


**Indicadores para la evaluación  
de la propiedad **Usabilidad** en  
los objetos de **Diseño Industrial****





# **Indicadores para la evaluación de la propiedad Usabilidad en los objetos de Diseño Industrial.**

Tesis en opción al título académico de Máster  
en Gestión e Innovación del Diseño

**Autor:**

Ing. Lemay Cruz Pujol

**Tutor:**

Msc. Esnolia Noy Monteagudo

Instituto Superior de Diseño – Universidad de La Habana  
La Habana. 2018

**a Mimi**

## **Agradecimientos**

A Esnolia y Claudia, por enseñarme a amar la Ergonomía y la guía oportuna.

A Anette, por aceptar la llamada y todo el trabajo realizado.

A Milvia, Sergio y Dorta, por la confianza y la espera.

A Diana, Daniel, Alicia y Martha, por su amistad.

A Carla, Alfre, Rosalia y Cary por mejorarnos.

A Bryan, Tania, José Carlos y Jesús por ser Uds. y el impulso final.

Gracias!!!

## **Resumen**

La Usabilidad es una propiedad definida para evaluar la calidad de la interacción usuario-producto en interfaces y sistemas digitales. Se considera que esta propiedad también podría caracterizar las relaciones del sistema Hombre – Objeto en el diseño y el uso de objetos de diseño industrial. En este trabajo se realizará un análisis de las diversas concepciones y definiciones de la Usabilidad, estableciendo nexos y diferencias entre ellas, para lograr una visión general de esta propiedad desde la perspectiva del diseño de interfaces y sistemas digitales. Tomando como base las conclusiones de este análisis, se establecerá una definición de Usabilidad coherente con el diseño de objetos para, a partir de esta, establecer las cualidades que caracterizan y determinan esta propiedad, además de los necesarios indicadores para la evaluación de dicha variable.

## **Abstract**

Usability is a defined property to evaluate the quality of user-product interaction in interfaces and digital systems. It is considered that this property could also characterize the relations of the Man - Object system in the design and use of industrial design objects. In this work, an analysis of the different conceptions and definitions of Usability will be carried out, establishing links and differences between them, to achieve a general vision of this property from the perspective of the design of interfaces and digital systems. Taking as a basis the conclusions of this analysis, a definition of Usability coherent with the design of objects will be established to, from this, establish the qualities that characterize and determine this property, besides the determination of the necessary indicators for the evaluation of this variable.

## Índice:

<b>Introducción</b> .....	<b>1</b>
<b>Marco Metodológico</b> .....	<b>2</b>
Antecedentes .....	2
Problema científico .....	3
Objetivo general .....	3
Preguntas científicas .....	4
Tareas de investigación .....	4
Métodos de investigación .....	5
Estructura de la Tesis .....	8
<b>Capítulo 1. Marco Referencial</b> .....	<b>9</b>
Marco Conceptual .....	9
Marco Teórico .....	10
1.1.Diseño Industrial .....	11
1.1.1 Los Modos de Actuación del Diseño. Modo de actuación Evaluar .....	13
1.1.2 Esferas de actuación del Diseño Industrial .....	15
1.2.Factor Uso .....	17
1.3.Ergonomía .....	19
1.4.Diseño Centrado en el Usuario y Experiencia de Usuario .....	23
Diseño Centrado en el Usuario .....	23
Experiencia del Usuario .....	24
1.5.Usabilidad .....	25
1.6.Técnicas y Métodos Ergonómicos .....	27
1.7.Variable, dimensiones e indicadores .....	29
<b>Capítulo 2. Cualidades que caracterizan la Usabilidad</b> .....	<b>31</b>
2.1. Modelos que incluyen a la Usabilidad .....	32
2.1.1.Enfoque de Jakob Nielsen .....	32

2.1.2.Enfoque de Brian Shackel.....	33
2.1.3.Enfoque de Peter Morville.....	34
2.1.4.Enfoque de Donald Norman .....	34
2.1.5.Enfoque de la Organización Mundial de Normalización .....	35
2.1.6.Conclusiones del epígrafe y definición de Usabilidad.....	37
2.2.Análisis de las cualidades que caracterizan la Usabilidad en interfaces digitales.....	40
2.2.1.Jakob Nielsen .....	40
2.2.2.Brian Shackel .....	43
2.2.3.Ben Shneiderman .....	44
2.2.4.Donald Norman .....	45
2.2.5.Norma ISO 9241-11: 2018.....	47
2.2.6.Norma ISO/IEC 25010 .....	47
2.2.7.Whitney Quesenberry.....	48
2.2.8.Conclusiones del epígrafe.....	49
2.3.Propuesta de cualidades de Usabilidad para el Diseño de objetos .....	55
2.3.1.Facilidad de aprendizaje.....	55
2.3.2.Efectividad .....	56
2.3.3.Eficiencia .....	57
2.3.4.Satisfacción .....	58
2.3.5.Cualidades descartadas .....	59
2.3.6.Conclusiones del epígrafe .....	59
<b>Capítulo 3. Indicadores de la Usabilidad .....</b>	<b>61</b>
3.1.Indicadores de la Usabilidad por distintas fuentes.....	62
3.1.1.Según Nielsen .....	62
3.1.2.Según Shackel.....	63
3.1.3.Según la Measuring Usability (Midiendo la Usabilidad)	64
3.1.4.Según la Norma ISO / IEC 9126-4 .....	66

3.1.5.Según la Norma ISO 9241-11: 2018 Ergonomía para la interacción hombre-sistema. Parte 11: Usabilidad: Definiciones y conceptos .....	68
3.1.6.Según la Enciclopedia de la Interacción Humano-Computadora .....	69
3.1.7.Conclusiones del epígrafe.....	71
3.2.Relación entre las dimensiones de la Usabilidad y sus indicadores para la evaluación .....	72
<b>Conclusiones</b> .....	<b>74</b>
<b>Recomendaciones</b> .....	<b>75</b>
<b>Bibliografía</b> .....	<b>76</b>



## Introducción

Durante la década de los 80' del pasado siglo, comenzó a introducirse el término "usabilidad" (derivado del vocablo inglés *usability*) como una propiedad para caracterizar y evaluar la interacción usuario-interfaz. En los años 90' hubo una explosión de interés en el tema y se desarrollaron nuevas teorías y métodos, como el trabajo de Jakob Nielsen sobre la evaluación heurística. La Usabilidad se ha convertido, en los últimos 20 años, en un campo de acción importante para el desarrollo de softwares y aplicaciones web, y en tema de numerosas investigaciones centradas en cómo medir la Usabilidad y obtener resultados concretos que sirvan para mejorar las experiencias de los usuarios al interactuar con una interfaz. En el momento actual, la Usabilidad se encuentra indisolublemente relacionada con disciplinas tales como la Experiencia del Usuario (User Experience) y el Diseño Centrado en el Usuario, y existe una amplia red de especialistas a nivel mundial dedicados a este tema.

Se pudiera pensar que el término Usabilidad hace referencia a la capacidad que tiene un producto de ser usado, sin embargo, es mucho más que esto. La Usabilidad se refiere al grado en el cual el diseño de un producto facilita o dificulta su uso. Cuando se habla de Usabilidad la atención no se centra en si el usuario quiere comprar o poseer el producto, lo que realmente resulta relevante es si el usuario logra, mínimamente, hacer lo que el diseñador esperaba que hiciera con el producto de manera eficiente, si la experiencia de uso le resulta satisfactoria y si en usos sucesivos el usuario puede aprender y recordar cómo interactuar con el mismo.

Quien desarrolla un producto define su función y sus características con el objetivo de satisfacer una necesidad. Sin embargo, difícilmente puede determinar con certeza cómo será la experiencia de uso. El diseñador debe tener presente que la manera en que será usado el producto no dependerá exclusivamente de sus atributos, sino también de las características de cada usuario, el contexto en el cual será utilizado, y la actividad que el usuario esté realizando. Asegurar la Usabilidad de un diseño significa proteger al usuario final de posibles efectos perjudiciales, frutos de su confusión o de malinterpretar el uso del producto.

# Marco Metodológico

## Antecedentes

Es importante para el diseño y la labor del diseñador poder evaluar la calidad de un producto. Uno de los principales aspectos a tener en cuenta para esta evaluación es la interacción producto-usuario, pues es este el destinatario final de todo lo que se diseña. De hecho, dentro de los modos de actuación profesional del diseñador se encuentra el de evaluar.

El primer gran contratiempo que suscitó esta investigación sucedió en el año 2014, cuando se le encarga al Instituto Superior de Diseño realizar una evaluación crítica de un producto de diseño industrial denominado “Aroma Tester”, el cual funcionaba como catador de olores y aromas. Para esta evaluación se tendrían en cuenta elementos que permitieran constatar la buena función y uso del producto, sin embargo, durante la experiencia, se detectó que no existían indicadores o parámetros que posibilitaran una válida y efectiva evaluación del uso de un objeto, por lo que los criterios emitidos al respecto tenían un carácter subjetivo y eran insuficientes. Esta situación derivó en que se comenzara una investigación para solventar este problema.

Entonces, surge la idea de que la Usabilidad, una propiedad definida para evaluar la interacción producto – usuario en interfaces digitales, podría caracterizar también esta interacción en objetos de diseño industrial. Por lo que se plantea, establecer una relación entre las cualidades que caracterizan a la Usabilidad en interfaces digitales y los objetos de diseño industrial, para demostrar la compatibilidad existente entre ambas.

Y esta idea fue constatada en investigaciones realizadas por el Instituto de Biomecánica de Valencia que entendía a la Usabilidad como una propiedad de los objetos, evidenciado en publicaciones realizadas por (Rakel Poveda Puente, 2003) en su informe: “Musa/IBV Método para la selección de ayudas técnicas bajo criterios de usabilidad”

Como otro antecedente de esta investigación, se defiende en el ISDi en el año 2011 la Tesis de Maestría “Herramientas para el tratamiento del factor uso con intervención de la Ergonomía durante el Proceso de Diseño” por la Ing. Claudia Gordillo Paneque, en la misma, se definen las adecuaciones y propiedades ergonómicas, y se establecen técnicas que buscan establecer la adaptabilidad de los objetos a los correctos modos de uso de manera muy certera, pero de una forma muy escueta pretendía evaluar esta interacción, a través de comparaciones de cumplimiento entre lo que se debía lograr en el producto y con lo que verdaderamente se contaba.

Derivada de esta situación, surge la necesidad de definir indicadores que permitan evaluar, de manera certera, el cumplimiento del Factor Uso en los objetos de Diseño Industrial.

Para ello, se formula el siguiente Problema Científico, al cual se propone dar solución en esta investigación.

### **Problema científico**

¿Cuáles son los indicadores que permiten evaluar las adecuaciones al Uso en los objetos de diseño industrial?

### **Objetivo general**

Determinar los indicadores para evaluar la Usabilidad en los objetos de diseño industrial.

### **Objeto**

Modo de actuación Evaluación

## **Campo**

La evaluación de usabilidad en objetos de diseño industrial

## **Variable de la Investigación**

Usabilidad.

## **Preguntas científicas**

- 1 *¿Cómo se aborda la Usabilidad en la bibliografía especializada?*
- 2 *¿Qué cualidades caracterizan a la propiedad Usabilidad en interfaces digitales y objetos de Diseño Industrial?*
- 3 *¿Qué indicadores emplear para evaluar la Usabilidad en los objetos de Diseño Industrial?*

## **Tareas de investigación**

Las tareas de investigación se organizarán según las preguntas de investigación.

- 1 *¿Cómo se aborda la Usabilidad en la bibliografía especializada?*
  - 1.1. Análisis de los diferentes enfoques teóricos sobre la Usabilidad.
  - 1.2. Definición de Usabilidad para los objetos de diseño industrial.
- 2 *¿Qué cualidades caracterizan a la propiedad Usabilidad en interfaces digitales y objetos de Diseño Industrial?*
  - 2.1. Selección y análisis de las cualidades empleadas para determinar la propiedad Usabilidad en interfaces y sistemas digitales.
  - 2.2. Definición de las cualidades que determinan la propiedad Usabilidad en los objetos de diseño industrial.
  - 2.3 Validación de la definición de Usabilidad y sus respectivas cualidades.

### *3 ¿Qué indicadores emplear para evaluar la Usabilidad en los objetos de Diseño Industrial?*

3.1 Análisis de las propuestas de indicadores para evaluar la propiedad Usabilidad en los objetos de diseño industrial.

3.2 Definición a partir de la relación entre cualidades e indicadores de la Usabilidad en objetos de Diseño industrial

### **Tipo de investigación**

Aunque el tema de la Usabilidad ha sido abordado con anterioridad, es siempre vinculado a la evaluación de interfaces digitales y en muy pocas ocasiones a los objetos de diseño industrial. Es por ello que surgió la necesidad de realizar esta investigación de tipo exploratoria, pues el tema a tratar ha sido poco estudiado hasta el momento. En consecuencia, esta investigación realizará una búsqueda bibliográfica para aunar criterios entre las teorías existentes acerca de la Usabilidad y determinar si este concepto puede aplicarse también a objetos de diseño industrial.

### **Métodos de investigación**

En la investigación en curso se utilizarán los siguientes métodos teóricos para dar solución a las tareas de investigación planteadas:

**Histórico-lógico:** Para poder descubrir las leyes fundamentales de los fenómenos, el método lógico debe basarse en los datos que proporciona el método histórico, debido a esto, el método histórico-lógico se empleará para dar solución a la tarea de investigación 1.1, que resultará en una compilación bibliográfica sobre los conceptos de Usabilidad y otros conceptos relacionados.

**Analítico-sintético:** Siendo el análisis la extracción de las partes de un todo con el objetivo de estudiarlas y examinarlas por separado, y la síntesis el proceso mediante el cual se relacionan hechos aparentemente aislados, se utilizará este método, para dar solución a las tareas de investigación 1.2, 2.1 3.1 y 3.2.

En la tarea de investigación 1.2 se analizarán los diferentes enfoques acerca de la Usabilidad de manera que se pueda definir un concepto coherente con el diseño de objetos.

En la tarea de investigación 2.1, se procesará la información respectiva a las cualidades empleadas para determinar esta propiedad en interfaces digitales y se enlistarán los indicadores más utilizados por una muestra de autores seleccionados.

En la tarea de investigación 3.1 se analizarán las distintas fuentes bibliográficas para establecer puntos en común y discrepancias existentes entre ellas.

En la tarea de investigación 3.2 se procederá a establecer las relaciones de compatibilidad entre las distintas cualidades que definen a la usabilidad y los indicadores revisados previamente

**Hipotético-deductivo:** Consiste en plantear afirmaciones en forma de hipótesis para intentar la explicación de los hechos y datos acopiados, y luego comprobarlos, deduciendo con conocimientos ya acumulados conclusiones que son confrontadas con nuevos hechos y datos.

Se empleará para dar respuesta a la tarea de investigación 2.2.

En la tarea de investigación 2.2 es donde se determinará si las cualidades empleadas para definir la Usabilidad en interfaces gráficas pueden aplicarse también a objetos de diseño industrial.

También se utilizará el siguiente método empírico:

**Consulta a especialistas:** Es un método de pronóstico que permite socializar determinaciones logradas por el investigador en diferentes momentos de su indagación y reducir el margen de error en sus conclusiones al someterlas a evaluación y a juicios de recomendación. Se utilizará para dar respuesta a la tarea de investigación 2.3

# Indicadores para la evaluación de Usabilidad en objetos de Diseño Industrial

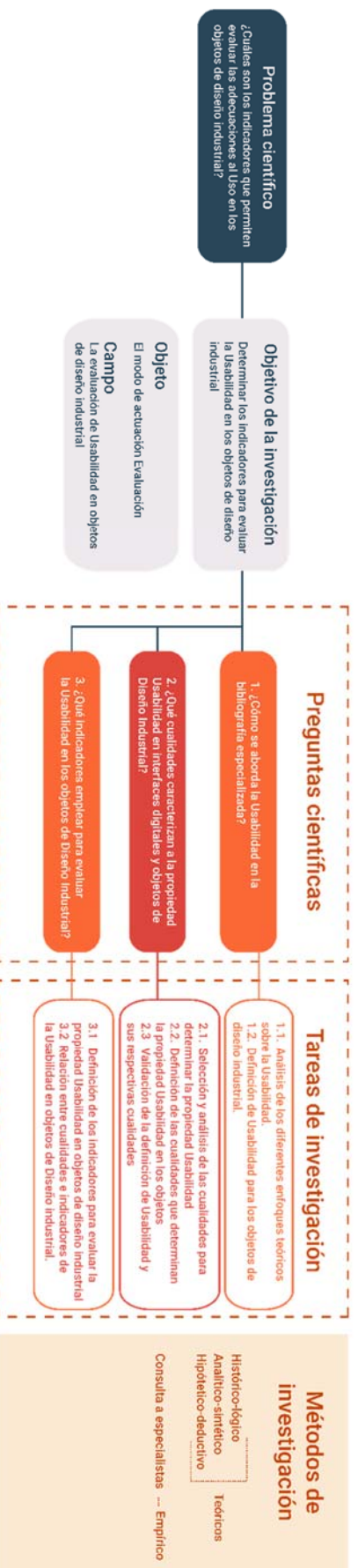


Figura 1. Diseño de Investigación

## Estructura de la Tesis

<b>Nombre del capítulo</b>	<b>Contenido</b>
Capítulo 1_ Marco Referencial	Se abordan los sustentos teóricos en los que se basan los resultados. Se divide en 7 epígrafes que engloban las materias a tratar: Diseño Industrial, Factor Uso, Ergonomía, Diseño Centrado en el usuario, Usabilidad, Técnicas y Métodos ergonómicos, así como los referentes teóricos asociados a la operacionalización de las variables. Es la respuesta a la primera pregunta científica.
Capítulo 2_ Cualidades que caracterizan a la Usabilidad	Presenta los resultados parciales obtenidos a partir del cumplimiento de la segunda pregunta científica. En el mismo se define la variable Usabilidad y se establecen las dimensiones de dicha variable en objetos de diseño industrial.
Capítulo 3_ Indicadores de la Usabilidad	Dando cumplimiento a la tercera pregunta científica se abordan distintas teorías de la Usabilidad, de las cuales se establecen similitudes y diferencias entre ellas para establecer los indicadores para la evaluación de la usabilidad asociados a las dimensiones previamente establecidas.



# Capítulo 1. Marco Referencial.

## Marco Conceptual

En este acápite se definen los principales conceptos, categorías, términos y variables que se relacionan con el problema de investigación.

Cualidad: Rasgo, componente permanente, diferenciado, peculiar y distintivo de la naturaleza o la esencia de una persona o cosa que contribuye, junto con otros, a que alguien o algo sea lo que es y como es. (Spanish Oxford Living Dictionaries)

Propiedad: Cualidad propia, esencial y característica de algo. (Spanish Oxford Living Dictionaries, s.f.)

Indicador: Dato o información que sirve para conocer o valorar las características y la intensidad de un hecho o para determinar su evolución futura. (Spanish Oxford Living Dictionaries, s.f.)

Los indicadores son puntos de referencia, que brindan información cualitativa o cuantitativa, conformada por uno o varios datos, constituidos por percepciones, números, hechos, opiniones o medidas, que permiten seguir el desenvolvimiento de un proceso y su evaluación, y que deben guardar relación con el mismo. Los indicadores deben poseer la mayor precisión posible, tener pertinencia con el tema a analizar, deben ser sensibles a los cambios, confiables, demostrables, y ser datos fáciles de obtener.

Criterio: 1. Regla o norma conforme a la cual se establece un juicio o se toma una determinación. 2. Opinión, juicio o decisión que se adopta sobre una cosa. (Spanish Oxford Living Dictionaries)

Interfaz de usuario: Es el medio con que el usuario puede comunicarse con una máquina, equipo, computadora o dispositivo, y comprende todos los puntos de contacto entre el usuario y el equipo. Puede ser material o inmaterial. (ISDi, El factor uso en la conceptualización, 2014-2015)

Interfaz inmaterial (interacción física): Se distingue por una cualidad no corpórea, reflejada en un plano que no trasciende en nuestra percepción, a su visualización bidimensional. (ISDi, El factor uso en la conceptualización, 2014-2015)

Interfaz material (interacción cognitiva): Se distingue por una cualidad material que permite adoptar una forma física, definir un contorno tridimensional, la corporeidad como esencia de un objeto (ISDi, El factor uso en la conceptualización, 2014-2015)

Evaluar: Atribuir o determinar el valor de algo o de alguien, teniendo en cuenta diversos elementos o juicios. (Spanish Oxford Living Dictionaries)

Medir: Comprobar o comparar, generalmente de forma competitiva, la habilidad, fuerza o valía de algo o de alguien en relación con otra cosa u otra persona. (Spanish Oxford Living Dictionaries)

Efectivo: Que produce el efecto esperado, que va bien para determinada cosa.

Eficiencia: 1. f. Capacidad de disponer de alguien o de algo para conseguir un efecto determinado.

Eficacia: 1. f. Capacidad de lograr el efecto que se desea o se espera. (Asociación de Acedemias de la Lengua Española, s.f.)

## **Marco Teórico**

En el marco teórico de esta investigación se expusieron, en primera instancia, conceptos y definiciones relacionadas con el Diseño, específicamente el Diseño Industrial. Se tomó como principal referente teórico para este tema la tesis de maestría del MsC. Sergio Peña. Más adelante se expusieron las definiciones y objetivos del Factor uso y de la disciplina Ergonomía. Para finalizar, se analizaron definiciones de Usabilidad ofrecidas por varios autores, destacando los puntos en común. Además, se realizó un pequeño resumen que agrupa las características de algunos métodos de evaluación ergonómica. Así como las referencias necesarias acerca de la operacionalización de las variables

## 1.1. Diseño Industrial

Para los propósitos de esta tesis y la mejor comprensión de la bibliografía, se tomó como principal referente para el análisis del concepto de Diseño, el propuesto por el MsC. Sergio Peña en su tesis de maestría.

**Diseño:** “Diseño es una actividad que tiene como objetivo la concepción de los productos para que estos cumplan eficientemente su finalidad útil y puedan ser producidos, garantizando su circulación y consumo” (Peña S. , 2007).

Teniendo en cuenta que el presente trabajo de tesis estará enfocado a temas estrechamente relacionados con el uso de los objetos de diseño, es pertinente esclarecer qué entiende el autor como finalidad útil dentro de su concepto de diseño.

**Finalidad útil:** Los productos tienen el propósito de ser útiles, deben desempeñar eficientemente su función y cumplir con el objetivo que les da vida como respuesta a un problema. La finalidad va ligada a la materialización de la función, a la pertinencia que indica el grado de correspondencia entre la solución diseñada y los requerimientos de la necesidad y problema de origen. Es la capacidad de la solución para responder, de acuerdo con las expectativas de exigencias de lo social y de lo personal (Peña & Pérez, 2014).

A partir de la propuesta de los problemas profesionales del diseño realizada por el MsC. Sergio Luis Peña Martínez (Peña S. , 2007), en Cuba, la actividad profesional del diseño se divide en: Diseño de Comunicación Visual y Diseño Industrial. En esta investigación se trataron los conceptos relacionados con el Diseño Industrial, comenzando por definir qué es.

“...el diseño industrial es, como todo producto humano, un concepto histórico que a través del tiempo y del espacio, se ha desarrollado y adquirido matices, connotaciones y características diferentes, que refleja los factores contextuales que le dan origen, y que contribuye a la conformación de sociedades no solamente desde el punto de vista material, sino al realizar un propio discurso expresivo.” (Mirkin, 2006)

“Diseño ya no es más una cosa que se trae desde afuera al ámbito industrial, por así decir, un aditivo cultural; sino una actividad que pertenece intrínsecamente a la industria.” (Bonsiepe, 2000)

La siguiente definición, propuesta por Tomás Maldonado en 1961, fue reconocida como oficial en 1969 por el ICSID (International Council of Societies of Industrial Design, actualmente World Design Organization).

“El diseño industrial es una actividad proyectual que consiste en determinar las propiedades formales de los objetos producidos industrialmente. Por propiedades formales no hay que entender tan sólo las características exteriores, sino, sobre todo, las relaciones funcionales y estructurales que hacen que un objeto tenga una unidad coherente desde el punto de vista tanto del productor como del usuario, puesto que, mientras la preocupación exclusiva por los rasgos exteriores de un objeto determinado conlleva el deseo de hacerlo parecer más atractivo o también disimular sus debilidades constitutivas, las propiedades formales de un objeto -por lo menos tal como yo lo entiendo aquí- son siempre el resultado de la integración de factores diversos, tanto si son de tipo funcional, cultural, tecnológico o económico. Dicho de otra manera, así como los caracteres exteriores hacen referencia a cualquier cosa como una realidad extraña, es decir, no ligada al objeto y que no se ha desarrollado con él, de manera contraria las propiedades formales constituyen una realidad que corresponde a su organización interna, vinculada a ella y desarrollada a partir de ella.” (World Design Organization, 2018)

Luego de la disolución del ICSID, la definición anterior fue sustituida por la Organización Mundial del Diseño (World Design Organization), que estipula como oficial la definición pronunciada en su 29 Asamblea General.

“El Diseño Industrial es un proceso estratégico de resolución de problemas que impulsa la innovación, desarrolla el éxito comercial y conduce a una mejor calidad de vida a través de productos, sistemas, servicios y experiencias innovadoras. El Diseño Industrial cierra la brecha entre lo que existe y lo que es posible. Es una profesión interdisciplinaria que aprovecha la creatividad para resolver problemas y co-crear soluciones con la intención de mejorar un producto, sistema, servicio,

experiencia o negocio. En su núcleo, el Diseño Industrial proporciona una forma más optimista de mirar el futuro al replantear los problemas como oportunidades. Vincula la innovación, la tecnología, la investigación, los negocios y los clientes para proporcionar un nuevo valor y una ventaja competitiva en las esferas económica, social y ambiental. (World Design Organization, 2018)”

“El diseño industrial es una disciplina proyectual, tecnológica y creativa, que se ocupa tanto de la proyección de productos aislados o sistemas de productos, como del estudio de las interacciones inmediatas que tienen los mismos con el hombre y con su modo particular de producción y distribución; todo ello con la finalidad de colaborar en la optimización de los recursos de una empresa, en función de sus procesos de fabricación y comercialización (entendiéndose por empresa cualquier asociación con fines productivos). Se trata, pues, de proyectar productos o sistemas de productos que tengan una interacción directa con el usuario (pudiendo ser bienes de consumo, de capital, o de uso público); que se brinden como servicio; que se encuentren estandarizados, normalizados y seriados en su producción, y que traten de ser innovadores o creativos dentro del terreno tecnológico (en cuanto a funcionamiento, técnica de realización y manejo de recursos), con la pretensión de incrementar su valor de uso. Estos productos y sistemas de productos deben ser concebidos a través de un proceso metodológico multidisciplinario y un modo de producción de acuerdo con la complejidad estructural y funcional que los distingue y los convierte en unidades coherentes.” (Rodríguez, 1983)

De estas definiciones, especialmente, las presentadas por Tomás Maldonado y Gerardo Rodríguez, se puede concluir que el diseño industrial es una actividad proyectual y creativa cuyo objetivo es la proyección de las cualidades formales, estructurales, tecnológicas, productivas, culturales y económicas de productos o sistemas de productos que satisfagan necesidades específicas para usuarios determinados.

### 1.1.1 Los Modos de Actuación del Diseño. Modo de actuación Evaluar

Peña (2007) definió en su tesis de maestría que, independientemente de las Esferas en las que se desenvuelve la solución de los problemas, el diseñador, al resolverlos, hace de su actividad y desempeño **Modos de actuación** propios, asumiendo roles diferentes ante cada situación.

Así, existen procederes que terminan sistematizándose como patrones, actuaciones profesionales más generales, métodos e invariantes del quehacer profesional, a estos se les refiere como Modos de Actuación de forma general.

Se considera que un profesional, cuando resuelve problemas, maneja un repertorio de competencias (conocimientos, habilidades y valores interrelacionados como unidades complejas) que, al agruparse de acuerdo a la similitud de procederes y actuaciones, conforman los llamados Modos de actuación profesional. La gestión de la actividad de Diseño ha devenido en uno de los Modos de actuación de mayor complejidad e importancia en el desarrollo de la profesión en la actualidad.

(Peña & Pérez, 2015) definen los siguientes modos de actuación:

1. **Modo de actuación Proyecto** (Diseñar)
2. **Modo de actuación Evaluación** (Evaluar)
3. **Modo de actuación Investigación** (Investigar)
4. **Modo de actuación Gestión** (Gestionar)

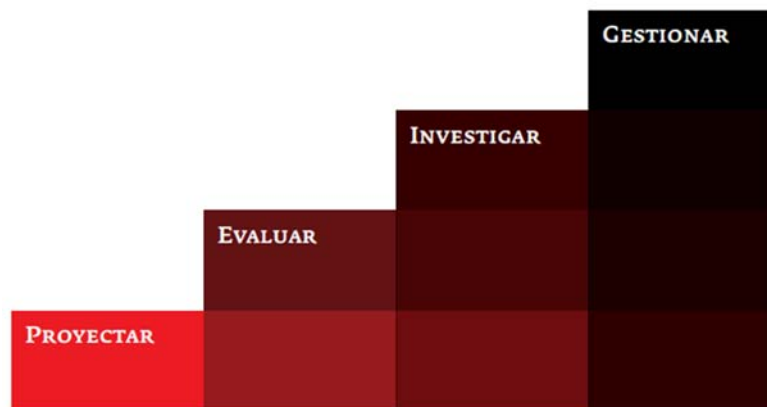


Figura 2. Modos de actuación profesional del Diseño. Modelo de Interrelación

Para visualizar la subordinación que se establece entre los diferentes Modos de actuación y su complejidad, (Peña & Pérez, 2015) propone un modelo escalonado donde se representan los niveles de subordinación y solapes que existen entre ellos.

La evaluación es un proceso reflexivo, sistemático y riguroso de indagación sobre la realidad, que considera globalmente las situaciones, atiende tanto a lo explícito como a lo implícito y se rige por principios de validez, participación y ética. Evaluar implica valorar y tomar decisiones que impactan directamente en la vida de los otros. En tal sentido, es una práctica que compromete no solo técnicas y procedimientos, sino también una dimensión ética.

Al desarrollar la capacidad crítica de su propio trabajo el diseñador asume el rol de evaluador en el propio proceso, evaluando los resultados parciales y la solución resultante. En otro estadio encontramos al profesional evaluando los otros productos, resultantes de proyectos que no necesariamente fue desarrollado con su participación, valorando su calidad, pertinencia, adecuación a las necesidades, aceptación e impacto.

Asimismo, el rol de evaluador opera también a niveles de gestión, la evaluación está presente cuando se validan y diagnostican estrategias de inserción de la actividad en contextos organizacionales, empresariales y sociales, en toda su magnitud.

En la práctica profesional del Diseño conviven diferentes formas de evaluación, que derivan tanto del objeto a evaluar como de la tipología del problema y el nivel en que opera la acción. Para el Modo Evaluación, se proponen tres niveles:

- Evaluación de proyecto (de proceso, resultados y solución)
- **Evaluación de producto (de productos y soluciones de Diseño)**
- Evaluación de la gestión (de programas y estrategias de Diseño)

La evaluación de producto se define como: Medir con objetividad la **capacidad de los productos diseñados para satisfacer las demandas del usuario y su pertinencia funcional** y contextual; es contrastar el producto con un paradigma de

solución, relacionado aspectos de uso, funcionales, tecnológicos y de mercado, entre otros.

Es un instrumento de retroalimentación de la efectividad de las respuestas proyectuales y de la correspondencia de lo planificado con lo obtenido, en lo referente al impacto y pertinencia del producto

### **1.1.2 Esferas de actuación del Diseño Industrial:**

El diseño como actividad está presente en múltiples aspectos de la vida, los problemas profesionales que lo incluyen abarcan un espectro muy amplio. Debido a esto, en su tesis de maestría, el MsC. Sergio Luis Peña Martínez propone organizarlos en seis Esferas de Actuación que en su interrelación abarcan con flexibilidad los problemas profesionales diferenciados, y las define como:

“Las Esferas de Actuación del Diseño, son algo más que clasificaciones, no son divisiones artificiales y especialidades, ni constituyen compartimentos estancos. Una solución de Diseño generalmente involucra a más de una Esfera para encontrar una propuesta integral y eficiente, cada vez más los problemas profesionales se desarrollan en escenarios complejos y solo encuentran respuesta en el accionar integrador.” (Peña S. , 2007)

La citada propuesta se tomará como referente teórico para este trabajo. En ella se muestra la interrelación entre las diferentes Esferas y sus nexos de dominio mediante un modelo tridimensional (fig.3) que parte de un poliedro octogonal. Cada vértice del octaedro corresponde a una Esfera de Actuación, las aristas que las unen demuestran la interrelación entre ellas y el volumen resultante es el campo donde se ubican los problemas de la profesión. Se evidencia también una agrupación de las Esferas de Actuación de acuerdo a la especialidad de la profesión con la que más se relacionan, de manera que, las tres Esferas que se ubican en la cara superior corresponden al Diseño Industrial, y las de la cara inferior al Diseño de Comunicación Visual.



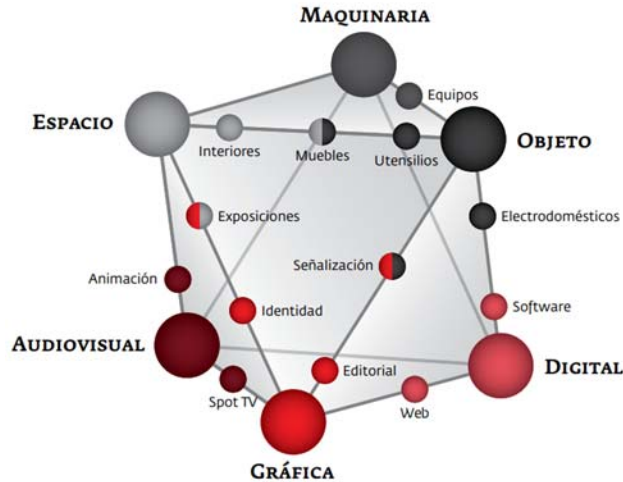


Figura 3. Esferas de Actuación del Diseño. (Peña & Pérez, 2014)

Debido al tiempo y el alcance de esta investigación, se analizarán los objetos de diseño industrial comprendidos entre la Esfera Objeto y la Esfera Digital.

**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 el 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. (Peña S. , 2007)

Cabe destacar que, dentro de esta definición, se encuentra incluido el concepto del autor acerca de los que son los objetos de diseño, que se asumirá para esta tesis.

**Esfera Digital:** Contiene los problemas profesionales vinculados a las tecnologías informáticas y la computación, a los medios digitales, las soluciones que aplican en la interfaz de softwares, de utilidades, sitios web, tiendas digitales, revistas digitales, libros electrónicos y manuales, multimedias educativas, promocionales y culturales, visualizaciones de entornos virtuales, video juegos y simuladores 3D. El elemento distintivo de esta esfera es el medio digital donde se desempeña y su

soporte tecnológico, el ciber-espacio y el mundo virtual, donde la interacción tiene la prioridad. Aquí el trabajo del diseñador exige un manejo elevado de componentes visuales y cognitivos en las soluciones, en estrecho vínculo con las tecnologías, aplicaciones informáticas y herramientas de programación. (Peña S. , 2007)

## 1.2. Factor Uso

En la estructura interna del diseño se resumen los principios, variables y Factores de Diseño.

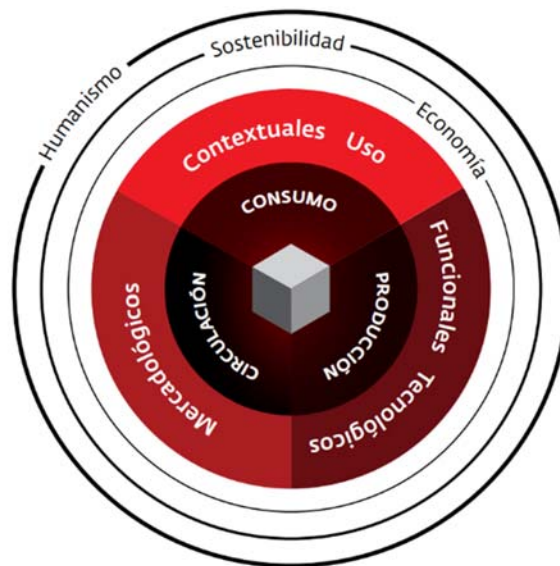


Figura 4. Estructura interna del diseño: principios, factores y variables de diseño. (Peña & Pérez, 2014)

Los principios de diseño son valores que deben guiar al diseñador en cada decisión y concepción: en todo momento el que proyecta debe tener una postura de preocupación por el ser humano y la sociedad; de ahorro y de sostenibilidad. Los principios determinan la actitud del diseñador.

Las variables agrupan a los factores y son cada una de las etapas por las que pasa el producto durante su vida útil, por lo tanto, se debe diseñar el producto para que funcione en cada una de estas etapas. Estas son: producción, circulación y consumo (Peña S. , 2007).

Los Factores de Diseño son los “elementos que determinan, establecen y condicionan” el diseño de un producto, “son aquellas condiciones en las que deberá desarrollarse una solución” (Peña S. , 2007). Es decir, cuando se resuelvan los aspectos correspondientes a cada factor se estará diseñando el producto.

Los factores de diseño son: el *uso*, la *función* (en el sentido de funcionamiento), la *tecnología*, el *mercado*, y el *contexto* de los productos. Teniendo en cuenta los objetivos de este trabajo, se analizará lo referente al factor uso.

Armando Cabrera plantea los aspectos a los que está vinculado el factor uso de la siguiente manera:

**Uso:** Interacción directa usuario-producto: modo, estructura, secuencia, frecuencia y comunicación del uso. Tiene que ver con la comodidad, la manejabilidad, la seguridad, el mantenimiento (Cabrera Bustamante, 2000).

El factor Uso se define como: “Materialización del consumo. Relación del hombre con los objetos en el proceso de satisfacción de sus necesidades. Acciones humanas que implementan, dirigen y controlan las funciones”. (ISDi, El factor uso en la conceptualización, 2014-2015)

Por tanto, se define el Uso como las cualidades de uso de un producto, son los atributos o propiedades que permiten su empleo, y por ende cumplir su objetivo o finalidad útil. Estos atributos o propiedades se hacen eficientes a través del diseño adecuado de interfaces de usuario humano.

### 1.3. Ergonomía

La Ergonomía ha sido la disciplina científica que más ha aportado a la integración y al dominio, por parte de los diseñadores, de las condicionantes de uso, y por ende al diseño de interfaces efectivas.

“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, se basa en la aplicación de enfoques, criterios y conocimientos de esta disciplina científica.” (Gordillo, 2011)

La definición que fue acordada en el Congreso de la Asociación Internacional de Ergonomía celebrado en San Diego, California, en el año 2000 enuncia que:

“La ergonomía es una disciplina científica de carácter multidisciplinar, que estudia las relaciones entre el hombre, la actividad que realiza y los elementos del sistema en que se encuentra inmerso, con la finalidad de disminuir las cargas físicas, mentales y psíquicas del individuo y de adecuar los productos, sistemas, puestos de trabajo y entornos a las características, limitaciones y necesidades de sus usuarios; buscando optimizar su eficacia, seguridad, confort y el rendimiento global del sistema” (Internacional Ergonomics Association, 2018).

Otros conceptos son:

“La ergonomía es la consideración de los seres humanos en el diseño de los objetos construidos por el hombre, facilidades y ambientes que las personas usan en los diversos aspectos de su vida.” (McCormick, 1980)

“La Ergonomía es la disciplina científica que estudia las capacidades y limitaciones humanas en su actividad diaria para diseñar los objetos y ambientes con los que interactúa en función de estas, logrando maximizar la eficiencia de dichas actividades y el bienestar del hombre”. (Gordillo, 2011)

El colectivo de autores del Instituto Superior de Diseño propone el siguiente concepto de Ergonomía, que se asume para esta tesis por ser el más concreto sin dejar de ser abarcador:

“La Ergonomía es la disciplina científica que estudia el sistema Hombre-Objeto-Entorno, (H-O-E) para diseñar los objetos y ambientes con los que el hombre interactúa, con el fin de maximizar la eficiencia de uso y el bienestar del hombre”

Este colectivo de autores define también los objetivos de la Ergonomía como los siguientes:

- Acrecentar la eficiencia de uso del universo de productos, equipos y sistemas o servicios en los que estén involucrados los seres humanos.
- Mantener o mejorar ciertos valores humanos inherentes a dicha interfaz, tales como la salud, seguridad, satisfacción o comodidad de uso.

Tomado de (ISDi, Introducción a la ergonomía, 2017-2018)

Prado León & Ávila Chaurand (2006) definen la ergonOMICIDAD como “la propiedad de los sistemas H-O-E de lograr sus objetivos en un elevado nivel de bienestar humano”. Este concepto es adaptado a los intereses específicos del Diseño por la MsC. Claudia Gordillo en su tesis de maestría, donde sustituye el término ergonOMICIDAD por eficiencia de uso, y la define como “la capacidad de un producto de permitir un uso sin errores en el menor tiempo posible, con el menor esfuerzo posible del usuario (en algunos casos no debe ser el mínimo, sino un óptimo) y que no afecte el bienestar del usuario” (Gordillo, 2011). Se define también en esta tesis de maestría el concepto de cualidades ergonOMICAS como “aquellas características que puestas en un producto lo hacen ergonómico” (Gordillo, 2011), y se asumen como tales cualidades a las adecuaciones y propiedades ergonOMICAS.

Las adecuaciones ergonOMICAS son la adaptación de las características de los objetos a los factores humanos correspondientes. Esto deriva en que existan varios tipos de adecuaciones ergonOMICAS según el factor humano al que responden, las cuales se enuncian a continuación: (ISDi, Introducción a la ergonomía, 2017-2018):

**Adecuación Anatómica:** Es la relación entre la morfología del producto y la forma del cuerpo del usuario en las zonas de contacto físico entre ambos que permite una óptima sujeción, accionamiento o recepción de las partes del cuerpo y evita molestias por sobrepresión, además de no generar interferencias con el funcionamiento de la piel.

**Adecuación Antropométrica:** Adaptación de las dimensiones físicas del producto a las dimensiones antropométricas del usuario.

**Adecuación Biomecánica:** Adaptación 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:** Adaptación de las demandas de gasto calórico requeridas para el uso del producto a las capacidades y limitaciones energéticas de los usuarios, específicamente atiende los sistemas cardiovascular y respiratorio

**Adecuación sensorial:** Adaptación de las informaciones visuales, sonoras y táctiles que deben transmitir los objetos a las capacidades sensoriales de los usuarios.

**Adecuación cognitiva:** Adaptación entre las salidas de información de los objetos y las capacidades de percepción, atención, memorización, interpretación y respuesta de los usuarios.

**Adecuación emocional:** Adaptación a los gustos y preferencias del usuario en cuanto a color, morfología, textura, etc.

Para hacer cumplir los objetivos de la Ergonomía y como forma de constatar la aplicación de las adecuaciones ergonómicas, se definen las propiedades ergonómicas como “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”. (Prado León & Ávila Chaurand, 2006)

El colectivo de profesores del ISDi definen las siguientes propiedades ergonómicas (ISDi, Introducción a la ergonomía, 2017-2018):

- **Facilidad de uso:** Características del producto que propician: La cantidad mínima indispensable de acciones de uso, la simplicidad de formas y mecanismos de accionamiento, la organización lógica de la secuencia de uso y el mínimo requerimiento de energía humana para su funcionamiento.
  - **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.

Al ser una disciplina tan abarcadora, la Ergonomía tiene varias áreas de especialización, entre ellas se encuentra las referidas a la esfera objeto que son la Ergonomía Cognitiva y la Ergonomía Física, que podrían definirse como:

**Ergonomía Cognitiva:** Área de la Ergonomía que se especializa en el estudio de los procesos cognitivos (percepción, memoria, razonamiento y respuesta motora) por su implicación en la interacción entre el hombre y los demás elementos de un sistema. (ISDi, Introducción a la ergonomía, 2017-2018).

**Ergonomía Física:** Se especializa en el estudio de las características anatómicas, antropométricas, fisiológicas y biomecánicas del hombre con implicaciones en la actividad física. Incluye temas como: posturas, desórdenes musculoesqueléticos, movimientos repetitivos. (ISDi, Introducción a la ergonomía, 2017-2018).

#### **1.4. Diseño Centrado en el Usuario y Experiencia de Usuario.**

Tomando como base la relación entre el Diseño y la Ergonomía, que parte del uso de los productos, han surgidos filosofías o tendencias de diseño que ponderan el Factor Uso sobre otros factores de diseño y centran sus trabajos en mejorar la calidad de la interacción hombre-objeto. En este trabajo se analizarán dos de estas tendencias que incorporan el concepto de Usabilidad.

##### **Diseño Centrado en el Usuario:**

A continuación, se presentan algunos conceptos de Diseño Centrado en el Usuario:

El Diseño Centrado en el Usuario (DCU) es un proceso de diseño iterativo en el cual los diseñadores se concentran en los usuarios y sus necesidades en cada fase del proceso de diseño. El Diseño Centrado en el Usuario demanda implicar a los usuarios durante todo el proceso de diseño a través de un grupo de

investigaciones y técnicas con el objetivo de crear productos con una alta accesibilidad y calidad de uso para ellos. (Interaction Design Foundation, 2002)

El Diseño Centrado en el Usuario es “Una actividad multidisciplinaria, que incorpora factores humanos, conocimientos y técnicas de ergonomía con el objetivo de aumentar la efectividad y la productividad, mejorando las condiciones del trabajo humano, y contrarrestando los posibles efectos negativos del uso sobre la salud, la seguridad y el rendimiento.” (Organización Internacional de Normalización, 1999)

“El DCU es un proceso cíclico en el que las decisiones de diseño están dirigidas por el usuario y los objetivos que pretende satisfacer el producto, y donde la usabilidad del diseño es evaluada de forma iterativa y mejorada incrementalmente.(...) El objetivo final del DCU es, por tanto, lograr la satisfacción de las necesidades de todos sus usuarios potenciales, adaptar la tecnología utilizada a sus expectativas y crear interfaces que faciliten la consecución de sus objetivos.” (Montero & Santamaría, 2009)

Si bien las definiciones de Diseño Centrado en el Usuario son bastante diversas, puede decirse que son compatibles entre sí, y de ellas se pueden extraer algunas características comunes como:

- Está orientado a los usuarios del producto, que participan durante todo el proceso.
- Se aplica durante todas las fases del desarrollo de un producto (planificación, diseño, desarrollo, evaluación), desde las primeras etapas.
- Es iterativo.
- Es un enfoque multidisciplinario del diseño.
- Su objetivo es obtener productos **usables y satisfactorios** para los usuarios.

### **Experiencia del Usuario:**

En la búsqueda de soluciones de diseño más integradoras e inclusivas, en los últimos años se ha popularizado también el término "Experiencia del Usuario" (UX,



User experience) como un nuevo enfoque para el desarrollo de productos interactivos.

También se define como "concepto integrador de todos los aspectos de la interacción entre el usuario final y la compañía, sus servicios y productos". (Nielsen Norman Group, 2003)

Otros autores también han definido la Experiencia del Usuario como:

"el conjunto de ideas, sensaciones y valoraciones del usuario resultado de la interacción con un producto; es resultado de los objetivos del usuario, las variables culturales y el diseño del interfaz" (Knapp Bjerén, 2003)

Peter Morville, uno de los más importantes expertos en el tema, la define de la siguiente forma:

"La Experiencia del Usuario se enfoca en tener un conocimiento profundo de los usuarios, lo que necesitan, lo que valoran, sus habilidades y sus limitaciones." (Morville, 2004)

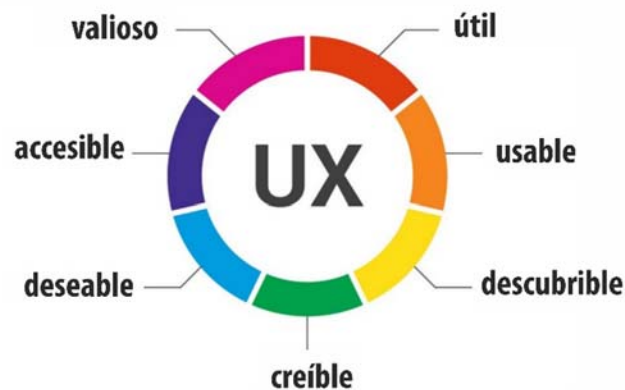


Figura 5. Factores que influyen en la Experiencia del Usuario. (Morville, 2004)

Una definición más integradora podría ser:

"la sensación, sentimiento, respuesta emocional, valoración y satisfacción del usuario respecto a un producto, resultado del fenómeno de interacción con el producto y la interacción con su proveedor." (Montero & Fernández, 2005)

## 1.5. Usabilidad.

La Usabilidad es el tema central de este trabajo de investigación. A continuación, se presentarán algunos conceptos de Usabilidad que aportan una perspectiva inicial sobre el tema.

Mary B. Rosson y John M. Carroll interpretan la Usabilidad como “la calidad de un sistema en función de la facilidad de aprendizaje, de uso y de satisfacción que proporciona al usuario.” (Rosson & Carroll, 2002)

“Usability is a quality attribute that assesses how easy user interfaces are to use. The word "usability" also refers to methods for improving ease-of-use during the design process.” (*La usabilidad es un atributo de calidad que evalúa cuán fácil de usar es una interfaz. La palabra usabilidad también se refiere los métodos para mejorar la facilidad de uso durante el proceso de diseño*) (Nielsen J. , 2012).

En estos dos conceptos se presenta una visión poco abarcadora de la usabilidad, donde se restringe a la relación usuario-sistema vista desde la facilidad de uso y la satisfacción.

“La usabilidad consiste en la capacidad de un artefacto para ser utilizado fácilmente y eficazmente por unos usuarios determinados que tengan que desarrollar unas tareas específicas en un determinado contexto.” (Shackel, 1991)

Según los estándares internacionales, la usabilidad se define como el “grado en el que un sistema, producto o servicio puede ser usado por usuarios específicos para alcanzar metas específicas con efectividad, eficiencia y satisfacción en un determinado contexto de uso.” (Organización Internacional de Normalización, 2018)

“El concepto de usabilidad puede definirse como el nivel con el que un producto se adapta a las necesidades del usuario y puede ser utilizado por el mismo para lograr unas metas con efectividad, eficiencia y satisfacción en un contexto específico del uso” (Huelves, Gonzáles, Ruiz, & Sánchez, 2009)

Estas definiciones resultan más específicas y descriptivas. En ellas se incorpora el contexto como un factor que pueda influir en el uso, evidenciándose la relación

entre Usabilidad y Ergonomía a partir del estudio del sistema hombre-objeto-entorno. Además, se introducen los términos “efectividad, eficiencia y satisfacción” para calificar la interacción usuario-objeto.

“la usabilidad engloba aspectos relativos a la capacidad para que el usuario utilice un producto de forma rápida, intuitiva, fácil y con un alto grado de satisfacción, así como funcionalidad, seguridad y confort, sin olvidar que un producto bien diseñado bajo este planteamiento será bien acogido en el mercado, siempre y cuando su precio sea razonable.” (Puente, Guillem, Lacuesta, Pastor, & Lois, sf)

“La usabilidad es un concepto empírico, lo que significa que puede ser medida y evaluada, y por tanto no debe entenderse como un concepto abstracto, subjetivo o carente de significado. De hecho, la usabilidad es un atributo de calidad cuya definición formal es resultado de la enumeración de los diferentes componentes o variables a través de los cuales puede ser medida.” (Montero & Santamaría, 2009)

Lo importante a destacar de este concepto es el hecho de que califica a la Usabilidad como una cualidad que puede ser constatable y que se define a través de componentes o variables. Este enfoque coincide con lo que se busca a través de la presente investigación, sin embargo, no hace referencia a cuáles serían esos componentes que identifican a la Usabilidad.

Se puede concluir que no existe un concepto unificador de Usabilidad, varios autores ponen sus propuestas a consideración y las adaptan según sus puntos de vista, aunque todos convergen en que es una cualidad asociada a la interacción hombre-objeto que determina cuán fácil, efectivo, eficiente y satisfactorio es el uso.

En este punto de la investigación no se asumirá como referente teórico ningún concepto de Usabilidad de los que se han presentado, pues se hace necesario un análisis más profundo del tema.

## 1.6. Técnicas y Métodos Ergonómicos.

A continuación, se resumen los métodos ergonómicos más usados para la evaluación y análisis de productos, puesto que pueden aplicarse al proceso de diseño.

Cada uno de ellos tiene ventajas y desventajas y un momento de aplicación en el proceso de diseño.

En el libro “Occupational Ergonomics: Principles of Work Design” (Karwowski & Marras, 2003), se resumen los 12 métodos ergonómicos más usados. Estos métodos están fundamentalmente orientados al análisis y evaluación de los productos.

Básicamente proponen evaluar la eficiencia de la interfaz del producto, pero por la forma de explicar los métodos se observa que se centran más en la interfaz informativa y menos en la interacción física.

- Método heurístico
- Listas de chequeo (checklists)
- Observación
- Entrevista
- Cuestionarios
- Análisis de vínculos
- Análisis de organización
- Análisis jerárquico de tareas (HTA)
- Método de reducción y predicción de errores humanos sistemáticos (SHERPA)
- Análisis de tareas para la identificación de errores (TAFEI)
- Cuadrículas de repertorio
- Modelo de nivel de teclado

Estos 12 métodos deben ser aplicados en la etapa de prototipo, particularmente en la de prototipo analítico, que es aquella donde el producto todavía es un modelo computarizado (o en papel). Pueden combinarse diferentes métodos para

evaluar un producto. Se recomienda iniciar con el método heurístico por ser el más rápido y económico.

Estos métodos no declaran indicadores para evaluar el uso de los productos y no se encuentran validados para la evaluación de productos terminados.

Además, teniendo como referencia el antecedente presentado de esta investigación, la tesis de maestría de la Ing. Claudia Gordillo Paneque, se establecen dos técnicas ergonómicas que facilitan el trabajo en el modo de actuación proyectual, aunque las mismas no son suficientes por estar concebida para las primeras etapas del diseño de un producto y no para la evaluación de los mismos. Estas técnicas son:

#### **Técnica de Adecuaciones y Propiedades Ergonómicas (TAP)**

Va encaminada al logro de las cualidades ergonómicas que se concretarán en requisitos durante el proceso de diseño.

#### **Técnica de la Adecuación Cognitiva (TAC)**

Está dirigida a la concepción de la interfaz informativa del producto con la aplicación de principios de ergonomía cognitiva.

### **1.7. Variable, dimensiones e indicadores.**

María Isabel Núñez Flores (2007) define a la variable como: es todo aquello que se va a medir, controlar y estudiar en una investigación, es también un concepto clasificatorio. Pues asume valores diferentes, los que pueden ser cuantitativos o cualitativos. Y también pueden ser definidas conceptual y operacionalmente.

Esta definición operacional es asumida por Carrasco (2006) cuando da el siguiente concepto: la operacionalización de las variables es un concepto metodológico que consiste en descomponer o desagregar deductivamente las variables que componen el problema de investigación, partiendo desde lo más general a lo más específico; es decir, las variables se dividen (si son complejas)

en dimensiones, áreas, aspectos, indicadores, índices, subíndices e ítems; pero si son concretas solamente se dividen en indicadores, índices e ítems.

“La definición operacional de un concepto consiste en definir las operaciones que permiten medir ese concepto o los indicadores observables por medio de los cuales se manifiesta ese concepto,”

Una definición operacional está constituida por una serie de procedimientos o indicaciones para realizar la medición de una variable definida conceptualmente (Kerlinger, 1996).

No todas las variables se pueden descomponer en más de un elemento, este es el caso de las variables simples. No obstante, en las variables complejas resulta diferente, ya que por su naturaleza no pueden ser estudiadas como un todo, sino que deben ser descompuestas en partes constitutivas o dimensiones. (Fidias, 1999)

Por lo tanto, una dimensión es un elemento integrante de una variable compleja, que resulta de su análisis o descomposición. (Fidias, 1999)

Por otra parte, una vez que han sido establecidas las dimensiones de la variable, todavía faltan los elementos o evidencias que muestren cómo se comporta dicha variable o dimensión. Estos elementos son los indicadores, aquellos que representan un indicio, señal o medida que permite estudiar o cuantificar una variable o sus dimensiones. (Fidias, 1999)

Otro concepto de Indicador es el dado por Mora y Araujo donde lo definen como una propiedad manifiesta u observable que se supone está ligada empíricamente, aunque no necesariamente en forma causal, a una propiedad latente o no observable que es la que interesa (Mora y Araujo, 1971 en Cazau 2006).

## **Capítulo 2. Cualidades que caracterizan la Usabilidad.**

En el capítulo anterior fueron analizados conceptos de Usabilidad emitidos por diferentes autores, concluyendo que, aunque tienen puntos en común, no existe una opinión consensuada que defina el término Usabilidad. Ocurre de igual modo al evaluar dicha propiedad. En este capítulo se expondrán modelos de diferentes autores que incluyen la Usabilidad como parte de sus teorías. Además, se analizarán las cualidades, criterios y características que proponen para identificar y/o evaluar la Usabilidad. Para la selección de los autores cuyas teorías se expondrán, se tuvo en cuenta la relevancia y significación de su trabajo en el campo de la Usabilidad web, siendo algunos de ellos pilares fundamentales sobre los que se basan la mayoría de los estudios acerca del tema.

## 2.1. Modelos que incluyen a la Usabilidad.

### 2.1.1. Enfoque de Jakob Nielsen.

El primer modelo es el presentado por Jakob Nielsen en 1993, considerado el padre de la Usabilidad por ser uno de los primeros en introducir este concepto.

Nielsen (1993) propone una aproximación centrada en la aceptabilidad como propiedad de un sistema, definiéndola como la medida en que dicho sistema satisface de manera suficiente las necesidades y requerimientos de los usuarios. Esta aceptabilidad parte de la forma en que los usuarios perciben el sistema y considera no solo sus aspectos prácticos, sino también los sociales. A partir de este punto, el autor propone una serie de características que influyen en la aceptabilidad práctica (fig. 5).



Figura 5. Modelo de aceptación del producto según Jakob Nielsen (Nielsen J., 1993)

Una de estas características, el provecho<sup>1</sup>, se divide a su vez en dos aspectos de igual importancia: la Usabilidad y la utilidad.

Según Nielsen, no importa si un sistema es fácil de usar si no es lo que se necesita, e igualmente negativo es un sistema que, hipotéticamente, responde a una necesidad, pero es difícil de usar porque no se entiende cómo interactuar con él. Debido a esto, el autor insiste en la estrecha relación que debe haber entre utilidad y Usabilidad a la hora de concebir un sistema, pues no puede existir una sin la otra.

<sup>1</sup> La palabra en el idioma original es *usefulness*, sustantivo derivado del adjetivo *useful*, que puede traducirse como: útil, provechoso.



**Utilidad:** provee las funciones que el usuario necesita.

**Usabilidad:** la facilidad con que el usuario puede llevar a la práctica estas funciones.

**Provecho** = usabilidad + utilidad

Tomado de (Nielsen J. , Nielsen Norman Group, 2012)

### 2.1.2. Enfoque de Brian Shackel.

Brian Shackel, al igual que Nielsen, parte de la percepción del producto para elaborar su modelo, donde la aceptación está en el más alto nivel. La diferencia recae en que Shackel coloca la Usabilidad en un segundo nivel de importancia, influyendo directamente en la aceptación, al contrario de Nielsen, que la menciona en un tercer nivel.

Propone que los consumidores, en el momento de adquirir un producto, comparan la utilidad, la Usabilidad y el agrado con los costos de adquisición, eligiendo la opción más aceptable (Shackel, 1991)(fig. 6).

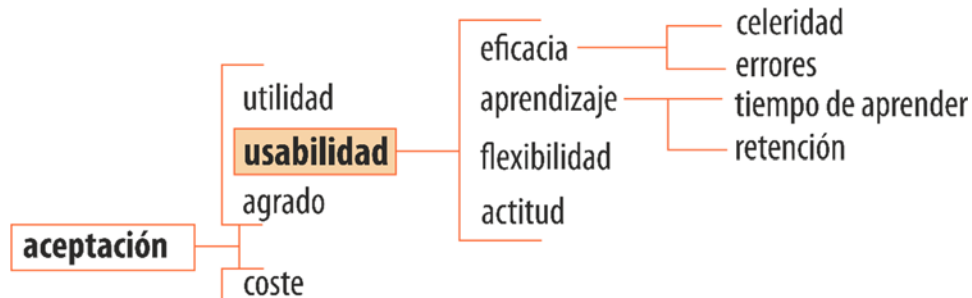


Figura 6. Modelo de aceptación de Brian Shackel (Shackel, 1991).

Shackel define las categorías que influyen sobre la aceptación como:

**Utilidad:** la correspondencia entre las necesidades de los usuarios y las funciones del producto.

**Usabilidad:** la capacidad de los usuarios de utilizar las funciones en la práctica.

**Agrado:** refiere a evaluaciones afectivas de los usuarios.

**Coste:** incluye costes financieros, así como consecuencias sociales.

Al igual que Nielsen, Shackel también hace referencia a la relación utilidad-usabilidad, aunque no le otorga la misma relevancia.

### 2.1.3. Enfoque de Peter Morville.

Peter Morville (2004) propone un modelo a partir de siete factores que describen la Experiencia del Usuario, siendo el principal factor asegurar que los usuarios encuentren valor en el producto que se les ofrece. Partiendo de esta premisa, plantea un esquema formado por hexágonos (fig.7), donde el valor del producto se encuentra en el centro, alrededor del cual se mueven el resto de los factores sin un orden de importancia específico.

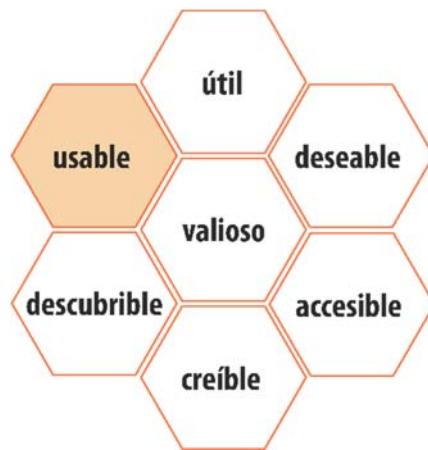


Figura 7. Colmena de la Experiencia del Usuario. (Morville, 2004)

El propósito de Morville con su modelo es que, partiendo de la premisa de crear valor para los usuarios, el resto de los factores sean ponderados según las necesidades y objetivos del que esté proyectando el producto.

En este modelo, la usabilidad es presentada como uno de los factores que responden a la Experiencia del Usuario, pero no se le otorga mayor relevancia que esta.

### 2.1.4. Enfoque de Donald Norman.

Donald Norman fue quien comenzó a utilizar el término User Centered System Design (Sistema de Diseño Centrado en el Usuario), tratando este concepto como un enfoque o una filosofía del diseño donde su principal premisa es que el usuario debe ubicarse en el centro de toda decisión de diseño, pues no es posible

entender el producto desvinculado de su uso, su contexto, o de las necesidades y motivaciones del usuario final.

Este autor entiende que, para que los productos sean más usables y comprensibles, el diseño debería asegurar que: el usuario sepa o pueda imaginar lo que tiene que hacer y pueda saber lo que está pasando cuando usa el producto. Como ayuda para conseguir tal propósito, propone siete principios que funcionan como guías para los diseñadores.

A partir de esto se puede concluir entonces que: si el objetivo principal del autor y de la filosofía del Diseño Centrado en el Usuario es obtener productos más usables, la usabilidad es una cualidad de los productos que se pretenden obtener.

### **2.1.5. Enfoque de la Organización Mundial de Normalización.**

El concepto de Usabilidad se encuentra definido en dos de las normas dictadas por la Organización Mundial de Normalización:

- Norma ISO 9241-11, editada por primera vez en el año 1998 y modificada en abril de 2018.
- Norma ISO/IEC 25010, con primera edición en el año 2011 y revisada en el 2017. Esta sustituyó a la Norma ISO 9126

### **Norma ISO 9241-11: 2018 Ergonomía para la interacción hombre-sistema.**

#### **Parte 11: Usabilidad: Definiciones y conceptos.**

En esta norma se explica la Usabilidad en términos de rendimiento y satisfacción del usuario, y se enfatiza en que la Usabilidad depende de las circunstancias específicas en las que se usa un sistema, producto o servicio. La Usabilidad, tal como se define en este documento, no es un atributo del producto, aunque los atributos apropiados del producto, pueden contribuir a que este se pueda utilizar en un contexto particular de uso.

La Usabilidad es considerada un resultado del uso y se define como “el grado en el que un sistema, producto o servicio puede ser usado por usuarios específicos para alcanzar metas específicas con efectividad, eficiencia y satisfacción en un

determinado contexto de uso.” (Organización Internacional de Normalización, 2018)

### **Norma ISO/IEC 25010 Ingeniería de sistemas y software - Sistemas y software Requisitos y evaluación de calidad (SQuaRE) - Modelos de calidad de sistemas y software.**

En esta norma se presentan dos modelos que abordan la Usabilidad de forma diferente:

#### 1- Modelo de calidad de uso

La calidad de uso es el grado en que un producto o sistema puede ser utilizado por usuarios específicos para satisfacer sus necesidades de alcanzar objetivos específicos con efectividad, eficiencia, ausencia de riesgo y satisfacción en contextos específicos de uso.

Según este modelo, la Usabilidad puede ser especificada o medida directamente por cualidades que son un subconjunto de la calidad en uso. (definidas en ISO 9241-11: 2018). Esto quiere decir que, aunque no esté declarada la Usabilidad como una característica directa de la calidad del uso, se ve representada en el cumplimiento de la eficiencia, la efectividad y la satisfacción.



Figura 8. Modelo de la Usabilidad como característica de la calidad de uso. (Organización Internacional de Normalización, 2011)

## 2- Modelo de calidad del producto.

Este modelo categoriza las propiedades de calidad del producto en ocho características (idoneidad funcional, fiabilidad, eficiencia del rendimiento, usabilidad, seguridad, compatibilidad, facilidad de mantenimiento y portabilidad). Cada característica se compone de un conjunto de subcaracterísticas relacionadas, correspondiendo a la usabilidad: la capacidad de aprendizaje, la accesibilidad, la operatividad, la protección contra errores, la estética de la interfaz y el reconocimiento de idoneidad.

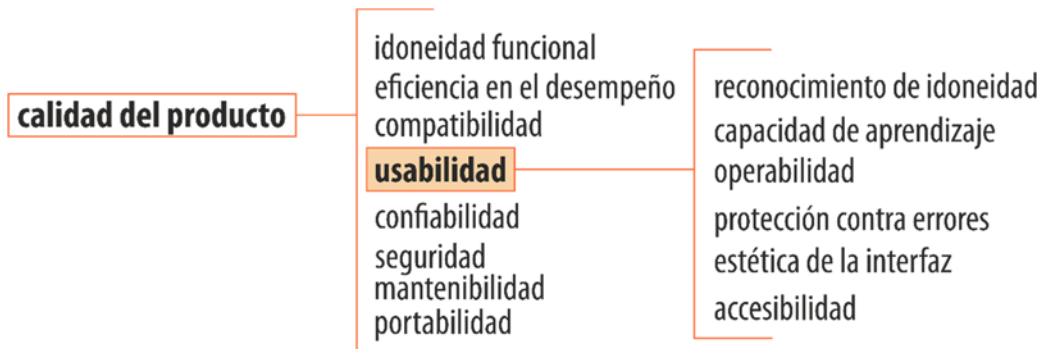


Figura 9. Modelo de calidad del producto (Organización Internacional de Normalización, 2011).

Se puede concluir entonces que, en los modelos de usabilidad presentados por la Organización Mundial de Normalización, se defienden dos enfoques principales que parten de un mismo concepto del término: uno donde la Usabilidad se considera una característica intrínseca del uso de un producto o sistema, y otro donde, en cambio, se considera una propiedad de los productos. Asumir uno u otro dependerá de lo que se quiera analizar.

### 2.1.6. Conclusiones del epígrafe y definición de Usabilidad.

Luego de analizar algunas de las teorías más importantes que incluyen a la Usabilidad, se puede concluir que:

- Existe una diversidad de criterios acerca de la Usabilidad:
  - o Categoría dentro de la aceptación: en estos enfoques la aceptación es vista como la cualidad de los objetos que caracteriza su interacción con los usuarios y la Usabilidad pasa a un segundo plano como una medida o indicador de dicha cualidad.

- Característica de la Experiencia del Usuario: en esta tendencia la Usabilidad es una de las características que influyen sobre que un producto parezca más valioso a los usuarios como resultado de su interacción con él.
  - Propiedad del producto: la Usabilidad es considerada la propiedad del producto que permite el mejor uso posible del mismo.
  - Calidad del uso: la Usabilidad es reconocida como un resultado del uso, vista como una característica de la interacción.
  - Calidad de un producto o sistema: la Usabilidad se incluye, entre otras, como una característica que sirve para determinar la calidad de un producto o sistema.
- El punto en común entre los modelos es que la Usabilidad es inherente al uso.
  - Los enfoques de cada autor están determinados por sus campos de estudio. Como es de esperar, cada uno de los autores propone un modelo basado en los objetivos de su campo de estudio, el problema recae en que, al estar todos relacionados con el diseño de sistemas e interfaces digitales, el concepto de Usabilidad se ve limitado a ese campo específico.
  - La mayoría de los autores proponen en sus modelos características o indicadores para determinar y evaluar la Usabilidad.

Partiendo de estas conclusiones, se deriva entonces la necesidad de definir un concepto de Usabilidad que responda a los intereses y objetivos específicos del Diseño de objetos.

Dentro de los enfoques analizados, se encuentran dos que podrían adaptarse a las necesidades del Diseño de objetos, pues ambos describen a la Usabilidad como una característica o cualidad del objeto, aquello sobre lo que el diseño puede influir: el presentado por Donald Norman y el propuesto por la Norma ISO/IEC 25010.

Asumiendo estos referentes, podría decirse que *la Usabilidad es una propiedad de los productos determinada por el grado en que estos pueden ser usados por usuarios específicos, para satisfacer metas específicas con efectividad, eficiencia y satisfacción*. Al analizar esta definición, es posible detectar que en ella se

incluyen los objetivos de la Ergonomía, tratados en el capítulo anterior, cuando refiere a que el uso debe ser eficiente y satisfactorio, entonces, *la Usabilidad podría considerarse como una propiedad de los objetos determinada por el grado en que estos cumplen con los objetivos de la Ergonomía.*

En este punto, es necesario recordar que Prado y Ávila (Prado León & Ávila Chaurand, 2006), para hacer cumplir los objetivos de la Ergonomía y constatar la aplicación de las adecuaciones ergonómicas, definen las propiedades ergonómicas como “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”

Tomando este concepto como base y asumiendo que la Usabilidad se determina por el cumplimiento de los objetivos de la Ergonomía, se puede concluir que la Usabilidad es una propiedad ergonómica. Entonces, una definición de Usabilidad adecuada a los intereses del diseño de objetos sería:

***Propiedad concreta del uso de los objetos de diseño definida por cualidades que determinan la adecuación de dichos objetos a los diferentes aspectos de los factores humanos.***

Entendiéndose como:

**Propiedad concreta:** Rasgo distintivo que puede ser percibido y constatado a través de los sentidos.

**Objetos:** “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 el ser humano.” (Peña, 2007)

**Diseño:** Tomando como base el concepto de Diseño propuesto por el MsC. Sergio Peña, deriva entonces que, al utilizar el término diseño como adjetivo, se asume que el objeto al que se referencia debe “desempeñar eficientemente su función y cumplir con el objetivo que le da vida como respuesta a un problema.” (Peña, 2007)

De esta forma, la Usabilidad podría quedar incluida como una propiedad ergonómica

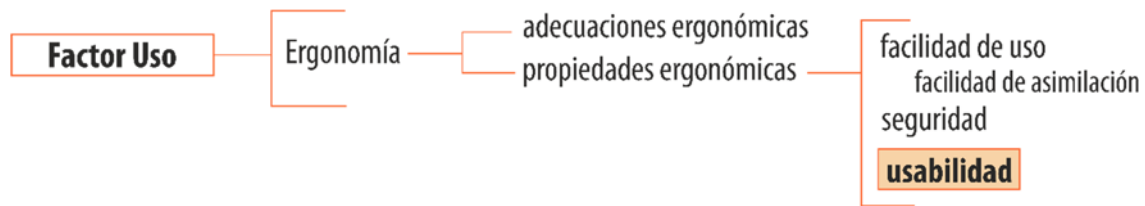


Figura 10. La Usabilidad dentro del Diseño, primera aproximación. Elaboración propia.

## 2.2. Análisis de las cualidades que caracterizan la Usabilidad en interfaces digitales.

Luego de ubicar la Usabilidad dentro del Diseño de objetos y proponer un concepto coherente con esta disciplina, es necesario definir las cualidades que van a caracterizar esta Usabilidad. Para esto, se analizarán las propuestas de los autores que se manejaron en el epígrafe anterior y otros, con el objetivo de buscar analogías y diferencias en sus teorías que sirvan como base para determinar dichos indicadores.

### 2.2.1. Jakob Nielsen.

Para Jakob Nielsen la Usabilidad es un atributo de calidad cuya definición formal es resultado de la enumeración de los diferentes componentes o variables a través de los cuales puede ser medida (Nielsen J. , Nielsen Norman Group, 2012). El autor define estos componentes como:

**Fácil aprendizaje:** Refiere a la capacidad de los principiantes de alcanzar un nivel razonable de rendimiento rápidamente. Nielsen considera este como un criterio fundamental, porque todos los sistemas, con pocas excepciones, tienen que ser aprendidos para el uso eficiente.

**Eficiencia:** Refiere al nivel de rendimiento del usuario experto, que es medido típicamente por su velocidad de desempeño.

**Retención:** Refiere a la capacidad del usuario ocasional de recordar cómo utilizar un sistema después de un período de tiempo.



**Errores:** Refiere al número de errores que los usuarios cometen, a su capacidad de recuperarse de estos errores, y a la existencia de errores catastróficos, que destruyen el trabajo del usuario.

**Satisfacción:** Refiere a la evaluación subjetiva de los usuarios del sistema referente a cuán agradable es de utilizar. Como una subdimensión de la satisfacción Nielsen menciona la "facilidad de familiarizarse", que se refiere a cuán usable consideran los usuarios un sistema antes del uso real, a las expectativas de los usuarios con respecto al sistema.

Además de estas variables de la Usabilidad, Nielsen propone un método heurístico de evaluación pensado para usuarios no especializados en el tema. Este es descrito como un método informal de evaluación de Usabilidad donde a un número de evaluadores se les presenta un diseño de interfaz y se les pide que lo comenten a partir de una lista de diez ideas (Nielsen J. , 1994):

- 1- **Visibilidad del estado del sistema:** El sistema siempre debe mantener informado al usuario acerca de lo que está pasando, utilizando para ello la retroalimentación adecuada y en un tiempo razonable.
- 2- **Concordancia entre el sistema y el mundo real:** El sistema debe hablar el lenguaje del usuario, con palabras, frases y conceptos familiares a él, más allá de los términos orientados al sistema. Se deben seguir las convenciones del mundo real, logrando que la información aparezca en un orden lógico y natural.
- 3- **Control y libertad del usuario:** Los usuarios escogen frecuentemente por error algunas funciones del sistema, y necesitan una "salida de emergencia" claramente rotulada, de modo que puedan volver al estado anterior sin pasar por diálogos complejos o extensos.
- 4- **Consistencia y estándares:** Los usuarios no deben lidiar con diferentes palabras, situaciones o acciones que signifiquen lo mismo.
- 5- **Prevención de errores:** Aunque un mensaje de error bien diseñado es bueno, es mucho mejor cuidar el diseño y evitar los problemas. Se deben eliminar las posibilidades de error, o bien determinar cuáles serían y

mostrarlas a los usuarios con una opción de confirmación antes de que realicen la acción.

- 6- **Reconocimiento antes que memorización:** Minimizar la carga mnemotécnica del usuario entregando visibilidad a objetos, acciones y opciones. El usuario no tiene que recordar la información de un diálogo anterior en presencia de otro. Las instrucciones para el uso del sistema deben ser visibles o fácilmente accesibles cuando es necesario.
- 7- **Flexibilidad y eficiencia de uso:** Aceleradores, invisibles al usuario novato, deberían entregar rapidez en la interacción de los usuarios expertos, de tal modo que el sistema satisfaga a ambos. Permitir a los usuarios automatizar acciones frecuentes.
- 8- **Diseño estético y minimalista:** Los diálogos no deben contener información que sea irrelevante o raramente necesitada. Cada bit extra de información compite con aquella que es relevante, y disminuye su visibilidad relativa.
- 9- **Ayuda a los usuarios:** Los mensajes de error deben ser expresados en un lenguaje natural, sin códigos específicos del sistema. Se debe indicar con precisión el problema, e indicar en forma constructiva la posible solución.
- 10- **Ayuda y documentación:** Aunque se piense que lo mejor es que el sistema sea utilizable sin manuales ni guías de uso, siempre es necesario incluir algún tipo de ayuda y documentación.

Este método, aunque útil, no es eficiente para detectar problemas graves de Usabilidad, si bien tiene un alto porcentaje de aciertos detectando problemas menores (Montero & Santamaría, 2009).

Aunque no está declarada por el autor, es posible definir la relación que existe entre los componentes de la Usabilidad y las ideas heurísticas. Cada una de las ideas heurísticas responde a una de las características de la Usabilidad propuestas por Nielsen (fig.11), funcionando, de esta forma, como una guía detallada para hacer cumplir los componentes de la Usabilidad en las interfaces.

Como la satisfacción depende directamente de la opinión de los usuarios, de una forma u otra, depende del cumplimiento de las ideas.

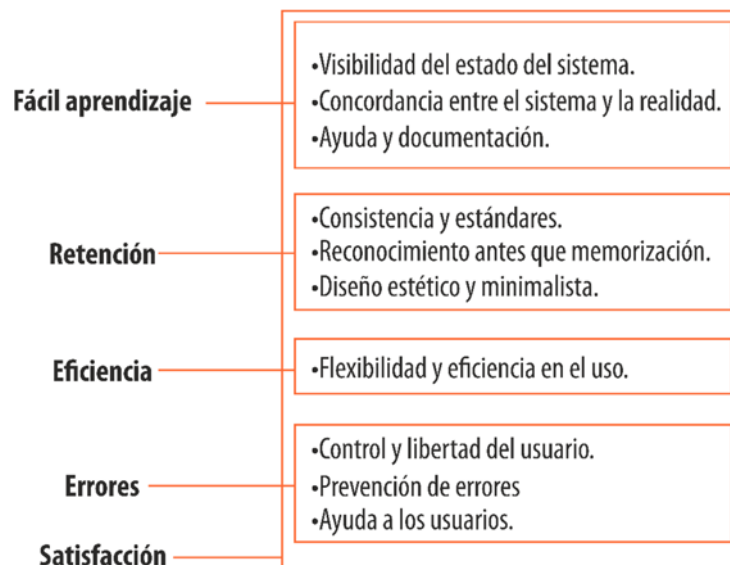


Figura 11. Relación entre las características de la Usabilidad propuestas por Nielsen y las diez ideas heurísticas. Elaboración propia.

### 2.2.2. Brian Shackel.

Según (Shackel, 1991), para que un sistema sea usable, tiene que alcanzar determinados niveles en las siguientes escalas:

**Eficacia:** Resultados de la interacción usuario-sistema en términos de celeridad y errores.

**Aprendizaje:** La relación entre entrenamiento y frecuencia de uso, es decir, el tiempo de aprendizaje de un usuario principiante con entrenamiento especificado, y la retención por parte del usuario acostumbrado.

**Flexibilidad:** Adaptación a tareas y ambientes diferentes a los especificados.

**Actitud:** Niveles aceptables de costes humanos en términos de cansancio, molestia, frustración y esfuerzo personal.

Dentro de estas cuatro, Shackel introduce dos características que se diferencian de las planteadas por Nielsen. La primera es la *flexibilidad*, pues si bien Nielsen la menciona como una de sus diez ideas heurísticas, Shackel le aporta un nuevo significado, relacionándola con tareas y ambientes específicos, de esta forma, la

Usabilidad no solo dependerá de la relación usuario-sistema, sino también de los objetivos y contextos para los que fue diseñado dicho sistema. La segunda característica es la *actitud*, con la que se tienen en cuenta los costes humanos necesarios para lograr un objetivo determinado usando el sistema en cuestión.

Otra diferencia recae en que Shackel no asume el agrado como un componente de la Usabilidad, sino que lo enuncia como una cualidad a la par de esta, en función de la aceptación, de esta manera, la Usabilidad no depende de la evaluación subjetiva de los usuarios.

### 2.2.3. Ben Shneiderman.

Ben Shneiderman propone un enfoque heurístico de la Usabilidad donde presenta ocho guías o reglas de oro para diseñar interfaces (Shneiderman, 1985).

Posteriormente, estas son tomadas por Jakob Nielsen como base para elaborar sus propias ideas heurísticas. En las posteriores reediciones de su libro "*Designing the User Interface: Strategies for Effective Human-Computer Interaction*",

Shneiderman ha actualizado sus reglas de oro de manera que, aún con el rápido avance de la tecnología, no pierdan su vigencia (Shneiderman, 2016).

- 1- **Busca la consistencia:** Estandarizar la manera en que la información es mostrada, asegura que los usuarios sean capaces de utilizar lo aprendido al pasar de una interacción a otra, sin necesidad de aprender nuevas acciones para situaciones iguales o similares.
- 2- **Permite a los usuarios frecuentes utilizar atajos:** Mientras la frecuencia de uso aumenta, lo hace por igual el deseo del usuario de reducir el número de interacciones y aumentar el ritmo del uso.
- 3- **Ofrece adecuada retroalimentación:** Para cada acción del operador, debe haber una respuesta del sistema. Para acciones frecuentes y menores la respuesta debe ser modesta, mientras que para acciones raras y de peso, la respuesta debe ser sustancial.
- 4- **Diseña acciones con una secuencia lógica:** Una interfaz no es excepción en la estructuración de contenidos mediante presentación, nudo y

desenlace. Las secuencias de acciones deben organizarse en grupos coherentes bajo este principio.

- 5- **Prevé errores:** En la medida de lo posible, diseña el sistema para que el usuario no pueda cometer un error grave. Si se comete uno, el sistema debe detectarlo y ofrecer una solución sencilla y comprensible para poder manejarlo.
- 6- **Fácil reversión de las acciones:** Esta función alivia la ansiedad, ya que el usuario sabe que los errores se pueden deshacer, además de que fomenta la exploración de opciones desconocidas.
- 7- **Mantén a los usuarios en control de sus acciones:** Los usuarios experimentados desean tener la sensación de control y que el sistema responda a sus acciones adecuadamente. Diseñar el sistema para que los usuarios sean los que inicien cada acción y no los que respondan.
- 8- **Reduce la carga de memoria a corto plazo:** Las interfaces deberían ser tan simples como fuera posible, con la información bien jerarquizada, y priorizando el reconocimiento sobre el recuerdo.

Aunque las reglas de oro de Shneiderman no constituyen en sí mismas características o indicadores de la Usabilidad, sino una lista de instrucciones a seguir, pueden ser tomadas como base para elaborar dichos indicadores, ya que compañías como Apple han probado su efectividad al diseñar sus interfaces siguiendo estos principios.

#### **2.2.4. Donald Norman.**

Donald Norman en el capítulo siete de su libro “La psicología de los objetos cotidianos”, propone “siete principios para hacer sencillas las tareas difíciles” (Norman, 1988) con el objetivo que los productos sean de más fácil uso y comprensión por los usuarios. Aunque en realidad, estos siete no están declarados explícitamente como principios de Usabilidad, es preciso referenciarlos pues su objetivo es ayudar a diseñar productos más usables:

- 1- **Utilizar tanto el conocimiento en el mundo como en la cabeza:** Los usuarios se sienten más cómodos cuando el conocimiento necesario para una

tarea está disponible externamente. Debe existir una relación natural y fácil de interpretar entre ese conocimiento y la información que se pretende que comunique.

- 2- **Simplificar la estructura de las tareas:** Las tareas deben tener una estructura sencilla, que reduzca al máximo la cantidad de planificación o de solución de problemas que estas requieren. Se debe prestar especial atención a las limitaciones de los usuarios en cuanto a al uso de la memoria a corto plazo y las capacidades de atención.
- 3- **Hacer que las cosas sean visibles: colmar las lagunas de ejecución y evaluación:** El sistema debe prever actos que correspondan a intenciones e indicaciones del estado del sistema que sean fácilmente perceptibles e interpretables y que correspondan a las instrucciones y las expectativas.
- 4- **Que las topografías sean las correctas:** Compatibilidad entre las intenciones de los usuarios, las acciones posibles y sus efectos en el sistema.
- 5- **Explotar la capacidad de las limitaciones, tanto naturales como artificiales:** Emplear las limitaciones de forma que el usuario considere que sólo existe una cosa posible por hacer: la correcta.
- 6- **Diseñar dejando margen para los errores:** Los usuarios cometerán todos los errores que se puedan cometer. Es necesario proveer de opciones que permitan al usuario corregir los errores y regresar al estado anterior y hacer que resulte difícil realizar actos irreversibles.
- 7- **Cuando todo lo demás falla, normalizar:** Normalizar los actos, los resultados, la distribución, las pantallas. Hacer que todos los actos conexos funcionen del mismo modo.

Los principios de Donald Norman, aunque estrechamente vinculados a la Ergonomía cognitiva, constituyen la referencia más cercana al tema del diseño de objetos.

### **2.2.5. Norma ISO 9241-11: 2018.**

En la Norma ISO 9241-11: 2018, analizada anteriormente, la Usabilidad está determinada por la efectividad, la eficiencia y la satisfacción, y estas características se definen como:

**Efectividad:** precisión e integridad con la que los usuarios logran objetivos específicos.

**Eficiencia:** recursos utilizados en relación con los resultados logrados (incluyendo tiempo, esfuerzo humano, costos y materiales).

**Satisfacción:** medida en que las respuestas físicas, cognitivas y emocionales del usuario que resultan del uso de un sistema, producto o servicio satisfacen las necesidades y expectativas del usuario.

### **2.2.6. Norma ISO/IEC 25010.**

En la Norma ISO/IEC 25010, en el modelo de la calidad del uso, se añaden como características de esta, además de los tres mencionados anteriormente, la libertad de riesgo y la cobertura del contexto definidos como:

**Libertad de riesgo:** grado en que un producto o sistema mitiga el riesgo potencial para el estado económico, la vida humana, la salud o el medio ambiente.

**Cobertura de contexto:** grado en que un producto o sistema puede ser utilizado con efectividad, eficiencia, ausencia de riesgo y satisfacción en ambos contextos de uso especificados (idoneidad) y en contextos más allá de aquellos inicialmente identificados explícitamente (flexibilidad).

Aunque estos indicadores no están definidos en la norma como parte o componentes de la Usabilidad, es importante tenerlos en cuenta, pues sí responden al uso.

En la Norma ISO/IEC 25010, la Usabilidad es definida también como una característica de la calidad del producto a partir de seis indicadores.

**Reconocimiento de idoneidad:** grado en que los usuarios pueden reconocer si un producto o sistema es apropiado para sus necesidades.

**Capacidad de aprendizaje:** grado en que un producto o sistema puede ser utilizado por usuarios específicos para lograr objetivos específicos de aprender a usar el producto o sistema con efectividad, eficiencia, ausencia de riesgo y satisfacción en un contexto específico de uso.

**Operatividad:** grado en que un producto o sistema tiene atributos que hacen que sea fácil de operar y controlar.

**Protección contra errores:** grado en que un sistema protege a los usuarios contra los errores cometidos.

**Estética de la interfaz:** grado en que una interfaz de usuario permite una interacción agradable y satisfactoria para el usuario.

**Accesibilidad:** grado en que un producto o sistema puede ser utilizado por personas con la más amplia gama de características y capacidades para alcanzar un objetivo específico en un contexto de uso específico.

#### **2.2.7. Whitney Quesenberry.**

En 2001, Whitney Quesenberry, Experta en Usabilidad y expresidenta de la Asociación de Profesionales de la Usabilidad (actualmente Asociación de Profesionales de la Experiencia de Usuario), propone cinco criterios (conocidos como las 5E por sus iniciales en inglés) que un producto necesita para ser usable: efectividad, eficiencia, atractivo, tolerancia de errores y facilidad de aprendizaje (Quesenberry, 2001).

**Efectividad:** Se trata de si los usuarios pueden completar sus objetivos con un alto grado de precisión. Gran parte de la efectividad de un producto proviene del apoyo brindado a los usuarios cuando trabajan con el producto.

**Eficiencia:** La eficiencia puede describirse como la velocidad con la que los usuarios pueden completar con precisión el objetivo deseado con el producto.

**Atractivo:** Se relaciona a cuán placentero, satisfactorio o interesante puede ser usar el producto. Lo más importante es que el producto cumpla las expectativas y necesidades de los usuarios.



**Tolerancia de errores:** Esto implica cuán bien el producto previene los errores y ayuda a los usuarios a recuperarse de cualquier error que pudiera ocurrir.

**Facilidad de aprendizaje:** Se refiere a cuán bien el producto facilita tanto la comprensión inicial como la asimilación. Cuando el usuario usa el producto por primera vez, debe poder deducir cómo usarlo y, luego de un intervalo de tiempo, debe ser capaz de recordar sin mucho esfuerzo cómo hacerlo.

Whitney Quesenberry considera que, un aspecto importante al realizar un análisis de los usuarios cuando se diseña un producto, es encontrar el balance correcto entre las características de la Usabilidad para cada situación específica. Teniendo un grupo de usuarios determinados, se necesita ponderar una u otra característica de la Usabilidad en el producto para lograr una mejor adaptación a sus necesidades.

### 2.2.8. Conclusiones del epígrafe.

Tras analizar las diferentes propuestas para caracterizar la Usabilidad, se puede concluir que unos autores lo hacen a través de cualidades específicas y otros mediante ideas heurísticas. Cualquiera sea el caso, existen muchos puntos en común entre ellos.

En la imagen (fig. 12) se muestra la relación entre las cualidades de la Usabilidad. Se debe mencionar que, aunque en ocasiones los autores difieran en el término empleado para nombrar una cualidad, coinciden en la definición de la misma.

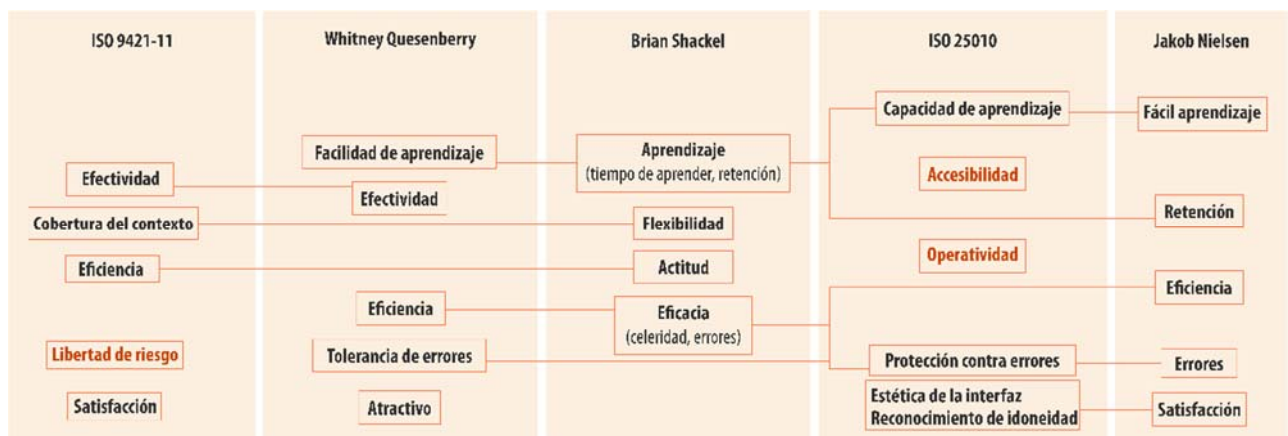


Figura 12. Relación entre las propuestas de los autores y documentos analizados. Elaboración propia.

A continuación, se ofrece una explicación de estas relaciones:

**Aprendizaje:** En este caso, las cuatro fuentes que lo incluyen coinciden en que esta cualidad se establece por la capacidad del usuario principiante de alcanzar un nivel determinado de rendimiento en el uso en un período de tiempo especificado. Sin embargo, Brian Shackel y Whitney Quesenberry incluyen dentro del Aprendizaje la Retención.

**Retención:** Aunque algunos autores la proponen como una cualidad independiente y otros la incluyen dentro del aprendizaje, en ambos casos, refiere a la capacidad del usuario de recordar un modo de uso luego de transcurrido un tiempo sin interactuar con un producto.

**Eficiencia:** Aunque Shackel le llama eficacia, tanto él, como Nielsen y Quesenberry coinciden en que esta cualidad determina la capacidad de un usuario experto a partir de su velocidad de desempeño. En este caso se decidió descartar el término Eficacia y utilizar Eficiencia, pues el concepto propuesto se considera más acorde con el significado propio de esta palabra. Cabe destacar que la Norma ISO 9421-11 también propone una cualidad que denomina eficiencia, pero en su definición no coincide con las anteriormente explicadas.

**Errores:** Las cuatro referencias que la definen coinciden en que determina la cantidad de errores que puede cometer un usuario y las posibilidades de recuperarse de los mismos, a partir de aquí, difieren en algunos aspectos debido al enfoque de los diferentes autores acerca de la Usabilidad. En el caso de Shackel la incluye dentro de su Eficacia.

**Satisfacción:** Está determinada por la medida en que un producto satisface las necesidades y expectativas de los usuarios. Las cuatro referencias que la proponen concuerdan en esto, con las particularidades que en la Norma ISO 25010 la Satisfacción se evidencia a través de la Estética de la interfaz y Reconocimiento de idoneidad, y que Whitney Quesenberry emplea el término Atractivo para nombrarla.

**Actitud:** Esta cualidad propuesta por Shackel encuentra su homóloga en la Eficiencia que enuncia la Norma ISO 9241-11, y ambas se refieren a los costes

humanos (tanto físicos como mentales) en relación a la tarea que se quiere lograr. Se decidió reconocerla como Actitud porque la Eficiencia quedó definida como una cualidad.

**Adaptación al Contexto:** Esta cualidad es propuesta por Shackel y la Norma ISO 9241-11, siendo esta última más específica al respecto, y determina la adaptación del producto a su contexto de uso en términos de idoneidad (los contextos especificados) y flexibilidad (otros contextos más allá de los inicialmente identificados). Como ninguno de los vocablos utilizados para nombrar esta cualidad expresa de manera suficiente lo que se quiere comunicar, se decidió denominarla Adaptación al Contexto.

**Efectividad:** Capacidad de los usuarios de alcanzar los objetivos propuestos de manera satisfactoria, ambas referencias coinciden en esta definición.

A partir de esta relación es posible determinar que los indicadores más utilizados son (Tabla 1): el aprendizaje, la tolerancia de errores y la satisfacción.

	ISO 9421-11	Brian Shackel	ISO 25010	Jakob Nielsen	W. Quesenberry	Total
Aprendizaje		X	X	X	X	4
Retención		X*		X	X*	3
Eficiencia		X		X	X	3
Errores		X	X	X	X	4
Satisfacción	X		X	X	X	4
Actitud	X	X				2
Contexto	X	X				2
Accesibilidad			X			1
Operatividad			X			1
Efectividad	X				X	2
Libertad de riesgos	X					1

Nota: \*está incluida dentro del Aprendizaje.

Tabla 1. Matriz de relación de conceptos. Elaboración propia.

Existe relación también entre las diferentes propuestas de ideas heurísticas, que como se ha mencionado anteriormente, no constituyen en sí indicadores de

Usabilidad, sino recomendaciones o indicaciones para el cumplimiento de esta propiedad. Dicha relación se muestra en la siguiente Tabla 2.

<b>Jakob Nielsen</b>	<b>Donald Norman</b>	<b>Ben Shneiderman</b>	<b>Puntos en común</b>
- Visibilidad del estado del sistema.	-Hacer que las cosas sean visibles.	-Ofrece adecuada retroalimentación -Mantén a los usuarios en control de sus acciones.	El usuario debe estar en control del producto, que debe proveer una retroalimentación adecuada que mantenga informado al usuario.
-Concordancia entre el sistema y el mundo real.	-Utilizar tanto el conocimiento en el mundo como en la cabeza.		Para facilitar su comprensión, el producto debe incorporar convenciones que el usuario sea capaz de interpretar y aplicar.
-Consistencia y estándares.	-Cuando todo lo demás falla, normalizar.	-Busca la consistencia.	Estandarizar los diferentes componentes del producto que signifiquen lo mismo de manera que el usuario no tenga que aprender nuevas acciones para situaciones similares.
-Flexibilidad y eficiencia de uso.		-Permite a los usuarios frecuentes utilizar atajos.	Al aumentar la frecuencia de uso, permitir disminuir el número de interacciones de manera que la velocidad del uso aumente.
-Control y libertad del usuario. -Prevención de errores.	-Diseñar dejando margen para los errores.	-Prevé errores.	Prever que el usuario cometa errores graves que puedan comprometer su integridad o la del producto. Permitir que el usuario sea capaz de recuperarse de los errores y

- Ayuda a los usuarios.	-Explotar la capacidad de las limitaciones.		revertirlos. Emplear las limitaciones como forma de prevenir el error.
-Reconocimiento antes que memorización.	-Simplificar la estructura de las tareas.	-Reduce la carga de la memoria a corto plazo.	Reducir la carga de la memoria propiciando en el producto la visibilidad de las opciones y simplificando las tareas.
Ayuda y documentación.	Que las topografías sean las correctas.	Diseña acciones en una secuencia lógica.	En estas afirmaciones no existen puntos en común entre los autores.
Diseño estético y minimalista.			

Tabla 2. Relación entre las ideas heurísticas.

También es posible establecer una correspondencia entre las cualidades de la Usabilidad y las ideas heurísticas a partir de la teoría de Jakob Nielsen, que planteó ambos enfoques (Figura 11. Relación entre las características de la Usabilidad propuestas por Nielsen y las diez ideas heurísticas. Elaboración propia.). Esta relación evidencia que las ideas heurísticas no constituyen en sí cualidades de la Usabilidad, sino recomendaciones sobre cómo hacerlas cumplir. Cabe destacar que estas ideas están estrechamente relacionadas con la ergonomía cognitiva, pues surgen para el diseño de interfaces digitales. Esta relación queda representada en un Mapa Conceptual.

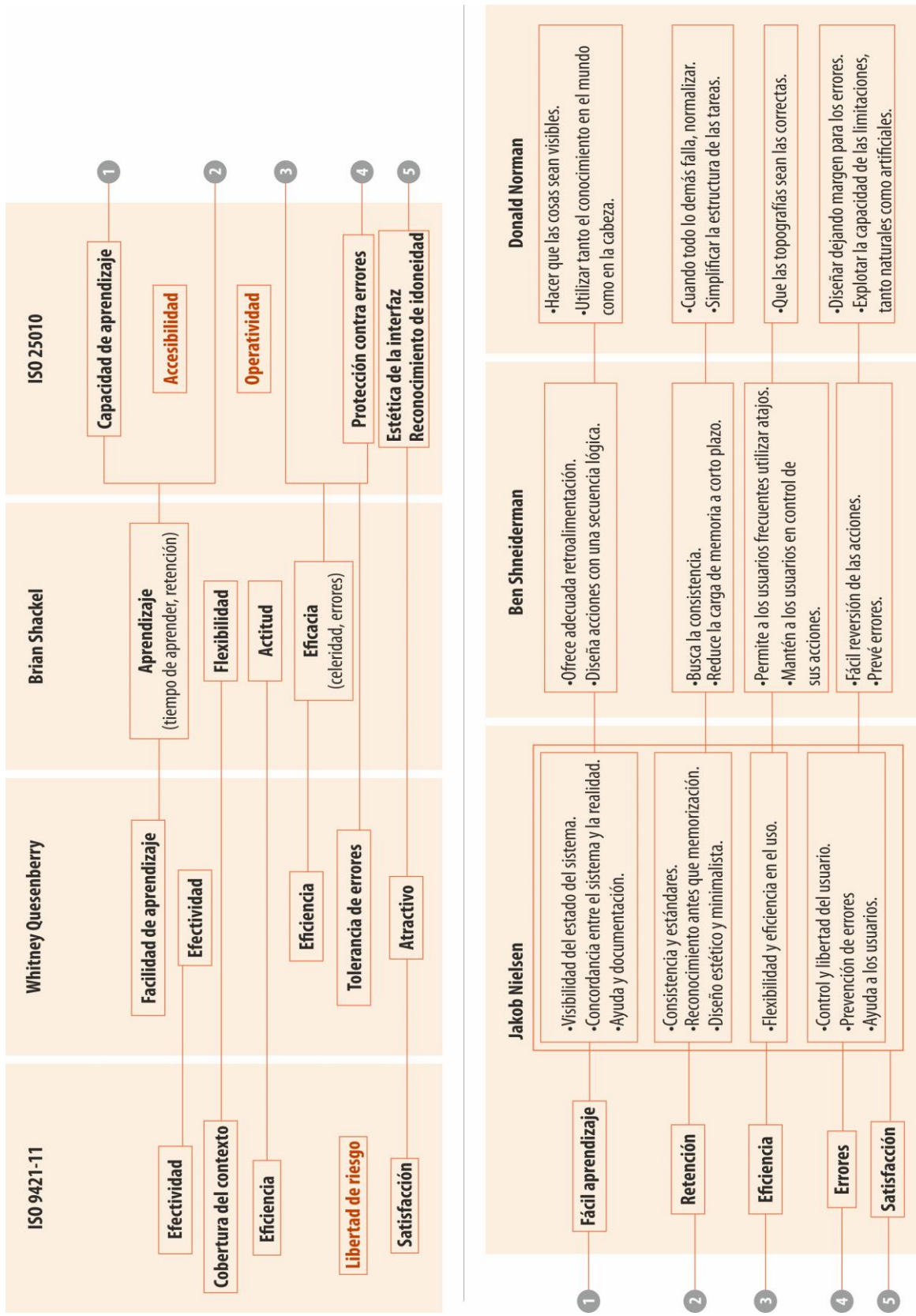


Figura 13. Mapa Conceptual de cualidades e ideas heurísticas de la Usabilidad. Elaboración Propia.

## **2.3. Propuesta de cualidades de Usabilidad para el Diseño de objetos.**

Luego de analizar las diferentes propuestas de cualidades y recomendaciones que definen a la Usabilidad y concluir estableciendo los nexos entre ellas, es necesario definir aquellas que se correspondan con el concepto de Usabilidad propuesto en esta investigación. Antes, es necesario aclarar que, aunque fueron definidas para el campo del diseño de sistemas e interfaces digitales, la mayoría de cualidades analizadas pueden, en su esencia, ser aplicadas también al diseño de objetos, ya que las mismas son bastante generales a cualquier tipo de interacción, sin importar la carga de los componentes cognitivos de la misma. Para establecer dicha relación, se partirá de la comparación con las propiedades ergonómicas ya definidas, con el propósito de determinar si estas cualidades pueden complementarlas o sustituirlas.

### **2.3.1. Facilidad de aprendizaje.**

Ningún producto puede usarse si antes no se aprende cómo hacerlo, por tanto, el aprendizaje es un criterio de suma importancia dentro del análisis de uso y, por consiguiente, dentro de la Usabilidad, considerándose la Facilidad de aprendizaje como una de sus cualidades. Dos de los autores analizados concuerdan en que la facilidad de aprendizaje está determinada por dos momentos importantes: la primera interacción con el objeto, donde el usuario adquiere el conocimiento sobre cómo usarlo, y las interacciones posteriores, donde el usuario debe ser capaz de recordar ese modo de uso sin grandes dificultades.

En correspondencia con el primero de estos momentos, dentro de las propiedades ergonómicas propuestas por el colectivo de autores del ISDi, se define la Facilidad de asimilación, sin embargo, esta es sólo una parte del aprendizaje, como se mencionó anteriormente. Es por esto que se decide asumir la mencionada definición, pero como un criterio que contribuye a la Facilidad de aprendizaje.

El otro criterio a tener en cuenta es la Retención, abordada por varios de los autores estudiados, dos de los cuales la incluyen dentro del aprendizaje. Este

tratamiento es el que será asumido como referente pues, a criterio de este autor, la capacidad de recordar un modo de uso dependerá, en una primera instancia, de cuan efectiva fue la asimilación, por lo que no pueden verse como dos fenómenos completamente independientes; sin embargo, es necesario plantear la Retención como una cualidad diferente a la asimilación, pues ocurren en dos momentos diferentes del uso y la ponderación de un criterio u otro dependerá del objeto de diseño que se esté analizando.

De esta forma, la Facilidad de aprendizaje queda definida como las características de los objetos que permiten una fácil asimilación y adecuada retención de su modo de uso.

Facilidad de asimilación: Cualidad que permite aprehender rápidamente el uso, función y significado que el objeto incorpora. (ISDi, Introducción a la Ergonomía, 2017-2018)

Retención: Cualidad que permite recordar, con el menor esfuerzo posible, el modo de uso de un objeto luego de un período de tiempo sin interactuar con él.

### **2.3.2. Efectividad.**

Si bien es importante que un objeto responda a las necesidades de los usuarios, es igual de significativo cómo lo hace, pues de nada sirve intentar solucionar un problema creando otros en el camino. La Efectividad es, precisamente, la cualidad relacionada con la manera en que los usuarios logran cumplir los objetivos que se proponen al usar un objeto de diseño.

En relación con esto, están definidos, dentro de la propiedad Facilidad de uso, dos elementos: la simplicidad de formas y mecanismos de accionamiento y la organización lógica de la secuencia de uso. No obstante, resultan demasiado específicos, al punto en que podrían considerarse indicadores, pues refieren a elementos señalados que influyen sobre cómo se realiza el uso y no al proceso en general. Debido a esto, se decide incorporar la Efectividad como una cualidad del uso de los objetos de diseño industrial que caracterice el proceso del uso, pues es tarea del Diseño asegurar un uso seguro, con el mínimo de exigencias a los usuarios y donde se cometan la menor cantidad posible de errores. Sobre esta



base, se puede definir que la Efectividad es la cualidad de los objetos que determina su capacidad de permitir al usuario alcanzar los objetivos definidos con un alto grado de precisión, integridad y seguridad.

Cabe destacar que, dentro de esta definición, la Seguridad, propuesta como una propiedad ergonómica por los autores del ISDi (ISDi, Introducción a la Ergonomía, 2017-2018), se asumirá para esta investigación como parte de la Efectividad. Es coherente entender la Seguridad como parte de la Efectividad ya que no puede considerarse efectivo el uso si durante el mismo el usuario resulta dañado o afectado de alguna manera.

También es necesario mencionar que, dentro de la precisión y la integridad, está contenido el manejo de los errores, no contemplado dentro de las propiedades ergonómicas mencionadas previamente y, sin embargo, incluido dentro de todas las propuestas analizadas. Podría decirse que existe una relación entre la seguridad y los errores cometidos, no obstante, existen errores que sí afectan el proceso del uso sin influir sobre la seguridad de los usuarios. En consecuencia, se propone establecer una cualidad, dentro de la Efectividad, empleando el término Gestión de errores para definir el conjunto de características de los objetos que limitan las posibilidades de los usuarios de cometer errores y/o, en caso de cometerlos, les permitan recuperarse de ellos.

Es necesario acotar que, el incluir la Seguridad y la Gestión de errores como parte de la Efectividad, no implican que tengan un nivel de importancia menor. Esta decisión fue tomada para garantizar un entendimiento lógico del proceso del uso y los elementos que influyen sobre él.

### **2.3.3. Eficiencia.**

Si la Efectividad caracteriza cómo debe ser el uso para cumplir con el objetivo deseado, la Eficiencia se refiere a los recursos necesarios para alcanzar este objetivo. Al analizar las referencias consultadas se concluyó que, al referirse a esta cualidad, los autores la definen como la velocidad en que un usuario es capaz de completar una tarea propuesta. Esto responde a que, en el campo del diseño de sistemas e interfaces digitales, la velocidad de interacción es un factor

determinante en el uso, convirtiendo al tiempo en el recurso a priorizar. También se trata otra cualidad que refiere a los recursos, la Actitud, que alude a los costes humanos necesarios para llevar a cabo el uso.

Dentro de la propiedad Facilidad de uso, se tratan dos características, relacionadas con la Eficiencia, que indican que el uso debería realizarse con una cantidad mínima indispensable de acciones de uso y el mínimo requerimiento de energía humana. Estas expresan elementos relevantes para el uso de objetos de diseño, por lo que deberían considerarse como una cualidad por su importancia.

En consecuencia, se propone que la Eficiencia debería incluirse dentro de las cualidades de la Usabilidad vista como la cualidad de los objetos que determina su capacidad de permitir al usuario alcanzar los objetivos definidos empleando el mínimo requerimiento de energía humana y recursos con la cantidad mínima indispensable de acciones de uso.

#### **2.3.4. Satisfacción.**

La satisfacción está incluida dentro de los objetivos de la ergonomía (ISDi, Introducción a la Ergonomía, 2017-2018) y dentro de los modelos de todas las referencias analizadas, pues Brian Shackel no la menciona como atributo de la Usabilidad, pero sí como una cualidad a la par de esta. Esto da a entender la relevancia de la satisfacción, pues lo más importante de un objeto de diseño es que cumpla las expectativas y necesidades de los usuarios. Esta cualidad está estrechamente relacionada con la percepción que tienen los usuarios de los objetos, antes y durante la interacción, por lo que pudiera parecer que sólo está vinculada a la adecuación emocional, sin embargo, si todas las adecuaciones no se cumplen correctamente, un objeto no podrá resultar satisfactorio para el usuario. Debido a esto, se decide incluirla como una de las cualidades de la Usabilidad en los objetos de diseño, quedando definida la Satisfacción como una cualidad determinada por las características de los objetos de diseño que tributan a satisfacer las necesidades y expectativas de los usuarios.

### **2.3.5. Cualidades descartadas.**

De todas las cualidades analizadas para la usabilidad en interfaces gráficas, se decidió descartar tres:

La primera es la Adaptación al contexto, pues esta determina cómo el sistema debe adaptarse al contexto para el que fue diseñado y a otros posibles contextos, sin embargo, para el diseño de objetos está definido, dentro de la etapa de Problema, el Factor Contexto, punto en que se analiza todo lo referente a la relación entre el objeto de diseño y el espacio físico con el que interactúa.

La segunda en descartarse es la Operatividad, debido a que presenta un elevado grado de generalidad al referirse a la facilidad de manejo o uso que debe tener un sistema.

La tercera es la Accesibilidad, que refiere a la variedad de usuarios que deberían ser capaces de usar un sistema, sin embargo, en el diseño de objetos, los usuarios a los que estarán destinados dichos objetos, están determinados desde el encargo, y pueden ser desde pequeños grupos con necesidades específicas hasta grandes masas.

### **2.3.6. Conclusiones del epígrafe.**

Quedaron definidas como cualidades de la Usabilidad las siguientes:

- Facilidad de aprendizaje, que incluye la Facilidad de asimilación y la Retención.
- Efectividad, que contiene la Seguridad y la Gestión de errores.
- Eficiencia.
- Satisfacción.

En opinión de este autor estas cualidades son suficientes para determinar la Usabilidad en objetos de diseño.

Dentro de las cualidades definidas se encuentran incluidas las propiedades ergonómicas, por tanto, podría decirse que la Usabilidad es la propiedad ergonómica integradora que permite constatar el cumplimiento de los objetivos de la ergonomía y la aplicación de las adecuaciones ergonómicas. De esta forma, la

Usabilidad definida para el Diseño de objetos queda incluida dentro del Factor uso, como se refleja en el siguiente esquema.

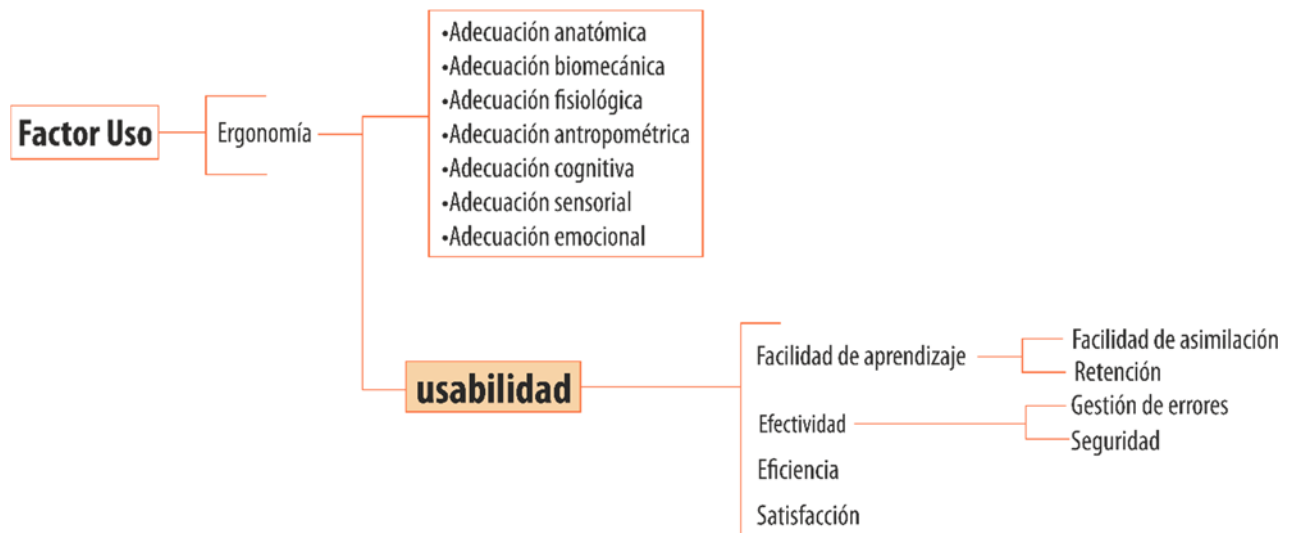


Figura 14. Usabilidad definida dentro del Factor Uso. Elaboración propia.

### **Capítulo 3. Indicadores de la Usabilidad.**

En el capítulo anterior se definió el concepto de Usabilidad más acorde a los términos de esta investigación, además se analizaron los distintos enfoques de varios autores, para concluir en las cualidades o dimensiones que caracterizan a esta variable. En este capítulo se expondrán modelos de diferentes autores que incluyen la Usabilidad como parte de sus teorías y que por lo tanto establecen ciertos criterios de medida para evaluar la variable Usabilidad. Para la selección de los autores cuyas teorías se expondrán, se tuvo en cuenta la relevancia y significación de su trabajo, siendo algunos de ellos pilares fundamentales sobre los que se basan la mayoría de los estudios acerca del tema.

### 3.1. Indicadores de la Usabilidad por distintas fuentes.

Habiendo ya definido la variable Usabilidad y sus dimensiones en el capítulo anterior, entonces, es el justo momento de determinar sus criterios de evaluación.

Por ello se pretende hacer una valoración de las propuestas realizadas por varios autores para reflejar puntos en común entre ellos.

#### 3.1.1. Según Nielsen

Nielsen no presenta ninguna definición descriptiva de la usabilidad, pero considera criterios operacionales para definir el concepto, en otras palabras, dimensiones de la variable, las cuales son el fácil aprendizaje, la eficacia, la retención, los errores y el agrado, como puede observarse en la figura siguiente. (Nielsen J. , 1993)

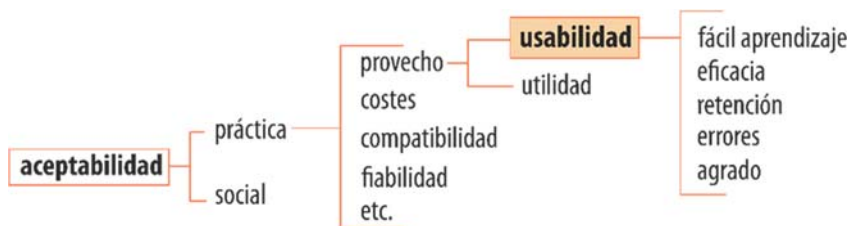


Figura 15. Modelo de aceptación del producto según Jakob Nielsen (Nielsen J., 1993)

Recordando la relación entre estas cualidades de la usabilidad y las ideas heurísticas descritas en el epígrafe 2.2.1 se puede establecer estas como indicadores de las dimensiones antes enunciadas.

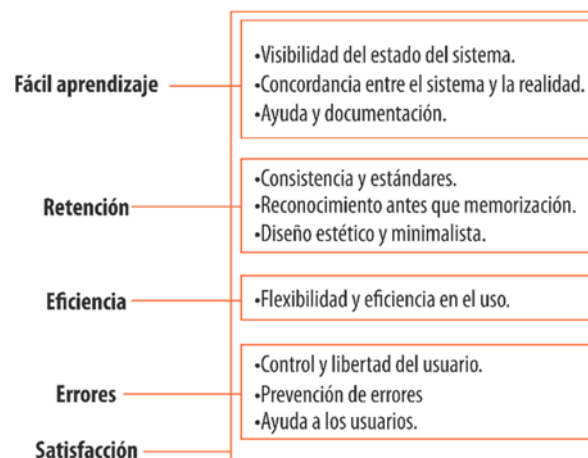


Figura 16. Relación entre las características de la Usabilidad propuestas por Nielsen y las diez ideas heurísticas. Elaboración propia.

Además de lo dicho anteriormente, con respecto a la dimensión errores enuncian como indicadores al número de errores que los usuarios realizan, y a su capacidad de recuperación de los mismos. La retención refiere a la capacidad del usuario ocasional de recordar cómo utilizar un sistema después de un período de tiempo.

### **3.1.2. Según Shackel**

Para Shackel, la Usabilidad es una característica de un sistema. Dicha característica no es constante, siendo variable en referencia a los usuarios, a su entrenamiento y ayuda, a las tareas y a los ambientes. Así, la evaluación depende del contexto. El sistema puede ser funcional si empareja la combinación de usuarios, tareas y contexto. La Usabilidad tiene dos lados, uno relacionado con la percepción subjetiva del producto y el otro con las medidas objetivas de la interacción. Los instrumentos, las escalas o los aspectos necesitados para aislar éstos no son explicados por la definición. Shackel reconoce la ambigüedad de la definición y sugiere unos criterios operacionales. (Shackel, 1991)

Entonces, para que un sistema sea usable, tiene que alcanzar niveles definidos en las escalas siguientes:

#### **Eficacia**

Representando los resultados de la interacción en términos de la celeridad y de la cantidad de errores.

#### **Aprendizaje**

Referido a la relación del funcionamiento con el entrenamiento y la frecuencia del uso, es decir el tiempo de asimilación por el usuario principiante con entrenamiento especificado, y la capacidad de retención por parte del usuario acostumbrado.

## **Flexibilidad**

Nivel de adaptación a las tareas y al contexto.

## **Actitud**

Siendo indicadores de la actitud, los “niveles aceptables de costes humanos” en términos del cansancio, la molestia, la frustración y el esfuerzo personal.

### **3.1.3. Según la Measuring Usability (Midiendo la Usabilidad)**

La web Measuring Usability (measuringU.com) define 10 rangos para la medición de la Usabilidad, algunos de ellos están enfocados a la Usabilidad Web como es el caso de las métricas 8 y 9, o sea, no están orientados a los objetos de diseño industrial y si a la esfera digital.

Las 10 métricas son las siguientes:

1. Tasa de completamiento de la tarea: este indicador se contabiliza de manera binaria (1 = Tarea Realizada con Éxito y 0 = Tarea no Superada) esta medida permite conocer de una manera simple la facilidad de uso a la hora de realizar una tarea.
2. Problemas de usabilidad: este indicador revela los problemas que le han surgido al usuario a la hora de realizar una tarea, además puede incorporar una escala de gravedad ligada a los problemas surgidos. Ayuda a conocer la probabilidad con la que el usuario se encontrará con un problema en cada fase del desarrollo. Además, se pueden obtener estadísticas de la cantidad de problemas que le surgen a cada usuario y cuáles son los problemas más frecuentes.
3. Tiempo de completamiento de la tarea: sirve para medir la eficiencia y la productividad. Es el tiempo total utilizado para llevar a cabo una tarea. Esta medida registra las horas, minutos y segundos empleados.



4. Nivel de satisfacción de la tarea: se trata de un pequeño cuestionario para averiguar la dificultad que ha observado el usuario al realizar la tarea, que además servirá para comparar la dificultad entre varias tareas.
5. Nivel de satisfacción de la prueba: cuestionario en forma de una o varias preguntas que recogen las impresiones que el usuario ha percibido en cuanto a la facilidad o dificultad del uso general de la aplicación, sitio web etc.
6. Errores: este indicador recoge cualquier acción involuntaria, error, omisión o acción no deliberada que el usuario haya cometido al intentar realizar una tarea. Recupera cada incidencia junto con una descripción. Este indicador es de gran ayuda ya que revela los campos que con mayor frecuencia causan confusión al usuario, y en los que comete fallos o acciones equivocadas que provocan la desviación del objetivo propuesto por la tarea.
7. Expectativas: en este indicador se le pide al usuario que estime el nivel de dificultad que espera encontrar a la hora de realizar una tarea, para luego poder comparar los resultados con las impresiones reunidas al finalizar la tarea (lo esperado con lo real).
8. Páginas vistas / click: se utiliza en herramientas de analítica web, por lo que no es necesario realizar un estudio de usabilidad para recabar datos relacionados con este indicador. Sirve para aplicaciones web y sitios web; está demostrado que existe una alta correlación entre los clicks y el tiempo dedicado a cada tarea, siendo el primer click crucial para determinar si la tarea será realizada finalmente con éxito o no. Es una de las mejores métricas para medir la eficiencia.
9. Conversión: se trata de una medida de efectividad que también se puede encontrar en herramientas de analítica web. Es una herramienta esencial en el comercio electrónico ya que revela si los usuarios pueden completar las tareas de inscripción o compra en un sitio web; también se contabilizan de manera binario (1 = convertido, 0 = no convertido). A la hora de completar esta tarea y por lo tanto de lograr la conversión o no,

normalmente afectan varios factores entre los cuales se encuentran los problemas de usabilidad, los errores y los tiempos.

10. SUM (Single Usability Metric \_ Métrica sencilla de la Usabilidad): sirve para describir la usabilidad de un sistema mediante la combinación de tres indicadores de usabilidad: tasa de completamiento de la tarea, tiempo de completamiento de la tarea y nivel de satisfacción de la tarea.

Como se puede observar, la métrica 10 es una generalidad, compuesta por la métrica 1, 3 y 4. Lo que demuestra como medida más general de la Usabilidad el tiempo de ejecución de la actividad, a la facilidad de uso durante la actividad (lo que se entiende como efectividad y eficiencia de uso) y al nivel de satisfacción.

#### **3.1.4. Según la Norma ISO / IEC 9126-4.**

La Norma ISO / IEC 9126-4 de Usabilidad Métrica establece indicadores organizados sobre la base de las cualidades establecidas en la *Norma ISO 9241-11: 2018 Ergonomía para la interacción hombre-sistema. Parte 11: Usabilidad: Definiciones y conceptos.*

Dicha estructura viene dada por la eficacia, eficiencia y satisfacción; y recomienda que las métricas de Usabilidad deben incluir:

##### **Acerca de la Eficacia**

- Número de tareas que pueden realizarse.
- Porcentaje de funciones relevantes utilizadas.
- Porcentaje de tareas completadas con éxito en el primer intento.
- Número de errores persistentes.
- Número de errores por unidad de tiempo.
- Porcentaje de usuarios capaces de completar con éxito la tarea.
- Número de solicitudes de asistencia que realiza la tarea.
- Medida objetiva de la calidad de la producción.
- Medida objetiva de la cantidad de producción.

- Porcentaje de usuarios que pueden llevar a cabo tareas claves sin leer el manual.

### **Acerca de la Eficiencia**

- Tiempo para ejecutar un conjunto particular de instrucciones.
- Tiempo empleado en el primer intento.
- Tiempo para realizar una determinada tarea
- Tiempo para realizar la tarea en comparación con un experto.
- Tiempo para alcanzar el rendimiento de expertos.
- Número de pulsaciones de teclas adoptadas para lograr la tarea.
- El tiempo dedicado a la corrección de errores.
- Número de iconos recordados después de la finalización de la tarea.
- Porcentaje de tiempo dedicado al uso del manual.
- El tiempo dedicado en volver a aprender las funciones.

### **Acerca de la Satisfacción**

- Porcentaje de los clientes que califican el producto como "más satisfactorio" que un producto anterior.
- Cambio de uso voluntario.
- Porcentaje de clientes que se sienten "en control" del producto.
- Porcentaje de clientes que se lo recomendaría a un amigo después de su uso de dos horas.

Vale destacar, que hay ciertos de los indicadores propuestos por esta norma que no se entiende su concepción, ya que no enuncia mayor explicación, como es el caso de la Medida objetiva de la calidad y de la cantidad de la producción. Aun así, de manera general, están orientadas a las cualidades definidas en el capítulo anterior.

### 3.1.5. Según la Norma ISO 9241-11: 2018 Ergonomía para la interacción hombre-sistema. Parte 11: Usabilidad: Definiciones y conceptos.

La Usabilidad es considerada un resultado del uso y se define como “el grado en el que un sistema, producto o servicio puede ser usado por usuarios específicos para alcanzar metas específicas con efectividad, eficiencia y satisfacción en un determinado contexto de uso.” (Organización Internacional de Normalización, 2018)

Bevan and Macleod (1994), que discuten el acercamiento de la ISO 9241 refieren a la usabilidad como “característica del sistema total, la calidad del uso en un contexto”. La ISO 9241 separa la usabilidad de la calidad del trabajo seleccionando un punto de vista específico. La usabilidad estudia la calidad del trabajo centrándose en el producto. Mientras que Shackel y Nielsen miran la usabilidad como aspecto de la aceptación del producto de consumo, la ISO 9241 la mira como foco especial en la evaluación de la calidad del trabajo.

Según la ISO 9241, las dimensiones de la usabilidad son:

**Efectividad:** precisión e integridad con la que los usuarios logran objetivos específicos.

**Eficiencia:** recursos utilizados en relación con los resultados logrados (incluyendo tiempo, esfuerzo humano, costos y materiales).

**Satisfacción:** medida en que las respuestas físicas, cognitivas y emocionales del usuario que resultan del uso de un sistema, producto o servicio satisfacen las necesidades y expectativas del usuario, en otras palabras, nivel de satisfacción esperado.

Bevan y Macleod (1994) presentan estas relaciones como ecuaciones matemáticas:

Aspectos de eficiencia en ISO 9241

La eficiencia temporal =  $\text{eficacia} / \text{tiempo}$

La eficiencia humana =  $\text{eficacia} / \text{esfuerzo}$

La eficiencia económica = eficacia / costes

La eficiencia temporal y económica y los recursos necesarios son variables mensurables comprensibles.

La eficiencia humana se puede medir con la carga de trabajo cognitivo. La ISO 9241 liga carga de trabajo cognitivo a la usabilidad vía eficacia humana. Por otra parte, las influencias negativas de la carga de trabajo mental excesiva, así como demasiado baja son muy discutibles. En vista de la eficiencia temporal y económica, puede ser aceptada que los recursos necesitados para una tarea no son generalmente tan relevantes sino se comparan con los logros obtenidos. El bienestar humano es un valor en sí mismo, y los sistemas deben también permitir el trabajo sobre apropiados niveles de la carga de trabajo mental.

“si el buen funcionamiento solo se puede alcanzar con un alto esfuerzo invertido, entonces el sistema no es usable.” Bevan y Macleod (1994)

### **3.1.6. Según la Enciclopedia de la Interacción Humano-Computadora**

En el capítulo 15 “Evaluación de la Usabilidad” de esta enciclopedia se enuncian posibles medidas para la evaluación dictados por la IBM y la Digital Equipment Corporation (Corporación de los equipos digitales).

En la misma establecen que hay diferencias notables en la naturaleza de la Usabilidad, la definen como una propiedad inherente de los sistemas interactivos, o bien, como una emergente propiedad de todo el uso de los productos, que satisface el criterio que se ha manejado en esta investigación.

En el epígrafe “Medida sin medida: Hay mucho margen para la puntuación”, establecen ciertos indicadores que están bastante relacionados con el área de la interfaz, pero hay otros que no difieren en lo que presentan las anteriores fuentes bibliográficas como es el caso de los relacionados a la gestión de errores y el tiempo en las tareas, etc.

Los criterios plasmados en este epígrafe son:

- Cantidad de:
  - o Comandos utilizados
  - o Repeticiones de comandos fallidos
  - o Corridas de éxitos y fracasos
  - o Buenas y malas características recordadas por los usuarios
  - o Comandos disponibles no invocados / comportamientos regresivos
  - o Usuarios prefiriendo tu sistema
  
- Porcentaje de tareas completadas en un período de tiempo
- Cantidad o Porcentajes de:
  - o Errores
  - o Productos de la competencia superior en una medida.
  
- Relación de:
  - o Éxitos y Fallos
  - o Favorables y no favorables comentarios
  
- Tiempos:
  - o Para completar la tarea
  - o Gastados en errores
  - o Utilizando Ayuda y Documentación
  
- Frecuencias:
  - o De uso de ayuda y documentación
  - o De interfaces desorientando a usuarios
  - o De usuarios necesitando trabajar sobre un problema
  - o De usuarios perturbados en una tarea de trabajo
  - o De usuarios perdiendo el control del sistema
  - o De usuarios expresando frustración o satisfacción

### **3.1.7. Conclusiones del epígrafe**

Después de haber plasmado los indicadores que 6 fuentes proponen para evaluar la usabilidad se puede concluir que:

- Existen muchos de ellos que están relacionados a la esfera digital, por lo tanto, son desechables en la esfera objetos de diseño industrial.
- Varias fuentes coinciden en muchos indicadores referidos al completamiento eficiente de la tarea, la gestión y tolerancia de errores, a las capacidades de aprendizaje y a los tiempos de ejecución.

Además, existen discrepancias evidentes entre las fuentes analizadas. Como por ejemplo, si el acercamiento de Shackel y Nielsen se comparase al de la ISO 9241, diferencias importantes salen a flote. En el primer vistazo, la satisfacción parece ser el único elemento en común. La ISO 9241 no reconoce el aprendizaje, ni el tiempo de la tarea ni los errores. En su lugar, introduce los conceptos de la eficacia y de la eficiencia que no se incluyen en los modelos de Shackel y Nielsen. Entonces, ¿Por qué los acercamientos parecen ser tan diferentes? ¿Hay una base común? Las diferencias aparentes son debido a los diferentes puntos de vista y de diferentes estrategias realizadas por los autores para combinar elementos básicos de la interacción del usuario-objeto-tarea-contexto.

Por ello, se propone en el siguiente epígrafe seleccionar los indicadores que están estrechamente relacionados a las dimensiones de la Usabilidad definidos en el capítulo anterior, las cuales son Facilidad de aprendizaje, que incluye la Facilidad de asimilación y la Retención; Efectividad, que contiene la Seguridad y la Gestión de errores; Eficiencia y Satisfacción.

### **3.2. Relación entre las dimensiones de la Usabilidad y sus indicadores para la evaluación.**

A partir de la utilización del método teórico analítico-sintético se arriba a la siguiente relación entre las dimensiones de la variable Usabilidad y sus indicadores de evaluación correspondientes

#### **Facilidad de aprendizaje**

Los indicadores que podrán evaluar esta dimensión serán los que se establezcan para sus dos subdimensiones.

#### **Facilidad de asimilación**

- Tiempo de asimilación por el usuario principiante
- Tiempo empleado en el primer intento.
- Tiempo utilizando Ayuda y Documentación
- Porcentaje de usuarios que pueden llevar a cabo tareas claves sin leer el manual.

#### **Retención**

- Capacidad de retención por parte del usuario acostumbrado.
- Tiempo dedicado en volver a aprender las funciones por el usuario ocasional.

#### **Efectividad**

- Tiempo de completamiento de la tarea.
- Precisión de la tarea
- Número de tareas que pueden realizarse.
- Porcentaje de tareas completadas con éxito en el primer intento.
- Porcentaje de usuarios capaces de completar con éxito la tarea.



## **Seguridad**

- Nivel de protección al usuario

## **Gestión de errores**

- Número de errores cometidos.
- Número de errores persistentes.
- Capacidad de recuperación de los errores.
- Tiempo dedicado a la corrección de errores.

## **Eficiencia**

- Celeridad de la tarea.
- Nivel de cansancio del usuario.
- Nivel de molestia del usuario.
- Nivel de esfuerzo personal.
- Tiempo para realizar la tarea en comparación con un experto.
- Tiempo para alcanzar el rendimiento de expertos.

## **Satisfacción.**

- Nivel de satisfacción esperado.
- Nivel de frustración del usuario.
- Porcentaje de los usuarios que califican el objeto como “más satisfactorio” que un producto anterior.
- Porcentaje de usuarios que se sienten “en control” del producto.
- Porcentaje de usuarios que recomendaría el uso del objeto a un amigo después de un uso de dos horas.

## Conclusiones.

1. Después de consultar la bibliografía especializada y analizar las propuestas teóricas de cuatro autores y la Organización Mundial de Normalización, se puede concluir que existe una diversidad de criterios acerca de la Usabilidad, dado que los diferentes autores adaptan el concepto a las necesidades de sus campos de estudio, relacionados todos al diseño de sistemas e interfaces digitales.  
En consecuencia, se estableció una definición de Usabilidad, que responde a los intereses del diseño: ***Propiedad concreta del uso de los objetos de diseño definida por cualidades que determinan la adecuación de dichos objetos a los diferentes aspectos de los factores humanos.***
2. Tras analizar las cualidades de Usabilidad en interfaces y sistemas digitales propuestas por cinco autores y la Organización Mundial de Normalización, se estableció una relación entre las cualidades (fig. 12 y la Tabla 1) y las ideas heurísticas (Tabla 2) reflejada en un Mapa Conceptual (fig. 13).
3. Las cualidades que definen a la Usabilidad como una propiedad del uso de objetos de diseño industrial son:
  - Facilidad de aprendizaje.
    - o Facilidad de asimilación.
    - o Retención.
  - Efectividad.
    - o Gestión de errores.
    - o Seguridad.
  - Eficiencia.
  - Satisfacción.
4. Luego de analizar distintas teorías de la Usabilidad se determinaron los indicadores para su evaluación a partir de su relación con las dimensiones establecidas.

## Recomendaciones

- Someter al criterio de expertos las cualidades y los indicadores definidos para determinar la Usabilidad en objetos de diseño industrial.
- Proponer el diseño de un instrumento de evaluación a partir del uso de los indicadores establecidos
- Socializar los resultados alcanzados en esta investigación y considerar su aplicación a la docencia.

## Bibliografía

- (s.f.). Recuperado el 14 de mayo de 2018, de Spanish Oxford Living Dictionaries: <https://es.oxforddictionaries.com>
- Ángela María Huelves Sarco, F. A. (2009). Diseño para la usabilidad de productos. *Técnica Industrial*, 47-53.
- Asociación de Acedemias de la Lengua Española. (s.f.). *Diccionario de la Lengua Española*. Obtenido de <http://dle.rae.es/?id=EPQzi07>
- Bonsiepe, G. (2000). *Las Siete Columnas del Diseño*. Barcelona: Gustavo Gili.
- Cabrera Bustamante, A. (2000). *Acerca del Proceso de Diseño*. Folleto en soporte digital.
- Carrasco, S. (2006). *Metodología de la investigación Científica*. Lima: Editorial San Marcos.
- Cockton, G. (s.f.). *The Encyclopedia of Human-Computer Interaction, 2nd Ed. Usability Evaluation*. Obtenido de Interaccion Design Foundation.
- Concepto de Indicador*. (s.f.). Obtenido de DeConceptos.com: <https://deconceptos.com/general/indicador>
- Fernández, Y. H. (7 de septiembre de 2005). *La Experiencia del Usuario*. Obtenido de No solo usabilidad: <http://nosolousabilidad.com/index.htm>
- Fidias, A. (1999). *El proyecto de investigación*. (Cuarta ed.). Caracas: Editorial Epistemes. Oriol Ediciones.
- Flores, M. I. (2007). Las variables: Estructura y función en la hipótesis. *Investigación Educativa*, 11(20), 163-179.
- Gordillo, C. (2011). "Herramientas para el tratamiento del factor uso con intervención de la Ergonomía durante el Proceso de Diseño". *Tesis de Maestría*. La Habana.
- Interaction Design Foundation. (2002). *Interaction Design Foundation*. Obtenido de <https://www.interaction-design.org>
- Interaction Design Foundation. (2002). *Usability*. Obtenido de Interaction Design Foundation: <https://www.interaction-design.org>
- Interaction Design Foundation. (2002). *User Centerd Design*. Obtenido de Interaction Design Foundation: <https://www.interaction-design.org>
- Internacional Ergonomics Association. (2018). *Definition and Domains of Ergonomics*. Recuperado el 15 de mayo de 2018, de Internacional Ergonomics Association: <https://www.iea.cc/whats/index.html>
- ISDi, C. d. (2014-2015). El factor uso en la conceptualización. *Conferencia de Diseño Básico IV*. La Habana.

- ISDi, C. d. (2015-2016). Adecuación Anatómica. *Ergonomía II*. La Habana.
- ISDi, C. d. (2017-2018). Introducción a la Ergonomía. *Ergonomía*.
- Kerlinger, F. (1996). *Investigación del Comportamiento* (Segunda ed.). México DF: Ed. Mc. Graw Hill.
- Knapp Bjerén, A. (2003). *La Experiencia del Usuario*. Madrid: Anaya Multimedia.
- Krug, S. (2006). *No me hagas pensar. Una aproximación a la usabilidad Web*. (segunda edición ed.). Madrid: Pearson Educación,S.A.
- Maldonado, T. (1993). *El diseño industrial reconsiderado*. Barcelona: GG diseño.
- Martínez, M. D. (2009-2010). Estructura metodológica del Proceso de Diseño. *Taller de Tesis*. La Habana.
- Martínez, M. D. (2014). Diseño: Una definición integradora. *A3manos*(1), 21-37.
- Mary Beth Rosson, J. M. (2002). *Usability Engineering. Scenario-based development of human-computer intraction*. Estados Unidos de América: Morgan Kaufmann Publishers.
- Mathis, L. (2011). *Design for Use*. USA: Pragmatic Books.
- McCormick, E. J. (1980). *Ergonomía. Factores humanos en ingeniería y diseño*. Barcelona: G. Gili.
- Mirkin, D. C. (2006). *Diseño Industrial Mexicano e Internacional: Memoria y Futuro*. Editorial TRILLAS.
- Morsen, D. (diciembre de 2017). *An Introduction to Usability*. Obtenido de Interaction Design Foundation: <https://www.interaction-design.org/literature/author/ditte>
- Mortensen, D. (11 de 2017). *An Introduction to Usability*. Obtenido de Interaction Design Foundation.
- Morville, P. (21 de Junio de 2004). *User Experience Design*. Obtenido de Semantic Studios: [http://semanticstudios.com/user\\_experience\\_design/](http://semanticstudios.com/user_experience_design/)
- Nielsen Norman Group. (2003). Obtenido de <https://www.nngroup.com>
- Nielsen, J. (1993). *Usability Engineering*. Academic Press.
- Nielsen, J. (1994). *Heuristic evaluation* . New York: Jhon Wiley & Sons.
- Nielsen, J. (2000). *Usabilidad. Diseño de sitios Web*. Madrid: Pearson Education.
- Nielsen, J. (4 de enero de 2012). *Usability 101: Introduction to Usability*. Obtenido de Nielsen Norman Group: <https://www.nngroup.com>
- Norman, D. (1988). *La psicología de los objetos cotidianos*. New York: Basic Books.
- Oneto, F., & Díaz, V. (2015). *Usabilidad: productos para las necesidades de los usuarios* (1ra ed ed.). San Martín, Argentina: Instituto Nacional de Tecnología Industrial - INTI.

- Organización Internacional de Normalización. (1991). *ISO/IEC 9126: 1991 Ingeniería de software - calidad del producto*. Ratificada el 1 de diciembre de 2011.
- Organización Internacional de Normalización. (1999). *ISO 13407:1999 – Proceso de Diseño Centrado en el Humano para sistemas interactivos*.
- Organización Internacional de Normalización. (2001). *ISO/IEC 9126-1:2001 Ingeniería del software - Calidad del producto - Parte 1: Modelo de calidad*. Ratificada el 1 de diciembre de 2011.
- Organización Internacional de Normalización. (2004). *ISO/IEC TR 9126-4:2004 Ingeniería de software - Calidad del producto - Parte 4: Calidad en las mediciones de uso*. Ratificada el 1 de diciembre de 2011.
- Organización Internacional de Normalización. (2011). *ISO/IEC 25010 Ingeniería de sistemas y software - Sistemas y software Requisitos y evaluación de calidad (SQuaRE) - Modelos de calidad de sistemas y software*. <https://www.iso.org/standard/35733.html>: Ratificada en 2017.
- Organización Internacional de Normalización. (03 de 2018). *ISO 9241-11: 2018 Ergonomía para la interacción hombre-sistema. Part 11: Usabilidad: Definiciones y conceptos*. Obtenido de <https://www.iso.org/obp/ui/es/#iso:std:iso:9241:-11:ed-2:v1:en>
- Peña, S. (2007). Modelo de Gestión de las Competencias profesionales del Diseño en Cuba. *Tesis de Maestría*. La Habana: ISDi.
- Prado León, L. R. (2006). *Ergonomía y diseño de espacios habitables: factores antropométricos y socioculturales*. Guadalajara, México: Centro Universitario de Arte, Arquitectura y Diseño. Universidad de Guadalajara.
- Quesenberry, W. (2001). What does Usability mean? Looking Beyond "Ease of Use". *Annual conference-society for technical communication*, 48, págs. 432-436.
- Rakel Poveda Puente, R. B. (sf.). *Musa/IBV Método para la selección de ayudas técnicas bajo criterios de usabilidad*. Valencia: Instituto de Biomecánica de Valencia.
- Rodríguez, G. (1983). *Manual de Diseño Industrial*. México: Gustavo Gili.
- Roncoleta, M. R., & Martins, S. B. (2011). *Diseño y Ergonomía para poblaciones especiales*.
- Santamaría, Y. H. (2009). *Informe APEI sobre usabilidad*. Gijón: Asociación Profesional de Especialistas en la Información.
- Shackel, B. (1991). Usability—context, framework, definition, design and evaluation. En B. Shackel, *Human factors for informatics usability*. Cambridge: University Press.
- Shneiderman, B. P. (2016). *Designing the User Interface: Strategies for Effective Human-Computer Interaction* (sexta edición ed.). Pearson. Obtenido de <http://www.cs.umd.edu/hcil/DTUI6>

Soegaard, M. (enero de 2018). *Accessibility: Usability for all*. Obtenido de Interaction Design Foundation.

Won, E. (enero de 2018). *Shneiderman's Eight Golden Rules Will Help You Design Better Interfaces*. Obtenido de Interaction Design Foundation.

World Design Organization. (2018). *Definition of Industrial Design*. Obtenido de World Design Organization: <http://wdo.org/about/definition/>

the 1990s, the number of people in the UK who are aged 65 and over has increased from 10.5 million to 13.5 million, and the number of people aged 75 and over has increased from 4.5 million to 6.5 million (Office for National Statistics 2000). The number of people aged 85 and over has increased from 1.5 million to 2.5 million in the same period.

There is a growing awareness of the need to address the needs of older people, and the need to ensure that they are able to live independently and actively in their own homes for as long as possible. This is a key objective of the UK government's 'Age Action Plan' (Department of Health 2000). The plan sets out a range of measures to be taken to improve the lives of older people, and to ensure that they are able to live independently and actively in their own homes for as long as possible.

One of the key areas of concern is the need to ensure that older people are able to live independently and actively in their own homes for as long as possible. This is a key objective of the UK government's 'Age Action Plan' (Department of Health 2000). The plan sets out a range of measures to be taken to improve the lives of older people, and to ensure that they are able to live independently and actively in their own homes for as long as possible.

There is a growing awareness of the need to address the needs of older people, and the need to ensure that they are able to live independently and actively in their own homes for as long as possible. This is a key objective of the UK government's 'Age Action Plan' (Department of Health 2000). The plan sets out a range of measures to be taken to improve the lives of older people, and to ensure that they are able to live independently and actively in their own homes for as long as possible.

There is a growing awareness of the need to address the needs of older people, and the need to ensure that they are able to live independently and actively in their own homes for as long as possible. This is a key objective of the UK government's 'Age Action Plan' (Department of Health 2000). The plan sets out a range of measures to be taken to improve the lives of older people, and to ensure that they are able to live independently and actively in their own homes for as long as possible.

There is a growing awareness of the need to address the needs of older people, and the need to ensure that they are able to live independently and actively in their own homes for as long as possible. This is a key objective of the UK government's 'Age Action Plan' (Department of Health 2000). The plan sets out a range of measures to be taken to improve the lives of older people, and to ensure that they are able to live independently and actively in their own homes for as long as possible.

There is a growing awareness of the need to address the needs of older people, and the need to ensure that they are able to live independently and actively in their own homes for as long as possible. This is a key objective of the UK government's 'Age Action Plan' (Department of Health 2000). The plan sets out a range of measures to be taken to improve the lives of older people, and to ensure that they are able to live independently and actively in their own homes for as long as possible.

There is a growing awareness of the need to address the needs of older people, and the need to ensure that they are able to live independently and actively in their own homes for as long as possible. This is a key objective of the UK government's 'Age Action Plan' (Department of Health 2000). The plan sets out a range of measures to be taken to improve the lives of older people, and to ensure that they are able to live independently and actively in their own homes for as long as possible.

There is a growing awareness of the need to address the needs of older people, and the need to ensure that they are able to live independently and actively in their own homes for as long as possible. This is a key objective of the UK government's 'Age Action Plan' (Department of Health 2000). The plan sets out a range of measures to be taken to improve the lives of older people, and to ensure that they are able to live independently and actively in their own homes for as long as possible.