

## CRITERIOS DE ANÁLISIS DE LA ADECUACIÓN ANATÓMICA PARA EL DISEÑO DE OBJETOS INDUSTRIALES.

### CRITERIA FOR THE ANALYSIS OF ANATOMICAL SUITABILITY FOR THE DESIGN OF INDUSTRIAL OBJECTS

MSc. Diana R. Hernández Valdés

danirosa@isdi.co.cu

ORCID: 0000-0003-3828-5307

Instituto Superior de Diseño de la Universidad de la Habana  
Cuba

*Autor para la correspondencia*

DI. Laura Beatriz González Linares

bgonzalez@isdi.co.cu

ORCID: 0000-0002-9171-3094

Instituto Superior de Diseño de la Universidad de la Habana  
Cuba

## RESUMEN

Cuando interactuamos con un objeto, pocas veces detallamos qué exactamente en el mismo nos hace sentir más o menos conformes con su uso. Una buena parte de esa interacción está resuelta considerando la anatomía humana que se prevé, entre el contacto con el objeto. Estas modificaciones de las zonas de contacto de los objetos, son lo que se denomina como Adecuación Anatómica. En la práctica proyectual del diseñador, las adecuaciones anatómicas son responsabilidad expresamente del mismo, sin embargo la búsqueda de información relativa al tema, es infructuosa, teniendo que recurrir a otras áreas de estudio como la biomecánica, la fisiología o la antropometría; por lo que la intención de esta investigación, que forma parte de la Tesis de Maestría para optar al grado Máster en Gestión e Innovación de Diseño de la presente autora, es sentar bases de estudios anatómicos para el Diseño Industrial de Objetos. Para el desarrollo de este trabajo se realiza un diagnóstico, en proyectos de diseño correspondientes a Tesis de Diploma del Instituto Superior de Diseño, que fundamenta una propuesta de criterios de análisis de la adecuación anatómica para el diseño de objetos industriales; resultantes de una sistematización de criterios valorados para la adecuación anatómica. Un resultado afín a la delimitación de los criterios, fue una nueva definición del término Adecuación Anatómica, que comprende los mismos, separados en tres estructuras fundamentales de organización: Objetivos, Criterios Anatómicos y Criterios Objetuales.

## ABSTRACT

When we interact with an object, we seldom detail what exactly in it, makes us feel more or less satisfied with its use. A good part of that interaction is resolved considering the human anatomy between in contact with the object. These modifications of the contact zones of the objects is known as Anatomical Adequacy. In practice design, anatomical adjustments are the responsibility of the designer, however, the research related to the subject, it is unsuccessful, having to search for information into other areas of study, such as biomechanics, physiology or anthropometry. The intentions of this research are to lay bases of anatomical studies for the Industrial Design of Products. The goal for the research is to characterize the analysis criteria of the Anatomical Adequacy for the design of industrial products; the achievement of which is the result of the use of methods and techniques such as analysis and synthesis, induction- deduction, documentary analysis and content analysis. Results was, a new definition of the term Anatomical Adequacy and a proposal of criteria for the Anatomical Adequacy studies for product design, separated into three structures: objectives, anatomical criteria and products criteria. The application of the research results, may be in the academic framework and in the design project activity. Discussion is submitting the relevance of the criteria described, and their integration into the Design process

## Palabras claves:

Adecuación Anatómica, Criterios de Análisis, Objetos Industriales, Ergonomía.

## Keywords:

Anatomic Adequacy, Analysis Standard's, Industrial Objects, Biotechnology

---

Fecha Recibido:

09 / 10 / 2018

---

Fecha Aceptación:

11 / 12 / 2018

---

Fecha Publicación:

08 / 01 / 2019

---

## INTRODUCCIÓN:

El Diseño como actividad proyectual, se nutre en su hacer de los estudios aportados por muchas áreas del conocimiento, vinculadas al problema profesional en el que se interviene. De igual manera su enfoque multifactorial hace que tenga que estar complementado por otras disciplinas. Una de estas disciplinas, más vinculadas al Diseño es la Ergonomía, aportando gran parte de los fundamentos teóricos para el abordaje del Factor Uso del Proceso de Diseño. El objetivo de la Ergonomía, generalizado en casi todas sus aplicaciones, es el de procurar la adaptación de los ámbitos, sistemas y objetos, con los que interactúa el hombre, a las capacidades, necesidades y limitaciones del mismo. (Grupo de biomecánica ocupacional, Instituto de Biomecánica de Valencia, 1992)

Una de las maneras de estructurar los estudios que garanticen esta adaptación, es analizando las características de los diferentes factores humanos, gestionando la adecuación ergonómica correspondiente a cada uno (Gordillo, 2011). Dentro de estas adecuaciones, la anatómica, la biomecánica, la fisiológica y la antropométrica competen al estudio de la Ergonomía Física, mientras que las otras tres son estudiadas por la Ergonomía Cognitiva. (Noy, Gordillo, Cruz Pujol & Hernández, 2017) Todas las adecuaciones físicas se integran en un sistema de interrelación y dependencia, el estudio por separado de las mismas es puramente organizativo.

A partir de las adecuaciones anatómica y antropométrica logramos hacer una configuración de las zonas de contacto del producto con el usuario, ahora, siempre que estas adecuaciones influyan directamente en la optimización de las posturas minimizando en primer lugar los esfuerzos internos de los músculos para sostener, mover, accionar cualquier parte del producto o incluso ayuden a sostener con menos esfuerzo partes de nuestro cuerpo: indudablemente estaremos consiguiendo una adecuación biomecánica. Otro elemento significativo de las adecuaciones anatómicas, que tributa directamente a la adecuación biomecánica es que se minimizan las sobrepresiones y se distribuye la carga equitativamente en la zona de contacto, favoreciendo o afectando en menor medida la irrigación sanguínea de la zona involucrada; esto implica por supuesto minimizar las fatigas y una mejor recuperación de las estructuras internas.

Existe para el estudio de los factores fisiológico, biomecánico y antropométrico grupos de especialización dentro de la Ergonomía, contando con numerosos resultados investigativos y aplicaciones asociadas; sin embargo el factor anatómico se ve constantemente subordinado a alguno de estos estudios o con referencias diluidas en el área de la medicina y siendo analizado con más frecuencia en las herramientas manuales, asientos y calzado, lo cual puede estar simulando una valoración minimalista sobre su importancia, pues la interacción humano objeto es mucho más variada.

Como mencionamos anteriormente con la combinación de las adecuaciones antropométrica y anatómica podemos delimitar la forma de la superficie de contacto, esta tarea podemos decir que es casi exclusiva del diseñador; es aquí donde se confabulan

la falta de generación de estudios sobre anatomía para el diseño, con el bajo reconocimiento de su importancia.

Los elementos que se han mencionado ponen en evidencia el valor que tiene para el diseñador industrial incorporar en su trabajo fundamentaciones anatómicas; en contraste con la insuficiencia de contenido generado desde la Ergonomía o el Diseño para hacerlo posible.

## DESARROLLO:

Partiendo del contexto donde se desarrolla el presente proyecto investigativo: El Instituto Superior de Diseño, de La Universidad de La Habana, se decide convenir con la definición de Diseño que ofrece Peña Martínez:

“Diseño es una actividad profesional que tiene como objetivo la concepción de productos, para que cumplan una finalidad útil, puedan ser producidos, y se garanticen su distribución, circulación y consumo.” (Peña, 2008)

Para la categoría específica Diseño Industrial, asumiremos la definición aportada por Bernd Löbach:

“Por Diseño Industrial podemos entender toda actividad que tiende a transformar las ideas, en un producto de posible fabricación industrial, para la satisfacción de determinadas necesidades de un grupo. [...] el proceso de adaptación del entorno objetivo a las necesidades físicas y psíquicas de los hombres y de la sociedad.” (Löbach, 1981)

Con estas definiciones se hacen manifiestas tres fases integradoras de intervención del diseño como actividad proyectual: Producción, Circulación y Consumo. Haciendo hincapié en *Consumo*, delimitándolo como la etapa donde se manifiesta la utilización, el uso y la interacción del hombre con la solución (Peña, 2015) podemos deducir la responsabilidad del diseñador con el momento de uso del producto diseñado.

El ISDi, posee su propia descripción del **Objeto de la profesión del Diseñador**, como la expresión concreta del proceso que desarrolla el profesional; donde la define como una integración descriptiva del contexto, la problemática y el objetivo que define una profesión; es una dimensión compleja que se descompone para su estudio en cuatro categorías descriptivas:

- Problemas profesionales.
- Modos de actuación profesional.
- Esferas de actuación profesional.
- Campos de acción profesional.

Teniendo en cuenta el campo que abarca este trabajo solo nos centraremos, dentro de las Esferas de Actuación, en la Esfera Objeto; para cerrar el alcance de la misma y argumentar por qué es precisamente dentro de esta esfera donde los estudios de adecuación anatómica se hacen pertinentes.

**Esfera Objeto:** “Concentra proyectos relacionados con los productos que permiten al hombre realizar funciones como extensiones de sí mismo, artefactos que apoyan, facilitan y mejoran la calidad de vida, artículos de uso personal y social, de baja, media y alta complejidad técnica y con escala igual o menor que la del ser humano. Entre ellos se pueden citar: el vestuario, los

textiles; juguetes; mobiliario, lámparas, vajillas, enseres, objetos decorativos y utilitarios, entre otros. También abarca productos de alta tecnología como electrodomésticos, equipos médicos, electro-médicos, medios de ofimática, utillaje e instrumental científico, entre otros." (Pérez & Peña, 2015)

Es la esfera objeto, la más cercana en escala al ser humano; son los productos de esta esfera los que soportan la interacción física con el cuerpo del hombre. Incluso cuando en otras esferas se manifiesta la interacción física hombre\_ producto es en una parte representada por la esfera objeto: Ejemplo el asiento en una retroexcavadora. Es para el diseño de Objetos, que la adecuación anatómica se precisa.

La Ergonomía como ciencia tiene algo más de 60 años. Data de la segunda Guerra Mundial y años posteriores, aunque sus antecedentes se pueden ubicar en fechas más antiguas. Muchos han sido los autores que la han definido tales como: Prado & Ávila, 2006, McCormick, 1980, Gordillo, 2011.

Sin embargo a pesar de la variedad, o los diferentes niveles de detalles que se dan en estas definiciones, se puede apreciar en todas algunos aspectos comunes: El hombre como centro de su actividad, las relaciones que se establecen en un sistema articulado entre el hombre, el objeto y el entorno en el que se desarrollan, se persigue como objetivo el bienestar del hombre a través de la adaptación a las características del mismo y la respuesta a sus necesidades y el rigor científico que supone su estudio.

Existen muchos campos de investigación y aplicación de la ergonomía, a causa de la variedad de actividades en que se ve inmerso el ser humano.

La presente investigación restringe su intervención al estudio de aquellos factores relacionados al ser humano, enfocándose a las particularidades físicas del mismo, es decir **Ergonomía Física**, que aborda el estudio de los factores anatómico, antropométrico, biomecánico y fisiológico. En el marco de la presente investigación el factor anatómico y los criterios de adecuación al mismo son los que se indagan, por lo tanto, solo resulta pertinente referenciar las definiciones del mismo.

Al Realizar una sistematización del término **Adecuación Anatómica** solo se encontraron dos coincidencias del mismo, Prado y Ávila (2006) como precedente y Gordillo (2011), que se fundamenta en el primero. Del análisis de estas definiciones se puede plantear que no se declara con suficiencia el objetivo que persigue la Adecuación Anatómica; así como que no todos los elementos que describen son distintivos de la misma.

La adecuación anatómica, como componente de las adecuaciones físicas, está representado escasamente en la teoría, con deficiencias conceptuales, que contradicen su utilidad. Son fundamentales para su abordaje los estudios de la interfaz de contacto, la piel como constructo anatómico y el material en el objeto. Los abordajes desde el diseño de la temática experiencia material, pueden dar un aporte significativo asociado a las funciones sensitivas de la piel.

**La adaptación de la forma del objeto a la morfología del cuerpo del usuario en la zona de contacto entre ambos,**

**considerando las demandas funcionales de la piel para esta zona, en relación con el material a utilizar, procurando compensar la distribución de presiones y evitar daños a la piel.**

La definición operativa - para este trabajo - expresada anteriormente, es el resultado de una depuración conceptual sobre las analizadas en la investigación, aun así se reconoce que no incluye con suficiencia todos los elementos asociados a la adecuación anatómica; por tanto la utilidad de la misma estará en la organización de los análisis que serán desarrollados en un diagnóstico realizado al estudio de la Adecuación Anatómica para objetos de diseño industrial, con el objetivo de reconocer reiteraciones en el tratamiento de criterios, que apunten a una búsqueda de dichas adecuaciones.

**¿Qué se analiza actualmente para la adecuación anatómica en el diseño de objetos industriales?**

Un primer grupo de estudio lo constituyen documentos que registran recomendaciones o estudios para el diseño de determinados objetos con una demanda alta del logro de adecuaciones anatómicas. Para esta **investigación documental** se recogieron datos asociados al diseño de asientos y mobiliario (aquellos que contemplan la acogida del cuerpo del usuario entre sus funciones), sobre el diseño de calzado y vestuario y de herramientas manuales.

En el epígrafe se hace una revisión en tres grupos de estudio: Diseño de asientos y mobiliario, Diseño de vestuario y calzado y Herramientas manuales. La selección de los grupos estuvo determinada por la importancia que posee la adecuación anatómica para estas categorías de objetos, por la duración del contacto, por la intensidad de este, por la amplitud de la superficie de contacto. Se realizan anotaciones de interés anatómico, y posteriormente se hace una revisión de incidencias y similitudes entre las mismas.

Con la revisión realizada y sintetizada, se pueden generalizar una serie de aspectos anatómicos que se cumplen en común dentro de las diferentes tipologías de objetos estudiados:

- El confort como principio u objetivo para las modificaciones y evaluaciones en objeto es el más repetido. La distinción siempre se realiza, a partir de las opiniones de los usuarios.
- Las modificaciones formales de la zona de contacto, significa con frecuencia que se siga la forma del cuerpo, sin embargo, en ocasiones el producto solo cambia la composición del material, ofreciendo más o menos resistencia a la presión, y de esta manera acomoda mejor el contorno corporal.
- Un elemento repetido, y que se ha de cumplir para todos los objetos es la forma en que se evitan los posibles daños para los usuarios, ya sea por la textura, las formas del objeto, incluso las diferencias que existen de resistencia de la piel por áreas.
- Un gran aporte de la adecuación anatómica es disminuir la tensión postural y permitir o facilitar los movimientos, proveyendo incluso de seguridad en la ejecución del mismo. Es un criterio anatómico, con mucha incidencia en la adecuación biomecánica.

- Con un enfoque inclusivo aparece como objetivo de la adecuación anatómica hacer correcciones de las patologías que lo permitan, rectificando tamaños de zonas del cuerpo, corrigiendo posturas con carácter ortopédico. Es un objetivo que evidentemente se manifiesta en función de la tipología de objetos, pero su importancia incluso es relevante para lograr el confort de los usuarios, al sentirse socialmente cómodos al estar corrigiendo o disimulando defectos anatómicos.
- La compensación de presiones, como objetivo para la adecuación anatómica de los objetos, es muy recurrente, para lograrlo modifican las zonas de contacto en función de las zonas del cuerpo o la distribución de propiedades de los materiales. Tienen carga biomecánica, y contribuye a evitar daños y ofrecer confort.
- La manera en que los materiales y las superficies de contacto son estudiados para complacer las demandas funcionales de la piel: entre las más frecuentes aquellas relacionadas al intercambio térmico, la sudoración y la recepción desensaciones.

El segundo grupo de estudio fue una muestra de tesis de grado, de la carrera Diseño Industrial, del Instituto Superior de Diseño, donde se contrastaron los resultados del primer grupo de estudio, con el uso del **análisis de contenido**, para poder constatar cómo se manifiestan los elementos valorados para la adecuación anatómica, en proyectos de Diseño. Se definieron el universo y la muestra, las unidades de análisis con las categorías y subcategorías, se realizó la codificación, el procesamiento y el análisis estadístico.

El proceso de diseño empleado en la Facultad de Diseño Industrial del ISDi se divide en tres grandes momentos: Necesidad, Proyecto y Producción. Para el interés de esta investigación son las etapas de Necesidad y Proyecto las que se atienden, pues el alcance de los trabajos de diploma, no comprende la etapa de Producción.

Según el procesamiento cuantitativo de los datos recogidos en los trabajos de diploma y las valoraciones cualitativas de los mismos se puede concluir que:

- En la Etapa de Necesidad se presta especial atención a las características del material, seguido de las deformaciones y trastornos.
- Dentro la etapa de problema, en el Factor Uso, se identifica un mayor número de entradas por variables, lo que demuestra que es aquí donde mayor énfasis se realiza en el estudio de la adecuación anatómica. En este caso la inadecuación y el daño a la piel, así como la distribución de presiones constituyen las variables con mayor presencia dentro de los análisis, seguido del estudio postural.
- Las variables más identificadas dentro del Factor Función se relacionan con la distribución de presiones, así como relacionadas con las características del material.
- En el Factor tecnológico se atiende en mayor medida las características del material, aunque con menos presencia que en el factor Uso y Función.
- El análisis referente al Factor Contexto solo develó una entrada en cada una de las cuatro variables: funciones de la

piel, distribución de presiones y ajustes, contexto y características del material. Esto evidencia que para los estudiantes la influencia del contexto en las características del material y la piel no constituye un elemento primordial en el logro de la adecuación anatómica.

- La mayor cantidad de Requisitos de Diseño asociados a la adecuación anatómica recogen indicaciones sobre las características del material, y la distribución de presiones. La Etapa de Concepto vuelve a presentar en mayor medida énfasis en las características de material, y en segundo lugar referencias al confort. Otras menciones frecuentes son las relacionadas con la distribución de presiones, inadecuación y daño a la piel, así como las relacionadas con la postura. En la Etapa de Desarrollo es menos común la referencia, a la adecuación anatómica.
- Los aspectos relacionados al material encabezan los análisis que tributan de forma expresa o latente, al logro de la adecuación anatómica, siendo discretamente tratado como intención. Por la baja incidencia de criterios de adecuación anatómica, ya sea como elemento de observación, de proyección o como declaración de objetivo, se traduce en un bajo reconocimiento de la importancia de la adecuación anatómica en el diseño de objetos en el Instituto.
- Aun así, la presencia de los criterios identificados en la primera etapa, respalda la selección de los mismos, desde la perspectiva del proyecto de diseño.
- El abordaje criterios de adecuación anatómica, está presente, pero aún resulta insuficiente.

#### ADECUACIÓN ANATÓMICA, DEFINICIÓN COMPLETA.

Partiendo de la definición operativa descrita anteriormente para Adecuación Anatómica, se puede reconocer en la misma, la ausencia de declaración de algunos de los objetivos que ya se han identificado en esta investigación en el diagnóstico; de igual manera, la descripción poco detallada de los elementos humanos y objetuales esenciales en la definición. Es por esto que resulta oportuno hacer una descripción de los objetivos, componentes humanos y componentes objetuales, que integrarán la propuesta de definición; la cual se encuentra recogida en la investigación piramidal de este trabajo que constituye una Tesis de Maestría para optar al grado Máster en Gestión e Innovación de Diseño.

Las consideraciones, que brindaron en esa descripción antes mencionada, son suficientes para enunciar entonces una definición de Adecuación Anatómica como: *Las modificaciones que se realizan en la forma, el material y la superficie, del objeto en la zona de contacto con el usuario. Que tienen en cuenta la morfología anatómica, los movimientos articulatorios, las funciones de la piel y la resistencia de las estructuras anatómicas, para compensar la distribución de presiones que se generan en el contacto, asegurar las posturas y los movimientos articulatorios, evitar daños a la piel, corregir deformaciones o patologías anatómicas y proveer confort en la interacción.*

#### Criterios de análisis de la adecuación anatómica.

Los criterios de análisis de la adecuación anatómica se han organizado en tres categorías:

Objetivos- Criterios anatómicos- Criteriosobjetuales.



Fig. 2 Relaciones de protagonismo entre los objetivos que persiguen las adecuaciones anatómicas.



Fig.3 Criterios objetuales y anatómicos para la compensación de la distribución de presiones.



Fig.4 Criterios objetuales y anatómicos para el asegurar posturas y movimientos articulatorios.



Fig.5 Criterios objetuales y anatómicos para la corrección de patologías y deformaciones.



Fig.6 Criterios objetuales y anatómicos para prevenir los daños superficiales a la piel y proveer de confort en la interacción con el objeto.

CONCLUSIONES:

Con la culminación de todas las etapas y tareas previstas para lograr el objetivo propuesto en la investigación: **La Caracterización de los criterios de análisis de la adecuación anatómica para el diseño de objetos industriales**, se puede arribar a las conclusionessiguientes:

1. La adecuación anatómica de los objetos industriales, es una práctica común en el desarrollo de proyectos, sin estar organizada dentro de este concepto. La estructuración y la definición de adecuación anatómica resultante, permite ordenar estos análisis, sirviendo de apoyo para la práctica profesional del Diseño y en las investigaciones en el campo de laErgonomía.
2. La caracterización de los criterios de análisis de la adecuación anatómica para objetos industriales, asume la sistematización realizada de los elementos valorados en diferentes fuentes y grupos de estudio, para el logro de la adecuación anatómica. Permitiendo la generalidad necesaria para cubrir el universo de interacciones entre el ser humano y los objetos.
3. El diagnóstico de la aplicación los elementos sistematizados, en las tesis de Diploma del Instituto Superior de Diseño, ha permitido valorarla de insuficiente. Denotando insuficiencias docentes y académicas, para el estudio de las adecuacionesanatómicas.
4. Se han caracterizado doce criterios para el estudio de la adecuación anatómica, estructurados en tres categorías: Objetivos, Criterios anatómicos y CriteriosObjetuales.

5. La categoría Objetivos, define las metas para la adecuación anatómica, los criterios anatómicos aquellos componentes humanos de observación y la categoría criterios objetuales, aquellos recursos que modificará el diseñador para el logro de los objetivos.
6. La relación entre las categorías definidas es secuencial, son estructuradas por los objetivos, y estos a su vez están interrelacionados sin ser excluyentes entre sí.
7. La definición de Adecuación Anatómica resultante, incluye todas las categorías descritas y los criterios contenidos en las mismas, contemplando los propósitos, los factores humanos y los factores objetuales, que deben integrar el concepto de adecuación ergonómica.

## BIBLIOGRAFÍA

- Gordillo Paneque, C. (2011). Herramientas para el tratamiento del factor uso con intervención de la Ergonomía durante el proceso de diseño. Tesis de Maestría. La Habana. Instituto Superior de Diseño.
- Grupo de biomecánica ocupacional (1992). Instituto de Biomecánica de Valencia.
- Instituto Biomecánico de Valencia. (SA) (2014) El pie calzado. Guía para el asesoramiento en la selección del calzado para plantillas. Valencia: Instituto Biomecánico de Valencia.
- Instituto de Biomecánica de Valencia. (2003). Entorno confortable: Muebles ergonómicos en casa. Valencia: Instituto de Biomecánica de Valencia. Recuperado el Junio 2018
- Instituto de Biomecánica de Valencia. (2016). Confort térmico en vehículos eléctricos. Laboratorio de confort térmico del IBV. Valencia: Instituto de Biomecánica de Valencia.
- Löbach, B. (1981). Diseño industrial. Bases para la configuración de los productos industriales. Barcelona: Gustavo Gili.
- McCormick, E. J. (1980). Ergonomía. Barcelona: Gustavo Gili.
- Noy, E. y Gordillo, C., Cruz, L. A., & Hernández, D. R. (2017). Introducción a la Ergonomía. La Habana. Instituto Superior de Diseño, Departamento de Ergonomía.
- Peña, S. L. (2008). Currículo para las carreras de Diseño en Cuba. Tesis de Maestría, La Habana. Instituto Superior de Diseño.
- Peña, S. L. (2015, Junio). Diseño con sentido. A3 Manos, 28.
- Pérez, M., & Peña, S. L. (2015). DISEÑO. El Objeto de la profesión. A3 Manos, 11.
- Prado, L. R., & Ávila, R. (2006). Ergonomía y diseño de espacios habitables. Guadalajara, Jalisco, México: Centro Universitario de Arte, Arquitectura y Diseño.