

Técnica para el análisis del uso/ergonomía en el proceso de diseño

Autores: Ing. Claudia Gordillo Paneque
 Msc. Esnolia Noy Monteagudo
 DI. Alejandro Guerra Piloto

El proceso de diseño

El Proceso de Diseño es “la sucesión no lineal de acciones, pasos u operaciones organizadas que orientan, organizan y determinan la actividad de Diseño.”

Etapas	Acciones	Resultados	Papel
1. Planteamiento de la Necesidad	Decisión Estratégica Validación de la necesidad	Tarea o encargo de diseño	Participa
2. Desarrollo del Proyecto			Responsable
Problema	Establecer objetivos y alcance Planificar el Proceso Análisis de los Factores de Diseño. Definición de los Requisitos	Objetivos del proyecto Cronograma Definición del Problema	
Conceptualización	Generación de Concepto Evaluación y selección	Concepto	
Desarrollo	Generación de Variantes Evaluación y selección Detallamiento de la solución Evaluación y selección	Variantes Solución Detalles Proyecto Ejecutivo	
3. Implementación de la solución			
Producción	Ajustes Tecnológicos. Pruebas de mercado y ventas Control de autor en la producción	Prototipo Serie cero Productos	Acompaña Controla
Verificación	Análisis de efectividad e Impacto	Estudios	Evalúa

En la tabla anterior se resume el proceso de diseño. No obstante se explicará brevemente la parte concerniente al desarrollo del proyecto.

En la fase Problema se recopila información relativa a todos los factores de diseño: funcionales, tecnológicos, mercadológicos, sociales, contextuales y de uso. Se realiza el análisis de cada uno de estos factores y se elaboran los requisitos y la definición del problema de diseño.

En la fase de problema se aplican técnicas tanto para la recopilación de información como para el análisis de cada factor de diseño. Estas técnicas son:

Técnicas a aplicar en la etapa de problema	
BÚSQUEDA DE INFORMACIÓN	ANÁLISIS
Encuestas	Matriz funcional
Entrevistas a expertos	Análisis sincrónico y diacrónico
Búsqueda bibliográfica (publicaciones, normas, web)	
Observación	
Experimentos	

En la fase de conceptualización se empieza a concebir un producto que resuelva el problema planteado. Se generan varias alternativas y se selecciona la idónea mediante los requisitos.

Finalmente en la fase de anteproyecto se realiza el detallamiento del concepto seleccionado en la etapa de conceptualización. Se elabora la información necesaria para que el producto pueda producirse.

La metodología del proceso de diseño permite, entre otras cosas, tener en cuenta el amplio espectro de factores de diseño en el desarrollo del proyecto: funcionales, tecnológicos, mercadológicos, sociales, contextuales y de uso.

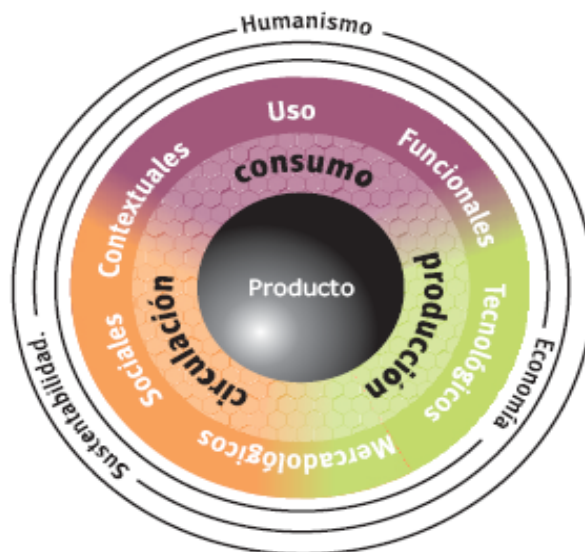


Fig. 1 Estructura interna del diseño: principios, factores y variables de diseño.

El abordaje de los factores en el proceso atraviesa todas sus etapas. En la etapa de problema se realiza el análisis de cada factor como resultado del cual se elabora una lista de requisitos. En la etapa de conceptualización se garantiza que el concepto cumpla con los requisitos y se evalúan y seleccionan variantes conceptuales a partir de ellos, e igualmente se definen un poco más los factores de diseño. Finalmente se garantiza el ajuste del producto final diseñado a estos requisitos y se resuelven completamente las funciones, el uso, la tecnología y la adaptación del producto al contexto, al mercado y a la sociedad, es decir se solucionan los factores. Esto puede resumirse en el camino que sigue cada factor: recopilación de información, análisis, conceptualización y solución final.

Ahora; el proceso de diseño es una guía con un nivel de estructuración determinado, que es susceptible de elevarse. Es en el análisis y seguimiento de algunos factores de diseño donde podría haber un mayor nivel de detallamiento.

El objetivo de este trabajo es elaborar un procedimiento para abordar el factor uso en el proceso mencionado. No pretende modificar lo ya existente, sino complementarlo.

Dado que el proceso tiene una estructura general, y que de acuerdo al problema específico se conformará un proceso de diseño particular aplicando las técnicas más pertinentes en ese caso y en el orden y profundidad que sea necesario, este procedimiento debe permitir cierta flexibilidad en su aplicación.

Uso y ergonomía

A continuación se profundizará en las definiciones de Uso y ergonomía y se analizará su relación.

Según la Asociación Internacional de Ergonomía, "la Ergonomía es 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."

Como se aprecia en el concepto anterior, el objeto de estudio de la Ergonomía es la "interacción entre los seres humanos y los otros elementos de un sistema", más específicamente la interacción en el sistema hombre-objeto-entorno (H-O-E).

Teniendo en cuenta que el uso es "la relación que se establece entre el hombre y los objetos en la satisfacción de sus necesidades", podemos decir que la interacción en el sistema H-O-E no es más que el uso, por lo tanto el objeto de estudio de la ergonomía no es más que el uso.

Por otra parte los objetivos de la ergonomía son: incrementar la eficiencia de uso y garantizar el confort del hombre.

Los análisis que el Diseño realiza sobre uso persiguen igualmente hacerlo más eficiente y más cómodo para el usuario, por lo tanto en este intento el diseño está indisolublemente ligado a la disciplina Ergonomía.

La ergonomía se ocupa de optimizar el uso, de hacerlo eficiente, por lo tanto cualquier análisis de uso que se realice dentro del proceso de diseño, precisamente para garantizar un uso eficiente del producto diseñado, requiere de la aplicación de criterios y conocimientos de esta disciplina científica. No tiene sentido entonces la diferenciación de los términos análisis ergonómico y análisis de uso, pues nada puede analizar la ergonomía que no sea el uso y viceversa.

A lo anterior debe hacerse una salvedad: como parte del análisis de uso en la etapa Problema y fundamentalmente en la caracterización del usuario se tienen en cuenta aspectos que no atañen al área de la ergonomía, y son aquellos relacionados con los gustos y preferencias del usuario.

Ergonomía: adecuaciones y propiedades ergonómicas

Ahora, ¿qué propone la Ergonomía para hacer el uso más eficiente y garantizar el bienestar del usuario?

Cada elemento del sistema H-O-E tiene características determinadas que tienen implicaciones en la interacción. Estos son los factores objetuales, ambientales y humanos.

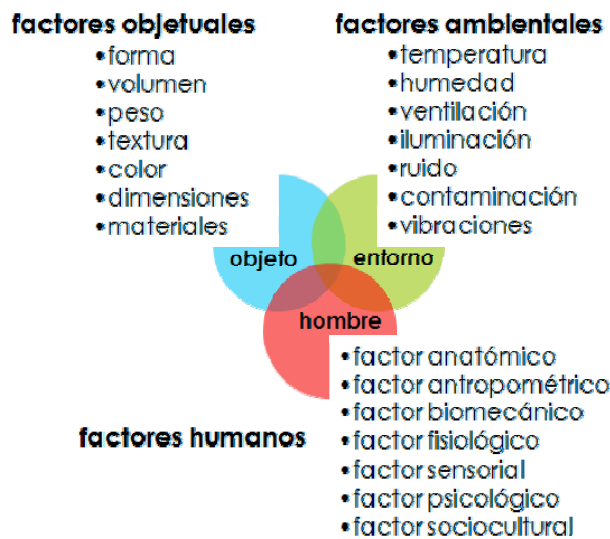


Fig. 2 Factores en el Sistema Hombre-Objeto-Entorno.

La ergonomía busca adaptar los factores objetuales y ambientales a los factores humanos y define esta adaptación de los factores objetuales a los factores humanos como adecuación ergonómica. Las adecuaciones ergonómicas* se definen según el factor humano al que responden:

Adecuación anatómica

La relación entre la forma 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.

Adecuación antropométrica

La adaptación de las dimensiones físicas del producto y las dimensiones antropométricas de las partes del cuerpo del usuario que se relacionan directamente con este durante el funcionamiento del sistema.

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 sensoriales de los usuarios.

Adecuación psicológica

Adecuación entre las salidas de información de los objetos y las capacidades de percepción, memorización, interpretación y respuesta de los usuarios.

Adecuación sociocultural

Relación entre los valores semánticos, folklóricos, religiosos... representados en el objeto y los de los usuarios.

Por otra parte, las propiedades ergonómicas son propiedades concretas de los objetos o componentes objetuales de los sistemas que han sido determinadas por su adecuación a los diferentes aspectos de los factores humanos. Pero no se refieren a un factor humano determinado.

Es decir, que un objeto posea propiedades ergonómicas depende de que se hayan logrado la mayor cantidad de adecuaciones en su diseño. A su vez estas propiedades permiten lograr los objetivos de la ergonomía: eficiencia funcional y bienestar humano.

Las propiedades ergonómicas son:

- Facilidad de uso
- Facilidad de mantenimiento
- Facilidad de asimilación
- Seguridad

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 el mínimo requerimiento de energía humana para su funcionamiento.

Facilidad de mantenimiento

Son las características que facilitan la conservación del componente objetual en óptimas condiciones de funcionamiento durante su vida útil.

Se logra reduciendo la cantidad de elementos, simplificándolos, reduciendo sus partes móviles, reduciendo la fricción, usando pocas y sencillas herramientas de limpieza, lubricación y reposición de piezas gastadas. Requiere además la existencia de holguras que permitan el acceso, la eliminación de superficies que propicien la acumulación de polvo, grasa y residuos en general.

Facilidad de asimilación

Cualidad que permite aprehender rápidamente el uso, función y significado que el objeto incorpora.

Seguridad

Características que garantizan la seguridad e higiene de los usuarios. Está dada en los objetos por la ausencia de extremos punzocortantes en la interfaz, la incorporación de elementos de protección al usuario durante el manejo, mantenimiento, transporte y almacenamiento de los componentes objetuales; el control de ruido, vibración, temperatura, humedad, aerosoles y sustancias tóxicas dentro de los límites normalizados; los niveles de iluminación adecuados para cada tipo de actividad.

Después de definir las propiedades ergonómicas se confirma la hipótesis ya comprobada de que la Ergonomía pretende optimizar el uso.

Una vez logradas en el producto la mayor cantidad de adecuaciones y propiedades ergonómicas se garantiza la ergonOMICIDAD del producto, o lo que es lo mismo su uso eficiente, cómodo y seguro.

** Las adecuaciones y propiedades ergonómicas son definidas por Prado y Ávila, en su libro "Factores antropométricos y socioculturales. Ergonomía y diseño de espacios habitables". En este trabajo se han hecho pequeñas variaciones en algunas definiciones y se han redefinido unas pocas.*

El factor uso en el proceso de diseño

Como todos los factores de diseño el uso se tiene en cuenta en cada etapa del proceso:

Definición del problema	<ul style="list-style-type: none">• Análisis de usuario• Análisis de uso de los homólogos y semejantes y del nuevo producto. El análisis de uso contiene: modo de uso, estructura de uso, secuencia de uso, frecuencia de uso, comunicación de uso.• Elaboración de los requisitos, entre los cuales están los requisitos de uso.
Conceptualización	<ul style="list-style-type: none">• Lograr que los conceptos planteados respondan a los requisitos de uso.• Evaluar y seleccionar variantes conceptuales teniendo en cuenta (entre otros) los requisitos de uso.
Anteproyecto	<ul style="list-style-type: none">• Evaluación de las diferentes alternativas teniendo en cuenta los requisitos de diseño.• Definición del modo y la secuencia de uso del producto final.• Garantizar que las soluciones finales cumplan los requisitos de uso.
Proyecto	<ul style="list-style-type: none">• Desarrollo de pruebas específicas y simulaciones de uso.• Proponer cambios que solucionen las deficiencias detectadas en cuanto al uso.

Como parte del *análisis del usuario* estos se clasifican según su relación con el producto en usuario pasivo y usuario activo. Además se describen detalladamente sus características y sus necesidades concretas y se incluyen aspectos que no tienen una relación directa con el uso como son gustos y preferencias del usuario

Cómo parte del *análisis de uso* primeramente se hace una descripción muy general de cómo se usa el objeto mediante el *Modo de uso*. Luego se define la secuencia de uso, que no es más que la lista ordenada de las acciones de uso.

Mediante el análisis de la secuencia de uso se trata de hacer el uso intuitivo, no repetitivo, de minimizar acciones. Igualmente se estima la Frecuencia de uso de cada acción y del producto en general (régimen de uso del producto) para detectar a qué esfuerzo, régimen o intensidad de uso se someterá un producto o sus partes y prever su resistencia a dicho estado, para dar jerarquías por tamaño, ubicación etc. A los elementos según su frecuencia de uso. Se hace finalmente la *Estructura de uso*, que es un diagrama donde

se representan las acciones de uso y las relaciones secuenciales, jerárquicas y causales entre ellas.

Como resultado de todos estos análisis se pautan requisitos para facilitar el uso.

En las etapas posteriores del proceso de diseño: Conceptualización, Anteproyecto y Proyecto los requisitos referidos al uso van a regir las decisiones y las concepciones. También pueden surgir nuevos requisitos en esas etapas. Y en la etapa de anteproyecto se define el uso del producto declarando su modo, secuencia, frecuencia y estructura de uso definitivos.

Después de haber descrito muy brevemente lo pautado en el proceso de diseño para el tratamiento del factor uso, podemos concluir lo siguiente:

No existe ninguna guía para el tratamiento de la ergonomía del producto en lo relativo a la adaptación del producto a las características del usuario: el diseñador debe discernir a partir de la descripción del uso qué características debe tener el producto para adaptarse al usuario. Esta adaptación tiene muchas vertientes y percatarse de todas es una tarea bastante difícil sobre todo cuando el uso es sólo uno de los 7 factores de diseño a analizar.

El análisis facilita más el mejoramiento del uso como secuencia de pasos que la adaptación tanto cognitiva como física del producto al usuario. No se mencionan en ninguna de sus partes las adecuaciones ergonómicas ni las propiedades (salvo la facilidad de uso).

La búsqueda de esta adaptación está estipulada pero sin una organización que garantice un análisis exhaustivo, lo que conduce a que el diseñador se abrume entre tanta información y tantos objetivos y como consecuencia el producto resultante adolezca de problemas de uso o, en el mejor de los casos, sea perfectible en lo referente a este factor.

Propuesta de técnica para el análisis de uso/ergonómico en la fase Problema del proceso de diseño

El procedimiento que se propone debe partir de una secuencia más detallada que la establecida por el proceso de diseño actual.

Una secuencia de uso lo suficientemente específica para describir el USO del producto sin dejar lugar a dudas, sería una lista ordenada de las acciones de uso y cada acción de uso quedaría bien definida por: acción del usuario, posición, parte del cuerpo implicada, parte del producto implicada, frecuencia.

La técnica que se propone, parte de esta secuencia y consiste en la valoración de las adecuaciones ergonómicas que deben lograrse en cada acción de uso para maximizar la eficiencia de dicha acción. Como resultado de esta etapa de aplicación se obtendría una lista de requisitos referidos a lo que debe hacerse en el producto para facilitar cada acción de uso.

ACCION DE USO	ADECUACIONES	ELEMENTOS A ANALIZAR	CARACTERÍSTICAS DEL PRODUCTO
1	Anatómica	Zonas de contacto	Forma
			Materiales compresibles
	Biomecánica	Posición	Dimensiones
			Configuraciones
			Peso
	Fisiológica	Fuerza	Resistencias
			Frecuencia y duración
			Gasto de energía
	Antropométrica	Postura	Dimensiones
			Holgura
			Alcances
			Evidencia de la acción
	Psicológica/ cognitiva	Retroalimentación	Diseño y ubicación de display y controles
			Magnitud, contraste
	Sensorial	Interacción informativa visual, táctil y audible.	
	Sociocultural		
	Seguridad	Heridas	Quemaduras
Radiaciones			
Electricidad			
Infección			
Compresión			
2	Idem		
3			
n			

Se explicará el procedimiento: se toma la acción de uso 1 y si es factible analizar en ella la adecuación anatómica (esto es cuando hay contacto entre el usuario y el producto en esta acción) se determina cuáles son las zonas de contacto y se decidirá si la adaptación a las formas del cuerpo se logrará mediante la forma del producto o mediante el uso de materiales compresibles o ambas. Deben quedar pautados requisitos relativos a los materiales, dimensiones y formas de esas zonas de contacto deben definirse (al menos de manera general en esta etapa).

Esto se repetirá en la acción 1 para cada una de las adecuaciones teniendo como guía qué aspectos analizar y qué hacer para lograr cada adecuación (presentes en las columnas 3 y 4). Luego se repetirá esto para la acción 2 y así sucesivamente.

El resultado es la lista de requisitos.

Un segundo momento sería la valoración de la secuencia teniendo en cuenta las propiedades ergonómicas: facilidad de uso, facilidad de aprendizaje, facilidad de mantenimiento y seguridad.

Las propiedades ergonómicas se tienen en cuenta de formas diferentes:

- La facilidad de uso se logra en cada acción mediante el análisis previo y en el todo mediante una **revisión de la secuencia de uso para eliminar acciones y organizar las acciones de forma lógica.**
- La facilidad de aprendizaje además de estar relacionada con la facilidad de uso, se logra también en cierta medida mediante la adecuación psicológica o cognitiva en cada acción de uso. Otro elemento de facilidad de aprendizaje es la **visibilidad de las funciones del producto en su apariencia.**
- La facilidad de mantenimiento se puede analizar si se parte de una **secuencia de acciones de uso para el mantenimiento** y se tendría que realizar el mismo **análisis antes planteado.** Esto puede hacerse también para cualquier momento del ciclo de vida del producto y para cualquier interacción que se establezca con el hombre, como puede ser la de transportación, desarme, etc.
- La seguridad es una propiedad que se analizará acción por acción.

Esta herramienta puede ser aplicada con el grado de profundidad que se requiera.

Permite abarcar el análisis de todos los aspectos del uso de un producto: tanto la lógica y economía de pasos para el uso, cómo la adaptación del producto a las características psicológicas y físicas del usuario.

Bibliografía

1. Cabrera, Armando. “*Acerca del Proceso de Diseño: una visión*”. Folleto en soporte digital.
2. Karwowski, W. Marras, W. “*The Occupational Ergonomics Handbook*”. E.E.U.U,1999.
3. McCormick, Ernest. “Ergonomía. Factores humanos en ingeniería y diseño”. Gustavo Gili. S. A, Barcelona, 1980.
4. Peña, Sergio L. “Propuesta de Currículo para la formación de diseñadores”. Tesis de maestría, 2007
5. Prado León, Lilia R. y Ávila Chaurand, Rosalio. “*Factores antropométricos y socioculturales. Ergonomía y diseño de espacios habitables*”. Universidad de Guadalajara, México,2005
6. *ISO 8996 Determinación de la producción de calor metabólico.* I Ed. Ginebra, 1990.
7. www.iea.cc (Sitio Web de la Asociación Internacional de Ergonomía)
8. Conferencias Diseño Básico IV 2do año. Curso 2007-2008.
9. Conferencias Diseño Industria II 3er año. Curso 2008-2009.
10. Conferencias Ergonomía I 2do año. Curso 2008-2009.
11. Conferencias Ergonomía II 3er año. Curso 2008-2009.