

**Definición de las cualidades ergonómicas
que determinan la eficiencia de uso de un producto**

MSc. Esnolia Noy Monteagudo
esnoy@isdi.co.cu

Ing. Claudia Gordillo Paneque
claus@isdi.co.cu

ISDI

Resumen

Validación, a partir del Método Delphide expertos, de una lista de cualidades que permitan abarcar la ergonomía de un producto en su totalidad: características ergonómicas o variables ergonómicas. Se aplica un instrumento para registrar la opinión de los expertos sobre la pertinencia de cada adecuación y propiedad ergonómica para el logro de la eficiencia de uso de un producto, y sobre la suficiencia de todas para describir la eficiencia de uso. Para esto se utilizan preguntas cerradas, y para obtener argumentación de las respuestas se agregan preguntas abiertas, mediante las que el experto puede sugerir una nueva cualidad. En el procesamiento de las respuestas se realiza un análisis cualitativo para las preguntas abiertas y uno cuantitativo para las cerradas. Se realizaron dos rondas de aplicación del instrumento para lograr mayor precisión en las respuestas de los expertos. Se concluye que el conjunto de cualidades ergonómicas siguientes es suficiente para describir la eficiencia de uso: adecuación anatómica; adecuación biomecánica; adecuación fisiológica; adecuación antropométrica; adecuación cognitiva; adecuación sensorial; adecuación emocional; facilidad de uso; facilidad de mantenimiento; facilidad de asimilación y seguridad.

Introducción

El hombre para realizar las diferentes actividades necesita siempre de algún objeto material; todo se hace por mediación de objetos que tienen que ser diseñados. “La eficiencia y productividad de nuestra actividad, y la sensación de comodidad y bienestar que resulta de ella o con ella, son determinadas en gran medida por la correspondencia o adecuación entre los objetos y nuestras capacidades y limitaciones, puestas en juego durante la acción.”⁽¹⁾

El proceso de diseño de productos atraviesa por un conjunto de etapas desde la recopilación de información, el análisis, la conceptualización y la solución final. En cada una de ellas se abordan y resuelven los factores que se refieren a los problemas de uso, la función, la tecnología, el mercado, lo social y el contexto de los productos.

El factor uso es uno de los más importantes, puesto que el diseñador es el único profesional que se ocupa de lograr una buena interacción producto – usuario, teniendo en cuenta que “lo que se debe proyectar no es solamente el objeto en sí, sino también las diversas relaciones que se establecerán entre dicho objeto y sus probables usuarios”.⁽²⁾

Para poder solucionar el factor uso, los diseñadores recurren a la Ergonomía por ser la disciplina científica que se ocupa de la comprensión de las interacciones entre los seres humanos y los otros elementos de un sistema y la profesión que aplica la teoría, los principios, la información y los métodos de diseño para optimizar el bienestar humano y el desempeño general del sistema.⁽³⁾

En la búsqueda de la “ergonomicidad”, “condición de ergonómico”, “calidad ergonómica” o, “eficiencia de uso” de un producto se pueden definir un conjunto de características o cualidades que confieran tal condición.

Aquellas características que puestas en un producto lo hacen ergonómico son las características analizables en cualquier análisis ergonómico.

Muchas de las técnicas utilizadas para el análisis ergonómico evalúan un aspecto en particular como la seguridad de un producto, o la usabilidad (vista como facilidad de uso desde el punto de vista cognitivo), pero no la totalidad de las características ergonómicas.

En este trabajo se validan a partir del método de expertos, una lista de cualidades que permitan abarcar la ergonomía de un producto en su totalidad: características ergonómicas o variables ergonómicas.

La determinación de estas cualidades es de gran importancia tanto durante para el diseño productos, como para la evaluación de estos.

Material y Método

Para definir las cualidades ergonómicas que determinan la eficiencia de uso de un producto se utilizó el Método Delphi de expertos.

El Método Delphi consiste en la consulta individual de expertos sobre un tema determinado para llegar a un consenso. Por lo general esta consulta se realiza a través de un cuestionario y una vez aplicado, se retroalimenta a los expertos del resultado, aunque nunca se revela su identidad. Deben realizarse varias rondas de cuestionarios, hasta que se llegue a un consenso. Los resultados se procesan estadísticamente.

Con la aplicación de este método se pretende:

- Saber si cada cualidad ergonómica contribuye a la eficiencia de uso de un producto.
- Conocer si las cualidades ergonómicas propuestas son suficientes para describir la eficiencia de uso de un producto. En caso de no ser suficientes las variables propuestas se pueden sugerir otras variables en las respuestas a las preguntas de argumentación.
- Tanto si aumenta o disminuye el número de variables o si se tiene alguna duda de la fiabilidad de los resultados debe hacerse una segunda ronda.

Selección de los expertos:

Los expertos fueron seleccionados por sus conocimientos y experiencia en las disciplinas de Diseño y Ergonomía y por cualidades como la responsabilidad, seriedad y honestidad, características que garantizan la fiabilidad de sus opiniones. Se seleccionaron 4 expertos del área de Ergonomía, 3 del área de Diseño y 2 que se desempeñan en las dos al mismo tiempo (8 en total). 7 de los expertos mencionados tienen más de 20 años de experiencia en la enseñanza y desarrollo de proyectos en sus respectivas áreas y tienen gran prestigio dentro de sus universidades.

Instrumento:

El instrumento para la aplicación del Método Delphi y por lo tanto para registrar la opinión de los expertos es un cuestionario que aparece en el anexo 1.

- Se interroga al experto sobre la pertinencia de cada adecuación y propiedad para el logro de la eficiencia de uso de un producto y si todas juntas son suficientes para describir la eficiencia de uso de un producto. En ambas preguntas se le pide argumentación.
- Se usan preguntas cerradas para consultar la pertinencia de cada cualidad y la suficiencia de todas para describir la eficiencia de uso. Para la argumentación de las respuestas se usarán preguntas abiertas.
- En las preguntas cerradas se utiliza una escala de Sí, En Alguna Medida y No. En el procesamiento de las respuestas se realiza un análisis cualitativo

para las preguntas abiertas y uno cuantitativo para las cerradas, en las que se considerará el 60% de las respuestas como consenso.

- En las preguntas de considerar las cualidades como necesarias se considerará consenso a favor el 60% o más de respuestas Si o En Alguna Medida y se considerará consenso en contra 60% de respuestas No.
- En las preguntas de considerar todas las cualidades marcadas como suficientes para describir la eficiencia de uso se considerará consenso a favor el 60% o más de respuestas Si y se considerará consenso en contra 60% de respuestas No o En Alguna Medida.

Discusión de los Resultados.

Resultados de la 1ra RONDA: Se aplicó el cuestionario del Anexo 1.

Los resultados de las preguntas cerradas fueron:

Pregunta	Si	En algun a medida	No	% Si	% En algun a medida	%No
¿La adecuación anatómica contribuye a la eficiencia de uso de un producto?	8			100		
¿La adecuación biomecánica contribuye a la eficiencia de uso de un producto?	8			100		
¿La adecuación fisiológica contribuye a la eficiencia de uso de un producto?	8			100		
¿La adecuación antropométrica contribuye a la eficiencia de uso “ ?	8			100		
¿La adecuación sensorial contribuye a la eficiencia de uso de un producto?	8			100		
¿La adecuación cognitiva contribuye a la eficiencia de uso de un producto?	8			100		
¿La propiedad facilidad de uso contribuye a la eficiencia de de uso de un producto?	8			100		

¿La propiedad facilidad de aprendizaje contribuye a la eficiencia de uso de un producto?	8			100		
¿La propiedad facilidad de mantenimiento contribuye a la eficiencia de uso de un producto?	6	2		75	25	
¿La propiedad seguridad contribuye a la eficiencia de uso de un producto?	8			100		
¿Las adecuaciones y propiedades anteriores son suficientes para garantizar la eficiencia de USO de un producto?	6	2		75	25	

- El 100% de los expertos consideró que las cualidades ergonómicas contribuyen a la eficiencia de uso de un producto.
- El 75% de los expertos consideró que las adecuaciones y propiedades descritas son suficientes para garantizar la eficiencia de uso de un producto.

En las respuestas a las preguntas de argumentación las consideraciones más importantes expresadas por los expertos fueron:

- Debe tenerse en cuenta la facilidad de uso en cada etapa del ciclo de vida del producto, ya que en ellas se establece también una relación con el hombre: facilidad de uso en la producción y facilidad de uso en la circulación. Según esta sugerencia se especificará la definición de la propiedad ergonómica facilidad de uso.
- Se debe ser más explícito en la inclusión en estas cualidades de características que contribuyan a evitar errores durante el uso.
- La cualidad facilidad de uso tiene aparentemente muchas similitudes con la eficiencia de uso, por lo que debe especificarse el concepto de eficiencia de uso.

Otras consideraciones:

- Se advirtió que algunos expertos consideraban incluida dentro de la adecuación sensorial la existencia de texturas agradables al tacto. Esta característica no pertenece a esta adecuación ni a ninguna de las cualidades presentadas sino que está relacionada con los gustos y preferencias del usuario.

Conclusiones de la primera ronda:

Aunque la mayoría de los expertos consideraron las cualidades necesarias y suficientes y no agregaron ninguna cualidad, en la argumentación de sus respuestas se observa que podrían estar considerando la adecuación a los gustos y preferencias del usuario como un aspecto relevante para la eficiencia de uso de un producto y esta adecuación no está comprendida en las definiciones de cualidades planteadas en el cuestionario. De manera que se realizó una segunda ronda del método de expertos para preguntar sobre la pertinencia de analizar los aspectos que hacen a un producto atractivo, dejando claro que esto no está comprendido por las adecuaciones y propiedades ergonómicas planteadas en la primera ronda. Adicionalmente, en el cuestionario que se aplicó en la segunda ronda se modificó ligeramente la definición de facilidad de uso.

Resultados de la 2da y última RONDA: Se aplicó a 8 expertos el cuestionario del Anexo 2.

A continuación se muestra el resultado de las preguntas cerradas (las que se destacan en negrita son las que se agregan o modifican con respecto a la ronda anterior):

Pregunta	Si	En alguna medida	No	% Si	% En alguna medida	%No
¿La adecuación anatómica contribuye a la eficiencia de uso de un producto?	8			100		
¿La adecuación biomecánica contribuye a la eficiencia de uso de un producto?	8			100		
¿La adecuación fisiológica contribuye a la eficiencia de uso de un producto?	8			100		
¿La adecuación antropométrica contribuye a la eficiencia de uso de un producto?	8			100		
¿La adecuación sensorial contribuye a la eficiencia de uso de un producto?	8			100		
¿La adecuación cognitiva contribuye a la eficiencia uso de un producto?	8			100		

¿La adecuación emocional contribuye a la eficiencia de uso de un producto?	2	4	2	25	50	25
¿La propiedad facilidad de uso contribuye a la eficiencia de uso de un producto?	8			100		
¿La propiedad facilidad de aprendizaje contribuye a la eficiencia de uso de un producto?	8			100		
¿La propiedad facilidad de mantenimiento contribuye a la eficiencia de uso de un producto?	5	3		75	25	
¿La propiedad seguridad contribuye a la eficiencia de uso “ ?	8			100		
¿Considera que las adecuaciones y propiedades marcadas Si o En alguna medida por usted son suficientes para garantizar la eficiencia de USO de un producto?	7	1		87,5	12,5	
• Marcó todas las cualidades del cuestionario	5	1		62,5	12,5	
• Marcó todas las cualidades menos la adecuación emocional	2			25		

- El 100% de los expertos consideró que las cualidades ergonómicas contribuyen a la eficiencia de uso de un producto (sin incluir la adecuación emocional)
- El 75% de los expertos considero que la adecuación emocional contribuye a la eficiencia de uso de un producto.
- Un 87,5 % de los expertos consideró que las cualidades marcadas por ellos eran suficientes para describir la eficiencia de uso de un producto. Este valor carece de significado porque cada experto podía haber marcado una

cantidad de cualidades diferentes, por lo que se desglosa a continuación los resultados particulares.

- Consideraron necesarias y suficientes todas las cualidades planteadas (para un consenso afirmativo) el 62,5% de los expertos (5 expertos).
- Consideraron necesarias pero no suficientes todas las cualidades planteadas un 12,5 % de los expertos (1 experto).
- Consideraron necesarias y suficientes para la eficiencia de uso todas las cualidades menos la adecuación emocional el 25% (2 expertos).

Se concluye que los expertos coinciden en considerar todas las adecuaciones y propiedades planteadas en la 2da ronda como necesarias y suficientes para describir la eficiencia de uso de un producto.

En las respuestas a las preguntas de argumentación las consideraciones más importantes expresadas por los expertos fueron:

Sobre la adecuación emocional:

- Si el producto es emocionalmente adecuado, el uso será más eficiente considerando que el placer es hoy uno de los elementos de valoración mejor ponderados por el hombre moderno. En la sociedad contemporánea las emociones han desplazado otros criterios considerados con anterioridad para valorar la eficiencia de uso, sobre todo porque ya todos los productos tienen resuelto el uso básico y el diseño busca un valor añadido.
- El tema emocional debe ser estudiado por la ergonomía. Se debe modificar la definición de eficiencia de uso y añadir al final “que propicie el bienestar del usuario” para que con más razón se incluya esta cualidad en la contribución a la eficiencia de uso.
- Aún no están desarrollados en nuestro contexto inmediato, los instrumentos para un conocimiento profundo de los usuarios, condición muy importante para lograr la adecuación emocional.
- La adecuación emocional de alguna forma influye o tiene relación directa con las adecuaciones cognitiva y sensorial.

En general sobre la adecuación emocional los expertos opinaron que tiene cierta influencia en la eficiencia de uso, aunque en sus argumentos denotan que esta influencia es indirecta y que no está bien definida, que es un aspecto todavía polémico. Igualmente expresan sus reservas sobre la existencia de conocimientos y herramientas para darle solución.

Sobre la suficiencia de las cualidades marcadas:

- La mayoría de los expertos las consideró suficientes excepto un experto que no respondió.

Conclusiones

1. Las cualidades planteadas contribuyen y su conjunto es suficiente para describir la eficiencia de uso.

- Adecuación anatómica
- Adecuación biomecánica
- Adecuación fisiológica
- Adecuación antropométrica
- Adecuación cognitiva
- Adecuación sensorial
- Adecuación emocional
- Facilidad de uso
- Facilidad de mantenimiento
- Facilidad de asimilación
- Seguridad

2. Se modificaron ligeramente los conceptos de algunas variables quedando como sigue:

- Eficiencia de uso: será la capacidad de un producto de permitir un uso sin errores en el menor tiempo posible, con el menor esfuerzo posible del usuario y que favorezca el bienestar del usuario.
- Adecuación anatómica: La relación entre la morfología del producto y la forma del cuerpo del usuario en las zonas de contacto físico entre ambos que permiten una óptima sujeción, accionamiento o recepción de las partes del cuerpo y evita molestias por sobrepresión.
- Adecuación antropométrica: La adaptación de las dimensiones físicas del producto a las dimensiones antropométricas de las partes del cuerpo del usuario que se relacionan con este durante el uso.
- Adecuación biomecánica: La adecuación de los requerimientos de fuerza, postura, frecuencia y duración de las acciones de uso del producto a las capacidades y limitaciones del sistema musculoesquelético del usuario para evitar lesiones ya sea a corto o largo plazo.
- Adecuación fisiológica: La adecuación de las demandas de gasto calórico del uso del producto a las capacidades y limitaciones energéticas de los usuarios.
- Adecuación sensorial: Adecuación de las informaciones visuales, sonoras y táctiles que deben transmitir los objetos a las capacidades de detección de los órganos sensoriales de los usuarios.

- Adecuación cognitiva: Adecuación de las salidas de información de los objetos a las capacidades de percepción, memorización, interpretación y respuesta de los usuarios.
- Facilidad de uso: Está dada por una interfaz hombre-objeto con la cantidad mínima indispensable de acciones de uso; por la simplicidad de sus formas y mecanismos de accionamiento; por la organización lógica de la secuencia de uso y por la reducción al mínimo del tiempo, los errores y los esfuerzos.
- Facilidad de aprendizaje: Calidad que permite aprehender rápidamente el uso, función y significado que el objeto incorpora.
- Facilidad de mantenimiento: Son las características que facilitan el mantenimiento del producto durante su vida útil, facilitando el acceso a las zonas de reparación, y eliminando las superficies que propicien la acumulación de polvo, grasa y residuos en general.
- Seguridad: Características que garantizan la seguridad e higiene de los usuarios.

Referencias Bibliográficas

1. **Prado León, Lilia Roselia y Ávila Chaurand, Rosalío.** “Ergonomía y diseño de espacios habitables: factores antropométricos y socioculturales”. Centro Universitario de Arte, Arquitectura y Diseño. Universidad de Guadalajara. Guadalajara, México, 2006. 270 págs.
2. **Mercado Segoviano, José Luis.** Artículo: “Ergonomía y diseño de Productos”. Escuela de Artes Decorativas de Madrid. España, 1993.
3. www.iea.cc (Sitio Web de la Asociación Internacional de Ergonomía)

Bibliografía

- **Álvarez, A. y otros.** “Aplicación del Método Kano en la evaluación cualitativa de los requerimientos funcionales en el diseño conceptual de gradas”. Revista electrónica Ciencias Holguín. No. 2, Junio 2008.
- **Bravo, M. de L. y Arrieta, J. J.** “El método Delphi. Su implementación en una estrategia didáctica”. Revista Iberoamericana de Educación . Clau: 2003
- **Landeta, Jon.** “*El método Delphi*”. Ariel. Barcelona, 1999.
- **Pozo, María Teresa; Gutierrez, José y Rodríguez, Clemente.** “El uso del Método Delphi en la definición de los criterios para una formación de calidad en animación sociocultural y tiempo libre”. Revista de Investigación Educativa, Volumen 25, Número 2, 2007.

- **Rincón Becerra, Ovidio.** Artículo: “Herramientas para la gestión de la información a partir de la ergonomía en proyectos de diseño”. Pontificia Universidad Javeriana. Bogotá, Colombia, 2007.
- **Vergara, M. y Mondragón S.** “Ingeniería Kansei: una potente metodología aplicada al diseño emocional”. Revista Faz N°2. Madrid, 2008. p. 46-59.

ANEXO 1. Cuestionario para Método Delphi sobre cualidades ergonómicas 1ra ronda.

I. ¿Considera que la siguiente adecuación ergonómica contribuye a la eficiencia de USO de un producto? (escriba una X después de su respuesta)

1. Adecuación anatómica Si En alguna medida
No

2. Adecuación antropométrica Si En alguna medida
No

3. Adecuación biomecánica Si En alguna medida
No

4. Adecuación fisiológica Si En alguna medida
No

5. Adecuación sensorial Si En alguna medida
No

6. Adecuación cognitiva Si En alguna medida
No

II. Si respondió **No** en alguna de las preguntas anteriores explique su respuesta.

III. ¿Considera que la siguiente propiedad ergonómica contribuye a la eficiencia de USO de un producto? (escriba una X después de su respuesta)

7. Facilidad de uso Si En alguna medida
No

8. Facilidad de asimilación Si En alguna medida
No

9. Facilidad de mantenimiento Si En alguna medida
No

10. Seguridad
No

~~—~~ Si

En alguna medida ~~—~~

IV. Si respondió **No** en alguna de las preguntas anteriores explique su respuesta.

V. ¿Considera que las adecuaciones y propiedades anteriores son **suficientes** para garantizar la eficiencia de USO de un producto? (escriba una X después de su respuesta)

Si ~~—~~ En alguna medida ~~—~~ No ~~—~~

VI. Argumente su respuesta anterior.

ANEXO 2. Cuestionario para Método Delphi sobre cualidades ergonómicas 2da ronda.

I. ¿Considera que la siguiente adecuación ergonómica contribuye a la eficiencia de USO de un producto? (escriba una X después de su respuesta)

1. Adecuación anatómica Si En alguna medida
No

2. Adecuación antropométrica Si En alguna medida
No

3. Adecuación biomecánica Si En alguna medida
No

4. Adecuación fisiológica Si En alguna medida
No

5. Adecuación sensorial Si En alguna medida
No

6. Adecuación cognitiva Si En alguna medida
No

7. Adecuación a los gustos y preferencias del usuario en Si En alguna medida
No
cuanto a color, morfología,
textura, etc.(adecuación emocional)

II. Si respondió **No** o **En alguna medida** en alguna de las preguntas anteriores explique su respuesta.

III. Argumente su respuesta en la adecuación 7.

IV. ¿Considera que la siguiente propiedad ergonómica contribuye a la eficiencia de USO de un producto? (escriba una X después de su respuesta)

8. Facilidad de uso Si En alguna medida
No

9. Facilidad de aprendizaje ~~— Si~~ ~~En alguna medida —~~
No
10. Facilidad de mantenimiento ~~— Si~~ ~~En alguna medida —~~
No
11. Seguridad ~~— Si~~ ~~En alguna medida —~~
No

V. Si respondió **No** o **En alguna medida** en alguna de las preguntas anteriores explique su respuesta.

VI. ¿Considera que las adecuaciones y propiedades marcadas **Si** o **En alguna medida** por usted son **suficientes** para garantizar la eficiencia de USO de un producto? (escriba una X después de su respuesta)

~~Si —~~ ~~En alguna medida —~~ ~~No —~~

VII. Argumente su respuesta anterior **y** si dijo **No** o **En alguna medida** diga qué elementos faltarían para garantizar la eficiencia de uso de un producto.