafi et al., 2015; Wedel & Pieters, 2008).

Sin embargo, es importante destacar que la fovea es relativamente pequeña, con un diámetro de aproximadamente 1.5 mm, lo que representa solo un pequeño porcentaje de la visión clara y enfocada en comparación con los 140° de visión disponibles en el ojo (Majaranta & Bulling, 2014; Wedel & Pieters, 2008).

EYE TRACKING COMO HERRAMIENTA PARA LA PREDICCIÓN DE ATRIBUTOS DE COMODIDAD EN SILLAS DE OFICINA

El proceso de percepción visual se rige por tiempos y movimientos específicos, que han sido bien documentados en la literatura. Para visualizar un objeto con claridad, es necesario fijar la mirada en él durante un período de tiempo suficiente para que el estímulo visual se procese adecuadamente en el cerebro (Carter & Luke, 2020). Este proceso inicial se conoce como "fijación", y se caracteriza por una pausa visual que generalmente dura entre 200 y 600 ms, aunque se define como una pausa de al menos 100 ms. Durante estas fijaciones, el observador recibe información detallada de una pequeña área de una imagen o escena, ya que la fijación se encuentra limitada por la fovea, una región de alta resolución en la retina.

Sin embargo, debido a que la fovea es una pequeña porción del campo visual total, se requiere explorar repetidamente un estímulo visual para obtener una representación completa. Esto se logra mediante "movimientos sacádicos", que son rápidos saltos o movimientos oculares que ocurren entre fijaciones. Estos movimientos sacádicos son de corta duración, generalmente entre 30 y 120 ms cada uno (Majaranta & Bulling, 2014; Sharafi et al., 2015; Strzelecki, 2020) (Majaranta & Bulling, 2014; Sharafi et al., 2015; Strzelecki, 2020) (Figura 7).

Es importante destacar que, en la periferia de la retina, la cantidad de conos (fotorreceptores responsables de la visión detallada y en color) disminuye, y la cantidad de bastones (fotorreceptores sensibles a la luz y el movimiento) aumenta. Esto resulta en una visión más borrosa a medida que nos alejamos del punto de enfoque o de la línea de visión directa de la fovea. Sin embargo, los bastones son altamente sensibles a los cambios, como sombras o movimientos repentinos, lo que atrae la atención del

EYE TRACKING COMO HERRAMIENTA PARA LA PREDICCIÓN DE ATRIBUTOS DE COMODIDAD EN SILLAS DE OFICINA

observador. Esto explica por qué es necesario mover los ojos hacia diferentes partes del estímulo, lo que constituye el principio fundamental del seguimiento ocular.



Figura 7 Los movimientos sacádicos se representan con las flechas amarillas y las fijaciones con los círculos rojos (Carter & Luke, 2020)

En la actualidad, existen tres tecnologías de seguimiento ocular comúnmente utilizadas en diversas investigaciones. La primera es la videooculografía, que se basa en el uso de montajes en la cabeza para grabar video. El segundo enfoque se basa en la reflexión pupilar-córnea infrarroja y utiliza cámaras de vídeo. Por último, la electrooculografía emplea diodos para captar señales eléctricas relacionadas con los movimientos oculares. Cada una de estas tecnologías tiene sus propias ventajas y desventajas, lo que determina su idoneidad para diferentes tipos de estudios. La electrooculografía, por ejemplo, se utiliza en investigaciones relacionadas con las fases del sueño y oftalmología debido a su capacidad para funcionar sin verse afectada por cambios de luz (Majoranta & Bulling, 2014; Strzelecki, 2020).

EYE TRACKING COMO HERRAMIENTA PARA LA PREDICCIÓN DE ATRIBUTOS DE COMODIDAD EN SILLAS DE OFICINA

En contraste, la videooculografía, que depende de la resolución y capacidad de la cámara, puede resultar menos precisa y más susceptible a los movimientos de la cabeza. Por otro lado, la tecnología de reflexión pupilar-córnea infrarroja utiliza una fuente de luz infrarroja que genera un reflejo corneal, lo que permite un reconocimiento más preciso de la pupila en el video, convirtiéndola en la elección más común para investigaciones de usabilidad, estudios de mercado y aplicaciones de interacción basada en la mirada (Carter & Luke, 2020; Majaranta & Bulling, 2014; Sharafi et al., 2015; Wedel & Pieters, 2008).

Cuando se trata de analizar los datos recopilados mediante seguimiento ocular, la elección de las medidas y variables depende en gran medida del equipo y software utilizados. Estas medidas pueden incluir la duración y ubicación de las sacadas y fijaciones, la amplitud de las salidas, la duración promedio de las fijaciones, el número de fijaciones y la ubicación de la primera fijación, entre otras. La elección de estas medidas específicas suele ser determinada por las necesidades y objetivos del investigador (Carter & Luke, 2020; Gutiérrez de Piñeres Botero, 2019; Majaranta & Bulling, 2014; Sharafi et al., 2015; Strzelecki, 2020; Wedel & Pieters, 2008)

Finalmente, en el campo del seguimiento ocular, es fundamental tener en cuenta las consideraciones derivadas de los supuestos planteados en investigaciones previas, como las de M.A. Just en 1980. Estos supuestos incluyen la "inmediatez", que establece que un participante intenta interpretar un estímulo tan pronto como lo ve, y el "ojo-mente", que sugiere que una persona mantiene su atención en un estímulo hasta que lo comprende completamente (Just &

Carpenter, 1980).

3. OBJETIVOS

Evaluar las diferencias entre los atributos obtenidos a través de herramientas de medida subjetiva y objetiva de seguimiento ocular, que permita identificar nuevos métodos para evaluar sillas de oficina con parámetros de comodidad.

3.1. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Identificar atributos asociados con comodidad e incomodidad en sillas oficina a través de indagación directa con el usuario.
- Identificar atributos asociados con comodidad e incomodidad a través de medida objetiva de seguimiento ocular.
- Comparar estadísticamente los datos de medida subjetiva con las objetivas de seguimiento ocular para determinar las diferencias y si estas son estadísticamente significativas.

4. METODOLOGÍA

El proyecto de investigación se desarrolla en el área de la ergonomía de producto y es una investigación a través del diseño, ya que busca comprender la percepción de los atributos de comodidad en sillas de oficina. Esto, teniendo en cuenta que la comodidad es una percepción subjetiva relacionada con los aspectos físicos y estéticos del objeto.

Por lo que la investigación es de tipo explicativa, al establecer atributos sobre la percepción de comodidad en sillas de oficina mediante dos métodos: objetivo y

EYE TRACKING COMO HERRAMIENTA PARA LA PREDICCIÓN DE ATRIBUTOS DE COMODIDAD EN SILLAS DE OFICINA

subjetivo. Aplicando un enfoque experimental, para controlar la luz, temperatura, tiempos de exposición entre otros factores. Finalmente, es de corte transversal pues la toma de datos se realizó en un momento en específico, con herramientas tanto cuantitativas mediante el uso del seguimiento ocular y cualitativas mediante la interpretación de la voz del usuario.

La ruta metodológica se muestra en la Figura 8, la cual establece tres fases y los respectivos entregables, para dar respuesta a la pregunta y objetivo de investigación. Se siguió la metodología planteada por el estudio *Identifying factors of comfort in using hand tools* (KuijtEvers et al., 2004) y la planteada por *Objectifying user attention caused by visually perceived product components* (Köhler et al., 2013) como elementos base para este estudio.

EYE TRACKING COMO HERRAMIENTA PARA LA PREDICCIÓN DE ATRIBUTOS DE COMODIDAD EN SILLAS DE OFICINA



Figura 8 Metodología de la propuesta de investigación

De esta manera, en la etapa 1, se identificó los atributos de comodidad en sillas de oficina a través del registro por auto reporte de la voz del usuario. En la etapa 2 se establecieron los atributos de comodidad en sillas de oficina a través del seguimiento ocular con una confirmación verbal de elementos por parte del usuario. Finalmente, en la etapa 3 se evaluaron las diferencias para establecer atributos de percepción de comodidad en sillas de oficina por medio de estas dos herramientas de medida.

Es importante aclarar, que el proyecto fue avalado por el Comité de Ética para la Investigación Científica (CEINCI) de la Universidad Industrial de Santander.

4.1. CONSIDERACIONES ÉTICAS

De acuerdo con los principios establecidos en la resolución 008430 de octubre 4 de 1993 del Ministerio de Salud de Colombia, esta investigación se clasificó como de Riesgo Mínimo, según lo estipulado en el artículo 11. La recolección de datos se realizó mediante grabaciones de video y audio utilizando tecnologías de seguimiento ocular, las cuales no causaron molestias, ni representaron riesgos para la salud de los participantes. Además, las entrevistas se llevaron a cabo con videocámaras que no implicaron ningún daño físico.

En consonancia con lo anterior, se dio prioridad a la protección de los derechos y el bienestar de los participantes, respetando los principios éticos básicos de beneficencia y no maleficencia. Se garantizó la seguridad de los participantes y se minimizó los riesgos que pudieron afectar su integridad física o psicológica.

Durante el proceso de recolección y análisis de información, se obtuvo el consentimiento informado de cada participante y se gestionó el tratamiento de los datos personales de acuerdo con la ley 1581 de 2012 sobre protección de datos personales. Además, se mantuvo la confidencialidad de la información proporcionada por los participantes, y el material audiovisual recopilado fue utilizado únicamente con fines académicos.

Es importante destacar que la información personal de los participantes se trató con confidencialidad, y solo los investigadores tuvieron acceso a ella. Los datos personales no fueron revelados en el documento final de la investigación, ya que se centró exclusivamente en los resultados relacionados con la actividad realizada.

EYE TRACKING COMO HERRAMIENTA PARA LA PREDICCIÓN DE ATRIBUTOS DE COMODIDAD EN SILLAS DE OFICINA

Todo el proceso se realizó de acuerdo con los lineamientos éticos establecidos por el CEINCI, asegurando el cumplimiento de las normativas vigentes en materia de investigación y protección de datos.

4.2. ETAPA 1: Identificación de atributos de comodidad / incomodidad por métodos subjetivos.

En esta primera etapa del proyecto de investigación se realizó una revisión de literatura como se establece en la Figura 9. Adicionalmente una toma de datos empleando una entrevista semiestructurada para captar la voz del usuario.

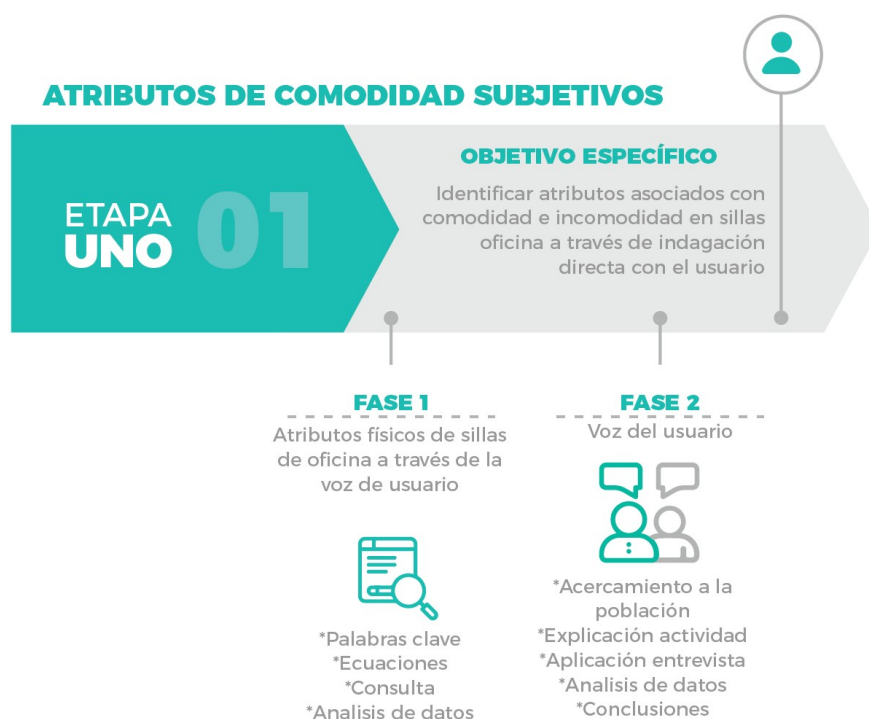


Figura 9 Etapa 1 de la metodología: atributos mediante métodos subjetivos

4.1.1 Fase 1: Atributos resultado de una revisión de la literatura

EYE TRACKING COMO HERRAMIENTA PARA LA PREDICCIÓN DE ATRIBUTOS DE COMODIDAD EN SILLAS DE OFICINA

Se realizó una revisión de la literatura para identificar características o atributos de comodidad en sillas de oficina. Por lo que se inició con los hallazgos de la revisión de literatura previamente realizada en las bases de datos Scopus y Web of Science, se planteó nuevas palabras claves para generar otras ecuaciones de búsqueda. Esto con el objetivo de establecer los atributos físicos asociados con comodidad de las sillas de oficina.

Asimismo, se empleó la metodología PICO (Population, Intervention, Comparison, Outcome), como se muestra en la Tabla 3 (Kitchenham, 2004). Estos tres ejes son: el primero, relacionado con el concepto de comodidad, incluyendo variaciones del término; el segundo, referente al objeto de estudio, en este caso, las sillas de oficina; y el tercero, enfocado en los atributos asociados a la comodidad.

Tabla 3 Palabras clave para la revisión de la literatura, para buscar atributos relacionados con comodidad en sillas de oficina

Eje 1. Comodidad	Eje 2. Sillas de oficina	Eje 3. Atributos
-------------------------	---------------------------------	-------------------------

EYE TRACKING COMO HERRAMIENTA PARA LA PREDICCIÓN DE ATRIBUTOS DE COMODIDAD EN SILLAS DE OFICINA

Comfort Experience	Sitting	Cognitive Ergonomics
Comfort	Seating Chair Design	Markers
Product Comfort	Office Seat	Comfort Descriptors
Comfort Model	Chair Design	Ergonomic Features
Ergonomics	Product Development.	Attributes Of Comfort
Comfort Perception	Office Seat	Descriptors
Perceived Quality	Work Chairs	Attributes
Ergonomic Comfort	Chair Design	Characteristics
Physical Comfort	Office Chairs	Features
Perceived Comfort	Ergonomic Office Chairs	Properties
Subjective Comfort	Desk Chairs	Qualities
User Satisfaction	Workstation Chairs	Traits
User Comfort	Task Chair	Specifications
	Office Seating	Indicators
	Office Furniture Seating	Markers
	Ergonomic Seating	Parameters
	Workstation Seating	Identifiers
	Office Task Chairs	Labels
	Office Work Chairs	Metrics
	Workplace Chairs	Terms

Partiendo de las palabras clave identificadas, se siguió el mismo proceso de la revisión previa para ejecutar las ecuaciones de búsqueda en las bases de datos Scopus y Web of Science. Además, se establecieron nuevos criterios de inclusión y exclusión para delimitar los resultados. Se definió un periodo de dos décadas, entre 2003 y 2024, y se descartaron áreas de conocimiento no relacionadas con el tema de estudio, como astronomía, física y farmacéutica, entre otras. Solo se incluyeron artículos científicos, libros, capítulos de libros, artículos de conferencias y revisiones.

EYE TRACKING COMO HERRAMIENTA PARA LA PREDICCIÓN DE ATRIBUTOS DE COMODIDAD EN SILLAS DE OFICINA

Tras aplicar las ecuaciones de búsqueda, se identificaron 1,151 documentos que cumplían con los criterios establecidos. Luego, se realizó una revisión de los títulos y resúmenes para verificar si coincidían con el enfoque de la investigación.

A continuación, se utilizó la técnica de bola de nieve, revisando las referencias de los artículos clave para identificar trabajos adicionales que no surgieron directamente de las ecuaciones de búsqueda.

Finalmente, la selección de atributos se realizó teniendo en cuenta el objetivo de la revisión de la literatura: estudios enmarcados en el enfoque de comodidad planteado y abordando específicamente atributos o características físicos de las sillas de oficina.

4.1.2 Fase 2: Atributos resultado de la voz del usuario

Considerando la metodología de Kuijt (Kuijt-Evers et al., 2004) para identificar atributos mediante entrevistas a usuarios, se realizó una investigación enfocada en la comodidad, pero dado que los participantes podrían tener dificultades para diferenciar atributos tanto de comodidad como de incomodidad, se dividió la muestra N=50 en dos grupos: el subgrupo (A) se centró en la comodidad y el subgrupo (B) en la incomodidad. Esto permitió identificar todos los atributos asociados a la comodidad, independientemente de si los participantes discernían entre comodidad e incomodidad, como se muestra en la Figura 10. Este enfoque es coherente con estudios previos como los de Rouvray, Helander y Vink (de Rouvray et al., 2008; Helander, 2003; Vink & Song, 2021). La muestra no pareada se compuso de 50 participantes, divididos en los subgrupos A (comodidad) N=25 y B (incomodidad) N=25, utilizando sujetos de prueba

EYE TRACKING COMO HERRAMIENTA PARA LA PREDICCIÓN DE ATRIBUTOS DE COMODIDAD EN SILLAS DE OFICINA

diferentes para cada subgrupo, para captar las primeras impresiones frente a los estímulos.

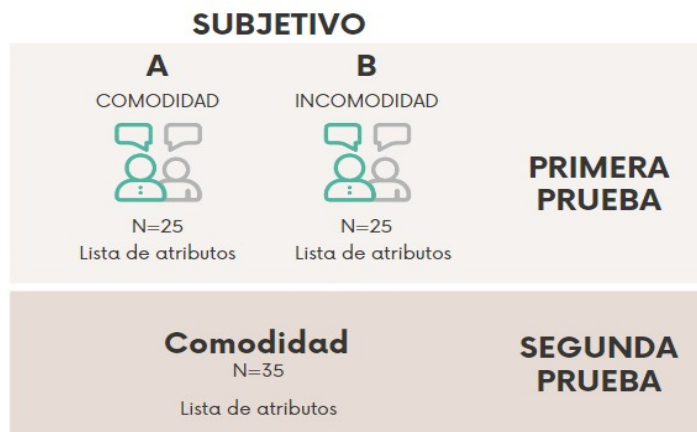


Figura 10 *Distribución de la muestra para los métodos subjetivos.*

La identificación de atributos de comodidad a partir de las experiencias del usuario se llevó a cabo a través de la representación mental que cada participante tenía de una silla de oficina basada en sus experiencias previas, complementada posteriormente con el uso de fotografías. Se realizaron entrevistas semiestructuradas tanto en el subgrupo A como en el subgrupo B Figura 11. Al concluir, se procedió a la interpretación de la información, agrupando términos similares y significados afines, generando una lista de atributos. Estos atributos fueron seleccionados solo si eran mencionados por al menos el 70% de la muestra.



Figura 11 *Ruta de recolección de datos del método subjetivo*

EYE TRACKING COMO HERRAMIENTA PARA LA PREDICCIÓN DE ATRIBUTOS DE COMODIDAD EN SILLAS DE OFICINA

4.1.2.1 Variable independiente

En esta fase como se muestra en la Figura 12, la comodidad se estableció a partir de la representación imaginaria de una silla de oficina para cada participante, lo que refleja sus experiencias, expectativas previas, contexto sociocultural y preferencias individuales. Posteriormente, se presentaron una serie de imágenes de sillas de oficina para identificar atributos a partir de estos estímulos (Figura 13). Finalmente, se mostraron las sillas en parejas, solicitando a los participantes la elección forzada según su preferencia y el subgrupo al que pertenecían (comodidad/incomodidad), argumentando su decisión, como se muestra en la Figura 14. En este apartado se descartó mostrar la silla E (ver figura 13), ya que sus atributos físicos la colocaban en desventaja frente al resto, dado que cuenta con un respaldo pequeño y carece de reposabrazos. Esta silla está orientada más hacia una compra basada en precio que en la percepción de comodidad.

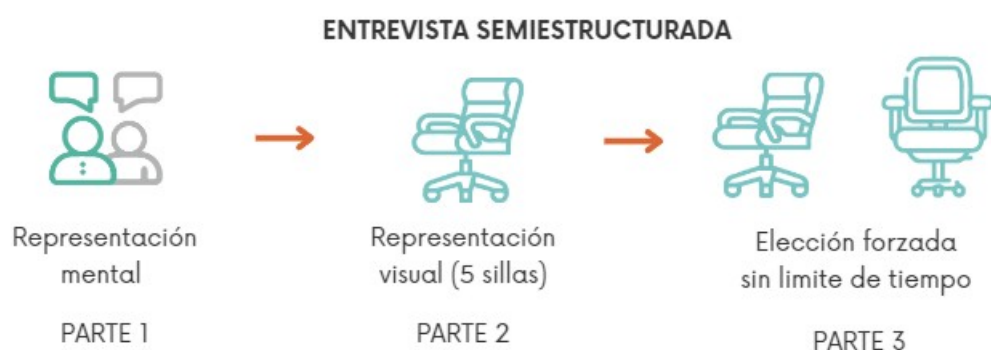


Figura 12 Secuencia de la entrevista semiestructurada para la primera etapa.

Las preguntas planteadas durante las entrevistas se ajustaron al grupo correspondiente:

EYE TRACKING COMO HERRAMIENTA PARA LA PREDICCIÓN DE ATRIBUTOS DE COMODIDAD EN SILLAS DE OFICINA

Subgrupo A - Comodidad:

- Cuando piensa en una silla de oficina, ¿cuáles son los elementos que la hacen cómoda?
- ¿Qué características son esenciales para que una silla sea considerada cómoda?
- ¿Qué aspectos positivos tiene una silla de oficina?
- ¿Qué es lo que más le agrada de una silla de oficina?

Subgrupo B - Incomodidad:

- Cuando piensa en una silla de oficina, ¿cuáles son los elementos que la hacen incómoda?
- ¿Qué características son esenciales para considerar una silla incómoda?
- ¿Qué aspectos negativos tiene una silla de oficina?
- ¿Qué es lo que más le desagrada de una silla de oficina?

En la primera parte, las preguntas se realizaron sin la presencia de estímulos visuales, con el fin de fomentar respuestas genuinas basadas en la representación mental de cada participante que responden a experiencias previas y expectativas del producto. Este enfoque sigue la metodología de Kuijt-Evers (Kuijt-Evers et al., 2004), que propone explorar las percepciones subjetivas de los usuarios sobre la comodidad sin la influencia de estímulos externos.

En la siguiente parte, se presentaron cinco sillas de oficina (Figura 13), y se repitieron las preguntas para identificar los atributos físicos asociados con la comodidad o incomodidad, según el grupo al que perteneciera. La selección de las sillas se basó en

EYE TRACKING COMO HERRAMIENTA PARA LA PREDICCIÓN DE ATRIBUTOS DE COMODIDAD EN SILLAS DE OFICINA

las más vendidas en Colombia, según datos de comercio electrónico de Amazon con una fecha de consulta de 4 octubre de 2023, donde los estímulos visuales juegan un papel importante en las decisiones de compra. Todas las sillas seleccionadas pertenecían a la categoría de sillas de oficina y compartían características comunes como ruedas, palancas ajustables, reposabrazos (en cuatro de las cinco sillas) y soporte lumbar en todas ellas, aunque difieren en forma, material, diseño y acabados.

La selección de estas sillas se hizo bajo la premisa, respaldada por estudios como los de Helander, De Rouvray y Zhang, donde los atributos estéticos juegan un papel crucial en la percepción de comodidad, con un predominio de los estímulos visuales en esta percepción (de Rouvray et al., 2008; Helander & Zhang, 1997; Zhang et al., 1996). A cada silla se le asignó una letra para su identificación, de izquierda a derecha: A, B, C, D y E.



Figura 13 Sillas de oficina de mercado a través de plataformas digitales (de izquierda a derecha: A, B, C, D y E)

En el apartado de elección forzada, se trabajó con seis pares, como se muestra en la Figura 14, utilizando diferentes combinaciones entre cuatro de las seis sillas, según lo explicado anteriormente.

EYE TRACKING COMO HERRAMIENTA PARA LA PREDICCIÓN DE ATRIBUTOS DE COMODIDAD EN SILLAS DE OFICINA



Figura 14 Sillas de oficina en parejas (de izquierda a derecha y de arriba abajo: estímulo 14, estímulo 15, estímulo 16, estímulo 17, estímulo 18 y estímulo 19)

Se controlaron los aspectos del entorno de las entrevistas, utilizando un espacio cerrado con temperatura constante de 23 grados Celsius e iluminación controlada. Durante la interacción, los participantes permanecieron sentados, todas las preguntas fueron grabadas en audio, por lo que en ningún momento se solicitó escribir o realizar alguna actividad o trabajo, en el tiempo que duró la entrevista.

EYE TRACKING COMO HERRAMIENTA PARA LA PREDICCIÓN DE ATRIBUTOS DE COMODIDAD EN SILLAS DE OFICINA

4.1.2.2 Población y muestra

- Método de muestreo: No probabilístico por conveniencia, con un mínimo de 50 participantes, donde la mitad responderá a atributos de comodidad y la otra mitad a atributos de incomodidad. Los participantes fueron convocados por los investigadores que hacen parte del proyecto. Cada uno de ellos convocado de manera voluntaria dentro de las instalaciones de la Universidad Industrial de Santander, perteneciente al personal administrativo de la entidad.
- Criterios de inclusión: Personas de ambos sexos, con experiencia previa en el uso de sillas de oficina durante al menos 6 meses. Deben ser mayores de 18 años y estar dentro del rango de edad de 18 a 62 años, conforme a la etapa productiva según la legislación colombiana. Los participantes debían desempeñarse en entornos laborales de administración u oficinas, con jornadas laborales de 8 horas en ambientes que impliquen el uso de tecnologías de la información y sillas de oficina equipadas con palancas ajustables, espaldar, asiento y rodachines. Además, es requisito que no presentaran dolor relacionado con la postura sedente ni lesiones al momento de realizar la prueba. La población se describe en la Tabla 4, donde el 73% de la muestra es de sexo femenino y el 27% es masculino.
- Criterios de exclusión: que no cumplan con los criterios de inclusión, presencia de algún tipo de discapacidad, presencia de algún tipo de dolor o lesión que afectara la percepción de comodidad.

Tabla 4 Descripción de la población de la Etapa 1.

Descripción de la población Etapa 1

EYE TRACKING COMO HERRAMIENTA PARA LA PREDICCIÓN DE ATRIBUTOS DE COMODIDAD EN SILLAS DE OFICINA

Característica	Rango	Media	SD (N=52)
	(N=52)	(N=52)	
Edad (años)	18 - 62	37.76	10.55
Estatura (cm)	148 - 182	163.76	8.24
Peso (Kg)	45 - 95	67.73	13.1
Experiencia en oficina (años)	0.5 - 36	12.41	9.17
Horas sentado al día (horas)	3 - 10	7.53	1.4

Para las imágenes de las diferentes sillas, se estableció una aleatorización para cada uno de los participantes, como se muestra en la Tabla 5. Donde hace referencia a la interacción libre y posteriormente a las preguntas de comodidad.

Tabla 5 Aleatorización de estímulos según el tipo de silla (Figura 13). Etapa 1 y 2.

Participante	Orden	Participante	Orden	Participante	Orden
P1	(A, B, C, D, E)	P10	(B, C, E, D, A)	P19	(C, D, B, E, A)
	(C, A, D, E, B)		(D, E, A, B, C)		(E, A, B, C, D)
P2	(E, B, C, D, A)	P11	(C, A, E, D, B)	P20	(B, C, A, D, E)
	(A, C, B, E, D)		(A, D, B, C, E)		(D, E, B, C, A)
P3	(B, C, D, A, E)	P12	(E, C, D, B, A)	P21	(A, D, E, B, C)
	(D, E, C, B, A)		(B, A, D, E, C)		(E, C, A, B, D)
P4	(B, D, A, E, C)	P13	(D, C, E, A, B)	P22	(C, B, D, A, E)
	(C, E, A, D, B)		(A, E, D, B, C)		(B, E, A, C, D)
P5	(D, B, E, A, C)	P14	(B, E, C, A, D)	P23	(D, C, B, A, E)
	(E, A, D, C, B)		(C, D, E, A, B)		(A, B, D, C, E)
P6	(C, E, B, A, D)	P15	(D, A, B, E, C)	P24	(E, D, A, C, B)

EYE TRACKING COMO HERRAMIENTA PARA LA PREDICCIÓN DE ATRIBUTOS DE COMODIDAD EN SILLAS DE OFICINA

	(A, B, E, D, C)		(E, B, D, C, A)		(C, A, B, E, D)
P7	(D, A, C, E, B)	P16	(A, C, E, B, D)	P25	(B, D, E, A, C)
	(E, C, B, A, D)		(C, B, A, E, D)		(D, E, C, B, A)
P8	(B, D, C, E, A)	P17	(E, D, C, A, B)		
	(A, E, B, D, C)		(B, A, C, E, D)		
P9	(C, D, A, B, E)	P18	(D, B, E, C, A)		
	(E, B, A, D, C)		(A, E, C, D, B)		

4.3. ETAPA 2: Identificación de atributos de comodidad /

incomodidad por métodos objetivos de seguimiento ocular

Este enfoque corresponde a los métodos objetivos, para los cuales se emplea el seguimiento ocular. Se utilizaron las fotografías de las cinco sillas previamente seleccionadas en la etapa 1, que se muestran en la Figura 12. El experimento constó de dos partes, según lo establecido en la metodología de "Objectifying user attention caused by visually perceived product components" (Köhler et al., 2013), como se muestra en la Figura 15.

EYE TRACKING COMO HERRAMIENTA PARA LA PREDICCIÓN DE ATRIBUTOS DE COMODIDAD EN SILLAS DE OFICINA



Figura 15 Etapa 2 de la metodología: atributos mediante métodos objetivos

En la primera parte, se permitió una interacción libre para que el participante se familiariza con el estímulo, considerándose los datos como neutrales. En la segunda parte, se presentaron nuevamente los mismos estímulos, pero en un orden diferente al de la primera parte.

Esta vez, se pidió a los participantes que buscarán atributos de comodidad en las diferentes sillas mientras se recopilan los datos con las gafas de seguimiento ocular. Durante esta fase, también se llevó a cabo la técnica de Think Aloud (pensar en voz alta), que requiere que los participantes verbalicen lo que están viendo, permitiendo la vinculación entre lo que observan y lo que expresan. Para esta verbalización, se utilizó el mismo enfoque de traducción y análisis planteado en la etapa subjetiva como se muestra en la Figura 16.

EYE TRACKING COMO HERRAMIENTA PARA LA PREDICCIÓN DE ATRIBUTOS DE COMODIDAD EN SILLAS DE OFICINA



Figura 16 *Análisis Think Aloud o pensar en voz alta*

4.1.3 Variable independiente

Para el segundo tratamiento, se tienen estímulos visuales a través de fotografías de alta resolución, que se proyectarán en un televisor de 40 pulgadas. Estas imágenes representarán las cinco sillas más vendidas a través del comercio electrónico en Colombia, con un rango de precio entre \$117.000 y \$292.000, como se mostró en la Figura 13 y Figura 14.

Al igual que en la etapa 1, se estableció una muestra $N=50$, con dos subgrupos uno que corresponde a comodidad (C) $N=25$ y otro a incomodidad (D) $N=25$ (Figura 17), con participantes diferentes a los de la etapa uno, utilizando una muestra no pareada, para captar las primeras impresiones frente a los estímulos, donde los participantes del subgrupo C son diferentes al del subgrupo D.

EYE TRACKING COMO HERRAMIENTA PARA LA PREDICCIÓN DE ATRIBUTOS DE COMODIDAD EN SILLAS DE OFICINA



Figura 17 Sub grupos de la etapa 2. La población muestral es diferente a la etapa 1. Otro aspecto que se considera para este apartado es el tiempo de exposición que tendrá cada estímulo, así como la aleatorización de la primera parte y la segunda parte del experimento, tal como se ilustra en la Tabla 5.

Esto se realiza siguiendo la metodología establecida en "Objectifying user attention caused by visually perceived product components" (Köhler et al., 2013), la cual señala la importancia de controlar estos aspectos para una evaluación precisa de los estímulos visuales (Figura 18). Por lo que se determinó una primera interacción de 5 segundos para interacción libre, una segunda interacción donde se muestran cada una de las 5 sillas de forma individual durante 12 segundos cada una y finalmente una elección forzada que presentaba las sillas A, B, C y D, en parejas sin límite de tiempo.



Figura 18 Tiempos del estímulo empleando el seguimiento ocular

EYE TRACKING COMO HERRAMIENTA PARA LA PREDICCIÓN DE ATRIBUTOS DE COMODIDAD EN SILLAS DE OFICINA

Áreas de interés para el seguimiento ocular (AOI): Se establecieron zonas de interés para las sillas, necesarias para la interpretación de los datos de seguimiento ocular. Estas zonas son comunes a las cinco sillas de oficina seleccionadas: la base, el asiento, espaldar alto, espaldar bajo, soporte espaldar y los reposabrazos. Estas zonas se marcaron y delimitaron en el software BeGaze para el análisis de fijaciones y sacadas (Figura 19 y Figura 20).



Figura 19 Áreas de interés (AOI) de los estímulos para cada una de las sillas

EYE TRACKING COMO HERRAMIENTA PARA LA PREDICCIÓN DE ATRIBUTOS DE COMODIDAD EN SILLAS DE OFICINA

SMI Experiment Center™. Este software permite analizar y estructurar la información sobre los experimentos y sujetos, así como mostrar los datos de seguimiento ocular.

Los datos analizados incluyen: cantidad de fijaciones, cantidad de revisitas, tiempo total de fijaciones por zonas de interés, orden en que se miró por zonas de interés, tiempo promedio de fijación por zonas de interés, mapas de calor y mapa de fijaciones.

4.1.5 Variables controladas

Para garantizar la validez y confiabilidad de los resultados, se controlaron variables en el entorno experimental. Esto incluye mantener una temperatura constante de 23 grados centígrados y una iluminación controlada en el salón donde se llevó a cabo la sesión. Además, todos los participantes estaban ubicados a la misma distancia (1.2 m) y ángulo de visión con respecto al dispositivo de presentación de estímulos visuales, que consistía en un televisor de 40 pulgadas. Se cronometran los tiempos de exposición tanto de los estímulos visuales como de la duración total de la sesión experimental. Antes de comenzar, se calibraron todos los equipos, incluidas las gafas de seguimiento ocular, para garantizar mediciones precisas. Se verificó la consistencia en los estímulos visuales en términos de tamaño, resolución y color, y se aseguró que el software utilizado para el análisis de datos estuviera configurado de manera idéntica para todos los participantes. Finalmente, se mantuvo un nivel de ruido mínimo y constante en el entorno experimental para evitar distracciones que pudieran afectar la atención de los participantes.

4.1.6 Análisis estadístico

En el software de seguimiento ocular Behavioral and Gaze Analysis (SMI BeGaze™), se generaron los mapas de calor y mapas por zonas de interés, así como la medición de los tiempos asociados a estas. El análisis de los datos se realizó utilizando el software estadístico IBM SPSS Statistics 26. Para las variables de razón, se realizó un análisis por medio de la estadística descriptiva, posteriormente se verificó la normalidad de los datos utilizando la prueba de KS - Kolmogórov-Smirnov, considerando un p-valor mayor a 0.05 como indicativo de normalidad. Para muestras no paramétricas se aplicó la prueba Kruskal-Wallis, para determinar si existía diferencias significativas entre los estímulos, utilizando un nivel de significancia de $p < 0.05$.

Para las variables cualitativas, se realizó un análisis descriptivo que explorará el comportamiento de los datos mediante rangos y frecuencias de respuesta. La visualización de la distribución de datos se realizó a través de diagramas de cajas y bigotes.

Es esencial destacar que, con el objetivo de asegurar la relevancia de los atributos seleccionados, solo se consideraron aquellos mencionados por al menos el 70% de la población.

Para esta etapa se plantearon las mismas preguntas por subgrupos en la etapa 1, en referencia a la percepción de comodidad / incomodidad

Subgrupo C - Comodidad:

- Cuando piensa en una silla de oficina, ¿cuáles son los elementos que la hacen cómoda?

EYE TRACKING COMO HERRAMIENTA PARA LA PREDICCIÓN DE ATRIBUTOS DE COMODIDAD EN SILLAS DE OFICINA

- ¿Qué características son esenciales para que una silla sea considerada cómoda?
- ¿Qué aspectos positivos tiene una silla de oficina?
- ¿Qué es lo que más le agrada de una silla de oficina?

Subgrupo D - Incomodidad:

- Cuando piensa en una silla de oficina, ¿cuáles son los elementos que la hacen incómoda?
 - ¿Qué características son esenciales para considerar una silla incómoda?
 - ¿Qué aspectos negativos tiene una silla de oficina?
 - ¿Qué es lo que más le desagrada de una silla de oficina?

4.1.7 Población y muestra

- Método de muestreo: No probabilístico por conveniencia, con un mínimo de 50 participantes, donde la mitad respondió a atributos de comodidad y la otra mitad a atributos de incomodidad. Los participantes fueron convocados por los investigadores que hacen parte del proyecto. Cada uno de ellos convocado de manera voluntaria dentro de las instalaciones de la Universidad Industrial de Santander, perteneciente al personal administrativo de la entidad.
- Criterios de inclusión: Personas de ambos sexos, con experiencia previa en el uso de sillas de oficina durante al menos 6 meses. Deben ser mayores de 18 años y estar dentro del rango de edad de 18 a 62 años, conforme a la etapa productiva según la legislación colombiana. Los participantes deben desempeñarse en entornos laborales de administración u oficinas, con jornadas

EYE TRACKING COMO HERRAMIENTA PARA LA PREDICCIÓN DE ATRIBUTOS DE COMODIDAD EN SILLAS DE OFICINA

laborales de 8 horas en ambientes que impliquen el uso de tecnologías de la información y sillas de oficina equipadas con palancas ajustables, espaldar, asiento y rodachines. Además, es requisito que no presenten dolor relacionado con la postura sedente ni lesiones al momento de realizar la prueba. La población se describe en la Tabla 6, donde el 66.7% de la muestra es de sexo femenino y el 33.3% es masculino.

- Criterios de exclusión: que no cumplan con los criterios de inclusión, presencia de algún tipo de discapacidad, presencia de algún tipo de dolor o lesión que pueda afectar la percepción de comodidad.

Tabla 6 Descripción de la población Etapa 2,

Descripción de la población Etapa 1

Característica	Rango (N=51)	Media (N=51)	SD (N=51)
Edad (años)	19 – 61	29.7	10.84
Estatura (cm)	150 – 187	164.4	7.85
Peso (Kg)	49 – 100	65.5	12.14
Experiencia en oficina (años)	0.5 – 30	6.2	7.42
Horas sentado al día (horas)	4 – 11	6.4	1.77

4.4. ETAPA 3: Comparar estadísticamente los atributos de comodidad

En esta última etapa se partió del resultado de las dos etapas anteriores, se procedió con la asociación de comodidad de los diferentes atributos y posteriormente el análisis estadístico de los resultados. para comparar los datos de las dos fases anteriores como se muestra en la Figura 21.

EYE TRACKING COMO HERRAMIENTA PARA LA PREDICCIÓN DE ATRIBUTOS DE COMODIDAD EN SILLAS DE OFICINA

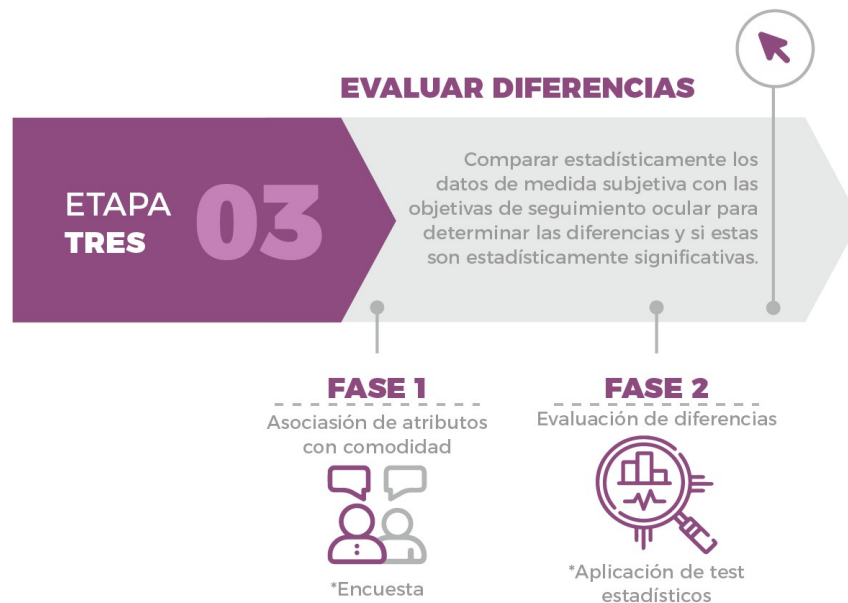


Figura 21 Etapa 3 de la metodología

En la primera fase, se asociaron los atributos obtenidos en las etapas anteriores con la comodidad. Para ello, se utilizó una muestra de $N=70$ participantes para evaluar los atributos en función de su relación con la comodidad. Se generaron dos grupos: el primero, con $N=35$, para métodos subjetivos, y el segundo, con $N=35$, para métodos objetivos. Los participantes eran usuarios que trabajaban en entornos administrativos y de oficina.

Es importante destacar que los participantes de la etapa 3 fueron diferentes a los de las etapas 1 y 2. Para realizar la asociación de los atributos, se elaboraron dos listas: la primera contenía los atributos finales derivados de los métodos subjetivos de la primera etapa, mientras que la segunda incluyó los atributos finales obtenidos de los métodos objetivos en la segunda etapa, como se ilustra en la Figura 22.

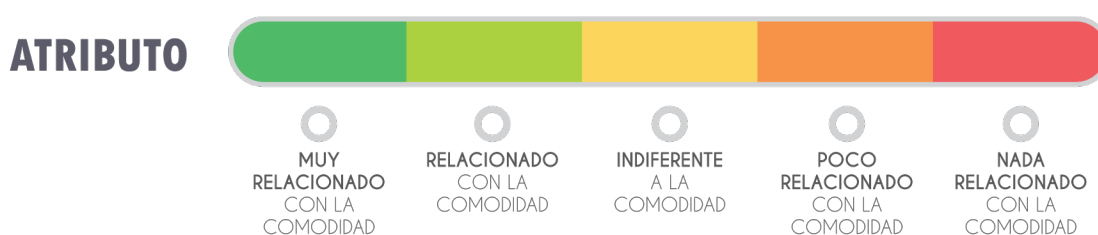
EYE TRACKING COMO HERRAMIENTA PARA LA PREDICCIÓN DE ATRIBUTOS DE COMODIDAD EN SILLAS DE OFICINA



Figura 22 Planteamiento prueba etapa 3. La muestra es diferente a la presentada en las etapas 1 y 2

Para asociar los atributos con la comodidad, se utilizó una herramienta basada en el diferencial semántico (Osgood, 1964). Para ello, se eligió el adjetivo "relación", acompañado de adverbios que indican su intensidad de la siguiente manera: (I) muy relacionado con la comodidad, (II) relacionado con la comodidad, (III) indiferente a la comodidad, (IV) poco relacionado con la comodidad y (V) nada relacionado con la comodidad. A partir de esto, se estableció una escala categórica de cinco puntos, cada uno representando un nivel diferente de relación, para que el participante indique qué tan relacionado considera el atributo en función de la comodidad. Los participantes evaluaron cada uno de los atributos identificados en las etapas anteriores, como se muestra en la Figura 23.

Para cada atributo, marque el nivel de asociación que considera que tiene con la comodidad



EYE TRACKING COMO HERRAMIENTA PARA LA PREDICCIÓN DE ATRIBUTOS DE COMODIDAD EN SILLAS DE OFICINA

Figura 23 Escala de asociación para los atributos

Posteriormente se seleccionaron aquellos atributos que tenían un 70% de relación con comodidad según la herramienta diseñada. Para el posterior análisis estadístico entre los diferentes métodos empleando el test chic cuadrado.

4.1.8 Población y muestra

- Método de muestreo: No probabilístico por conveniencia, con un mínimo de 70 participantes, para evaluar todos los atributos tanto de la etapa 1 y 2. Los participantes fueron convocados por los investigadores que hacen parte del proyecto. Cada uno de ellos convocado de manera voluntaria con trabajos de oficina y administrativos en empresas de la ciudad de Bucaramanga.
 - Criterios de inclusión: Personas de ambos sexos, con experiencia previa en el uso de sillas de oficina durante al menos 6 meses. Deben ser mayores de 18 años y estar dentro del rango de edad de 18 a 62 años, conforme a la etapa productiva según la legislación colombiana. Los participantes deben desempeñarse en entornos laborales de administración u oficinas, con jornadas laborales de 8 horas en ambientes que impliquen el uso de tecnologías de la información y sillas de oficina equipadas con palancas ajustables, espaldar, asiento y rodachines. La población se describe en la Tabla 7
- Descripción de la población etapa 3, donde el 65% de la muestra es de sexo femenino y el 35% es masculino.

EYE TRACKING COMO HERRAMIENTA PARA LA PREDICCIÓN DE ATRIBUTOS DE COMODIDAD EN SILLAS DE OFICINA

- Criterios de exclusión: que no cumplan con los criterios de inclusión, presencia de algún tipo de discapacidad, presencia de algún tipo de dolor o lesión que pueda afectar la percepción de comodidad.

Tabla 7 Descripción de la población etapa 3 Descripción de la población Etapa 1

Característica	Rango (N=74)	Media (N=74)	SD (N=74)
Edad (años)	18 – 62	35	9.08
Estatura (cm)	150 – 189	165	8.03
Peso (Kg)	50 – 123	68	13.65
Experiencia en oficina (años)	1 – 35	9	8.2
Horas sentado al día (horas)	5 – 12	8	1.67

4.1.9 Análisis estadístico

Para el análisis de los datos se empleó el software IBM SPSS Statistics 26, para realizar el análisis descriptivo con el cual se calculó frecuencias absolutas y relativas de las respuestas obtenidas.

Asimismo, para identificar las diferencias significativas entre las medidas subjetivas y objetivas que permiten comprobar la hipótesis de este estudio. Se hizo un análisis a partir de la prueba estadística de Chi-cuadrado para datos no paramétricos, en donde la variable respuesta es de tipo categórico. El nivel de significancia fijado fue del 5% para considerar diferencias estadísticamente significativas ($p < 0.05$).

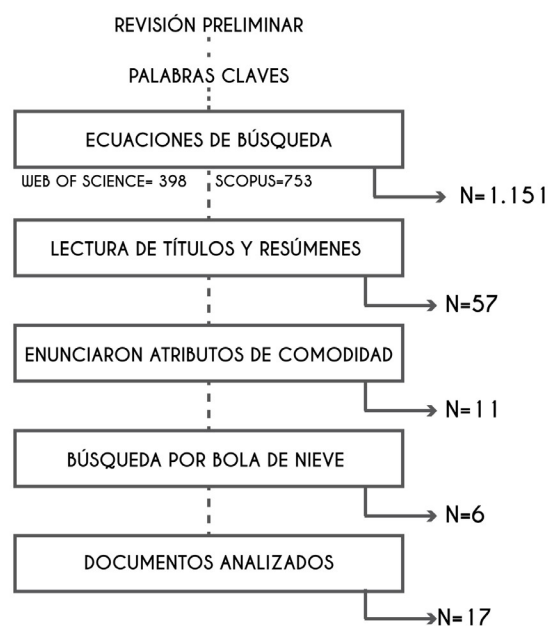
5. RESULTADOS

A continuación, se presentan los resultados según las diferentes etapas ejecutadas en el proyecto de investigación.

5.1 Etapa 1. Identificación de atributos de comodidad / incomodidad por métodos subjetivos

5.1.1 Atributos obtenidos mediante la revisión de la literatura

Se aplicaron las técnicas de búsqueda de literatura en las bases de datos Scopus y Web of Science, donde se identificó un total de 1,151 documentos científicos. De estos, 17 cumplían con los criterios de inclusión establecidos para la revisión bibliográfica, (Figura 24). Estos estudios permitieron identificar y analizar los atributos relacionados con la comodidad en sillas de oficina. En la Tabla 8 se detallan los autores, años, títulos de los documentos y sus respectivos objetos de estudio.



EYE TRACKING COMO HERRAMIENTA PARA LA PREDICCIÓN DE ATRIBUTOS DE COMODIDAD EN SILLAS DE OFICINA

Figura 24 Revisión de la literatura para identificar atributos de comodidad

Tabla 8 Documentos seleccionados de la revisión de la literatura

	Autores	Ref.	Nombre	Objeto de estudio
1	Michiel P. De Looze, Lottie F. M. Kuijt-Evers & Jaap Van Dieën	(De Looze et al., 2003)	Sitting comfort and discomfort and the relationships with objective measures	Sillas de oficina, de automóviles y Asientos en general
2	Martin G Helander	(Helander, 2003)	Forget about ergonomics in chair design? Focus on aesthetics and comfort!	Silla de oficina
3	Peter Vink	(Vink, 2005)	Comfort and design: principles and good practice	Silla de oficina
4	Alexander de Rouvray, JeanFrançois Bassereau, Robert Duchamp, JeanSéraphim Schneider & Sylvie Charbonneau	(de Rouvray et al., 2008)	Perception and Deception: How Quantity and Quality of Sensory Information Affect Users' Perception of Office Chairs	Silla de oficina
5	Hai Bo Yang & Yu Tao Feng	(Yang & Feng, 2012)	Design & Research of people-oriented office chair	Silla de oficina
6	Irene Kamp	(Kamp, 2012)	The influence of car-seat design on its character experience	Silla Automóvil
7	Yang Haibo, Sang Shuguang, & Feng Yutao	(Yang et al., 2013)	Health Office Chair Design Based on Ergonomics	Silla de oficina
8	Carolina Daza Beltrán, Ovidio Rincón Becerra & Martha Helena Saravia	(Daza et al., 2014)	Importancia en la evaluación integral de sillas de oficina	Silla de oficina
9	Carolina Daza Beltrán, Ovidio Rincón Becerra & Martha Helena Saravia	(Beltrán et al., 2015)	Percepción de comodidad en diferentes modelos de espaldares de sillas de oficina	Silla de oficina
10	Roland Zemp, William R. Taylor & Silvio Lorenzetti	(Zemp et al., 2015)	Are pressure measurements effective in the assessment of office chair comfort/discomfort? A review	Sillas de oficina
11	Tugra Erol, Cyriel Diels, James Shippen, Dale Richards & Chris Johnson	(Erol et al., 2016)	How does car seat appearance influence perceived comfort	Silla automóvil
12	Gabriela Penélope Luna Ávila	(Ávila, 2017)	Comparación de la postura, comodidad y la satisfacción entre un asiento dinámico y un asiento ergonómico.	Silla de oficina
13	Neil Mansfield, Alessandro Naddeo, Susanne Frohriep & Peter Vink	(Mansfield et al., 2020)	Integrating and applying models of comfort	Productos en general

EYE TRACKING COMO HERRAMIENTA PARA LA PREDICCIÓN DE ATRIBUTOS DE COMODIDAD EN SILLAS DE OFICINA

14	Tugra Erol, Cyriel Diels, James Shippen & Dale Richards	(Erol et al., 2021)	Which design features differentiate expectations in automotive seating comfort? A mixed methods approach	Silla automóvil
15	Shabila Anjani, Manon K"uhne, Alessandro Naddeo, Susanne Frohriep, Neil Mansfield, Yu Song & Peter Vink	(Anjani et al., 2021)	PCQ: Preferred Comfort Questionnaires for product design	Productos en general
16	Yu (Wolf) Song & Peter Vink	(Vink & song, 2021)	On the objective assessment of comfort	Productos en general
17	Hsiu-Feng Chen & Chih-Yung Tsai	(Chen & Tsai, 2024)	The Impact of School Classroom Chair Depth and Height on Learning Tasks	Sillas de colegio

A partir de los 17 documentos se identificó un total de 166 atributos relacionados con la comodidad en sillas de oficina. Después de eliminar términos duplicados y términos redundantes se consolidó una lista de 50 atributos definitivos asociados con comodidad en silla de oficina como se muestra en la Tabla 9.

Tabla 9 Atributos de comodidad encontrados en la literatura

ATRIBUTOS ASOCIADOS CON COMODIDAD

1	Altura del respaldo	26	Apoyo natural a la columna
2	Diseño redondeado/orgánico	27	Contorno del asiento
3	Diseño cuadrado/geométrico	28	Ajuste del asiento (altura, profundidad)
4	Cantidad de palancas y controles	29	Reposabrazos ajustables
5	Espacio entre respaldo y asiento	30	Distribución de peso
6	Material del respaldo/asiento (textil, metal)	31	Estabilidad y control de movimiento
7	Reposacabezas	32	Distribución de presión en asiento y respaldo
8	Respaldo articulado	33	Espuma del asiento y respaldo
9	Perfil sofisticado	34	Base giratoria
10	Línea recta en el diseño	35	Forma cóncava (horizontal) y convexa (vertical)
11	Color	36	Mecanismo de inclinación
12	Detalles en reposabrazos (agujeros, diseño)	37	Soporte regulable en distintas zonas de la espalda
13	Nivel de rigidez y suavidad del asiento	38	Usabilidad del mecanismo de ajuste
14	Atractivo visual	39	Área de contacto
15	Percepción de lujo y calidad	40	Material y acolchado
16	Diseño espacioso	41	Dinamismo del asiento
17	Postura natural	42	Suavidad y frescura al contacto
18	Curvatura ergonómica	43	Calidad percibida
19	Soporte lumbar	44	Relajante

EYE TRACKING COMO HERRAMIENTA PARA LA PREDICCIÓN DE ATRIBUTOS DE COMODIDAD EN SILLAS DE OFICINA

- | | | | |
|----|---|----|--|
| 20 | Ajustabilidad (incluye varias áreas ajustables) | 45 | Atributos psicológicos y fisiológicos de comodidad |
| 21 | Movimiento suave y cambios de posición en respaldo | 46 | Adaptabilidad a la postura del usuario |
| 22 | Altura de la silla | 47 | Facilidad de ajuste y operación |
| 23 | Inclinación del respaldo | 48 | Cojín adecuado |
| 24 | Ángulos de superficie | 49 | Controles de altura e inclinación |
| 25 | Propiedades del material (transpirabilidad, regulación) | 50 | Soporte adecuado en espalda y lumbar de calor, absorción de humedad) |
-

EYE TRACKING COMO HERRAMIENTA PARA LA PREDICCIÓN DE ATRIBUTOS DE COMODIDAD EN SILLAS DE OFICINA

5.1.2 Atributo de comodidad por métodos subjetivos a través de entrevista semiestructura

Para la recolección de datos mediante el método subjetivo, se contó con una muestra total de 52 participantes, todos los cuales cumplían con los criterios de inclusión. La muestra presentó un promedio de edad de 37 años ($SD = 10.55$), con un 73 % de mujeres y un 27 % de hombres, una estatura promedio de 163.76 cm ($SD = 8.24$) y un peso promedio de 67.73 kg ($SD = 13.1$). Además, los participantes tenían una experiencia laboral promedio de 12.41 años ($SD = 9.17$) y permanecían sentados en promedio 7.53 horas al día ($SD = 1.4$). La descripción detallada de la población se encuentra en la Tabla 4.

Por otro lado, la distribución del nivel educativo de la población se presenta en la Figura 25, donde los porcentajes más altos corresponden a tecnología, personas con estudios de especialización y profesionales.

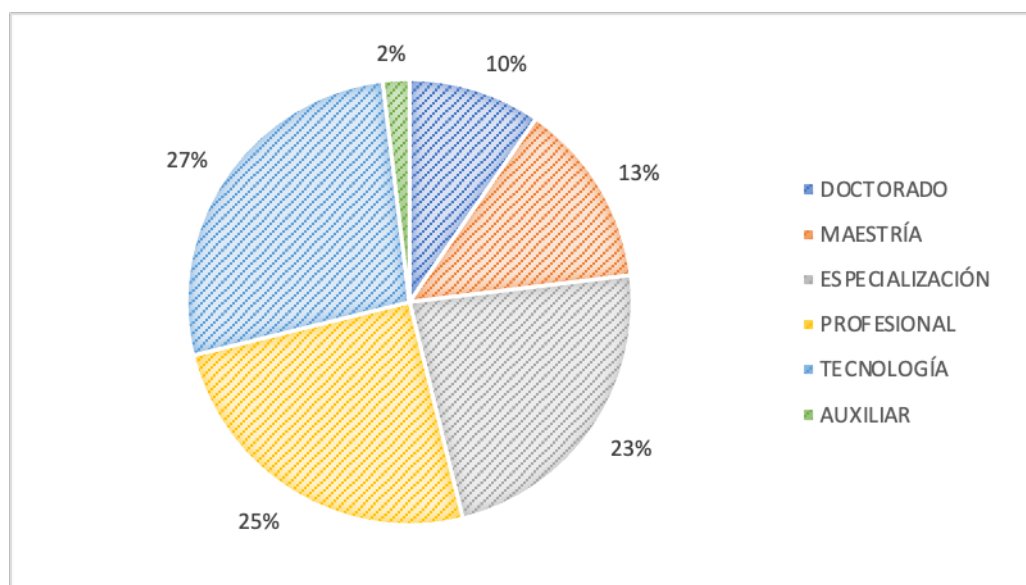


Figura 25 Caracterización de la población por nivel educativo. Etapa 1

EYE TRACKING COMO HERRAMIENTA PARA LA PREDICCIÓN DE ATRIBUTOS DE COMODIDAD EN SILLAS DE OFICINA

A partir de las entrevistas semiestructuradas, se analizaron e interpretaron las percepciones de los usuarios sobre los atributos de las sillas de oficina que asociaban con comodidad e incomodidad, según el grupo al que pertenecían. Se obtuvo un total de 684 respuestas, distribuidas en dos tratamientos (Estimulo individual – Estimulo parejas), como se muestra en la Figura 26 y Tabla 10 (se marcan en amarillo los valores más relevantes).

El primer tratamiento, con 388 respuestas, correspondió a la representación imaginaria de una silla de oficina y a la evaluación individual de las sillas previamente seleccionadas. El segundo tratamiento, con 298 respuestas, correspondió a la comparación entre dos sillas diferentes, distribuidas en seis grupos.

Estas respuestas se clasificaron según las partes específicas de la silla, como el espaldar, asiento, base, apoyabrazos, apoyacabezas, apoyapiés y aspectos generales, identificados cada uno con un color. De estas, el espaldar (45 %) y los aspectos generales (23 %) fueron los atributos que reportaron mayor frecuencia de menciones, como se observa en la Figura 27.

EYE TRACKING COMO HERRAMIENTA PARA LA PREDICCIÓN DE ATRIBUTOS DE COMODIDAD EN SILLAS DE OFICINA

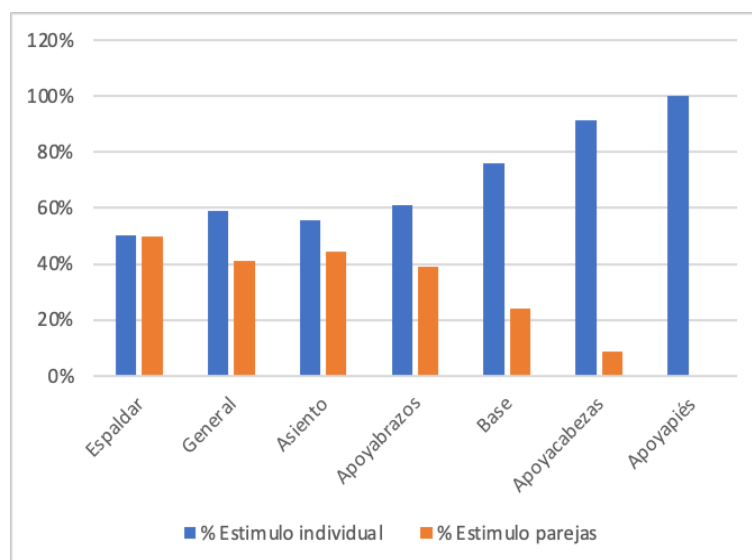


Figura 26 Gráfico representativo de la cantidad de respuestas divididos en partes de la silla. Métodos subjetivos

Tabla 10 Atributos relacionados con la comodidad en dos tratamientos: % E. Individual y % E. Parejas. Métodos subjetivos

Parte	cantidad total	% total	% E. Individual	% E. Parejas
Espaldar	308	45%	50%	50%
General	154	23%	59%	41%
Asiento	92	13%	55%	45%
Apoyabrazos	77	11%	61%	39%
Base	25	4%	76%	24%
Apoyacabezas	23	3%	91%	9%
Apoyapiés	4	1%	100%	0%

EYE TRACKING COMO HERRAMIENTA PARA LA PREDICCIÓN DE ATRIBUTOS DE COMODIDAD EN SILLAS DE OFICINA

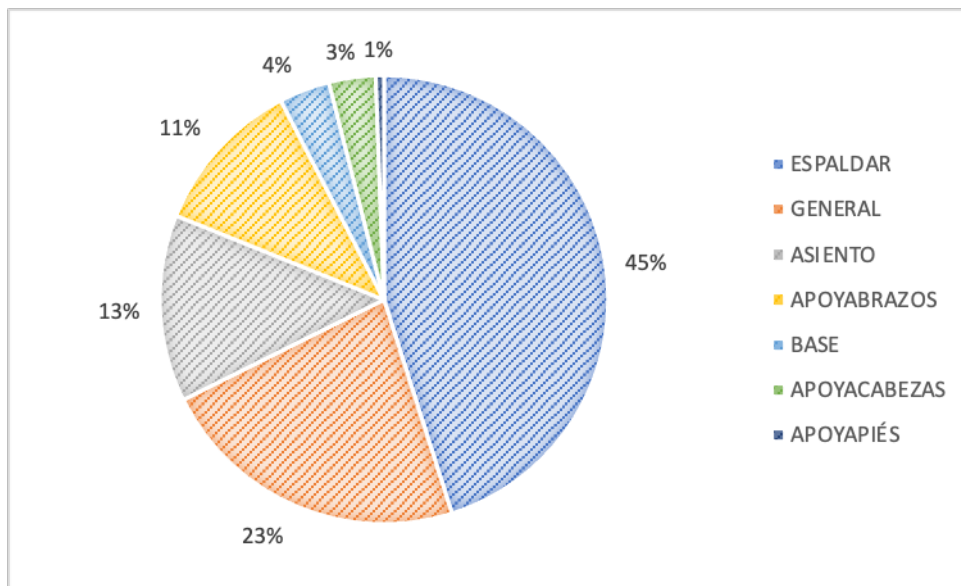


Figura 27 Atributos totales por parte de la silla. Métodos subjetivos

Luego de agrupar y traducir las respuestas en atributos concretos de la silla o generales, así como identificar coincidencias en términos de significado o relación, se consolidó una lista final de 86 atributos (Anexos). Esta lista integra los atributos mencionados en los diferentes tratamientos del experimento, abarcando tanto percepciones positivas (comodidad) como negativas (incomodidad), mostrando las frecuencias de mención para cada atributo.

El atributo con mayor mención fue el del asiento: "*Que el asiento tenga acolchonado*", con un 8 % de representación. Le siguieron el espaldar: "*Debe tener una curvatura en la zona de la espalda baja*", y, en tercer lugar, la característica general: "*La silla debe contar con ajuste de altura*". Estos dos últimos atributos tuvieron un 6 % de representación entre los encuestados, respectivamente.

En el Anexo se presenta un análisis de los atributos según la cantidad de participantes que mencionaron cada uno. El atributo 23, relacionado con el acolchado

EYE TRACKING COMO HERRAMIENTA PARA LA PREDICCIÓN DE ATRIBUTOS DE COMODIDAD EN SILLAS DE OFICINA

del asiento, fue mencionado por el 63 % de los participantes, siendo el más destacado. En segundo lugar, el atributo 35, relacionado con aspectos generales, obtuvo una frecuencia del 60 %, y el atributo 59, asociado al espaldar, fue mencionado por el 52 % de los participantes

Posteriormente, se realizó un filtrado de los atributos basado en las frecuencias tanto de menciones como de participantes, considerando únicamente aquellos con una representación superior a 10 menciones según lo establecido en la metodología, y un mínimo de un atributo por AOI. Este proceso resultó en una lista final compuesta por 33 atributos. El atributo con mayor frecuencia de participantes fue el 11 (Tabla 11), mencionado por el 63 % y con una frecuencia de menciones del 8 %. Le siguió el atributo 13, con un 60 % en frecuencia de participantes y un 6 % en frecuencia de menciones. Los demás atributos se ubicaron en un rango de frecuencias de participantes del 6 % al 44 % y una frecuencia de menciones del 1 % al 5 % Tabla 11.

En sus columnas se detallan las partes de la silla, los atributos relacionados con estas, la frecuencia de participantes y la frecuencia de menciones obtenidas durante las entrevistas. Los datos con los porcentajes más altos, tanto en frecuencia de participantes como en frecuencia de menciones, están resaltados en color amarillo.

Tabla 11 Atributos finales luego de la depuración de los datos. Métodos subjetivos

Atributos finales – Métodos subjetivos				
Parte de la silla	Atributo		% frecuencias participantes	% frecuencia menciones
Apoyabrazos	1	Con apoyabrazos	38%	4%

EYE TRACKING COMO HERRAMIENTA PARA LA PREDICCIÓN DE ATRIBUTOS DE COMODIDAD EN SILLAS DE OFICINA

Apoyabrazos	2	Ajuste de altura en los apoyabrazos	44%	5%
Apoyabrazos	3	Apoyabrazos acolchonados	15%	1%
Apoyabrazos	4	No tiene apoyabrazos	10%	1%
Apoyacabezas	5	Con apoya cabeza	23%	2%
Apoyacabezas	6	No tiene apoya cabeza	12%	1%
Apoyacabezas	7	Ajuste en él apoya cabeza	6%	0%
Apoyapiés	8	Con apoyapiés	6%	0%
Base	9	Con rodachinas	19%	1%
Base	10	Con una base estable	10%	1%
Asiento	11	Asiento acolchonado	63%	8%
Asiento	12	Asiento apropiado	21%	2%
General	13	Ajuste de altura	60%	6%
General	14	Materiales que no acumulan calor y permiten la transpirabilidad	35%	5%
General	15	Con acolchonado	31%	3%
General	16	Una estructura estable	15%	1%
General	17	Una superficie suave	15%	1%
Espaldar	18	Presenta una curvatura en la zona del espaldar inferior	52%	6%
Espaldar	19	Altura de espaldar hasta los hombros	42%	5%
Espaldar	20	Inclinación de respaldo moderada, sin ser excesiva	37%	5%
Espaldar	21	Soporte en la zona lumbar adecuado	44%	5%
Espaldar	22	Soporte adecuado para toda la espalda	40%	4%
Espaldar	23	Sin espacios entre el asiento y el respaldo	23%	3%
Espaldar	24	Ancho de espaldar adecuado	27%	2%
Espaldar	25	Espaldar con acolchonado	21%	2%

EYE TRACKING COMO HERRAMIENTA PARA LA PREDICCIÓN DE ATRIBUTOS DE COMODIDAD EN SILLAS DE OFICINA

Espaldar	26	Espaldar recto, con una inclinación de casi 90 grados	23%	2%
Espaldar	27	Ajustar la inclinación del espaldar	23%	2%
Espaldar	28	No debe tener una curvatura lumbar pronunciada	13%	2%
Espaldar	29	Espaldar con dimensiones adecuadas	15%	1%
Espaldar	30	Espaldar que cubre toda la espalda	12%	1%
Espaldar	31	Espaldar de malla	13%	1%
Espaldar	32	Espaldar flexible	10%	1%
Espaldar	33	Acolchado adicional en la zona lumbar	10%	1%

Finalmente, la depuración de los datos resultó en una lista de 33 atributos, resumidos en la Tabla 12. El porcentaje total con mayor representación correspondió a los atributos relacionados con el espaldar de la silla, con un 48 %, seguido de los atributos generales, con un 15 %, y, finalmente, los relacionados con los apoyabrazos, con un 12 % (Figura 28).

Tabla 12 Gráfico por zonas de interés de los atributos finales. Métodos subjetivos

Atributos finales por partes		
Parte	Cantidad total	% total
Espaldar	16	48%
General	5	15%
Asiento	2	6%
Apoyabrazos	4	12%
Base	2	6%

EYE TRACKING COMO HERRAMIENTA PARA LA PREDICCIÓN DE ATRIBUTOS DE COMODIDAD EN SILLAS DE OFICINA

Apoyacabezas	3	9%
Apoyapiés	1	3%
Total	33	100%

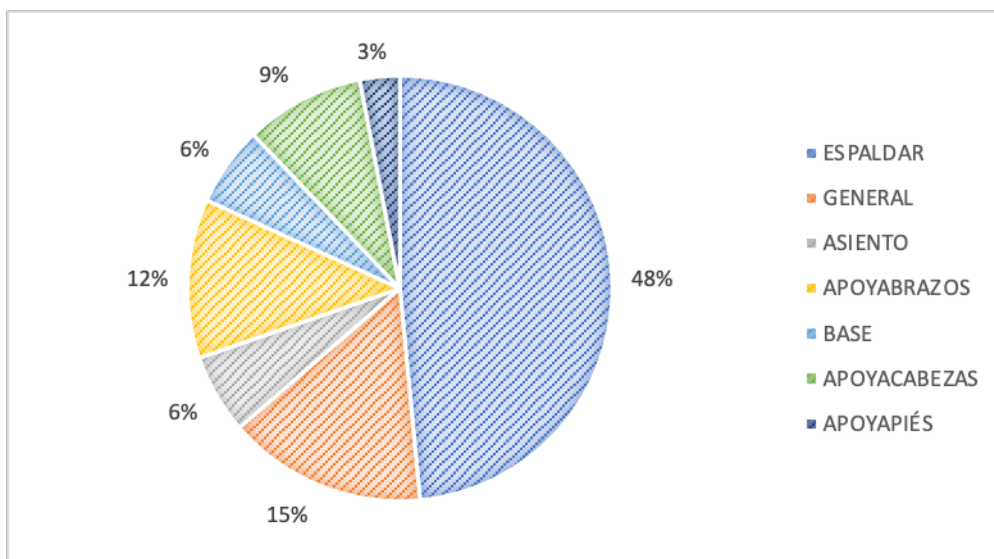


Figura 28 Gráfico de atributos finales escogidos por los participantes. Métodos subjetivos

5.2 Etapa 2. Identificación de atributos de comodidad / incomodidad por métodos objetivos

La recolección de datos se llevó a cabo con el personal administrativo de la Universidad Industrial de Santander. La muestra estuvo conformada por 50 individuos diferentes a los de la etapa uno, todos ellos cumpliendo con los criterios de inclusión establecidos.

La descripción general de la población se presenta en la Tabla 6, La muestra tuvo un promedio de edad de 29.7 años (SD = 10.84), con un 66.7 % de mujeres y un 33.3 % de hombres. La estatura promedio fue de 164.4 cm (SD = 7.85), el peso promedio de

EYE TRACKING COMO HERRAMIENTA PARA LA PREDICCIÓN DE ATRIBUTOS DE COMODIDAD EN SILLAS DE OFICINA

65.5 kg (SD = 12.14), la experiencia laboral promedio de 6.2 años (SD = 7.42) y el promedio de horas sentado al día de 7.4 horas (SD = 1.7).

La distribución del nivel educativo de la población se presenta en la Figura 29, donde los porcentajes más altos corresponden a auxiliares, personas con estudios de tecnología y profesionales.

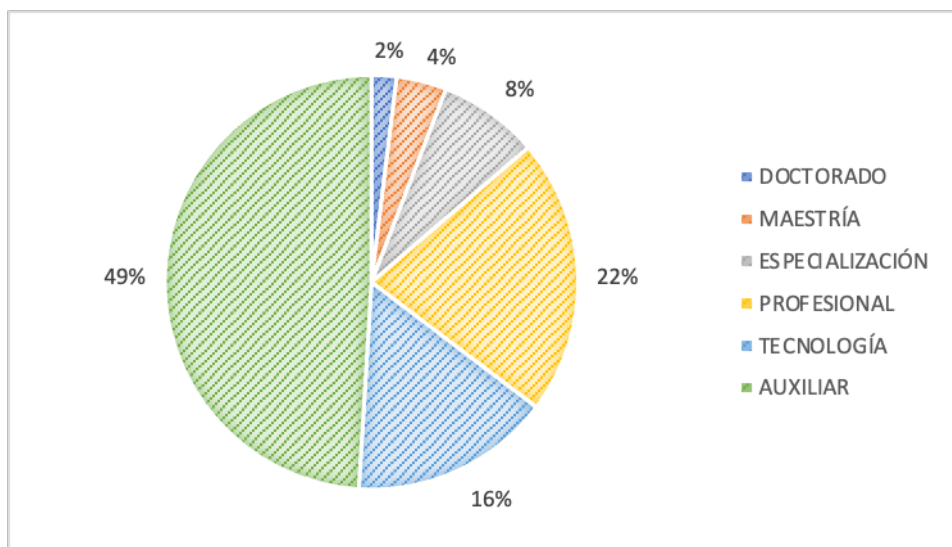


Figura 29 Caracterización de la población por nivel educativo. Etapa 2

5.2.1 Análisis de datos del seguimiento ocular

Se recopilaron aproximadamente 1,120 datos por participante para cada una de las variables, con una frecuencia de registro de 60 a 120 mediciones por segundo mediante el uso de seguimiento ocular. El análisis se centró en las Áreas de Interés (AOI) y consideró las siguientes métricas:

- **Permanencia:** Tiempo total que el participante dedicó a observar cada AOI.

EYE TRACKING COMO HERRAMIENTA PARA LA PREDICCIÓN DE ATRIBUTOS DE COMODIDAD EN SILLAS DE OFICINA

- **Revisitas:** Número de veces que el participante regresó a una AOI después de haber dirigido su mirada a otra.
- **Fijaciones:** Total de fijaciones registradas en cada AOI.
- **Orden:** Secuencia en la que el participante visualizó cada AOI.

Los resultados del análisis se organizaron para los dos subgrupos: comodidad e incomodidad, y se presentan a continuación

5.2.1.1 *Comodidad*

El análisis de los resultados de seguimiento ocular se llevó a cabo utilizando el software BeGaze. Cada estímulo presentado fue vinculado con los datos generados por el programa, lo que permitió obtener representaciones gráficas detalladas. En la Figura 30 presenta un ejemplo de estos resultados, que incluye: el estímulo evaluado (silla A) en términos de comodidad, un mapa de sacadas y fijaciones que detalla los patrones de movimiento ocular registrados durante la interacción para cada participante, y un mapa de calor que muestra la intensidad y distribución de la interacción visual de los participantes.

Estos gráficos permiten interpretar los puntos de mayor interés visual, identificar las áreas que fueron ignoradas y analizar los movimientos oculares característicos en respuesta a los estímulos evaluados.

EYE TRACKING COMO HERRAMIENTA PARA LA PREDICCIÓN DE ATRIBUTOS DE COMODIDAD EN SILLAS DE OFICINA



Figura 30 Representación gráfica del seguimiento ocular del primer estímulo A (comodidad). De izquierda a derecha: A. modelo de silla sin interacción. B. Mapa de sacadas y fijaciones, donde los círculos más grandes indican las áreas con mayor tiempo de observación por parte de un único participante. C. Mapa de calor que refleja la suma total de interacciones visuales para toda la muestra, destacando las áreas con mayor atención acumulada.

En la Figura 31, se presentan los datos recolectados durante la interacción libre del participante al reconocer el estímulo, generando la representación gráfica correspondiente. Para el mapa de fijaciones y sacadas, se utilizó al mismo participante en ambos tratamientos: comodidad y libre.



EYE TRACKING COMO HERRAMIENTA PARA LA PREDICCIÓN DE ATRIBUTOS DE COMODIDAD EN SILLAS DE OFICINA

Figura 31 Representación gráfica del seguimiento ocular del primer estímulo A (Interacción libre). De izquierda a derecha: A. modelo de silla sin interacción. B. Mapa de sacadas y fijaciones, donde los círculos más grandes indican las áreas con mayor tiempo de observación por parte de un único participante. C. Mapa de calor que refleja la suma total de interacciones visuales para toda la muestra, destacando las áreas con mayor atención acumulada.

En el primer análisis estadístico se encontraron diferencias significativas entre la interacción libre y la interacción bajo el concepto de comodidad para el mismo estímulo. Para ello, se analizaron tres variables dependientes: tiempo de permanencia, revisitas y fijaciones, considerando cada una de las sillas evaluadas (A, B, C, D y E). En la Tabla 13, se presentan los resultados de la estadística descriptiva para las diferentes sillas en ambas condiciones.

Al comparar el tratamiento de comodidad con el tratamiento libre, se observó que, en el caso de la silla A, los participantes mostraron un promedio más alto en el número de fijaciones y revisitas en el tratamiento de comodidad. Este mismo comportamiento se replicó para las sillas B, C, D y E.

Tabla 13 Comparación de estadística descriptiva en los tratamientos comodidad (amarillo) y libre (verde). Las Revisitas hacen referencia a la re observación de una zona de interés. y el # de fijación al tiempo de observación de una zona de interés.

SILLA A						
	Comodidad (1)			Libre (2)		
	Tiempo de permanencia (ms)	Re Visitas	# de fijación	Tiempo de permanencia (ms)	Re Visitas	# de fijación
Promedio	2192,81	2,76	6.10	1038,1	0,98	2.94
Mediana	1481	2	5	799	1	2
SD	1932,35	2,38	4.86	824,57	1,12	2.11
Mínimo	149,8	0	1	83,2	0	1
Máximo	9301,7	10	24	3560,9	6	10
SILLA B						

EYE TRACKING COMO HERRAMIENTA PARA LA PREDICCIÓN DE ATRIBUTOS DE COMODIDAD EN SILLAS DE OFICINA

	Comodidad (1)			Libre (2)		
	Tiempo de permanencia (ms)	Re Visitas	# de fijación	Tiempo de permanencia (ms)	Re Visitas	# de fijación
Promedio	2149.89	3.04	6.19	951.61	0.8	2.59
Mediana	1813.85	3	5	798.7	1	2
SD	1718.89	2.4	4.72	759.55	0.892	1.6
Mínimo	66.6	0	1	116.4	0	1
Máximo	7271.8	10	25	4659.2	4	8
SILLA C						
	Comodidad (1)			Libre (2)		
	Tiempo de permanencia (ms)	Re Visitas	# de fijación	Tiempo de permanencia (ms)	Re Visitas	# de fijación
Promedio	2872.24	3.83	8.27	1615.85	1.33	4.31
Mediana	2113.2	3	6	1398.1	1	4
SD	2429.99	3.23	6.64	1198.86	1.18	2.98
Mínimo	83.4	0	1	133.1	0	1
Máximo	9185.2	15	29	5407.6	5	14
SILLA D						
	Comodidad (1)			Libre (2)		
	Tiempo de permanencia (ms)	Re visitas	# de fijación	Tiempo de permanencia (ms)	Re visitas	# de fijación
Promedio	2283.91	2.93	6.52	1226.13	0.83	2.88
Mediana	1397.7	2	5	748.9	1	2
SD	2143.24	2.36	5.58	1115.92	0.943	1.83
Mínimo	83	0	1	100.1	0	1
Máximo	8702.8	10	32	5874.1	4	11
SILLA E						
	Comodidad (1)			Libre (2)		
	Tiempo de permanencia (ms)	Re visitas	# de fijación	Tiempo de permanencia (ms)	Re visitas	# de fijación
Promedio	2587.47	3.95	7.78	1154.53	1.12	3.01
Mediana	1847	3	6	898.7	1	2
SD	2144.38	3.48	6.16	893.55	1.08	2.07

EYE TRACKING COMO HERRAMIENTA PARA LA PREDICCIÓN DE ATRIBUTOS DE COMODIDAD EN SILLAS DE OFICINA

Mínimo	83.2	0	1	116.5	0	1
Máximo	9185.6	17	30	3710.6	5	10

En relación con los gráficos de distribución de cajas y bigotes para los dos tratamientos, se observó el mismo patrón descrito en la Tabla 13. En la Figura 32 se presenta el gráfico correspondiente a la silla A, donde se aprecia una distribución de los datos con rangos de mayor amplitud, así como los valores atípicos presentes en la muestra.

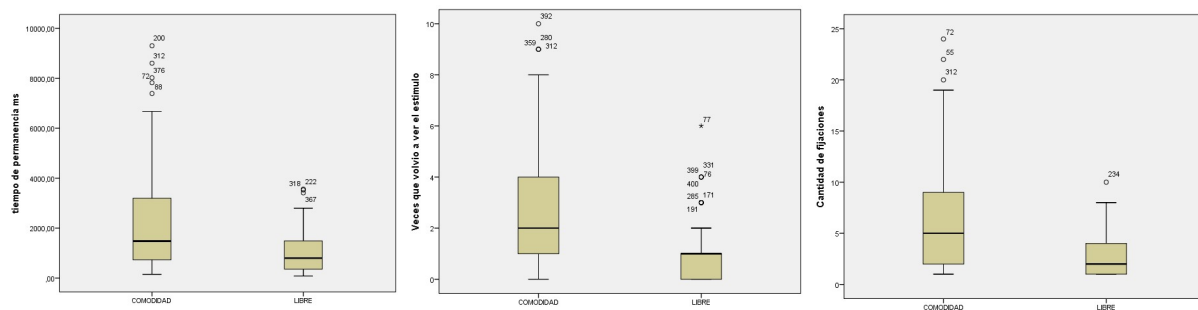


Figura 32 Gráfico de distribución de cajas y bigotes Silla A, para los tratamientos comodidad / libre. De izquierda a derecha A. permanencia, B. revisitas y C. fijaciones.

Posteriormente, se realizó un test de normalidad utilizando la prueba KolmogorovSmirnov (KS), cuyos resultados se determinaron considerando el tamaño de la muestra y la recolección de los datos. En todas las sillas evaluadas, el valor de p fue igual a 0.000, indicando que los datos no siguen una distribución normal. Para información más detallada ver anexos.

Debido a esto, se optó por utilizar pruebas no paramétricas, seleccionando el test de Kruskal-Wallis, que permite un análisis multivariable para determinar si existen diferencias estadísticamente significativas entre los datos obtenidos bajo las condiciones

EYE TRACKING COMO HERRAMIENTA PARA LA PREDICCIÓN DE ATRIBUTOS DE COMODIDAD EN SILLAS DE OFICINA

de interacción libre y la interacción basada en comodidad. Los resultados del test Kruskal-Wallis para cada una de las sillas se presentan en la Tabla 14.

El análisis mostró que el p valor fue menor a 0.05 para cada una de las variables dependientes en las sillas A, B, C y D, lo que indica diferencias significativas en la forma en que se observa el estímulo entre la interacción libre y la interacción basada en comodidad. En el caso de la silla E, se encontraron diferencias estadísticas en tres de las cuatro variables analizadas, siendo "orden" la única variable que no presentó diferencias significativas con un valor de $p=0.253$ (Tabla 14).

Tabla 14 resultados del test de Kruskal-Wallis Comodidad / Libre. De amarillo se señala la silla que dio un valor de p mayor a 0.05.

Kruskal Wallis – Comodidad / Libre				
	# de fijaciones	Revisitas	permanencia (ms)	Orden
A (Sig.)	0,0	0,0	0,0	0,034
B (Sig.)	0,0	0,0	0,0	0,039
C (Sig.)	0,0	0,0	0,0	0,009
D (Sig.)	0,0	0,0	0,0	0,001
E (Sig.)	0,0	0,0	0,0	0,253

Una vez identificadas las diferencias significativas entre las condiciones, se procedió a un análisis estadístico adicional para determinar si existían diferencias entre las sillas bajo el tratamiento de comodidad. En la Tabla 13 se presenta la estadística descriptiva para la condición de comodidad, desglosada para cada una de las sillas.

EYE TRACKING COMO HERRAMIENTA PARA LA PREDICCIÓN DE ATRIBUTOS DE COMODIDAD EN SILLAS DE OFICINA

Adicionalmente, en la Figura 33 se muestran los gráficos de caja y bigotes con la distribución de los datos para cada una de las sillas y para cada una de las variables dependientes.

Estos gráficos ilustran los valores atípicos, así como los rangos para cada una de las sillas.

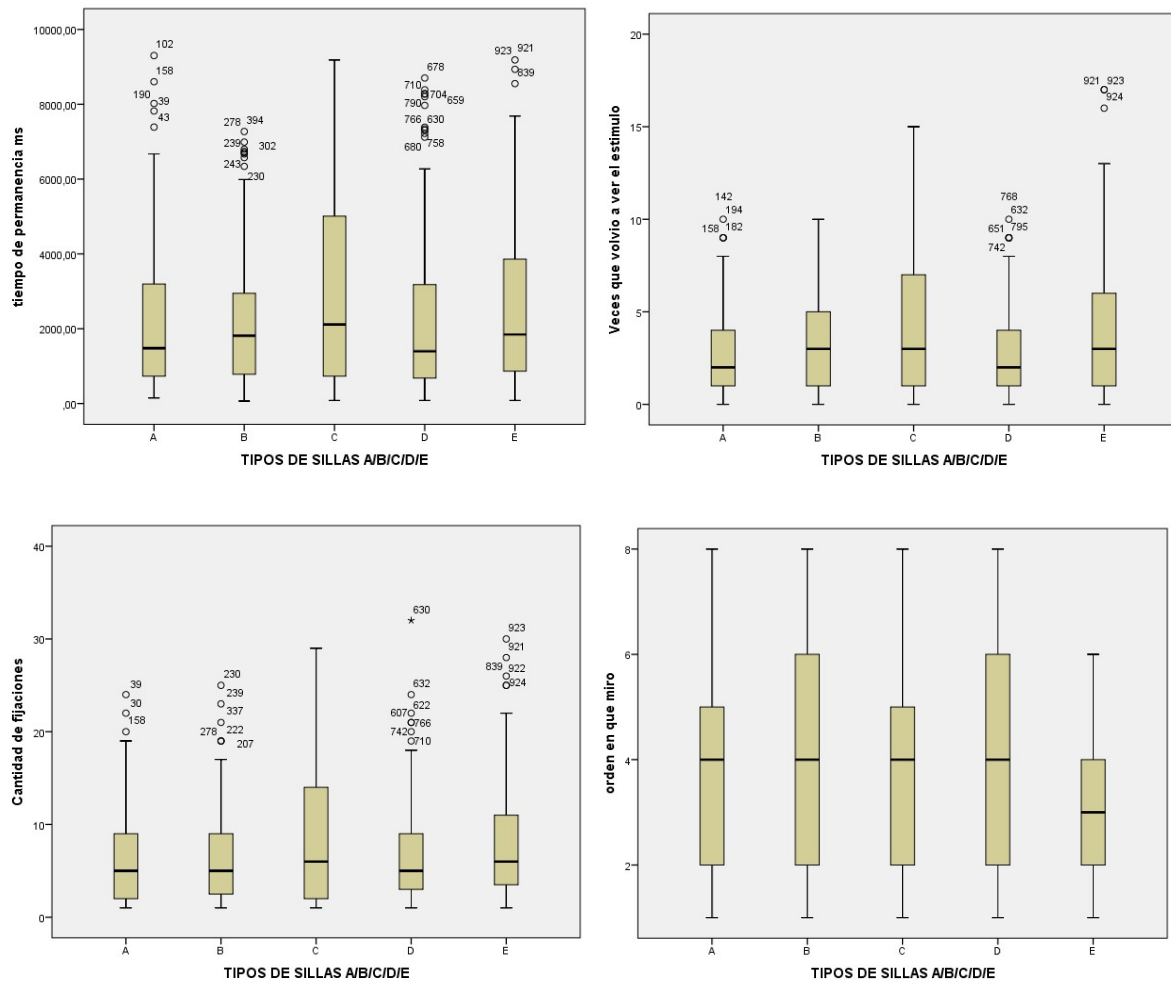


Figura 33 Gráfico de distribución de cajas y bigotes Silla para el tratamiento de comodidad. De izquierda a derecha A. permanencia, B. revisitas, C. fijaciones y D. orden.

Posteriormente, se realizó un test de normalidad para la muestra bajo la condición de comodidad, utilizando nuevamente la prueba de Kolmogorov-Smirnov (ver anexos).

Los resultados mostraron que el valor de p fue igual a 0 para todas las sillas, lo que

EYE TRACKING COMO HERRAMIENTA PARA LA PREDICCIÓN DE ATRIBUTOS DE COMODIDAD EN SILLAS DE OFICINA

indicó que los datos no siguen una distribución normal. En consecuencia, se optó por utilizar pruebas no paramétricas, aplicando el test de Kruskal-Wallis para evaluar las diferencias significativas. Este análisis se realizó únicamente con los datos de las sillas A, B, C y D, ya que para la silla E no se encontraron diferencias significativas en una de sus variables al compararse con la interacción libre. Los resultados obtenidos se presentan en la Tabla 15.

El valor de p para las sillas A, B, C y D fue superior a 0.05 en tres de las cuatro variables dependientes (número de fijaciones, tiempo de permanencia y orden de observación de la AOI), lo que sugiere que no existen diferencias significativas en estos aspectos.

Además, se realizaron pruebas estadísticas agrupando los datos por pares de sillas para identificar posibles diferencias. En la Tabla 15 se presentan las diferencias significativas en las revisitas, con un valor de $p=0.048$ para todas las sillas, así como en la cantidad de revisitas entre las sillas C/D, y en la cantidad de fijaciones entre las sillas A/C y B/C.

Tabla 15 resultados del test de Kruskal-Wallis Comodidad. De amarillo se señala la silla que dio un valor de p mayor a 0.05.

Kruskal Wallis – Comodidad en sillas				
	# d : fijaciones	Revisitas	permanencia (ms)	Orden
A, B, C, D	0,077	0,048	0,162	0,563
A/B	,707	,271	,770	,244

EYE TRACKING COMO HERRAMIENTA PARA LA PREDICCIÓN DE ATRIBUTOS DE COMODIDAD EN SILLAS DE OFICINA

A/C	,022	,010	,060	,755
A/D	,802	,432	,943	,278
B/C	,032	,075	,068	,370
B/D	,957	,687	,718	,928
C/D	,056	,042	,071	,415

A continuación, se llevó a cabo un análisis estadístico por AOI (áreas de interés), considerando las siguientes: asiento, base, fondo blanco, brazo derecho, brazo izquierdo, espaldar bajo, espaldar superior y soportes del espaldar, utilizando los datos del tratamiento de comodidad. En la AOI denominada "fondo blanco" se incluyen los datos correspondientes al fondo blanco común a todas las sillas del estímulo

Inicialmente, se realizó el análisis estadístico descriptivo, cuyos resultados se presentan en la Tabla 16. En los datos obtenidos, se observó que el espaldar bajo tiene un promedio de 2.85 y el soporte del espaldar alcanzan un promedio de 3.23 en la variable "orden de visualización de las AOI". Además, se encontró que estas áreas presentan un mayor tiempo de permanencia, visitas y fijaciones.

Tabla 16 Comparación de estadística descriptiva del tratamiento de comodidad por AOI (Asiento, base, blanco, brazo derecho, brazo izquierdo, espaldar bajo, espaldar superior, soporte espaldar). En amarillo se marcan los valores para espaldar bajo y soporte espaldar

Orden

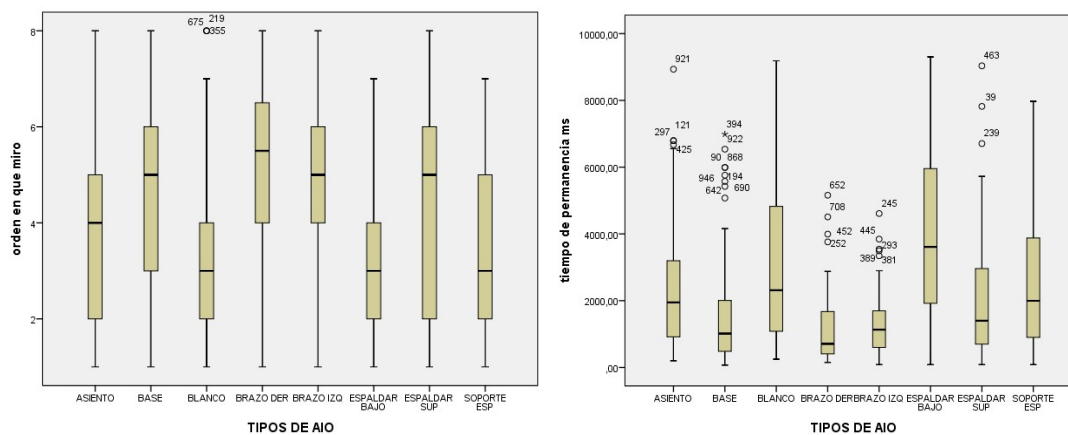
EYE TRACKING COMO HERRAMIENTA PARA LA PREDICCIÓN DE ATRIBUTOS DE COMODIDAD EN SILLAS DE OFICINA

	Promedio	Mediana	SD	Mínimo	Máximo
ASIENTO	3.77	4	1.84	1	8
BASE	4.38	5	2.1	1	8
BLANCO	3.26	3	1.82	1	8
BRAZO DER	5	5.5	2.11	1	8
BRAZO IZQ	4.74	5	1.91	1	8
ESPALDAR BAJO	2.85	3	1.43	1	7
ESPALDAR SUP	4.2	5	2.34	1	8
SOPORTE ESP	3.23	3	1.76	1	7
Tiempo de permanencia (ms)					
	Promedio	Mediana	SD	Mínimo	Máximo
ASIENTO	2351.58	1946.7	1723.93	199.7	8934.7
BASE	1556.46	1015.15	1573.39	66.6	6989
BLANCO	3125.61	2313.3	2399.08	249	9185.6
BRAZO DER	1142.09	707.2	1123.23	149.8	5159
BRAZO IZQ	1339.22	1131	982.66	83.2	4609.4
ESPALDAR BAJO	3919.48	3611.2	2479.71	83.2	9301.7
ESPALDAR SUP	2091.91	1397.7	1911.99	83	9035.3
SOPORTE ESP	2490.62	1996.6	1913.02	83.4	7970.6
Revisitas					
	Promedio	Mediana	SD	Mínimo	Máximo
ASIENTO	3.23	3	2.6	0	17
BASE	2.15	2	2.33	0	13
BLANCO	4.47	4	3.09	0	17
BRAZO DER	1.88	1	2.18	0	8
BRAZO IZQ	1.93	2	1.52	0	6
ESPALDAR BAJO	4.73	5	2.9	0	16
ESPALDAR SUP	2.4	2	2.4	0	9
SOPORTE ESP	3.76	3	2.82	0	11

EYE TRACKING COMO HERRAMIENTA PARA LA PREDICCIÓN DE ATRIBUTOS DE COMODIDAD EN SILLAS DE OFICINA

# de fijación					
	Promedio	Mediana	SD	Mínimo	Máximo
ASIENTO	6.68	6	4.7	1	28
BASE	4.85	3.5	4.46	1	25
BLANCO	9.14	8	6.49	1	30
BRAZO DER	3.72	3	3.13	1	15
BRAZO IZQ	3.77	3	2.66	1	12
ESPALDAR BAJO	10.96	11	6.64	1	32
ESPALDAR SUP	5.91	4	5.3	1	24
SOPORTE ESP	7.01	6	4.9	1	24

Adicionalmente, en la Figura 34 se presentan los gráficos de distribución de datos en cajas y bigotes, donde se muestran las cuatro variables dependientes en función de las AOI. En estos gráficos, se observa que el espaldar bajo y el soporte del espaldar concentran la mayor cantidad de datos, destacándose en comparación con las otras áreas de interés.



EYE TRACKING COMO HERRAMIENTA PARA LA PREDICCIÓN DE ATRIBUTOS DE COMODIDAD EN SILLAS DE OFICINA

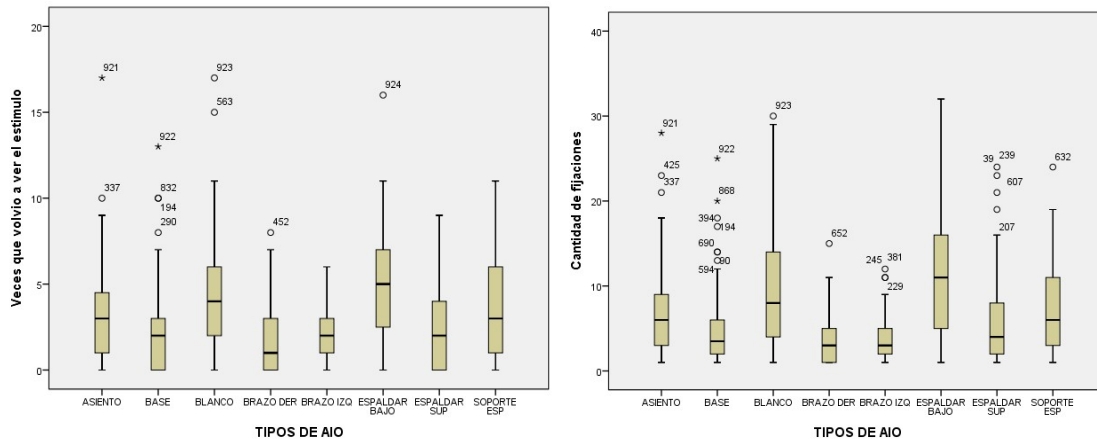


Figura 34 Gráfico de distribución de cajas y bigotes para el tratamiento de comodidad Y AOI. De izquierda a derecha A. orden, B. permanencia, C. revisitas Y D. fijaciones

A continuación, se realizó un test de normalidad para la muestra bajo la condición de AOI, utilizando la prueba de Kolmogorov-Smirnov (ver anexos). Los resultados mostraron que el valor de p fue inferior a 0.05 para todas las AOI, lo que indicó que los datos no siguen una distribución normal. En consecuencia, se optó por utilizar pruebas no paramétricas, aplicando el test de Kruskal-Wallis para evaluar las diferencias significativas (Tabla 17).

El valor de p fue menor a 0.05, lo que sugiere que existen diferencias significativas entre las distintas AOI para todas las sillas, así como para cada una de ellas de manera individual. Sin embargo, para la silla E, en la variable de revisitas, el valor de p fue 0.057, y en la variable de orden, el valor de p fue 0.339, lo que indica que no hay diferencias significativas entre las áreas de interés en esta silla.

Tabla 17 resultados del test de Kruskal-Wallis Comodidad por AOI. De amarillo se señala la silla que dio un valor de p mayor a 0.05.

Kruskal Wallis – Comodidad por AOI				
	# de fijaciones	Revisitas	permanencia (ms)	Orden
AOI – A, B, C, D, E	0.0	0.0	0.0	0.0

EYE TRACKING COMO HERRAMIENTA PARA LA PREDICCIÓN DE ATRIBUTOS DE COMODIDAD EN SILLAS DE OFICINA

AOI – A	0.0	0.001	0.0	0.004
AOI – B	0.0	0.0	0.0	0.012
AOI – C	0.0	0.0	0.0	0.0
AOI – D	0.0	0.0	0.0	0.034
AOI – E	0.038	0.057	0.040	0.339

5.2.1.2 *Incomodidad*

El procesamiento de los datos obtenidos mediante seguimiento ocular se realizó utilizando el software BeGaze, siguiendo el mismo protocolo empleado en el análisis de comodidad. Cada estímulo fue vinculado a los datos recopilados, lo que permitió generar gráficas detalladas. Cabe destacar que, en el caso del análisis de incomodidad, los participantes fueron diferentes personas respecto a los evaluados en el contexto de comodidad.

La Figura 35 muestra uno de los estímulos evaluados (silla A) en un contexto de incomodidad, incluyendo un mapa de sacadas y fijaciones que describe los patrones de movimiento ocular de los participantes, así como un mapa de calor que ilustra la intensidad y distribución de su atención visual.

Estas representaciones gráficas facilitan la identificación de las áreas con mayor interés visual, las regiones que pasaron desapercibidas y los patrones característicos de los movimientos oculares que los participantes realizaron en respuesta a los estímulos presentados. Esto permite profundizar en la comprensión de cómo se distribuye la atención visual en contextos de incomodidad.

EYE TRACKING COMO HERRAMIENTA PARA LA PREDICCIÓN DE ATRIBUTOS DE COMODIDAD EN SILLAS DE OFICINA



Figura 35 Representación gráfica del seguimiento ocular del primer estímulo A (incomodidad). De izquierda a derecha: A. modelo de silla sin interacción. B. Mapa de sacadas y fijaciones, donde los círculos más grandes indican las áreas con mayor tiempo de observación por parte de un único participante. C. Mapa de calor que refleja la suma total de interacciones visuales para toda la muestra, destacando las áreas con mayor atención acumulada.

En la Figura 36, se muestran los datos obtenidos durante la interacción libre del participante al explorar el estímulo, lo que permitió generar la representación gráfica correspondiente. Para el mapa de fijaciones y sacadas, se empleó al mismo participante en ambos tratamientos: incomodidad y libre.



Figura 36 Representación gráfica del seguimiento ocular del primer estímulo A (interacción libre). De izquierda a derecha: A. modelo de silla sin interacción. B. Mapa de sacadas y fijaciones, donde los círculos más grandes indican las áreas con mayor tiempo de observación por parte de un único participante. C. Mapa de calor que refleja la suma total de interacciones visuales para toda la muestra, destacando las áreas con mayor atención acumulada.

EYE TRACKING COMO HERRAMIENTA PARA LA PREDICCIÓN DE ATRIBUTOS DE COMODIDAD EN SILLAS DE OFICINA

En el primer análisis estadístico, se utilizó el mismo enfoque propuesto en el apartado de comodidad, evaluando tres variables dependientes: tiempo de permanencia, revisitas y fijaciones, para cada una de las sillas analizadas (A, B, C, D y E). Los resultados de la estadística descriptiva para las condiciones de incomodidad e interacción libre se presentan en la Tabla 18.

Se observó que, en el caso de la silla A, los participantes registraron un promedio más alto en el número de fijaciones y revisitas bajo la condición de incomodidad. Este comportamiento se replicó de manera consistente en las sillas B, C, D y E.

Tabla 18 Comparación de estadística descriptiva en los tratamientos incomodidad (amarillo) y libre (verde). Las Revisitas hacen referencia a la re observación de una zona de interés. y el # de fijación al tiempo de observación de una zona de interés.

SILLA A								
	Incomodidad (3)				Libre (2)			
	Orden	Tiempo de permanencia (ms)	Revisitas	# de fijación	Orden	Tiempo de permanencia (ms)	Revisitas	# de fijación
Promedio	3,66	2323,93	3,38	7,32	3	1064,66	0,89	2,72
Mediana	4	1655,35	3	5	3	756,95	1	2
DS	1,89	2032,76	2,97	6,414	1,63	909,19	1,027	1,84
Mínimo	1	149,8	0	1	1	116,4	0	1
Máximo	8	8919,1	18	35	7	4859,1	5	9
SILLA B								
	Incomodidad (3)				Libre (2)			
	Orden	Tiempo de permanencia (ms)	Revisitas	# de fijación	Orden	Tiempo de permanencia (ms)	Revisitas	# de fijación
Promedio	3,9	2120,96	3,17	6,62	3,26	1052,69	1	2,98
Mediana	4	1647,4	3	5	3	848,6	1	2
DS	2,02	1759,42	2,42	5,18	1,714	842,57	1,08	2,14

EYE TRACKING COMO HERRAMIENTA PARA LA PREDICCIÓN DE ATRIBUTOS DE COMODIDAD EN SILLAS DE OFICINA

Mínimo	1	99,9	0	1	1	149,8	0	1
Máximo	8	8203,9	10	29	7	4442,9	4	11
SILLA C								
	Incomodidad (3)				Libre (2)			
	Orden	Tiempo de permanencia (ms)	Revisitas	# de fijación	Orden	Tiempo de permanencia (ms)	Revisitas	# de fijación
Promedio	3,94	2271,26	3,34	7,1	2,99	1352,23	0,98	3,5
Mediana	4	1481,1	3	5,5	3	881,95	1	3
DS	2,068	1965,94	2,713	5,442	1,57	1254,39	1,08	2,9
Mínimo	1	99,8	0	1	1	83,2	0	1
Máximo	8	8186,7	10	26	7	4309,6	5	15
SILLA D								
	Incomodidad (3)				Libre (2)			
	Orden	Tiempo de permanencia (ms)	Revisitas	# de fijación	Orden	Tiempo de permanencia (ms)	Revisitas	# de fijación
Promedio	3,72	1946,56	3,01	6,01	3,1	1251,23	0,83	2,83
Mediana	4	1639	2	5	3	781,9	1	2
DS	1,95	1569,83	2,5	4,287	1,67	1177,5	0,95	2,1
Mínimo	1	99,9	0	0	1	149,8	0	1
Máximo	8	7920,2	10	20	8	4792,3	4	10
SILLA E								
	Incomodidad (3)				Libre (2)			
	Orden	Tiempo de permanencia (ms)	Revisitas	# de fijación	Orden	Tiempo de permanencia (ms)	Revisitas	# de fijación
Promedio	3,2	2658,26	3,84	7,99	2,83	1183,98	0,98	3
Mediana	3	2104,75	3	7	3	931,9	1	2,5
DS	1,6	2011,27	2,96	5,75	1,46	936,15	1,07	2,11
Mínimo	1	116,5	0	1	1	99,8	0	1
Máximo	6	8835,4	12	32	6	4226,5	4	11

EYE TRACKING COMO HERRAMIENTA PARA LA PREDICCIÓN DE ATRIBUTOS DE COMODIDAD EN SILLAS DE OFICINA

En la Figura 37 se muestra claramente la tendencia de la Tabla 18, a través de los diagramas de distribución de cajas y bigotes, los cuales presentan los rangos de los valores, así como los datos atípicos. Los gráficos de las demás sillas están disponibles en los anexos para su consulta.

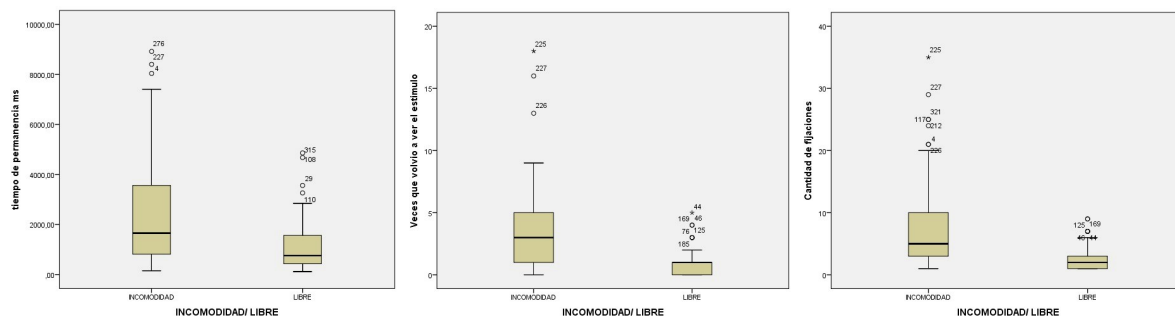


Figura 37 Gráfico de distribución de cajas y bigotes Silla A, para los tratamientos incomodidad / libre. De izquierda a derecha A. permanencia, B. revisitas y C. fijaciones.

A continuación, se realizó un test de normalidad utilizando la prueba de KolmogorovSmirnov (KS). Para todas las sillas evaluadas, el valor de p fue igual a 0.0, lo que indica que los datos no siguen una distribución normal. Para obtener más detalles, consulte los anexos.

En consecuencia, se optó por emplear pruebas no paramétricas, seleccionando el test de Kruskal-Wallis. Los resultados de este test para cada una de las sillas se presentan en la Tabla 19.

El análisis reveló que el valor de p fue inferior a 0.05 para todas las variables dependientes de las sillas A, B, C y D, lo que sugiere diferencias significativas en la percepción del estímulo entre la interacción libre y la interacción bajo la condición de incomodidad. En el caso de la silla E, se hallaron diferencias estadísticas en tres de las

EYE TRACKING COMO HERRAMIENTA PARA LA PREDICCIÓN DE ATRIBUTOS DE COMODIDAD EN SILLAS DE OFICINA

cuatro variables analizadas, siendo "orden" la única variable que no mostró diferencias significativas, con un valor de $p = 0.083$ (Tabla 19).

Tabla 19 Resultados del test de Kruskal-Wallis Incomodidad / Libre. De amarillo se señala la silla que dio un valor de p mayor a 0.05.

Kruskal Wallis – Incomodidad / Libre				
	# de fijaciones	Revisitas	permanencia (ms)	Orden
A (Sig.)	0,0	0,0	0,0	0,007
B (Sig.)	0,0	0,0	0,0	0,011
C (Sig.)	0,0	0,0	0,0	0,0
D (Sig.)	0,0	0,0	0,0	0,016
E (Sig.)	0,0	0,0	0,0	0,083

Una vez identificadas las diferencias significativas entre las condiciones, se procedió a un análisis estadístico adicional para determinar si existían diferencias entre las sillas bajo el tratamiento de incomodidad. En la Tabla 18 se presenta la estadística descriptiva para la condición de incomodidad, desglosada para cada una de las sillas.

Adicionalmente, en la Figura 38 se muestran los gráficos de caja y bigotes con la distribución de los datos para cada una de las sillas y para cada una de las variables dependientes.

Estos gráficos ilustran los valores atípicos, así como los rangos para cada una de las sillas.

EYE TRACKING COMO HERRAMIENTA PARA LA PREDICCIÓN DE ATRIBUTOS DE COMODIDAD EN SILLAS DE OFICINA

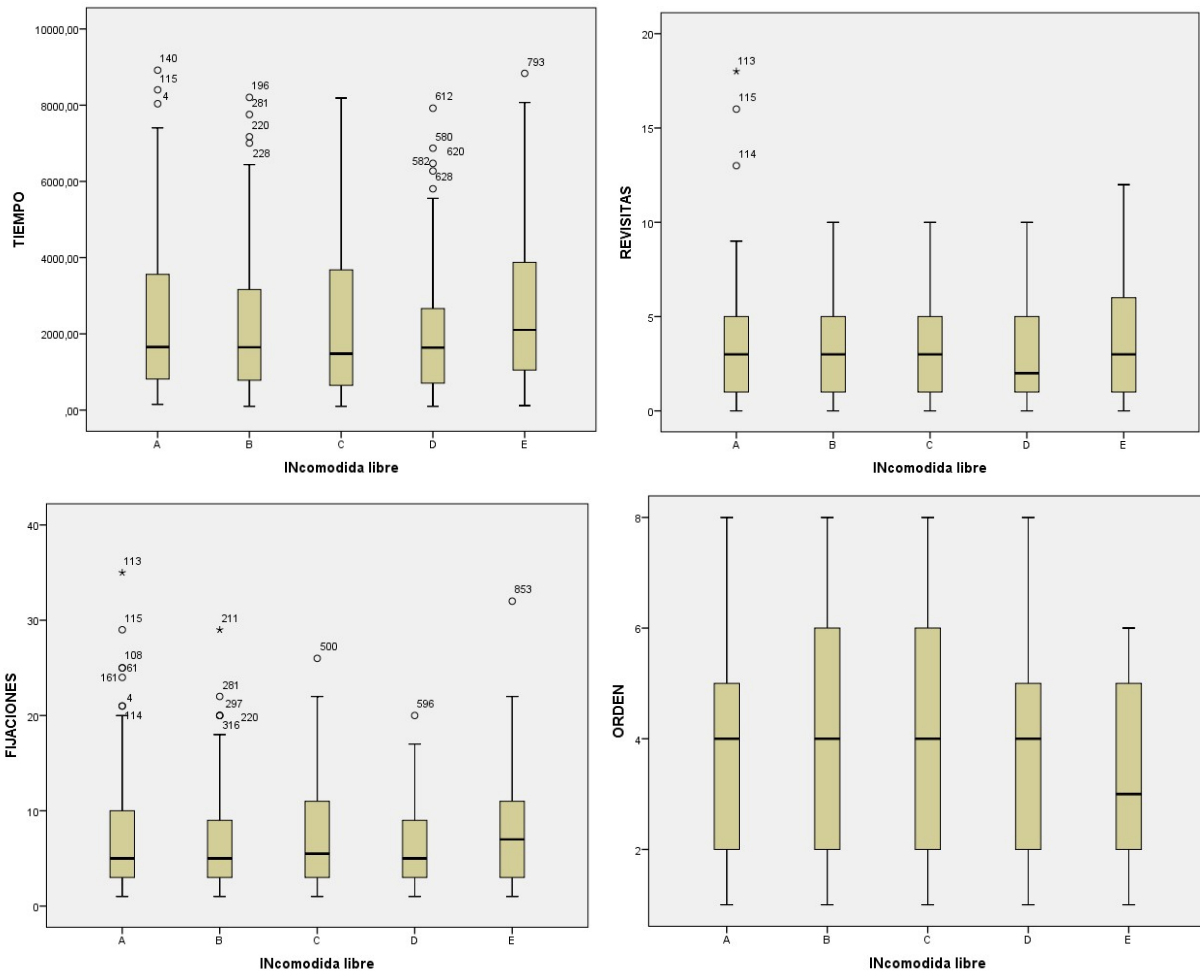


Figura 38 Gráfico de distribución de cajas y bigotes de las sillas para el tratamiento de incomodidad. De izquierda a derecha A. permanencia, B. revisitas, C. fijaciones y D. orden.

Se realizó nuevamente el test de Kolmogorov-Smirnov (KS), el mismo utilizado en las pruebas anteriores, y se encontró que el valor de p fue 0.0 para todas las sillas, indicando que los datos no siguen una distribución normal. Por lo tanto, se empleó el test no paramétrico de Kruskal-Wallis, cuyos resultados se muestran en la Tabla 20. El análisis reveló que no hay diferencias significativas ($p > 0.05$) para las sillas A, B, C y D, solo en tres de las cuatro variables.

Además, se realizaron pruebas estadísticas agrupando los datos por pares de sillas para identificar posibles diferencias. En la Tabla 20 se presentan las diferencias

EYE TRACKING COMO HERRAMIENTA PARA LA PREDICCIÓN DE ATRIBUTOS DE COMODIDAD EN SILLAS DE OFICINA

significativas en el orden de mirada de las AOI, con un valor de $p=0.031$ para todas las sillas.

Tabla 20 Resultados del test de Kruskal-Wallis Incomodidad. De amarillo se señala la silla que dio un valor de p mayor a 0.05

Kruskal Wallis – Incomodidad en sillas				
	# de fijaciones	Revisitas	permanencia (ms)	Orden
A, B, C, D	0,088	0,269	0,057	0,031
A/B	0,683	0,874	0,634	0,339
A/C	0,939	0,963	0,763	0,29
A/D	0,326	0,377	0,303	0,874
B/C	0,57	0,766	0,87	0,91
B/D	0,539	0,447	0,568	0,433
C/D	0,194	0,369	0,451	0,376

A continuación, se llevó a cabo un análisis estadístico por AOI (áreas de interés), considerando las siguientes: asiento, base, fondo blanco, brazo derecho, brazo izquierdo, espaldar bajo, espaldar superior y soportes del espaldar, utilizando los datos del tratamiento de incomodidad. En la AOI denominada "fondo blanco" se incluyen los datos correspondientes al fondo blanco común a todas las sillas del estímulo

Inicialmente, se realizó el análisis estadístico descriptivo, cuyos resultados se presentan en la Tabla 21. En los datos obtenidos, se observó que las áreas que concentran la atención son las relacionadas al espaldar (superior – alto - soporte) y el asiento, con los promedios de fijaciones y revisitas más altos, así como los tiempos de permanencia.

EYE TRACKING COMO HERRAMIENTA PARA LA PREDICCIÓN DE ATRIBUTOS DE COMODIDAD EN SILLAS DE OFICINA

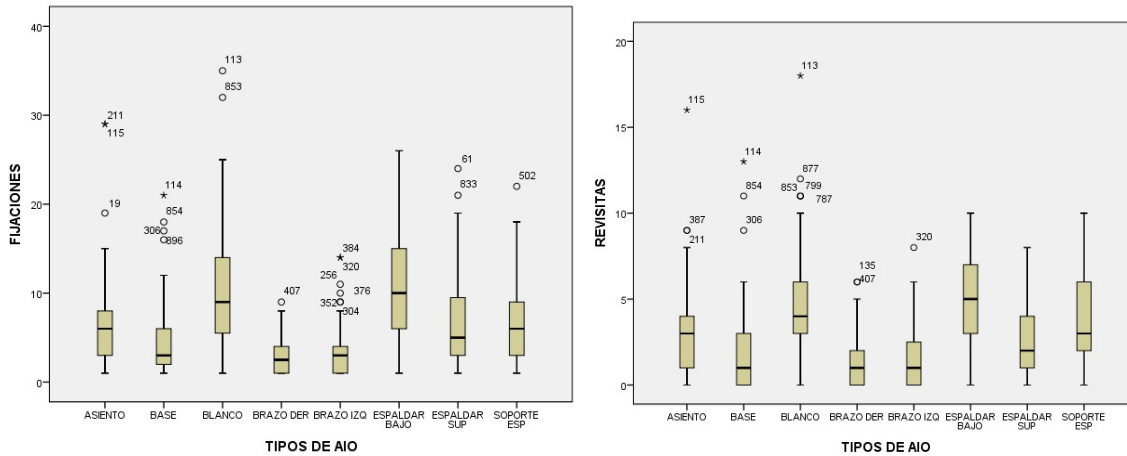
Tabla 21 Comparación de estadística descriptiva del tratamiento de incomodidad por AOI (Asiento, base, blanco, brazo derecho, brazo izquierdo, espaldar bajo, espaldar superior, soporte espaldar). En amarillo se marcan los valores para asiento, espaldar superior, espaldar bajo y soporte espaldar

Orden					
	Promedio	Mediana	SD	Mínimo	Máximo
ASIENTO	3,77	4	1,86	1	8
BASE	4,46	5	1,958	1	8
BLANCO	3,16	3	1,96	1	8
BRAZO DER	5,04	5,5	2,01	1	8
BRAZO IZQ	4,16	4	2,02	1	8
ESPALDAR BAJO	2,97	3	1,26	1	6
ESPALDAR SUP	3,89	4	2,29	1	8
SOPORTE ESP	3,42	3	1,57	1	7
Tiempo de permanencia (ms)					
	Promedio	Mediana	SD	Mínimo	Máximo
ASIENTO	1892,34	1630,7	1425,34	99,8	8403,4
BASE	1185,4	881,9	1055,74	116,5	4492,8
BLANCO	3192,46	2762	1995,06	199,7	8835,4
BRAZO DER	776,28	624	549,94	99,9	2296,2
BRAZO IZQ	1146,63	765,5	1141,61	99,9	6123,6
ESPALDAR BAJO	3624,8	3577,55	2135,18	149,7	8919,1
ESPALDAR SUP	2248,51	1547,5	1814,4	149,8	7404,4
SOPORTE ESP	2282,19	1830,2	1695,8	149,7	7088,7
Revisitas					
	Promedio	Mediana	SD	Mínimo	Máximo
ASIENTO	3,04	3	2,49	0	16
BASE	1,95	1	2,3,	0	13
BLANCO	4,82	4	2,97	0	18
BRAZO DER	1,48	1	1,7	0	6
BRAZO IZQ	1,72	1	1,82	0	8
ESPALDAR BAJO	4,81	5	2,61	0	10

EYE TRACKING COMO HERRAMIENTA PARA LA PREDICCIÓN DE ATRIBUTOS DE COMODIDAD EN SILLAS DE OFICINA

ESPALDAR SUP	2,8	2	2,23	0	8
SOPORTE ESP	3,7	3	2,48	0	10
# de fijación					
	Promedio	Mediana	SD	Mínimo	Máximo
ASIENTO	6,24	6	4,78	1	29
BASE	4,36	3	3,97	1	21
BLANCO	10,09	9	6,19	1	35
BRAZO DER	2,83	2,5	2,04	1	9
BRAZO IZQ	3,55	3	3,12	1	14
ESPALDAR BAJO	10,63	10	5,62	1	26
ESPALDAR SUP	6,78	5	5,27	1	24
SOPORTE ESP	5,52	6	4,24	1	22

También se incluyen los gráficos de cajas y bigotes en la Figura 39, los cuales muestran la tendencia de los datos en las AOI previamente mencionadas.



EYE TRACKING COMO HERRAMIENTA PARA LA PREDICCIÓN DE ATRIBUTOS DE COMODIDAD EN SILLAS DE OFICINA

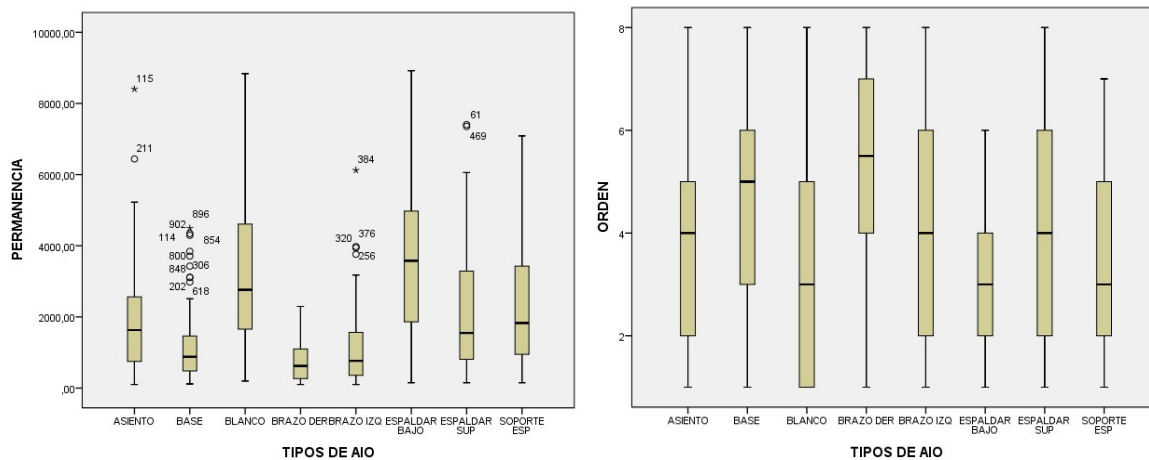


Figura 39 Gráfico de distribución de cajas y bigotes para el tratamiento de incomodidad y AOI. De izquierda a derecha A. fijaciones, B. revisitas, C. permanencia Y D. orden

A continuación, se realizó un test de normalidad para la muestra bajo la condición de AOI, utilizando la prueba de Kolmogorov-Smirnov (ver anexos). Los resultados mostraron que el valor de p fue inferior a 0.05 para todas las AOI, lo que indicó que los datos no siguen una distribución normal. En consecuencia, se optó por utilizar pruebas no paramétricas, aplicando el test de Kruskal-Wallis para evaluar las diferencias significativas (Tabla 22).

El valor de p fue menor a 0.05, lo que sugiere que existen diferencias significativas entre las distintas AOI para todas las sillas, así como para cada una de ellas de manera individual. Sin embargo, para la silla D, en la variable de orden, el valor de p fue 0.072, lo que indica que no hay diferencias significativas entre las áreas de interés en esta silla.

Tabla 22 Resultados del test de Kruskal-Wallis Incomodidad por AOI. De amarillo se señala la silla que dio un valor de p mayor a 0.05.

Kruskal Wallis – Incomodidad por AOI				
	# de fijaciones	Revisitas	permanencia (ms)	Orden
AOI – A, B, C, D, E	0.0	0.0	0.0	0.0

EYE TRACKING COMO HERRAMIENTA PARA LA PREDICCIÓN DE ATRIBUTOS DE COMODIDAD EN SILLAS DE OFICINA

AOI – A	0.0	0.0	0.0	0.048
AOI – B	0.0	0.0	0.0	0.0
AOI – C	0.0	0.0	0.0	0.001
AOI – D	0.0	0.0	0.0	0.072
AOI – E	0.0	0.0	0.0	0.008

5.2.1.3 Comparación entre los datos de comodidad e incomodidad con medición directa de seguimiento ocular.

Los datos recolectados en la elección forzada, tanto en el tratamiento de comodidad como en el de incomodidad, se presentan en este apartado, donde se utilizó el software BeGaze y se realizó el emparejamiento de datos para los diferentes estímulos. Por lo tanto, la muestra para este análisis incluye tanto los datos de comodidad como de incomodidad.

La Figura 40 muestra uno de los estímulos evaluados (estímulo 18 – silla A/D) en una elección forzada bajo el concepto de comodidad, incluyendo un mapa de sacadas y fijaciones que describe los patrones de movimiento ocular de los participantes, así como un mapa de calor que ilustra la intensidad y distribución de su atención visual.

Estas representaciones gráficas permiten identificar las rutas de mirada al comparar estímulos bajo el mismo concepto. En los mapas de sacadas de la Figura 40 y la Figura 41, se establecen comparaciones entre atributos iguales (Espaldar A – Espaldar D).

EYE TRACKING COMO HERRAMIENTA PARA LA PREDICCIÓN DE ATRIBUTOS DE COMODIDAD EN SILLAS DE OFICINA



Figura 40 Representación gráfica del seguimiento ocular del primer estímulo 18 (comodidad). De izquierda a derecha: A. Mapa de sacadas y fijaciones, donde los círculos más grandes indican las áreas con mayor tiempo de observación por parte de un único participante. B. Mapa de calor que refleja la suma total de interacciones visuales para toda la muestra, destacando las áreas con mayor atención acumulada.

En la Figura 41, muestra uno de los estímulos evaluados (estímulo 18 – silla A/D) en una elección forzada bajo el concepto de incomodidad, incluyendo un mapa de sacadas / fijaciones y un mapa de calor que detallan los patrones de movimiento ocular y la distribución de la atención visual.



Figura 41 Representación gráfica del seguimiento ocular del primer estímulo 18 (incomodidad). De izquierda a derecha: A.. Mapa de sacadas y fijaciones, donde los círculos más grandes indican las áreas con mayor tiempo de observación por parte de un único participante. B. Mapa de calor que refleja la suma total de interacciones visuales para toda la muestra, destacando las áreas con mayor atención acumulada.

En el primer análisis estadístico, se empleó el mismo enfoque de los anteriores apartados, evaluando cuatro variables dependientes: orden, tiempo de permanencia,

EYE TRACKING COMO HERRAMIENTA PARA LA PREDICCIÓN DE ATRIBUTOS DE COMODIDAD EN SILLAS DE OFICINA

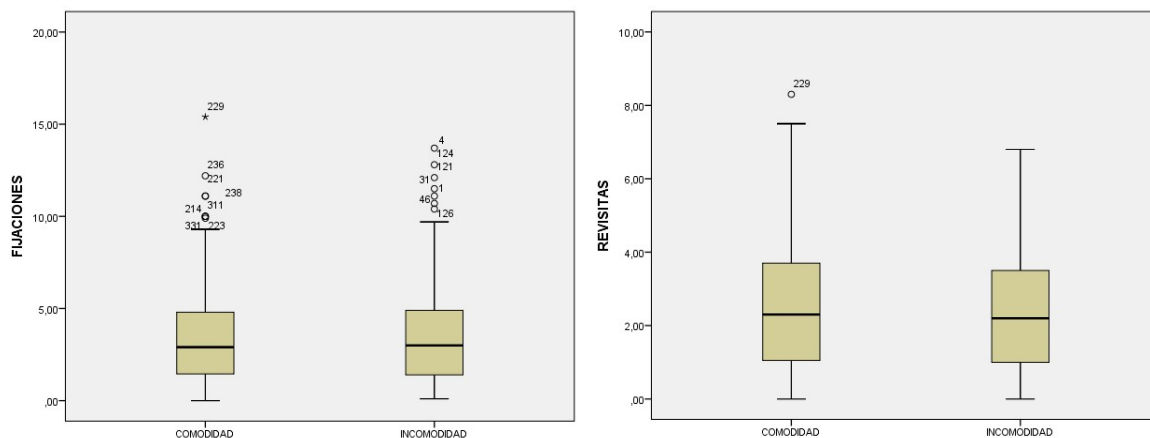
revisitas y fijaciones, tanto para el concepto de comodidad como para el de incomodidad.

Los resultados de la estadística descriptiva se presentan en la Tabla 23.

Tabla 23 Comparación de estadística descriptiva en los tratamientos comodidad (amarillo) e incomodidad (verde). Las Revisitas hacen referencia a la re observación de una zona de interés. y el # de fijación al tiempo de observación de una zona de interés.

COMPARACIÓN								
	Comodidad (1)				Incomodidad (3)			
	Orde 1	permanencia (ms)	Revisitas	# de fijaciones	Orde 1	permanencia (ms)	Revisitas	# de fijaciones
Promedio	7,96	1081,37	2,53	3,53	7,96	1080,25	2,42	3,62
Mediana	8	904,4	2,3	2,9	8	862	2,2	3
DS	4,31	911,44	1,71	2,83	4,31	895,32	1,66	2,9
Mínimo	1	17,5	0	0	1	12,8	0	0,1
Máximo	15	5224,2	8,3	15,4	15	4925,3	6,8	13,7

En la Figura 42 se muestra gráficamente los datos de la Tabla 23, a través de los diagramas de distribución de cajas y bigotes, los cuales presentan los rangos de los valores, así como los datos atípicos.



EYE TRACKING COMO HERRAMIENTA PARA LA PREDICCIÓN DE ATRIBUTOS DE COMODIDAD EN SILLAS DE OFICINA

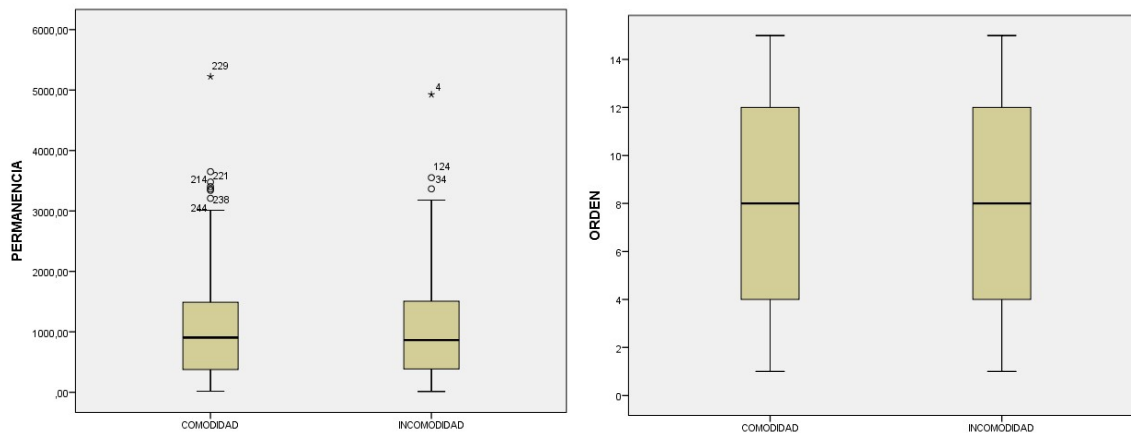


Figura 42 Gráfico de distribución de cajas y bigotes para el tratamiento de comodidad e incomodidad en elección forzada. De izquierda a derecha A. fijaciones, B. revisitas, C. permanencias y D. orden

A continuación, se realizó un test de normalidad utilizando la prueba de KolmogorovSmirnov (KS). Para los tratamientos de comodidad e incomodidad, el valor de p fue igual a 0.0, lo que indica que los datos no siguen una distribución normal. Para más detalles, consulte los anexos.

En consecuencia, se decidió emplear pruebas no paramétricas, seleccionando el test de Kruskal-Wallis. Los resultados de esta prueba para cada una de las sillas se presentan en la Tabla 24.

El análisis reveló que el valor de p fue mayor a 0.05 para las cuatro variables dependientes analizadas en el conjunto completo de sillas, lo que indica que no existen diferencias estadísticamente significativas entre los dos tratamientos del estímulo bajo las condiciones de comodidad e incomodidad (Tabla 24).

Tabla 24 Resultados del test de Kruskal-Wallis Comodidad / Incomodidad en elección forzada. De amarillo se señala la silla que dio un valor de p menor a 0.05.

Krusk 1 Wallis – Elección forzada comodidad / incomodidad

EYE TRACKING COMO HERRAMIENTA PARA LA PREDICCIÓN DE ATRIBUTOS DE COMODIDAD EN SILLAS DE OFICINA

	# de fijaciones	Revisitas	permanencia (ms)	Orden
Com/Inc	,821	,579	,987	,821

Una vez identificadas las diferencias significativas entre las condiciones, se realizó un análisis estadístico complementario para evaluar si existían discrepancias entre las sillas bajo el tratamiento de comodidad e incomodidad en la elección forzada. En la Tabla 25 se presenta la estadística descriptiva desglosada para cada una de las sillas, donde se marcan en amarillos los promedios para cada una de las variables dependientes.

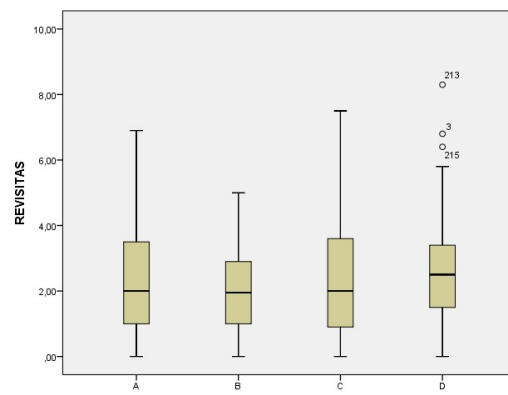
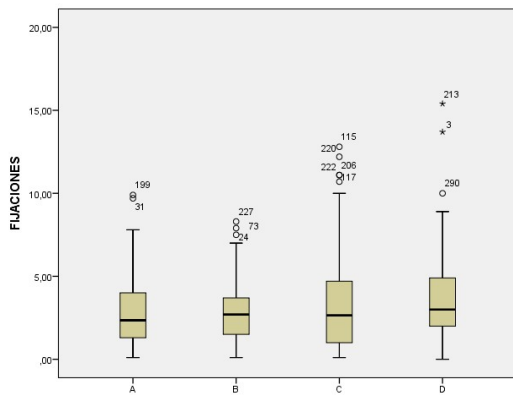
Asimismo, en la Figura 43 se incluyen los diagramas de caja y bigotes que muestran la distribución de los datos para cada silla en relación con cada variable dependiente. Estos gráficos destacan los valores extremos, así como los rangos correspondientes a cada silla.

Tabla 25 Comparación de estadística descriptiva en los tratamientos tipos de sillas (A, B, C, D) en elección forzada. Las Revisitas hacen referencia a la re observación de una zona de interés. y el # de fijación al tiempo de observación de una zona de interés

Orden					
	Promedio	Mediana	DS	Mínimo	Máximo
A	8	8	4,346	1	15
B	8,42	8	3,91	1	15
C	7,97	8	4,66	1	15
D	8,54	9	4,13	1	15
Tiempo de permanencia (ms)					
	Promedio	Mediana	DS	Mínimo	Máximo
A	921,05	765,04	765,04	12,8	3364,6
B	907,14	746,75	669,86	13,3	3208,2

EYE TRACKING COMO HERRAMIENTA PARA LA PREDICCIÓN DE ATRIBUTOS DE COMODIDAD EN SILLAS DE OFICINA

C	1018,83	743,4	968,24	17,5	3649,1
D	1190,15	940,1	1014,61	53,2	5224,2
Revisitas					
	Promedio	Mediana	DS	Mínimo	Máximo
A	2,3	2	2,53	0	6,9
B	2,03	1,95	1,25	0	5
C	2,38	2	1,85	0	7,5
D	2,68	2,5	1,65	0	8,3
# de fijación					
	Promedio	Mediana	DS	Mínimo	Máximo
A	3	2,35	2,33	0,1	9,9
B	2,88	2,7	1,95	0,1	8,3
C	3,42	2,65	3,09	0,1	12,8
D	3,79	3	2,92	0	15,4



EYE TRACKING COMO HERRAMIENTA PARA LA PREDICCIÓN DE ATRIBUTOS DE COMODIDAD EN SILLAS DE OFICINA

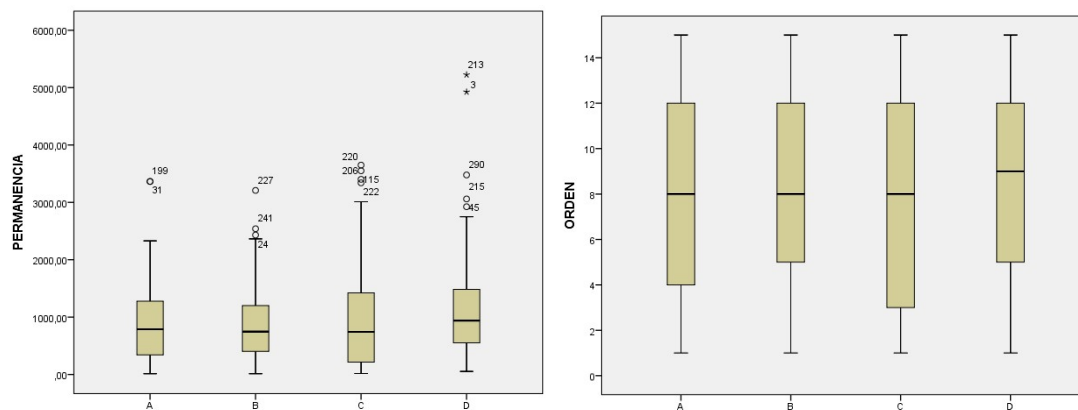


Figura 43 Gráfico de distribución de cajas y bigotes para el tratamiento de tipos de sillas (A, B, C, D) en elección forzada. De izquierda a derecha A. fijaciones, B. revisitas, C. permanencias y D. orden

A continuación, se realizó un test de normalidad utilizando la prueba de KolmogorovSmirnov (KS). Para todas las sillas evaluadas, el valor de p fue igual a 0.0, lo que indica que los datos no siguen una distribución normal. Para obtener más detalles, consulte los anexos.

En consecuencia, se optó por emplear pruebas no paramétricas, seleccionando el test de Kruskal-Wallis. Los resultados de este test para cada una de las sillas se presentan en la Tabla 26.

El análisis reveló que el valor de p fue inferior a 0.05 para tres de las variables dependientes de la silla B, lo que indica diferencias significativas en la percepción del estímulo entre las interacciones bajo las condiciones de comodidad e incomodidad. Sin embargo, al analizar los datos del conjunto completo de sillas, así como las pruebas individuales para cada una de ellas (A, C, D), el valor de p fue mayor a 0.05, indicando que no existen diferencias estadísticamente significativas entre los dos tratamientos (Tabla 26).

EYE TRACKING COMO HERRAMIENTA PARA LA PREDICCIÓN DE ATRIBUTOS DE COMODIDAD EN SILLAS DE OFICINA

Tabla 26 Resultados del test de Kruskal-Wallis Tipos de sillas A, B, C y D en elección forzada. De amarillo se señala la silla que dio un valor de p mayor a 0.05.

Kruskal Wallis – Elección forzada por tipos de sillas				
	# de fijaciones	Revisitas	permanencia (ms)	Orden
Com/Inc – A, B, C, D	,243	,183	,229	,803
Com/Inc – A	0.594	0.745	0.568	0.878
Com/Inc – B	0.046	0.017	0.014	0.386
Com/Inc – C	0.591	0.553	0.441	0.901
Com/Inc – D	0.296	0.601	.561	0.410

Se realizó un análisis estadístico por AOI (Áreas de Interés), para los tratamientos de comodidad / incomodidad en elección forzada.

En primer lugar, se efectuó un análisis estadístico descriptivo, cuyos resultados se presentan en la Tabla 27. Los datos obtenidos revelan que el área que concentra mayor atención es el espaldar inferior, al registrar los promedios más altos de fijaciones y revisitas, así como los tiempos de permanencia más prolongados.

Tabla 27 Comparación de estadística descriptiva en los tratamientos AOI en elección forzada. Las Revisitas hacen referencia a la re observación de una zona de interés. y el # de fijación al tiempo de observación de una zona de interés

Orden					
	Promedio	Mediana	DS	Mínimo	Máximo
ASIENTO	7,27	7	3,49	1	14
BASE	10,13	10	3,52	1	15
BLANCO	4,5	4	2,93	1	13
BRAZO DER	10,78	11	3,59	1	15
BRAZO IZQ	9,79	10	4,18	1	15
ESPALDAR BAJO	3,9	3	2,97	1	13
ESPALDAR SUP	9,15	9	4,16	1	15
SOPORTE ESP	6,56	6	3,6	1	13

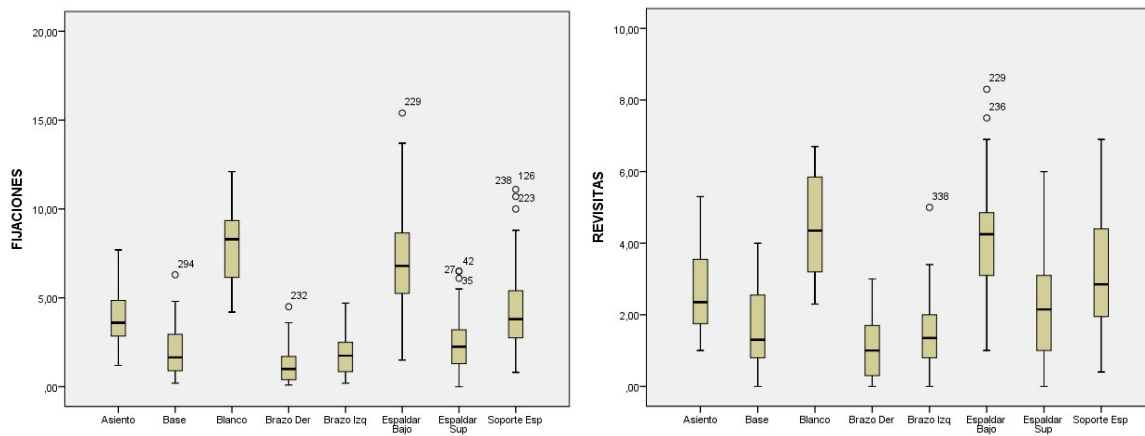
EYE TRACKING COMO HERRAMIENTA PARA LA PREDICCIÓN DE ATRIBUTOS DE COMODIDAD EN SILLAS DE OFICINA

Tiempo de permanencia (ms)					
	Promedio	Mediana	DS	Mínimo	Máximo
ASIENTO	1179,11	1020,9	545,51	285,2	2647,4
BASE	537,33	448,1	375,68	38	1509,3
BLANCO	2168,76	2283,45	648,93	807,1	3178,5
BRAZO DER	340,24	219,2	324,86	12,8	1329,5
BRAZO IZQ	543,54	458,95	391,22	42,2	1505,2
ESPALDAR BAJO	2248,52	2098,85	982,86	478,3	5224,9
ESPALDAR SUP	740,51	683,45	523,65	49,9	2175,1
SOPORTE ESP	1401,62	1174,1	824,26	212,1	3340,6
Revisitas					
	Promedio	Mediana	DS	Mínimo	Máximo
ASIENTO	2,63	2,35	1,12	1	5,3
BASE	1,67	1,3	1,19	0	4
BLANCO	4,42	4,35	1,39	2,3	6,7
BRAZO DER	1,045	1	0,85	0	3
BRAZO IZQ	1,48	1,35	1,02	0	5
ESPALDAR BAJO	4,19	4,25	1,56	1	8,3
ESPALDAR SUP	2,32	1,52	1,52	0	6
SOPORTE ESP	3,05	2,85	1,56	0,4	6,9
# de fijación					
	Promedio	Mediana	DS	Mínimo	Máximo
ASIENTO	3,9	3,6	1,59	1,2	7,7
BASE	1,97	1,65	1,34	0,2	6,3
BLANCO	7,92	8,3	2,34	4,2	12,1
BRAZO DER	1,2	1	1,03	0,1	4,5

EYE TRACKING COMO HERRAMIENTA PARA LA PREDICCIÓN DE ATRIBUTOS DE COMODIDAD EN SILLAS DE OFICINA

BRAZO IZQ	1,78	1,75	1,06	0,2	4,7
ESPALDAR BAJO	7,07	6,8	2,91	1,5	15,4
ESPALDAR SUP	2,46	2,25	1,65	0	6,5
SOPORTE ESP	4,37	3,8	2,52	0,8	11,1

También se incluyen los gráficos de cajas y bigotes en la Figura 44, los cuales muestran la tendencia de los datos en las AOI previamente mencionadas. La AOI "Blanco" corresponde a los datos de seguimiento ocular recolectados cuando el participante observaba la zona blanca, equivalente al fondo de la imagen de todas las sillas. Por lo tanto, esta no se considera una zona esencial o representativa para los atributos de comodidad / incomodidad, ya que equivale a la suma de todas las áreas blancas de los estímulos.



EYE TRACKING COMO HERRAMIENTA PARA LA PREDICCIÓN DE ATRIBUTOS DE COMODIDAD EN SILLAS DE OFICINA

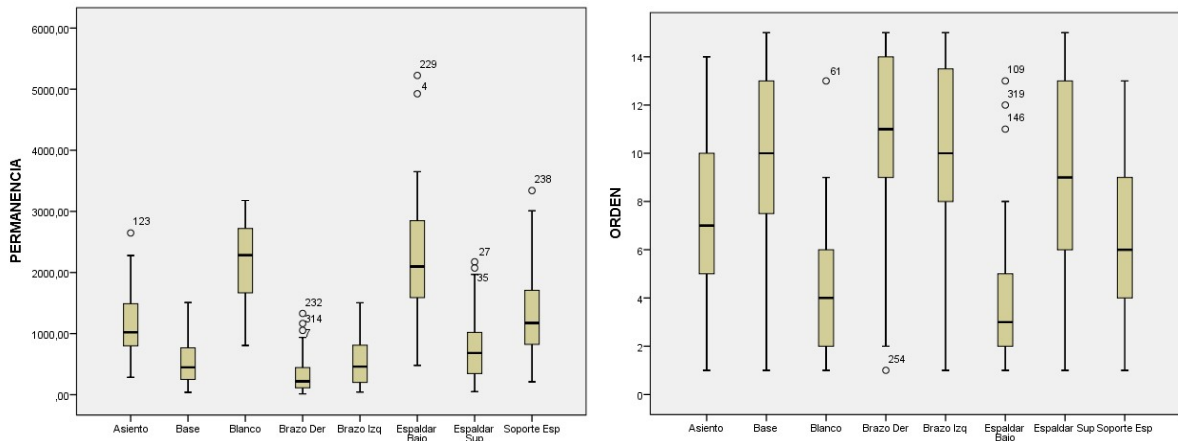


Figura 44 Gráfico de distribución de cajas y bigotes para el tratamiento de AOI en elección forzada. De izquierda a derecha A. fijaciones, B. revisitas, C. permanencias y D. orden.

A continuación, se realizó un test de normalidad para la muestra bajo la condición de AOI, utilizando la prueba de Kolmogorov-Smirnov (ver anexos). Los resultados mostraron que el valor de p fue inferior a 0.05 para todas las AOI, lo que indicó que los datos no siguen una distribución normal. En consecuencia, se optó por utilizar pruebas no paramétricas, aplicando el test de Kruskal-Wallis para evaluar las diferencias significativas (Tabla 28).

El valor de p fue menor a 0.05, lo que sugiere que existen diferencias significativas entre las distintas AOI para todas las sillas.

Tabla 28 Resultados del test de Kruskal-Wallis AOI en elección forzada. De amarillo se señala la silla que dio un valor de p menor a 0.05

Kruskal Wallis – Elección forzada AOI				
	# de fijaciones	Revisitas	permanencia (ms)	Orden
AOI	0.0	0.0	0.0	0.0

EYE TRACKING COMO HERRAMIENTA PARA LA PREDICCIÓN DE ATRIBUTOS DE COMODIDAD EN SILLAS DE OFICINA

5.2.2 Atributos mencionados con el seguimiento ocular

A partir de las entrevistas semiestructuradas, se analizaron e interpretaron las percepciones de los usuarios sobre los atributos de las sillas de oficina que asociaban con comodidad e incomodidad, según el grupo al que pertenecían, para este apartado solo se consideran aquellos atributos que coincidían con la dirección de la mirada al momento de la verbalización, y se descartaron aquellos que no coincidían con la dirección de la mirada (Ej.; mencionar el espaldar bajo y ver la base). También se excluyeron los atributos verbalizados fuera del tiempo estipulado para los diferentes estímulos, ya que no se generaron datos de seguimiento ocular durante esos periodos. Se obtuvo un total de 585 respuestas, distribuidas en dos tratamientos (Estimulo comodidad – incomodidad), como se muestra en la Figura 46. En la Tabla 29 (se marcan en amarillo los valores más relevantes).

El primer tratamiento, con 330 respuestas correspondió a la comodidad. El segundo tratamiento, con 255 respuestas correspondió a la incomodidad.

Estas respuestas se clasificaron según las partes específicas de la silla, como el espaldar, asiento, base, apoyabrazos, apoyacabezas, apoyapiés y aspectos generales, identificados cada uno con un color en la Tabla 29. De estas, el espaldar (45 %) y los aspectos generales (21 %) fueron los atributos que reportaron mayor frecuencia de menciones, como se observa en la Figura 47.

EYE TRACKING COMO HERRAMIENTA PARA LA PREDICCIÓN DE ATRIBUTOS DE COMODIDAD EN SILLAS DE OFICINA

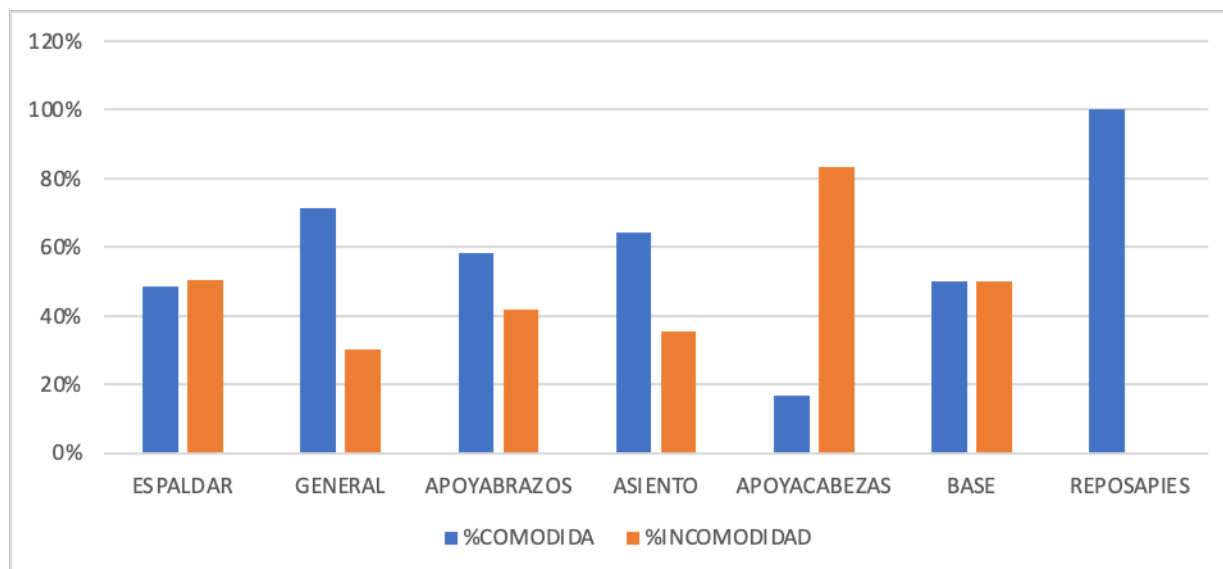


Figura 45 Gráfico representativo de la cantidad de respuestas divididos en partes de la silla para los dos tratamientos. Métodos objetivos

Tabla 29 Atributos relacionados con los dos tratamientos: % comodidad y % incomodidad. Métodos objetivos

Parte	cantidad total	% total	%Comodidad	%Incomodidad
Espaldar	264	45%	48%	50%
General	125	21%	71%	30%
Asiento	108	18%	58%	42%
Apoyabrazos	73	12%	64%	36%
Base	12	2%	17%	83%
Apoyacabezas	2	0%	50%	50%
Apoyapiés	1	0%	100%	0%

EYE TRACKING COMO HERRAMIENTA PARA LA PREDICCIÓN DE ATRIBUTOS DE COMODIDAD EN SILLAS DE OFICINA

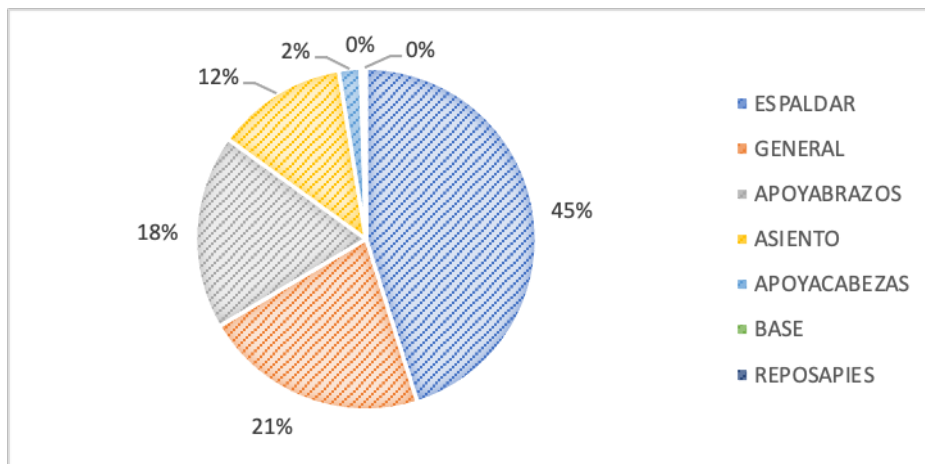


Figura 46 Atributos totales (585 menciones) por parte de la silla. Métodos objetivos

Posteriormente, se consolidó una lista de 92 atributos de las sillas, agrupando respuestas, traduciendo términos y detectando coincidencias. La lista incluye percepciones tanto positivas (comodidad) como negativas (incomodidad), mostrando las frecuencias de mención para cada atributo. Atributos más mencionados:

- Asiento: "Que la silla tenga acolchonado" (9%).
- Apoyabrazos: "Debe tener apoyabrazos" (7%).
- Espaldar: "La silla tiene una curvatura pronunciada en el espaldar bajo" (5%).

Este análisis y uno adicional que evaluó los atributos según la cantidad de participantes que los mencionaron se encuentran en el Anexo:

- El atributo más destacado fue el relacionado con apoyabrazos (58% de participantes), seguido de un atributo general (52%) y uno relacionado con el espaldar (24%).

EYE TRACKING COMO HERRAMIENTA PARA LA PREDICCIÓN DE ATRIBUTOS DE COMODIDAD EN SILLAS DE OFICINA

Tras filtrar los atributos según las frecuencias mínimas (≥ 10 menciones y ≥ 1 por AOI), se generó una lista final de 31 atributos (Ver Tabla 30). El atributo 7 con mayor frecuencia de participantes alcanzó un 58%, mientras que otros oscilaron entre el 2% y el 30 %.

La Tabla 30 resume las partes de la silla, sus atributos, las frecuencias de participantes y las menciones, destacando los porcentajes más altos en color amarillo.

Tabla 30 Atributos finales luego de la depuración de los datos. Métodos objetivos

Atributos finales – métodos objetivos				
Parte de la silla	Atributo		% frecuencia menciones	% frecuencias participantes
Apoyapiés	1	Con reposapiés	0%	2%
Base	2	Soporte en las rodachinas	0%	2%
Apoyacabezas	3	Con apoyacabeza	2%	12%
Asiento	4	Asiento acolchado	4%	30%
Asiento	5	Asiento con curvatura	1%	8%
Asiento	6	Asiento rígido	1%	4%
Apoyabrazos	7	Con apoyabrazos	7%	58%
Apoyabrazos	8	Apoyabrazos ajustables en altura	2%	16%
Apoyabrazos	9	Sin apoyabrazos	2%	18%
Apoyabrazos	10	Apoyabrazos acolchonados	1%	16%
General	11	Silla acolchonada	9%	52%
General	12	Con curvatura en el espaldar bajo	3%	18%
General	13	Ajuste de altura	2%	12%
General	14	Acolchonado pronunciado	1%	12%
General	15	La silla es rígida	1%	6%
General	16	Ancho adecuado	1%	8%

EYE TRACKING COMO HERRAMIENTA PARA LA PREDICCIÓN DE ATRIBUTOS DE COMODIDAD EN SILLAS DE OFICINA

Espaldar	17	Curvatura excesiva en el espaldar bajo	5%	24%
Espaldar	18	Con curvatura en el espaldar bajo	4%	30%
Espaldar	19	Soporte para la espalda baja	4%	28%
Espaldar	20	Soporte para toda la espalda	3%	26%
Espaldar	21	Sin espacios entre el asiento y el respaldo	2%	18%
Espaldar	22	Espaldar acolchonado	2%	18%
Espaldar	23	Altura de espaldar que llega hasta los hombros	2%	12%
Espaldar	24	Espaldar de altura pequeña	1%	16%
Espaldar	25	No debe presionar la espalda	1%	8%
Espaldar	26	No debe tener curvatura en el espaldar bajo	1%	4%
Espaldar	27	Inclinación pronunciada en el espaldar	1%	8%
Espaldar	28	Espaldar grande	1%	10%
Espaldar	29	Espaldar sin acolchado	1%	6%
Espaldar	30	Espaldar cómodo	1%	10%
Espaldar	31	Espaldar ancho	1%	8%

Finalmente, la depuración de los datos resultó en una lista de 31 atributos, resumidos en la Tabla 31. El porcentaje total con mayor representación correspondió a los atributos relacionados con el espaldar de la silla con un 48 %, seguido de los atributos generales con un 19 %, y, finalmente, los relacionados a los apoyabrazos con un 13 % (Figura 48).

Tabla 31 Gráfico por zonas de interés de los atributos finales. Métodos objetivos.

EYE TRACKING COMO HERRAMIENTA PARA LA PREDICCIÓN DE ATRIBUTOS DE COMODIDAD EN SILLAS DE OFICINA

Parte	Cantidad total	% total
Espaldar	15	48%
General	6	19%
Asiento	3	10%
Apoyabrazos	4	13%
Base	1	3%
Apoyacabezas	1	3%
Apoyapiés	1	3%
Total	31	100%

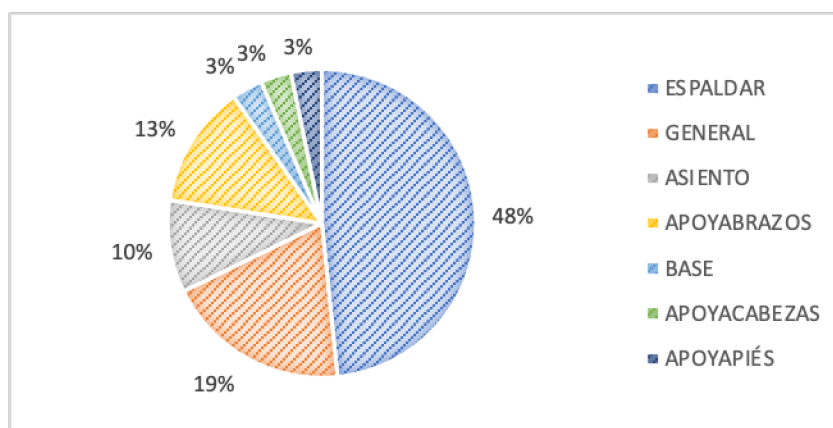


Figura 47 Gráfico de atributos finales escogidos por los participantes. Método objetivo.

5.3 Etapa 3. Comparar estadísticamente los atributos de comodidad

La recolección de datos se llevó a cabo con el personal administrativo y trabajadores oficinistas de empresas del sector privado de la ciudad de Bucaramanga. La muestra está conformada por 74 participantes, diferentes a los de las etapas uno y dos, todos ellos cumpliendo con los criterios de inclusión establecidos. 35 participantes asociaron los atributos a comodidad obtenidos por métodos subjetivos y 39 participantes asociaron los atributos a comodidad obtenidos por métodos objetivos.

EYE TRACKING COMO HERRAMIENTA PARA LA PREDICCIÓN DE ATRIBUTOS DE COMODIDAD EN SILLAS DE OFICINA

La descripción general de la población se presenta en la Tabla 7, La muestra tuvo un promedio de edad de 35 años ($SD = 9.08$), con un 65 % de mujeres y un 35 % de hombres. La estatura promedio fue de 165 cm ($SD = 8.03$), el peso promedio de 68 kg ($SD = 13.65$), la experiencia laboral promedio de 9 años ($SD = 8.2$) y el promedio de horas sentado al día de 8 horas ($SD = 1.67$).

La distribución del nivel educativo de la población se presenta en la Figura 29, donde los porcentajes más altos corresponden a auxiliares, personas con estudios de profesionales y especialización.

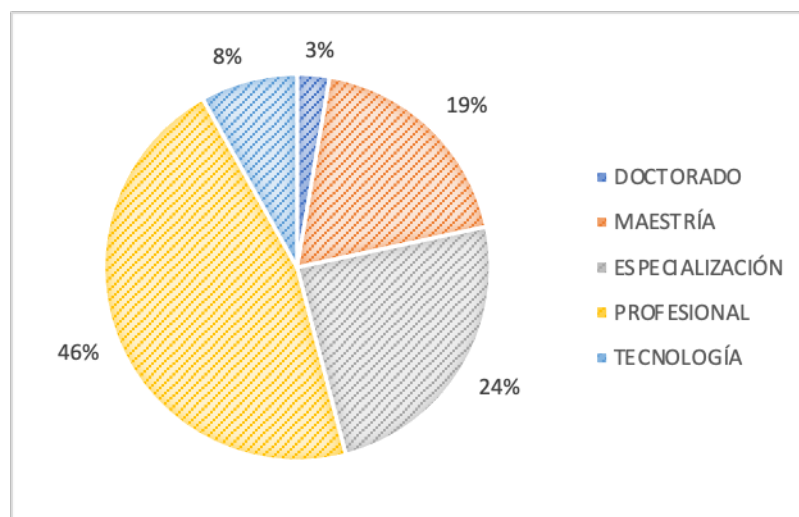


Figura 48 Caracterización de la población por nivel educativo. Etapa 3

5.3.1 Asociación de cada uno de los atributos con comodidad

A partir de la lista de atributos finales obtenida en la etapa 1 (métodos subjetivos, Tabla 11) y la lista de atributos finales de la etapa 2 (métodos objetivos, Tabla 30), se determinó el nivel de asociación con la comodidad para cada atributo de manera independiente en los dos tratamientos (subjetivos $N=35$ / objetivos $N=39$). Esto se llevó a cabo mediante una encuesta basada en el diferencial semántico Figura 23, en la cual

EYE TRACKING COMO HERRAMIENTA PARA LA PREDICCIÓN DE ATRIBUTOS DE COMODIDAD EN SILLAS DE OFICINA

se calificó cada atributo con un puntaje de 1 a 5. En esta escala, 1 representaba "muy relacionado con la comodidad" y 5 significaba "nada relacionado con la comodidad".

5.3.1.1 Etapa 1: Atributos obtenidos a través de métodos subjetivos

La Figura 50, muestra los atributos identificados en la etapa 1 (métodos subjetivos) y la distribución y frecuencias, donde el grado de comodidad esta dado por:

1. muy relacionado con la comodidad
2. relacionado con la comodidad
3. Indiferente a la comodidad
4. poco relacionado con comodidad
5. Nada relacionado con la comodidad

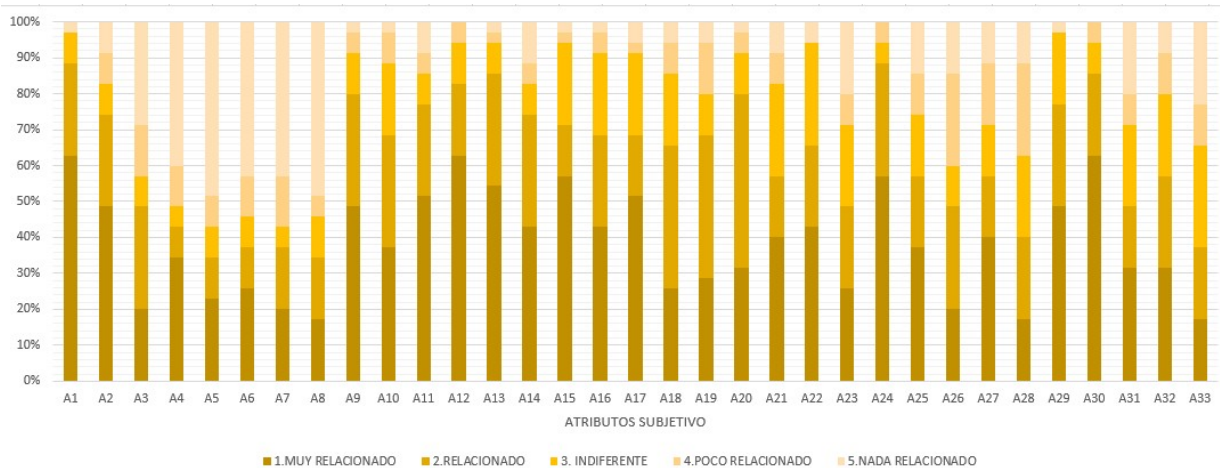


Figura 49 Gráfico de frecuencias de cada uno de los atributos subjetivo, según la puntuación de relación de comodidad. Etapa 1.

En la Tabla 32, se muestran cada uno de los atributos y respectivas abreviaciones; así como la cantidad de frecuencias en cada uno de los niveles de comodidad. Los

EYE TRACKING COMO HERRAMIENTA PARA LA PREDICCIÓN DE ATRIBUTOS DE COMODIDAD EN SILLAS DE OFICINA

atributos con las mejores calificaciones fueron “*Espaldar para toda la espalda*” con 22 puntuación en 1.muy relacionado con la comodidad, y “*Asiento apropiado*” con una puntuación de 22. Estos dos atributos son los más asociados con la comodidad, están resaltados en amarillo.

Por otro lado, el atributo menos relacionado con la comodidad es “*con apoyapiés*” y “*Con apoyacabeza*”, los dos con una puntuación 17 en la asociación 5. Nada relacionado con la comodidad.

Tabla 32 Atributos finales métodos subjetivo (Etapa 1), asociados a la comodidad.

Atributo subjetivo		NIVEL COMODIDAD				
		1	2	3	4	5
A1	Con apoyabrazos	22	9	3	0	1
A2	Ajuste de altura en los apoyabrazos	17	9	3	3	3
A3	Apoyabrazos acolchonados	7	10	3	5	10
A4	Sin apoyabrazos	12	3	2	4	14
A5	Con apoyacabeza	8	4	3	3	17
A6	No tiene apoya cabeza	9	4	3	4	15
A7	Ajuste en él apoya cabeza	7	6	2	5	15
A8	Con apoyapiés	6	6	4	2	17
A9	Con rodachinas	17	11	4	2	1
A10	Con una base estable	13	11	7	3	1
A11	Asiento acolchonado	18	9	3	2	3
A12	Asiento apropiado	22	7	4	2	0
A13	Ajuste de altura	19	11	3	1	1
A14	Materiales que no acumulan calor y permiten la transpirabilidad	15	11	3	2	4

EYE TRACKING COMO HERRAMIENTA PARA LA PREDICCIÓN DE ATRIBUTOS DE COMODIDAD EN SILLAS DE OFICINA

A15	Con acolchonado	20	5	8	1	1
A16	Una estructura estable	15	9	8	2	1
A17	Una superficie suave	18	6	8	1	2
A18	Con curvatura en el espaldar bajo	9	14	7	3	2
A19	Altura de espaldar hasta los hombros	10	14	4	5	2
A20	Inclinación de respaldo moderada, sin ser excesiva	11	17	4	2	1
A21	Soporte para la espalda baja	14	6	9	3	3
A22	Soporte para toda la espalda	15	8	10	0	2
A23	Sin espacios entre el asiento y el respaldo	9	8	8	3	7
A24	Ancho de espaldar adecuado	20	11	2	2	0
A25	Espaldar con acolchonado	13	7	6	4	5
A26	Espaldar recto, con una inclinación de casi 90 grados	7	10	4	9	5
A27	Ajustar la inclinación del espaldar	14	6	5	6	4
A28	No debe tener una curvatura lumbar pronunciada	6	8	8	9	4
A29	Espaldar con dimensiones adecuadas	17	10	7	0	1
A30	Espaldar que cubre toda la espalda	22	3	3	2	0
A31	Espaldar de malla	11	6	8	3	7
A32	Espaldar flexible	11	9	8	4	3
A33	Acolchado adicional en la zona lumbar	6	7	10	4	8

5.3.1.2 Etapa 2: Atributos obtenidos a través de métodos objetivos

La Figura 50, muestra los atributos identificados en la etapa 2 (métodos objetivos) y la distribución y frecuencias, donde está relacionada con comodidad de la siguiente forma:

1. muy relacionado con la comodidad

EYE TRACKING COMO HERRAMIENTA PARA LA PREDICCIÓN DE ATRIBUTOS DE COMODIDAD EN SILLAS DE OFICINA

2. relacionado con la comodidad
3. Indiferente a la comodidad
4. poco relacionado con comodidad
5. Nada relacionado con la comodidad

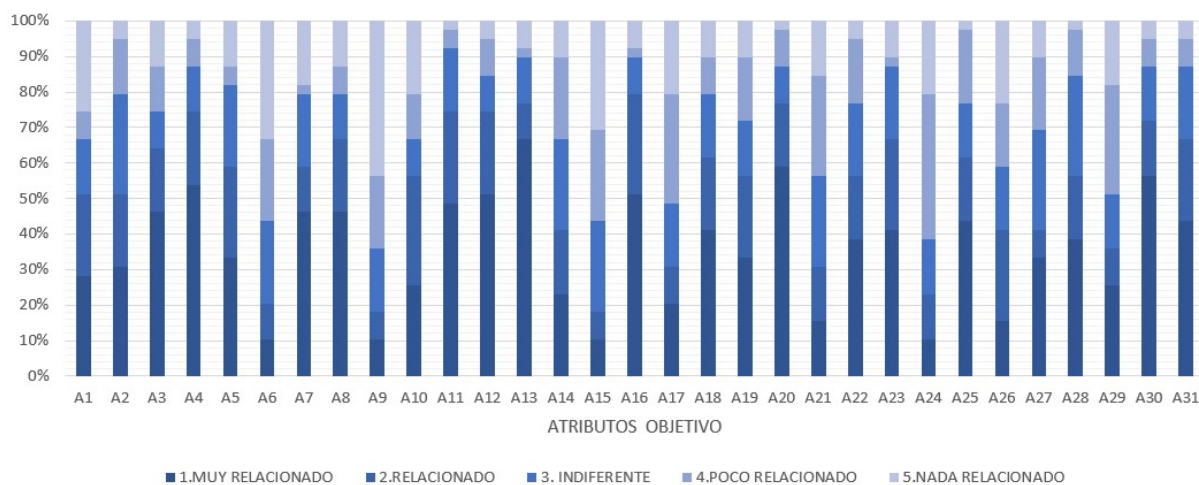


Figura 50 Gráfico de frecuencias de cada uno de los atributos objetivo, según la puntuación de relación de comodidad. Etapa 1

En la Tabla 33, se muestran cada uno de los atributos y respectivas abreviaciones; así como la cantidad de frecuencias en cada uno de los niveles de comodidad. El atributo con la mejor calificación es “*Ajuste de altura*” con 26 puntuación en 1. muy relacionado con la comodidad, seguido de “*Soporte para toda la espalda*” con una puntuación de 23. Estos dos atributos son los más asociados con la comodidad, están resaltados en amarillo.

Por otro lado, el atributo menos relacionado con la comodidad es “*Sin apoyabrazos*” con una puntuación 17 en la asociación 5. nada relacionado con la comodidad.

Tabla 33 Atributos finales métodos objetivos (Etapa 2), asociados a la comodidad.

EYE TRACKING COMO HERRAMIENTA PARA LA PREDICCIÓN DE ATRIBUTOS DE COMODIDAD EN SILLAS DE OFICINA

Atributo objetivo		NIVEL COMODIDAD				
		1	2	3	4	5
A1	Con apoyapiés	11	9	6	3	10
A2	Con una base estable	12	8	11	6	2
A3	Con apoyacabeza	18	7	4	5	5
A4	Asiento acolchado	21	8	5	3	2
A5	Asiento con curvatura	13	10	9	2	5
A6	Asiento rígido	4	4	9	9	13
A7	Con apoyabrazos	18	5	8	1	7
A8	Ajuste de altura en los apoyabrazos	18	8	5	3	5
A9	Sin apoyabrazos	4	3	7	8	17
A10	Apoyabrazos acolchonados	10	12	4	5	8
A11	Con acolchonado	19	10	7	2	1
A12	Con curvatura en el espaldar bajo	20	9	4	4	2
A13	Ajuste de altura	26	4	5	1	3
A14	Acolchonado pronunciado	9	7	10	9	4
A15	La silla es rígida	4	3	10	10	12
A16	Ancho adecuado	20	11	4	1	3
A17	Curvatura excesiva en el espaldar bajo	8	4	7	12	8
A18	Con curvatura en el espaldar bajo	16	8	7	4	4
A19	Soporte para la espalda baja	13	9	6	7	4
A20	Soporte para toda la espalda	23	7	4	4	1
A21	Sin espacios entre el asiento y el respaldo	6	6	10	11	6
A22	Espaldar con acolchonado	15	7	8	7	2
A23	Altura de espaldar hasta los hombros	16	10	8	1	4
A24	Espaldar de altura pequeña	4	5	6	16	8
A25	No debe presionar la espalda	17	7	6	8	1
A26	No debe tener curvatura en el espaldar bajo	6	10	7	7	9
A27	Inclinación pronunciada en el espaldar	13	3	11	8	4
A28	Altura de espaldar hasta los hombros	15	7	11	5	1
A29	Espaldar sin acolchado	10	4	6	12	7

EYE TRACKING COMO HERRAMIENTA PARA LA PREDICCIÓN DE ATRIBUTOS DE COMODIDAD EN SILLAS DE OFICINA

A30	Espaldar cómodo	22	6	6	3	2
A31	Ancho de espaldar adecuado	17	9	8	3	2

5.3.2 Comparación de atributos

Una vez determinado el nivel de asociación con la comodidad para cada tratamiento (Ver Tabla 32 y Tabla 33), los atributos se integraron en una lista única de 15, pues estaban presentes tanto en el método subjetivo como en el objetivo. En la Tabla 34, se presenta el porcentaje de atributos asociados a cada AOI. El espaldar fue la zona con mayor cantidad de atributos, representando el 40 %, seguido de la categoría apoyabrazos, que aportó el 20 %.

Tabla 34 Atributos finales integrados (Objetivos / Subjetivos) por AOI

Parte	Cantidad total	% total
Espaldar	6	40%
General	2	13%
Asiento	1	7%
Apoyabrazos	3	20%
Base	1	7%
Apoyacabezas	1	7%
Apoyapiés	1	7%

Por otro lado, en la Tabla 35, se presentan los atributos que coincidían en ambos (objetivos y subjetivos). Se detallan las frecuencias para comodidad. Donde, el atributo mejor puntuado en cuanto a comodidad es “*Ajuste de altura*” en el tratamiento de métodos objetivos con una frecuencia de 26, y el atributo con menor frecuencia fue “Sin apoyabrazos”, también en el tratamiento de métodos objetivos. También se muestran las AOI a las que pertenecen.

EYE TRACKING COMO HERRAMIENTA PARA LA PREDICCIÓN DE ATRIBUTOS DE COMODIDAD EN SILLAS DE OFICINA

Tabla 35 Atributos finales comunes a ambos tratamientos (Objetivos / Subjetivo) para comparar.

Atributos finales sin coincidencias – métodos objetivos / métodos subjetivos								
	AOI	TRA.	Atributo	1	2	3	4	5
A1	Apoyabrazos	SUB	Con apoyabrazos	22	9	3	0	1
A2	Apoyabrazos	SUB	Ajuste de altura en los apoyabrazos	17	9	3	3	3
A4	Apoyabrazos	SUB	Sin apoyabrazos	12	3	2	4	14
A5	Apoyacabezas	SUB	Con apoyacabeza	8	4	3	3	17
A8	Apoyapiés	SUB	Con apoyapiés	6	6	4	2	17
A11	Asiento	SUB	Asiento acolchado	18	9	3	2	3
A10	Base	SUB	Con una base estable	13	11	7	3	1
A18	Espaldar	SUB	Con curvatura en el espaldar bajo	9	14	7	3	2
A19	Espaldar	SUB	Altura de espaldar hasta los hombros	10	14	4	5	2
A21	Espaldar	SUB	Soporte para la espalda baja	14	6	9	3	3
A22	Espaldar	SUB	Soporte para toda la espalda	15	8	10	0	2
A23	Espaldar	SUB	Sin espacios entre el asiento y el respaldo	9	8	8	3	7
A24	Espaldar	SUB	Ancho de espaldar adecuado	20	11	2	2	0
A13	General	SUB	Ajuste de altura	19	11	3	1	1
A15	General	SUB	Con acolchonado	20	5	8	1	1
A7	Apoyabrazos	OBJ	Con apoyabrazos	18	5	8	1	7
A8	Apoyabrazos	OBJ	Ajuste de altura en los apoyabrazos	18	8	5	3	5
A9	Apoyabrazos	OBJ	Sin apoyabrazos	4	3	7	8	17
A3	Apoyacabezas	OBJ	Con apoyacabeza	18	7	4	5	5
A1	Apoyapiés	OBJ	Con apoyapiés	11	9	6	3	10
A4	Asiento	OBJ	Asiento acolchado	21	8	5	3	2
A2	Base	OBJ	Con una base estable	12	8	11	6	2
A18	Espaldar	OBJ	Con curvatura en el espaldar bajo	16	8	7	4	4
A19	Espaldar	OBJ	Soporte para la espalda baja	13	9	6	7	4
A20	Espaldar	OBJ	Soporte para toda la espalda	23	7	4	4	1
A21	Espaldar	OBJ	Sin espacios entre el asiento y el respaldo	6	6	10	11	6
A28	Espaldar	OBJ	Altura de espaldar hasta los hombros	15	7	11	5	1
A31	Espaldar	OBJ	Ancho de espaldar adecuado	17	9	8	3	2
A11	General	OBJ	Con acolchonado	19	10	7	2	1
A13	General	OBJ	Ajuste de altura	26	4	5	1	3

EYE TRACKING COMO HERRAMIENTA PARA LA PREDICCIÓN DE ATRIBUTOS DE COMODIDAD EN SILLAS DE OFICINA

Una vez establecidos los 15 atributos con sus respectivos valores para el tratamiento de métodos subjetivos y métodos objetivos, se procedió al análisis estadístico mediante la prueba de chi-cuadrado para muestras no pareadas. Los resultados se muestran en la Tabla 37, donde el valor de p para cada una de las tres variables dependientes fue mayor a 0.05, por lo que no se encontraron diferencias significativas entre los dos tratamientos. Es decir, que la muestra de atributos obtenidos del método subjetivo (autorreporte) son iguales a los recuperados por el método objetivo (medida directa).

Tabla 36 Test chi cuadrado para el tratamiento objetivo y el subjetivo.

Test chi cuadrado – Atributos finales					
	1.MUY RELACIONADO	2.RELA CIONADO	3. INDIFERENTE	4.POC O RELACIONADO	5.NAD A RELACIONADO
Objetivo / Subjetivo	0.662	0.350	0.86	0.527	0.488

5.4 Resumen de resultados

Para este primer objetivo, que buscaba identificar los atributos asociados con la comodidad en sillas de oficina mediante métodos subjetivos, se establecieron dos fases. La primera fase consistió en una revisión de la literatura, donde se identificaron 50 atributos relacionados con la comodidad a partir de una revisión de 1.151 documentos científicos, presentados en la Tabla 9 (pág ---).

En la segunda fase, se realizaron entrevistas semiestructuradas con 52 participantes que trabajaban en ambientes de oficina o administrativos, para recolectar datos de primera mano sobre la percepción de comodidad e incomodidad. Durante esta fase, se establecieron 33 atributos derivados de las respuestas de los participantes, que

EYE TRACKING COMO HERRAMIENTA PARA LA PREDICCIÓN DE ATRIBUTOS DE COMODIDAD EN SILLAS DE OFICINA

se obtuvieron a través de imágenes mentales de una silla de oficina y cinco sillas de oficina disponibles en el mercado y la elección forzada en parejas (ver Tabla 11 pág ---).

Los atributos fueron agrupados por áreas de interés (AOI), destacando que el espaldar fue la zona con mayor cantidad de menciones, con un 48% de la muestra, seguido de la categoría "general" con un 15%. El atributo con mayor frecuencia es “*Asiento acolchonado*” con el 8% de menciones y un 63% de participantes.

Para el segundo objetivo, que buscaba identificar los atributos asociados con la comodidad en sillas de oficina mediante métodos objetivos, se emplearon el seguimiento ocular y la técnica de Think Aloud. El estudio se llevó a cabo mediante entrevistas semiestructuradas utilizando un dispositivo de rastreo ocular, en el que se recolectaron datos sobre la cantidad de fijaciones, tiempo de permanencia, número de revisitas y el orden de las AOI. Al igual que en el primer objetivo, se recolectaron datos sobre comodidad e incomodidad para una muestra de 51 participantes, quienes también trabajaban en ambientes de oficina y administrativos. Estos participantes fueron diferentes a los empleados en el primer objetivo.

En este análisis se determinó que existen diferencias estadísticas en la forma en que los participantes miran los estímulos, tanto cuando se les permite ver el estímulo con libertad como cuando deben identificar atributos de comodidad e incomodidad. También se observaron diferencias en las AOI, donde la zona de mayor atención en relación con la comodidad fue el espaldar bajo y los soportes del espaldar (Tabla 16 pág 88). No se encontraron diferencias significativas entre las diferentes sillas tanto para

EYE TRACKING COMO HERRAMIENTA PARA LA PREDICCIÓN DE ATRIBUTOS DE COMODIDAD EN SILLAS DE OFICINA

comodidad como para incomodidad. En cuanto a incomodidad, también hubo diferencias significativas en las AOI, siendo las zonas con mayor atención el espaldar bajo, el espaldar alto y los soportes del espaldar (Tabla 21 pág 98).

Respecto a la elección forzada, no se encontraron diferencias significativas entre la comodidad e incomodidad (Tabla 23 pág 102). Tampoco hubo diferencias significativas entre las diferentes sillas, pero sí se observaron diferencias significativas en las AOI, destacando que el espaldar bajo fue la zona que recibió mayor atención (Tabla 27 pág 106).

Finalmente, los atributos derivados de este objetivo se encuentran en la Tabla 30 pág 112. El atributo con mayor frecuencia fue "*con apoyabrazos*", con un 7% de menciones y un 58% de participantes.

Finalmente, en el tercer objetivo, que buscó establecer las diferencias significativas entre los atributos con métodos subjetivos (resultado del objetivo específico 1) y los atributos con métodos objetivos (resultado del objetivo específico 2) se llevó a cabo en dos fases. La primera consistió en asociar cada uno de los atributos a la comodidad, ya que las listas consolidaban tanto atributos de comodidad como de incomodidad. Dado que el enfoque de este proyecto fue únicamente la comodidad, se empleó una encuesta utilizando una herramienta basada en el diferencial semántico para establecer el nivel de asociación con la comodidad. Esta encuesta se aplicó a una muestra de 74 participantes, diferentes a los del objetivo 1 y del objetivo 2. De estos, 35 evaluaron los atributos del primer objetivo y 39 los del segundo objetivo.

EYE TRACKING COMO HERRAMIENTA PARA LA PREDICCIÓN DE ATRIBUTOS DE COMODIDAD EN SILLAS DE OFICINA

Producto de esta evaluación, se obtuvo una lista con el nivel de comodidad para los atributos subjetivos (Tabla 32 pág 116) y para los objetivos (Tabla 33 pág 118). Posteriormente, se depuraron los atributos analizando las coincidencias entre los diferentes tratamientos, lo que dio como resultado la Tabla 36 pág 121, donde se muestran 16 atributos para comparar entre los diferentes métodos.

El análisis reveló que no hay diferencias estadísticamente significativas entre las dos herramientas, una de carácter subjetivo y otra objetiva o medida directa. Los resultados indican que se puede emplear cualquiera de ellos para identificar atributos de comodidad. De esta forma, se responde a la pregunta de investigación, la cual buscaba determinar si existían diferencias entre estas dos herramientas de medida. Los datos del proyecto fueron recopilados gracias a la participación de 52 trabajadores en el primer objetivo, 51 en el segundo objetivo y 74 en el tercer objetivo. Es decir, 177 personas hicieron parte del proyecto de investigación.

6. DISCUSIÓN

Partiendo de la pregunta de investigación: ¿Cuál es la diferencia entre los atributos de comodidad en sillas de oficina obtenidos a través de herramientas de medición subjetivas y objetivas de seguimiento ocular?, se puede determinar lo siguiente:

Primero que todo, que existen diferencias significativas entre los atributos evaluados. Sin embargo, el uso del seguimiento ocular permite obtener una mayor cantidad de información y

EYE TRACKING COMO HERRAMIENTA PARA LA PREDICCIÓN DE ATRIBUTOS DE COMODIDAD EN SILLAS DE OFICINA

precisión en la identificación de los atributos de comodidad, ya que facilita asociar de manera clara la parte específica de la silla vinculada a esta percepción. Este hallazgo coincide con los estudios sobre sillas de automóvil realizados por Erol et al. (2021), y con investigaciones sobre otros objetos, como bicicletas y relojes, empleando conceptos semánticos, según Köhler et al. (2013, 2014).

Durante esta investigación, no se encontraron estudios previos que aplicaran el seguimiento ocular específicamente para evaluar la comodidad en sillas de oficina. No obstante, las revisiones de literatura revelan una necesidad de incorporar herramientas objetivas en la medición de la comodidad, debido a la incertidumbre inherente de los métodos subjetivos. Esta conclusión es respaldada por trabajos de Song, De Looze, Zemp y Anjani (2021), quienes enfatizan la importancia de enfoques objetivos para mejorar la precisión en este ámbito (Anjani et al., 2021; De Looze et al., 2003; Zemp et al., 2015). Por ejemplo, en los estudios iniciales sobre sillas de automóvil, se utilizaban únicamente métodos subjetivos, pero, con el tiempo, comenzaron a integrar el seguimiento ocular, demostrando su capacidad para ofrecer resultados más detallados y precisos, como señalan Erol et al. (2016, 2019, 2021).

La limitada implementación del seguimiento ocular en investigaciones sobre sillas de oficina podría deberse a que las áreas de conocimiento donde se emplea esta tecnología aún son pocos. Sin embargo, el avance y la reducción de costos en estas tecnologías, como destacan

Carter, Majaranta y Wedel, están facilitando su incorporación en investigaciones futuras (Carter & Luke, 2020; Majaranta & Bulling, 2014; Wedel & Pieters, 2008).

EYE TRACKING COMO HERRAMIENTA PARA LA PREDICCIÓN DE ATRIBUTOS DE COMODIDAD EN SILLAS DE OFICINA

Por otro lado, los resultados obtenidos mediante métodos subjetivos coinciden con estudios previos, como el de Rouvray et al. (2008), que identificaron atributos en una categoría que denomina general asociada a la comodidad en sillas de oficina. Estos atributos no se vinculan a una parte específica de la silla, como es el caso de verbalizaciones con respecto al material o el diseño estilizado. Aunque, sí encontraron algunos descriptores concretos como la altura del espaldar y el espacio entre el asiento y el espaldar que se asocian con comodidad y coinciden con los resultados obtenidos. Sin embargo, este último atributo fue percibido como negativo por los participantes en las primeras etapas del estudio, posiblemente debido a una diferencia notable en el diseño de las sillas utilizadas, en comparación con las empleadas por Rouvray.

En relación con los atributos evaluados tanto con métodos objetivos como subjetivos, la zona del espaldar —incluyendo el espaldar bajo, alto y su soporte— concentró aproximadamente el 50% de los atributos mencionados, así como el mayor número de las fijaciones y revisitas. Este hallazgo es consistente con investigaciones previas en sillas de oficina tanto de comodidad como de incomodidad. (Anjani et al., 2021; Beltrán et al., 2015; Chen & Tsai, 2024; Yang et al., 2013; Yang & Feng, 2012).

En cuanto a los resultados de los métodos objetivos, el análisis por áreas de interés (AOI) aunque en objetos diferentes, se puede contrastar con los hallazgos de Erol et al. (2021), quienes concluyeron que, en el caso de las sillas de automóvil, el reposacabezas es indispensable, mientras que, en las sillas de oficina, el espaldar bajo fue la AOI que presentó más interacciones. Esto se debe a que se planteó un enfoque de estímulos similar al propuesto en su investigación, relacionado tanto con la verbalización como con los tiempos de estímulo, lo cual también coincide con los

EYE TRACKING COMO HERRAMIENTA PARA LA PREDICCIÓN DE ATRIBUTOS DE COMODIDAD EN SILLAS DE OFICINA

hallazgos de Köhler et al. (2013). Además, Andry subraya el potencial del eye tracking para implementarlo en el análisis de variables cualitativas (Andry, 2019). Asimismo, investigaciones como la de Piqueras-Fiszman, que utilizó el seguimiento ocular para identificar atributos físicos de un objeto en función de la experiencia que se desea transmitir (PiquerasFiszman et al., 2013), muestran cómo los atributos definidos en este estudio podrían aplicarse de manera similar para el desarrollo de nuevas sillas con valores de comodidad. Dado que la mayoría de los estudios sobre sillas se enfocan en la incomodidad, este enfoque proporciona un complemento valioso para futuras investigaciones en este campo.

Otro aspecto identificado, pero que se menciona poco en las investigaciones consultadas, es el impacto de las condiciones del entorno y las experiencias previas de los participantes, así como el número de muestra. Partiendo de estudios como el de Helander (2003), con una muestra de 20 participantes, el de Rouvray et al. (2008) que planea 15 participantes en la primera parte y 10 en la segunda o como el Erol et al. (2016) que utiliza 18 participantes; en general estos estudios plantean un máximo de 25 participantes, lo que coincide con revisiones como la de Zemp et al. (2015) donde evidencia muestras pequeñas. Esto se ve más ejemplificado con la toma de muestras de las primeras fases de esta investigación, donde se entrevistó un total 103 participantes, que trabajaban en los edificios administrativos de la Universidad Industrial de Santander, encontrando variaciones notables en las percepciones sobre la comodidad de las sillas, dependiendo de las condiciones en las distintas áreas. Las entrevistas se llevaron a cabo en 8 áreas diferentes, donde el mobiliario variaba entre espacios: en una de las áreas, el aire acondicionado solía fallar, lo que generaba jornadas laborales sin

EYE TRACKING COMO HERRAMIENTA PARA LA PREDICCIÓN DE ATRIBUTOS DE COMODIDAD EN SILLAS DE OFICINA

aire acondicionado y sin posibilidad de abrir ventanas o utilizar ventiladores. Como resultado, las percepciones hacia las sillas de cuero fueron muy negativas, y todos los participantes en esa área mencionaron el atributo de "material que no acumula calor" como esencial. En otra área, las sillas tenían un defecto de fabricación: después de unas semanas de uso, el espaldar perdió estabilidad y se inclinaba excesivamente. Este problema fue mencionado por todos los participantes de esa área; estos atributos muy marcados se verbalizaron tanto en el tratamiento de comodidad como el de incomodidad. En contraste, estas tendencias no se encontraron en las demás áreas donde se realizaron las evaluaciones y no había presencia de un atributo tan marcado, lo que subraya cómo las condiciones del entorno y la experiencia previa influyen en las percepciones sobre la comodidad. Estos hallazgos se alinean con lo propuesto en modelos de comodidad que destacan cómo la experiencia previa afecta nuestro juicio de comodidad (De Looze et al., 2003; Mansfield et al., 2020; Vink & Hallbeck, 2012; Zemp et al., 2015). Además, coinciden con los estudios de Vink sobre las expectativas y el componente sociológico de la comodidad (Dumur et al., 2004b; Vink, 2005), así como con lo planteado por Cañedo Andalia et al. (2006) sobre los factores relacionados con los ambientes laborales.

Aún más importante, los resultados de este estudio también se comparan con los primeros hallazgos de Zhang et al. (1996), quienes identificaron atributos más generales, como la sensación de bienestar o relajación. Estos atributos, aunque importantes, se contrastan con los avances actuales en el uso de técnicas como el eye tracking, que permiten un análisis más específico de los aspectos visuales que los usuarios perciben como claves en la comodidad de las sillas. Esto sugiere que la investigación sobre la

EYE TRACKING COMO HERRAMIENTA PARA LA PREDICCIÓN DE ATRIBUTOS DE COMODIDAD EN SILLAS DE OFICINA

comodidad de las sillas está evolucionando hacia una mayor precisión en la identificación de características específicas que afectan la experiencia de comodidad.

Otro aspecto importante que ayuda a comprender mejor el concepto de comodidad e incomodidad se observa en los resultados de la elección forzada de las sillas. Dado que no existen otros estudios de seguimiento ocular que midan comodidad e incomodidad en un mismo objeto, no se puede contrastar los resultados, donde no se evidencia diferencias significativas entre el tratamiento de comodidad y el de incomodidad. Sin embargo, esto se puede explicar desde otra perspectiva, ya que la misma parte del objeto puede tener connotaciones diferentes para distintos individuos. Es decir, aunque las personas observaban la misma parte de la silla, la interpretaban de manera diferente. Esto se evidenció en los juicios de valor de los participantes, por ejemplo, algunos mencionaban la altura del espaldar porque querían apoyar la cabeza y los hombros para descansar, mientras que otros asociaban la altura del espaldar con un aspecto

"gerencial" o "estilizado". Este fenómeno coincide con los hallazgos de De Rouvray et al. (2008), Köhler et al. (2013, 2014) y con estudios sobre la satisfacción del producto, que muestran cómo un atributo físico puede tener distintas connotaciones, como en el caso de una horquilla de bicicleta que puede percibirse como deportiva o lujosa, lo que coincide con el estudio de Kamp (2012), se asociaron formas específicas de la silla del automóvil a conceptos semánticos como lujoso, deportivo y estándar.

Es interesante también observar cómo, en este mismo apartado, al comparar o elegir entre objetos, los participantes tienden a comparar la misma parte del objeto. Por ejemplo, al elegir entre dos sillas, se puede rastrear cómo observaban el espaldar de la

EYE TRACKING COMO HERRAMIENTA PARA LA PREDICCIÓN DE ATRIBUTOS DE COMODIDAD EN SILLAS DE OFICINA

primera silla frente al espaldar de la segunda silla y así para todas las partes. Este hallazgo es relevante, ya que resalta el uso del seguimiento ocular en la selección de productos y atributos, tal como lo mencionan Piqueras y Köhler (2013, 2014) en sus investigaciones sobre el análisis de elecciones de productos.

CONCLUSIONES

Este estudio se enfocó en comparar dos formas de identificar atributos de comodidad asociados a sillas de oficina, por lo que emplear dos técnicas de recolección y análisis de datos, permitió entender y definir mejor los atributos de la silla de oficina, dando como resultado la identificación del espaldar bajo como parte fundamental en la percepción de comodidad, así como de incomodidad, aclarando que con connotaciones diferentes. Pues la frecuencia de mención e importancia se mantuvo a lo largo de la investigación y los tratamientos.

Atributos que se definían con alto niveles de comodidad en los estudios previos, realizados con población de zonas totalmente diferentes, no presentaron la relevancia esperada. Por tanto, los atributos de comodidad si cambian dependiendo del grupo social – geográfico, se sugiere investigar más en este ámbito, ya que atributos como ajuste de profundidad de asiento en estudios realizados en Europa tenían calificaciones altas. En contraste, los resultados hallados en este estudio se muestran que este atributo no supero el primer filtro por no cumplir con la cantidad mínima de frecuencia de menciones y participantes en ninguno de los dos tratamientos.

El uso del seguimiento ocular dio mucha claridad y aportó información adicional y valiosa para determinar y evaluar la comodidad. Por tanto, se debe seguir

EYE TRACKING COMO HERRAMIENTA PARA LA PREDICCIÓN DE ATRIBUTOS DE COMODIDAD EN SILLAS DE OFICINA

implementando estas tecnologías en futuras investigación para variables cualitativas, siempre empleando un componente de think aloud, u otra herramienta que permita integrar la interpretación del usuario frente al estímulo que está viendo, para discernir las connotaciones y juicios que genera.

Finalmente, se sugiere seguir investigando el concepto de comodidad. Así como de herramientas que puede llegar a especificar atributos más concretos, que permitan proyectar productos con niveles altos de comodidad, no solo en sillas de oficina.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Andry, T. (2019). The Qualitative Analysis in Eye Tracking Studies: Including Subjective Data Collection in an Experimental Protocol. En S. Yamamoto & H. Mori (Eds.), *Human Interface and the Management of Information. Information in Intelligent Systems* (Vol. 11570, pp. 335-346). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-030-22649-7_27
- Anjani, S., Kühne, M., Naddeo, A., Frohriep, S., Mansfield, N., Song, Y., & Vink, P. (2021). PCQ: Preferred Comfort Questionnaires for product design. *Work*, 68(s1), S19-S28. <https://doi.org/10.3233/WOR-208002>
- Ávila, G. P. L. (2017). *Comparación de la postura, comodidad y la satisfacción entre un asiento dinámico y un asiento ergonómico* [Maestría].
- Beltrán, C. D., Industrial, D., & Becerra, O. R. (2015). *Percepción de comodidad en diferentes modelos de espaldares de sillas de oficina*.

EYE TRACKING COMO HERRAMIENTA PARA LA PREDICCIÓN DE ATRIBUTOS DE COMODIDAD EN SILLAS DE OFICINA

- Bloch, P. H. (1995). Seeking the ideal form: Product design and consumer response. *Journal of marketing*, 59(3), 16-29.
- Cañedo Andalia, R., Guerrero Pupo, J. C., Rubio Rodríguez, S. M., Cutiño Rodríguez, M., & Fernández Díaz, D. J. (2006). Calidad de vida y trabajo: Algunas consideraciones sobre el ambiente laboral de la oficina. *Revista Cubana de Información en Ciencias de la Salud*, 14(4).
- Cappetti, N., Naddeo, A., Califano, R., & Vallone, M. (2017). Using Axiomatic Design to Identify the Elements That Affect the Evaluation of Comfort/Discomfort Perception. En R. H. M. Goossens (Ed.), *Advances in Social & Occupational Ergonomics* (Vol. 487, pp. 235-248). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-319-41688-5_21
- Carter, B. T., & Luke, S. G. (2020). Best practices in eye tracking research. *International Journal of Psychophysiology*, 155, 49-62. <https://doi.org/10.1016/j.ijpsycho.2020.05.010>
- Chen, H.-F., & Tsai, C.-Y. (2024). The Impact of School Classroom Chair Depth and Height on Learning Tasks. *Education Sciences*, 14(6), 661. <https://doi.org/10.3390/educsci14060661>
- Daza, C., Rincón, O., & Bernal, M. L. (2014). Importancia en la evaluación integral de sillas de oficina. <https://doi.org/10.13140/RG.2.1.3051.9766>
- De Looze, M. P., Kuijt-Evers, L. F. M., & Van Dieën, J. (2003). Sitting comfort and discomfort and the relationships with objective measures. *Ergonomics*, 46(10), 985-997.

EYE TRACKING COMO HERRAMIENTA PARA LA PREDICCIÓN DE ATRIBUTOS DE COMODIDAD EN SILLAS DE OFICINA

- <https://doi.org/10.1080/0014013031000121977> de Rouvray, A., Bassereau, J.-F., Duchamp, R., Schneider, J.-S., & Charbonneau, S. (2008). Perception and Deception: How Quantity and Quality of Sensory Information Affect Users' Perception of Office Chairs. *The Design Journal*, 11(1), 29-50. <https://doi.org/10.2752/175630608X317896>
- Deubel, C., & G. Prokop, S. E. (2023). Objective evaluation methods of vehicle ride comfort—A literature review. *Journal of Sound and Vibration*, 548.
- Dumur, E., Barnard, Y., & Boy, G. (2004a). *Designing for comfort*. 111-127.
- Dumur, E., Barnard, Y., & Boy, G. (2004b). *Designing for comfort*. EURISCO International, Toulouse, France.
- Erol, T., Diels, C., Shippen, J., Dale, R., & Johnson, C. (2016). *How Does Car Seat Appearance Influence Perceived Comfort*.
- Erol, T., Diels, C., Shippen, J., & Richards, D. (2019). *The Visual Categorization of Production Automotive Seats on Descriptors of Comfort by End Users*.
- Erol, T., Diels, C., Shippen, J., & Richards, D. (2021). *Which design features differentiate expectations in automotive seating comfort? A mixed methods approach*.
- Goossens, R. H. M. (Ed.). (2017). *Advances in Social & Occupational Ergonomics: Proceedings of the AHFE 2016 International Conference on Social and Occupational Ergonomics, July 27-31, 2016, Walt Disney World®, Florida, USA* (Vol. 487). Springer International Publishing. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-41688-5>

EYE TRACKING COMO HERRAMIENTA PARA LA PREDICCIÓN DE ATRIBUTOS DE COMODIDAD EN SILLAS DE OFICINA

Gutiérrez de Piñeres Botero, C. (2019). Registro de movimientos oculares con el eye tracker

Mobile eye XG. Universidad Católica de Colombia.

Helander, M. G. (2003). Forget about ergonomics in chair design? Focus on aesthetics and

comfort! *Ergonomics*, 46(13-14), 1306-1319.

<https://doi.org/10.1080/00140130310001610847>

Helander, M. G., & Zhang, L. (1997). Field studies of comfort and discomfort in sitting.

Ergonomics, 40(9), 895-915. <https://doi.org/10.1080/001401397187739>

Just, M. A., & Carpenter, P. A. (1980). A Theory of Reading: From Eye Fixations to Comprehension. *Psychological Review*, 87.

Kamp, I. (2012). The influence of car-seat design on its character experience. *Applied*

Ergonomics, 43(2), 329-335. <https://doi.org/10.1016/j.apergo.2011.06.008>

Kitchenham, B. (2004). Procedures for Performing Systematic Reviews. *Keele, UK, Keele*

University, 33, 1-26.

Köhler, M., Falk, B., & Schmitt, R. (2013). Objectifying user attention caused by

visually perceived product components. En J.-R. Filtz, B. Larquier, P. Claudel,

& J.-O. Favreau (Eds.), *16th International Congress of Metrology* (p. 14002).

EDP Sciences. <https://doi.org/10.1051/metrology/201314002>

Köhler, M., Falk, B., & Schmitt, R. (2014). Applying Eye-Tracking in Kansei Engineering

Methodology for Design Evaluations in Product Development. *En KEER2014*.

Proceedings of the 5th Kansei Engineering and Emotion Research, 837-852.

EYE TRACKING COMO HERRAMIENTA PARA LA PREDICCIÓN DE ATRIBUTOS DE COMODIDAD EN SILLAS DE OFICINA

Kuijt-Evers, L. F. M. (2007). *Comfort in Using Hand Tools Theory, Design and Evaluation*

[Tesis Doctoral]. Technische Universiteit Delft.

Kuijt-Evers, L. F. M., Groenesteijn, L., De Looze, M. P., & Vink, P. (2004). Identifying factors

of comfort in using hand tools. *Applied Ergonomics*, 35(5), 453-458.

<https://doi.org/10.1016/j.apergo.2004.04.001>

Kuijt-Evers, L. F. M., Twisk, J., Groenesteijn, L., De Looze, M. P., & Vink, P. (2005).

Identifying predictors of comfort and discomfort in using hand tools.

Ergonomics, 48(6), 692-702.

Majaranta, P., & Bulling, A. (2014). *Eye Tracking and Eye-Based Human-Computer Interaction*.

En S. H. Fairclough & K. Gilleade (Eds.), *Advances in Physiological Computing* (pp. 39-

65). Springer London. https://doi.org/10.1007/978-1-4471-6392-3_3

Mansfield, N., Naddeo, A., Frohriep, S., & Vink, P. (2020). Integrating and applying

models of comfort. *Applied Ergonomics*, 82, 102917.

<https://doi.org/10.1016/j.apergo.2019.102917>

Maradei García, M. F., Galindo Estupiñan, Z., & Castellanos Olarte, J. (2017). Comfort

testing in office chair design. *Revista UIS Ingenierías*, 16(1), 69-74.

Marras, W. S., & Karwowski, W. (Eds.). (2006). *Interventions, Controls, and Applications in*

Occupational Ergonomics (0 ed.). CRC Press.
<https://doi.org/10.1201/9781420003642>

NTC - 45 (Versión segunda). (2012). [GUÍA TÉCNICA COLOMBIANA].

EYE TRACKING COMO HERRAMIENTA PARA LA PREDICCIÓN DE ATRIBUTOS DE COMODIDAD EN SILLAS DE OFICINA

Osgood, C. E. (1964). Semantic Differential Technique in the Comparative Study of Cultures¹.

American Anthropologist, 66(3), 171-200.
<https://doi.org/10.1525/aa.1964.66.3.02a00880>

Pinkelman, B. (2014). A Consumer Utility Model of Automotive Seating Comfort: Discomfort,

Comfort Character, and Expectations. 2014-01-0454. <https://doi.org/10.4271/2014-01-01-0454>

Piqueras-Fiszman, B., Velasco, C., Salgado-Montejo, A., & Spence, C. (2013). Using combined eye tracking and word association in order to assess novel packaging solutions: A case study involving jam jars. *Food Quality and Preference*, 28(1), 328-338.

<https://doi.org/10.1016/j.foodqual.2012.10.006>

Richards, arry G. (1980). On the psychology of passenger comfort. *human factors in transport research edited by Dj Osborne*, 2, 15-23.

Sharafi, Z., Soh, Z., & Guéhéneuc, Y.-G. (2015). A systematic literature review on the usage of eye-tracking in software engineering. *Information and Software Technology*, 67, 79-107.

<https://doi.org/10.1016/j.infsof.2015.06.008>

Strzelecki, A. (2020). Eye-Tracking Studies of Web Search Engines: A Systematic Literature

Review. *Information*, 11(6), 300. <https://doi.org/10.3390/info11060300>

EYE TRACKING COMO HERRAMIENTA PARA LA PREDICCIÓN DE ATRIBUTOS DE COMODIDAD EN SILLAS DE OFICINA

- Vergara Monedero, Margarita. (1998). *Evaluación ergonómica de sillas. Criterios de evaluación basados en el análisis de la postura* [Tesis Doctoral]. Universitat Jaume I. Departament de Tecnologia.
- Vink, P. (2005). *Comfort and design: Principles and good practice*. CRC Press.
- Vink, P., & Hallbeck, S. (2012). Editorial: Comfort and discomfort studies demonstrate the need for a new model. *Applied Ergonomics*, 43(2), 271-276.
<https://doi.org/10.1016/j.apergo.2011.06.001>
- Vink, P., & song, yu. (2021). *On the objective assessment of comfort*.
- Wedel, M., & Pieters, R. (2008). A review of eye-tracking research in marketing. . . *Review of Marketing Research*, 4.
- Yang, H. B., & Feng, Y. T. (2012). Design & Research of People-Oriented Office Chair. *Advanced Materials Research*, 591-593, 236-240.
<https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/AMR.591-593.236>
- Yang, H. B., Sang, S. G., & Feng, Y. T. (2013). Health Office Chair Design Based on Ergonomics. *Applied Mechanics and Materials*, 274, 517-522.
<https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/AMM.274.517>
- Zemp, R., Taylor, W. R., & Lorenzetti, S. (2015). Are pressure measurements effective in the assessment of office chair comfort/discomfort? A review. *Applied Ergonomics*, 48, 273-282. <https://doi.org/10.1016/j.apergo.2014.12.010>
- Zhang, L., Helander, M. G., & Drury, C. G. (1996). Identifying Factors of Comfort and Discomfort in Sitting. *Human Factors: The Journal of the Human Factors and*

**EYE TRACKING COMO HERRAMIENTA PARA LA PREDICCIÓN DE ATRIBUTOS DE
COMODIDAD EN SILLAS DE OFICINA**

Ergonomics Society, 38(3), 377-389.
<https://doi.org/10.1518/001872096778701962>

EYE TRACKING COMO HERRAMIENTA PARA LA PREDICCIÓN DE ATRIBUTOS DE COMODIDAD EN SILLAS DE OFICINA

ANEXOS

ANEXO A

PROYECTO: EYE TRACKING COMO HERRAMIENTA PARA LA PREDICCIÓN DE ATRIBUTOS DE COMODIDAD EN SILLAS DE OFICINA

CONSENTIMIENTO INFORMADO

Proyecto de investigación: Eye tracking como herramienta para la predicción de atributos de comodidad en sillas de oficina

Objetivo y/o propósito de la investigación: El objetivo principal de la investigación es evaluar dos diferentes métodos para identificar atributos relacionados con comodidad en sillas para oficina, para plantear nuevas herramientas y métodos en la investigación de la comodidad que permitan utilizar métodos objetivos.

Procedimiento: Una vez leído y firmado el consentimiento informado se procederá a consignar la información relacionada con su sexo, edad, estatura y peso.

En primer lugar, para el seguimiento ocular se procederá a calibrar el dispositivo para lo que participante se ubicará en una posición erguida, y se ubicará el dispositivo de Eye-Tracking en la cabeza. Posteriormente, se le indicará las tareas a realizar durante el experimento tomando registro del tiempo y se procederá a la ejecución del experimento. Finalmente se retirará el dispositivo y se agradecerá por la participación.

Para el apartado de entrevista semiestructurada se procederá a realizar las preguntas y tomar material audiovisual.

Repositorio fotográfico y filmico: Para tener mayor información para el posterior análisis, el experimento será grabado en video. Esto no originará ningún riesgo de dolor asociado con el estudio. Para proteger su identidad y brindarle privacidad, se realizará únicamente una toma del plano de detalle de la sección correspondiente a la actividad del movimiento realizado por los ojos por el tiempo en que este realizando la actividad (aproximadamente 15 minutos). Además, los archivos serán guardados con el código del participante asignado al comienzo del estudio. Algunas imágenes fijas del material del video pueden ser extraídas únicamente con un propósito científico. Todo el material filmico y fotográfico será archivado conservando la confidencialidad y solamente será utilizado en publicaciones por su alto valor de representatividad para la investigación. Solamente, el investigador principal, el director o tutor del proyecto, el investigador encargado y usted, tendrán acceso al material filmico. Si decide participar, tiene total libertad de retirar su autorización para la grabación, uso y divulgación del material filmico y fotográfico en cualquier parte y momento del estudio. Con la firma del consentimiento informado usted autorizará el uso del material mencionado en eventos o publicaciones de carácter académico con la debida protección de su identidad personal.

Riesgos y beneficios esperados. El presente experimento fue diseñado con base en investigaciones realizadas previamente por otros autores. Los equipos, dispositivos y demás elementos de medición utilizados en las pruebas son seguros y están especialmente diseñados según su función. Por todo lo anterior, el ejercicio que se le solicita realizar es seguro en todas las etapas y no representa ningún tipo riesgo físico o psicológico.

EYE TRACKING COMO HERRAMIENTA PARA LA PREDICCIÓN DE ATRIBUTOS DE COMODIDAD EN SILLAS DE OFICINA

Confidencialidad. La información que usted suministre es confidencial y sólo se utilizará para fines del presente estudio. Para protección de la identidad de los participantes y mantener el anonimato se asignará un código conocido únicamente por los investigadores. Los resultados del estudio se presentarán de forma general, por lo tanto, ninguno de los participantes será identificado individualmente. La información recolectada se guardará de manera segura y confidencial en los archivos del Grupo de Investigación Ergonomía Producto-Significado GEPS, adscrita a la Escuela de diseño industrial en la Universidad Industrial de Santander y no podrá ser consultada por nadie diferente al personal vinculado a la investigación o a quien se autorice formalmente.

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

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.

Derecho a rehusar o abandonar el estudio. La participación en el estudio es totalmente voluntaria. Aún, si después de dar su consentimiento de participar, cambia de parecer, tendrá derecho a rehusarse a responder cualquier pregunta, ejecutar algún procedimiento o incluso retirarse totalmente del procedimiento sin que esto represente algún inconveniente u ocasione una penalidad.

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 _____

Declaración del participante. Certifico que he comprendido lo anterior y una vez aclaradas todas las inquietudes surgidas respecto de mi participación en la investigación, acepto hacer parte, de manera libre y voluntaria, en el proyecto.

Firma del participante: _____

Nombre del participante: _____

C.C.

_ Fecha: día: _____ Mes: _____ Año: _____

**EYE TRACKING COMO HERRAMIENTA PARA LA PREDICCIÓN DE ATRIBUTOS DE
COMODIDAD EN SILLAS DE OFICINA**

Contacto de Ética: Para preguntas o aclaraciones acerca de los aspectos éticos de esta investigación puede comunicarse con el Comité de Ética para la Investigación Científica CEINCI-UIS, carrera 19 # 35-02 oficina 245 sede UIS Bucarica, teléfono 6344000 ext.3808, Bucaramanga.

ANEXO B

Proyecto de investigación: “EYE TRACKING COMO HERRAMIENTA PARA LA PREDICCIÓN DE ATRIBUTOS DE COMODIDAD EN SILLAS DE OFICINA”

Objetivo general del proyecto: Evaluar las diferencias entre los atributos obtenidos a través de herramientas de medida subjetiva y objetiva de seguimiento ocular, que permita identificar nuevos métodos para evaluar sillas de oficina con parámetros de comodidad.

Formato de recolección de información

Etapas 1 – descriptores de comodidad subjetivos / objetivos

Duración de la actividad: 15 min

Instrumento: Entrevista semiestructurada

Técnica de recolección: Grabación de voz y video

Información personal

Fecha:

Nombre:

Sexo:

Estatura:

Peso:

Edad (años cumplidos):

Presencia de dolor (si/no):

Años de experiencia:

Ocupación:

Profesión:

Atributos de comodidad en sillas de oficina

GRUPO A –

Comodidad

1. ¿Qué características son esenciales para considerar cómoda una silla de oficina?
2. ¿Qué aspectos o características positivas tiene una silla de oficina?
3. ¿Qué es lo que más le agrada de una silla de oficina?

Proyecto de investigación: “EYE TRACKING COMO HERRAMIENTA PARA LA PREDICCIÓN DE ATRIBUTOS DE COMODIDAD EN SILLAS DE OFICINA”

Objetivo general del proyecto: Evaluar las diferencias entre los atributos obtenidos a través de herramientas de medida subjetiva y objetiva de seguimiento ocular, que permita identificar nuevos métodos para evaluar sillas de oficina con parámetros de comodidad.

Formato de recolección de información

Etapas 1 – descriptores de incomodidad subjetivos / objetivos

Duración de la actividad: 15 min

Instrumento: Entrevista semiestructurada

Técnica de recolección: Grabación de voz y video

Información personal

Fecha:

Nombre:

Sexo:

Estatura:

Peso:

Edad (años cumplidos):

Presencia de dolor (si/no):

Años de experiencia:

Ocupación:

Profesión:

Atributos de comodidad en sillas de oficina

**GRUPO A –
Comodidad**

1. ¿Qué características son esenciales para considerar incómoda una silla de oficina?
2. ¿Qué aspectos o características negativas tiene una silla de oficina?
3. ¿Qué es lo que más le desagrada de una silla de oficina?

EYE TRACKING COMO HERRAMIENTA PARA LA PREDICCIÓN DE ATRIBUTOS DE COMODIDAD EN SILLAS DE OFICINA

ANEXO C

Tabla Consolidación de atributos por su significado o similitud teniendo presente la cantidad de menciones por los participantes. ETAPA 1 – METODOS SUBJETIVOS

PARTE DE LA SILLA	Atributo	libre	compa ración	TOTA L	% TOTA L	% Libre	% Compa ración
apoyabrazos	Con presencia de apoyabrazos	19	6	25	4%	76%	24%
apoyabrazos	Con ajuste de altura en los apoyabrazos	17	16	33	5%	52%	48%
apoyabrazos	Que los apoyabrazos sean acolchonados	7	2	9	1%	78%	22%
apoyabrazos	Sin apoyabrazos	3	3	6	1%	50%	50%
apoyabrazos	Apoyabrazos anchos	1	1	2	0%	50%	50%
apoyabrazos	Apoyabrazos Largos		1	1	0%	0%	100%
apoyabrazos	Que los apoyabrazos no sean acolchonados		1	1	0%	0%	100%
apoyacabezas	Presencia de apoyacabeza	12	2	14	2% 1%	86%	14%
apoyacabezas	Sin Apoyacabeza	6		6	0%	100%	0%
apoyacabezas	Presencia de apoyacabeza ajustable	3		3	0%	100%	0%
apoyapiés	Presencia de Apoyapiés	3		3	1%	100%	0%
apoyapiés	Que se puedan apoyar los pies en las rodachinas	1		1	1%	100%	0%
Base	Presencia de ruedas	10		10	0% 0%	100%	0%
Base	Que sea estable la base	2	4	6	0%	33%	67%
Base	Que no sea inestable la base	2		2	0%	100%	0%
Base	Con una base robusta	1	1	2	0%	50%	50%
Base	Que permita la rotación	1		1	0%	100%	0%
Base	Que se puedan apoyar los pies en las rodachinas	1		1	0%	100%	0%
Base	Sin elementos que choquen como palancas	1		1	8%	100%	0%
Base	Con refuerzo en las Ruedas		1	1	2%	0%	100%
Base	Menos cantidad de ruedas	1		1	1%	100%	0%

EYE TRACKING COMO HERRAMIENTA PARA LA PREDICCIÓN DE ATRIBUTOS DE COMODIDAD EN SILLAS DE OFICINA

asiento	Que el asiento tenga acolchonado	30	24	54		56%	44%
asiento	Qué ancho del asiento debe ser el adecuado	8	6	14		57%	43%
asiento	El material del asiento no puede ser duro o rígido	3	2	5		60%	40%
asiento	El asiento la profundidad no puede ser excesiva	3	1	4		75%	25%
asiento	El asiento debe tener ajustable la profundidad	2	1	3	1%	67%	33%
asiento	El asiento no debe ser tan ancho	1	2	3	0%	33%	67%
asiento	Asiento cómodo	1		1	0%	100%	0%
asiento	Con soporte adicional en el borde del asiento	1	1	2	0%	50%	50%
asiento	El asiento debe tener una curvatura en el asiento	1	1	2	0%	50%	50%
asiento	Que tenga estabilidad en el asiento		2	2	0%	0%	100%
asiento	No debe tener una inclinación muy pronunciada hacia al frente	1		1	0%	100%	0%
asiento	Sin soporte adicional en el borde del asiento		1	1	0%	0%	100%
General	La silla debe contar con ajuste de altura	31	9	40	6%	78%	23%
General	Se prefiere materiales que no acalores, que permitan la transpirabilidad	19	17	36	5%	53%	47%
General	La silla debe tener acolchonado	10	10	20	3%	50%	50%
General	que la estructura de la silla sea estable	4	6	10	1%	40%	60%
General	Silla debe ser suave	4	5	9	1%	44%	56%
General	Debe tener acolchado firme	3	3	6	1%	50%	50%
General	La silla debe tener el tamaño adecuado	4	1	5	1%	80%	20%
General	que la silla permite ajustar la inclinación	3	1	4	0%	75%	25%

EYE TRACKING COMO HERRAMIENTA PARA LA PREDICCIÓN DE ATRIBUTOS DE COMODIDAD EN SILLAS DE OFICINA

General	El acolchado debe ser compartimentado	1	1	2	0%	50%	50%
General	La estructura de las almohadillas debe estar bien ubicadas	1	1	2	0%	50%	50%
General	La silla debe adaptarse a la forma del cuerpo	2		2	0%	100%	0%
General	La silla debe ser lo suficientemente ancha	1	1	2	0%	50%	50%
General	La silla debe tener espacio para la persona	1	1	2	0%	50%	50%
General	Materiales duraderos y resistentes	1	1	2		50%	50%
General	No debe tener exceso de	1	1	2		50%	50%

	acolchado				0%		
General	una sensación visual de comodidad		2	2	0%	0%	100%
General	Diseño estilizado		1	1	0%	0%	100%
General	El ancho de la silla no debe ser excesivo	1		1	0%	100%	0%
General	La silla debe tener una textura agradable	1		1	0%	100%	0%
General	La silla no debe ser muy pesada		1	1	0%	0%	100%
General	La silla no debe tener materiales que se deformen	1		1	0%	100%	0%
General	La silla permite regular la profundidad	1		1	0%	100%	0%
General	La silla permite tener movilidad	1		1	6%	100%	0%
General	Las sillas de formas cuadradas son más cómodas		1	1	5%	0%	100%
Espaldar	Debe tener una curvatura en la zona de la espalda baja	18	22	40	5%	45%	55%
Espaldar	La silla debe tener buena altura de espaldar hasta lo hombros	18	14	32	5%	56%	44%
Espaldar	La inclinación del espaldar no puede ser excesiva	21	10	31	4%	68%	32%

EYE TRACKING COMO HERRAMIENTA PARA LA PREDICCIÓN DE ATRIBUTOS DE COMODIDAD EN SILLAS DE OFICINA

Espaldar	La silla debe tener un soporte adecuado lumbar	18	13	31	3%	58%	42%
Espaldar	El espaldar debe tener un soporte adecuado para toda la espalda	15	13	28	2%	54%	46%
Espaldar	que no tenga espacio entre el asiento y el espaldar	8	10	18	2%	44%	56%
Espaldar	El ancho del espaldar debe ser lo suficientemente	5	10	15	2%	33%	67%
Espaldar	El espaldar debe contar con acolchonado	4	10	14	2%	29%	71%
Espaldar	El espaldar debe ser recto preferiblemente con ángulos cercanos a los 90	6	7	13	2%	46%	54%
Espaldar	El espaldar debe permitir el ajuste de la inclinación	7	6	13	1%	54%	46%
Espaldar	No puede Ser pronunciada la curvatura de la zona de la espalda baja	5	7	12		42%	58%
Espaldar	El espaldar debe tener dimensiones adecuadas	5	4	9		56%	44%
Espaldar	El tamaño del espaldar debe cubrir toda la espalda	4	4	8	1%	50%	50%
Espaldar	El espaldar que sea de malla para adaptarse a la espalda	5	2	7	1%	71%	29%
Espaldar	Espaldar flexible	3	4	7	1%	43%	57%
Espaldar	El espaldar debe contar con un acolchonado adicional en la espalda baja	1	4	5	1%	20%	80%
Espaldar	Espaldar debe ser suave	3	1	4	1%	75%	25%
Espaldar	Sin curvatura en la zona baja de la espalda	2	1	3	0%	67%	33%
Espaldar	Espaldar rígido	1	2	3	0%	33%	67%
Espaldar	EL espaldar debe tener inclinación	1	1	2	0%	50%	50%
Espaldar	El espaldar debe tener soportes laterales	1	1	2	0%	50%	50%
Espaldar	El espaldar debe tener acolchonado compartimentado	1	1	2	0%	50%	50%

EYE TRACKING COMO HERRAMIENTA PARA LA PREDICCIÓN DE ATRIBUTOS DE COMODIDAD EN SILLAS DE OFICINA

Espaldar	Estabilidad del espaldar		2	2	0%	0%	100%
Espaldar	La curvatura de la espalda que se pueda adaptar	1	1	2	0%	50%	50%
Espaldar	El espaldar debe ser reclinable	1		1	0%	100%	0%
Espaldar	LA forma del espaldar que no genere presión en zonas específicas		1	1	0%	0%	100%
Espaldar	Espaldar con materiales que no acaloren		1	1	0%	0%	100%
Espaldar	Que la inclinación del espaldar no tenga efecto rebote	1		1	0%	100%	0%
Espaldar	Sin soportes laterales en el espaldar		1	1		0%	100%
total		388	295	683	100%		

Tabla Frecuencias de los atributos por participantes. ETAPA 1 - METODOS SUBJETIVOS

frecuencia por participante						
PARTE DE LA SILLA	Atributo			participant es que mencionan	% TOTAL	
apoyabrazos	1	Con presencia de apoyabrazos			20	38%

EYE TRACKING COMO HERRAMIENTA PARA LA PREDICCIÓN DE ATRIBUTOS DE COMODIDAD EN SILLAS DE OFICINA

apoyabrazos	2	Con ajuste de altura en los apoyabrazos	23
apoyabrazos	3	Que los apoyabrazos sean acolchonados	8
apoyabrazos	4	Sin apoyabrazos	5
apoyabrazos	5	Apoyabrazos anchos	1
apoyabrazos	6	Apoyabrazos Largos	1
apoyabrazos	7	Que los apoyabrazos no sean acolchonados	1
apoyacabezas	8	Presencia de apoyacabeza	12
apoyacabezas	9	Sin Apoyacabeza	6
apoyacabezas	10	Presencia de apoyacabeza ajustable	3
apoyapiés	11	Presencia de Apoyapiés	3
apoyapiés	12	Que se puedan apoyar los pies en las rodachinas	1
Base	13	Presencia de ruedas	10
Base	14	Que sea estable la base	5
Base	15	Que no sea inestable la base	2
Base	16	Con una base robusta	2
Base	17	Que permita la rotación	1
Base	18	Que se puedan apoyar los pies en las rodachinas	1
Base	19	Sin elementos que choquen como palancas	1
Base	2	Con refuerzo en las Ruedas	1
Base	22	Menos cantidad de ruedas	1
asiento	23	Que el asiento tenga acolchonado	33
asiento	24	Qué ancho del asiento debe ser el adecuado	11
asiento	25	El material del asiento no puede ser duro o rigido	3
asiento	26	El asiento la profundidad no puede ser excesiva	3
asiento	27	El asiento debe tener ajustable la profundidad	3

EYE TRACKING COMO HERRAMIENTA PARA LA PREDICCIÓN DE ATRIBUTOS DE COMODIDAD EN SILLAS DE OFICINA

asiento	28	El asiento no debe ser tan ancho	2
asiento	29	Asiento cómodo	1
asiento	30	Con soporte adicional en el borde del asiento	1
asiento	3	El asiento debe tener una curvatura en el asiento	1
asiento	32	Que tenga estabilidad en el asiento	2

44%

15%

10%

2%

2%

2%

23%

12%

6%

6%

2%

19%

10%

4%

4%

2%

2%

2%

2%

2%

63%

21%

6%

6%

6%

EYE TRACKING COMO HERRAMIENTA PARA LA PREDICCIÓN DE ATRIBUTOS DE COMODIDAD EN SILLAS DE OFICINA

4%

2%

2%

2%

asiento	33	No debe tener una inclinación muy pronunciada hacia al frente	1
asiento	34	Sin soporte adicional en el borde del asiento	1
General	35	La silla debe contar con ajuste de altura	31
General	36	Se prefiere materiales que no acalores, que permitan la transpirabilidad	18
General	37	La silla debe tener acolchonado	16
General	38	que la estructura de la silla sea estable	8
General	39	Silla debe ser suave	8
General	4	Debe tener acolchonado firme	5
General	4	La silla debe tener el tamaño adecuado	5
General	42	que la silla permite ajustar la inclinación	4
General	43	El acolchonado debe ser compartimentado	2
General	44	La estructura de las almohadillas debe estar bien ubicadas	1
General	45	La silla debe adaptarse a la forma del cuerpo	2
General	46	La silla debe ser lo suficientemente ancha	1
General	47	La silla debe tener espacio para la persona	1
General	48	Materiales duraderos y resistentes	1
General	49	No debe tener exceso de acolchonado	2
General	50	una sensación visual de comodidad	2
General	5	Diseño estilizado	1
General	5	El ancho de la silla no debe ser excesivo	1

EYE TRACKING COMO HERRAMIENTA PARA LA PREDICCIÓN DE ATRIBUTOS DE COMODIDAD EN SILLAS DE OFICINA

General	53	La silla debe tener una textura agradable	1
General	54	La silla no debe ser muy pesada	1
General	55	La silla no debe tener materiales que se deformen	1
General	56	La silla permite regular la profundidad	1
General	57	La silla permite tener movilidad	1
General	58	Las sillas de formas cuadradas son mas cómodas	1
Espaldar	59	Debe tener una curvatura en la zona de la espalda baja	27

4% 2%

2%

60%

35%

31%

15%

15%

10%

10%

8%

4%

2%

4%

2%

2%

2%

4%

4%

2%

EYE TRACKING COMO HERRAMIENTA PARA LA PREDICCIÓN DE ATRIBUTOS DE COMODIDAD EN SILLAS DE OFICINA

2%

2%

2%

2%

2%

2%

2%

Espaldar	60	La silla debe tener buena altura de espaldar hasta lo hombros	22
Espaldar	6	La inclinación del espaldar no puede ser excesiva	19
Espaldar	6	La silla debe tener un soporte adecuado lumbar	23
Espaldar	63	El espaldar debe tener un soporte adecuado para toda la espalda	21
Espaldar	64	que no tenga espacio entre el asiento y el espaldar	12
Espaldar	65	El ancho del espaldar debe ser lo suficientemente	14
Espaldar	66	El espaldar debe contar con acolchonado	11
Espaldar	67	El espaldar debe ser recto preferiblemente con ángulos cercanos a los 90	12
Espaldar	68	El espaldar debe permitir el ajuste de la inclinación	12
Espaldar	69	No puede Ser pronunciada la curvatura de la zona de la espalda baja	7
Espaldar	70	El espaldar debe tener dimensiones adecuadas	8
Espaldar	7	El tamaño del espaldar debe cubrir toda la espalda	6
Espaldar	7	El espaldar que sea de malla para adaptarse a la espalda	7
Espaldar	73	Espaldar flexible	5

EYE TRACKING COMO HERRAMIENTA PARA LA PREDICCIÓN DE ATRIBUTOS DE COMODIDAD EN SILLAS DE OFICINA

Espaldar	74	El espaldar debe contar con un acolchonado adicional en la espalda baja	5
Espaldar	75	Espaldar debe ser suave	3
Espaldar	76	Sin curvatura en la zona baja de la espalda	2
Espaldar	77	Espaldar rígido	3
Espaldar	78	EL espaldar debe tener inclinación	2
Espaldar	79	El espaldar debe tener soportes laterales	2
Espaldar	80	El espaldar debe tener acolchonado compartimentado	2
Espaldar	8	Estabilidad del espaldar	2
Espaldar	8	La curvatura de la espalda que se pueda adaptar	2

52% 42%

37%

44%

40%

23%

27%

21%

23%

23%

13%

15%

12%

EYE TRACKING COMO HERRAMIENTA PARA LA PREDICCIÓN DE ATRIBUTOS DE COMODIDAD EN SILLAS DE OFICINA

13%

10%

10%

6%

4%

6%

4%

4%

4%

4%

Espaldar	83	El espaldar debe ser reclinable	1
Espaldar	84	LA forma del espaldar que no genere presión en zonas específicas	1
Espaldar	85	Espaldar con materiales que no acaloren	1
Espaldar	86	Que la inclinación del espaldar no tenga efecto rebote	1
Espaldar	87	Sin soportes laterales en el espaldar	1

4% 2%

2%

2%

2%

2%

EYE TRACKING COMO HERRAMIENTA PARA LA PREDICCIÓN DE ATRIBUTOS DE COMODIDAD EN SILLAS DE OFICINA

tiempo de permanencia ms	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,016	0,000	0,000
Veces que volvio a ver el estimulo	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,004	0,000	0,001
Cantidad de fijaciones	0,003	0,000	0,000	0,000	0,000	0,011	0,000	0,000
orden en que miro	0,000	0,000	0,000	0,000	0,016	0,000	0,000	0,000

Tabla Pruebas de normalidad - Kolmogorov-Smirno incomodidad / libre. ETAPA 2 - METODOS OBJETIVOS

Pruebas de normalidad - Kolmogorov-Smirno incomodidad / libre						
		A	B	C	D	E
		Sig.	Sig.	Sig.	Sig.	Sig.
tiempo de permanencia ms	INCOMODIDAD	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
	LIBRE	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Veces que volvio a ver el estimulo	INCOMODIDAD	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
	LIBRE	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Cantidad de fijaciones	INCOMODIDAD	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
	LIBRE	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
orden en que miro	INCOMODIDAD	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
	LIBRE	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000

Tabla Pruebas de normalidad - Kolmogorov-Smirno incomodidad por sillas. ETAPA 2 - METODOS OBJETIVOS

Pruebas de normalidad - Kolmogorov-Smirno incomodidad por sillas					
	A	B	C	D	E
	Sig.	Sig.	Sig.	Sig.	Sig.
tiempo de permanencia ms	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000

EYE TRACKING COMO HERRAMIENTA PARA LA PREDICCIÓN DE ATRIBUTOS DE COMODIDAD EN SILLAS DE OFICINA

Veces que volvio a ver el estimulo	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Cantidad de fijaciones	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
orden en que miro	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000

Tabla Pruebas de normalidad - Kolmogorov-Smirno incomodidad. ETAPA 2 - METODOS OBJETIVOS

Pruebas de normalidad - Kolmogorov-Smirno incomodidad - AOI								
	ASIENT O	BASE	BLANC O	BRAZO DER	BRAZO IZQ	ESPALDAR BAJO	ESPALDAR SUP	SOPORTE ESP
	Sig.	Sig.	Sig.	Sig.	Sig.	Sig.	Sig.	Sig.
tiempo de permanencia ms	0,004	0,000	0,004	0,023	0,000	0,062	0,000	0,000
Veces que volvio a ver el estimulo	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,024	0,000	0,000
Cantidad de fijaciones	0,000	0,000	0,011	0,000	0,000	0,001	0,000	0,000
orden en que miro	0,000	0,000	0,000	0,001	0,000	0,000	0,000	0,000

Tabla Pruebas de normalidad - Kolmogorov-Smirno c comparación incomdidad / comodidad. ETAPA 2 - METODOS OBJETIVOS

Pruebas de normalidad - Kolmogorov-Smirno comparación incomdidad / omodidad		
		Sig.
tiempo de permanencia ms	INCOMODIDAD	0
	LIBRE	0
Veces que volvio a ver el estimulo	INCOMODIDAD	0,002
	LIBRE	0
Cantidad de fijaciones	INCOMODIDAD	0
	LIBRE	0
orden en que miro	INCOMODIDAD	0,001
	LIBRE	0,001

EYE TRACKING COMO HERRAMIENTA PARA LA PREDICCIÓN DE ATRIBUTOS DE COMODIDAD EN SILLAS DE OFICINA

Tabla Pruebas de normalidad - Kolmogorov-Smirno AOI inc/ com. ETAPA 2 - METODOS OBJETIVOS

Pruebas de normalidad - Kolmogorov-Smirno AOI inc/ com								
	ASIENTO	BASE	BLANCO	BRAZO DER	BRAZO IZQ	ESPALDAR BAJO	ESPALDAR SUP	SOPORTE ESP
	Sig.	Sig.	Sig.	Sig.	Sig.	Sig.	Sig.	Sig.
tiempo de permanencia ms	0,039	0,001	0,093	0,002	0,028	0,082	0,2	0,003
Veces que volvio a ver el estimulo	0,075	0,002	0,07	0,01	0,2	0,096	0,195	0,062
Cantidad de fijaciones	0,024	0,001	0,2	0,003	0,178	0,2	0,089	0
orden en que miro	0,2	0,003	0,2	0,008	0,013	0	0,146	0,001

Tabla Pruebas de normalidad - Kolmogorov-Smirno comparación sillas ABCDE. ETAPA 2 - METODOS OBJETIVOS

Pruebas de normalidad - Kolmogorov-Smirno comparación sillas ABCDE				
	A	B	C	D
	Sig.	Sig.	Sig.	Sig.
tiempo de permanencia ms	0,007	0,02	0	0
Veces que volvio a ver el estimulo	0,081	0,027	0,012	0,009
Cantidad de fijaciones	0,006	0,005	0	0
orden en que miro	0,001	0,015	0	0,2