



Universidad Autónoma de Ciudad Juárez

**Instituto de Arquitectura, Diseño y Arte
Departamento de Diseño
Doctorado en Diseño**

“Análisis de la usabilidad en el proceso de diseño: Propuesta de un índice para evaluar el diseño del producto”

Tesis para obtener el grado de
Doctora en Diseño

MDDP. Mayra Peña Ontiveros
183241

“Becada por el Consejo Nacional de Ciencias y Tecnología”

**Bajo la Dirección del
Dr. César Omar Balderrama Armendáriz
Codirección del
Dr. David Cortés Sáenz**

Cd. Juárez, Chihuahua

Dedicatoria y agradecimientos

Me gustaría agradecer primeramente al Dr. Omar Balderrama por a verme apoyado y orientando (una vez más) en este proyecto del doctorado. Al Dr. David Cortés por su apoyo, consejos y retroalimentación durante el programa. Y a mi comité de evaluación: Dr. Juan Luis Hernández, Dr. Alberto Rosa, Dra. Aidé Maldonado y el Dr. Carlos Espejo por acompañarme y tomarse el tiempo de escucharme, guiarme y retroalimentarme (cada uno en diferentes aspectos del tema) para poder mejorar mi investigación.

También me gustaría agradecer a mi familia y mi pareja por siempre apoyarme y creer en mi para cumplir con este logro tan importante en mi trayecto profesional.

Gracias a ellos he conseguido superarme como persona y profesionista alentándome a seguir avanzando e ir creciendo cada vez más.

Índice

Dedicatoria y agradecimientos	ii
Índice de figuras	viii
Índice de tablas.....	x
Capítulo 1. Introducción.....	14
1.1 Planteamiento del problema	16
1.1.1 Descripción del problema.....	16
1.2 Objetivo general	17
1.2.1 Objetivos Específicos.....	17
1.3 Pregunta general de investigación.....	18
1.3.1 Preguntas de investigación	18
1.4 Justificación.....	18
1.5 Supuesto	19
1.6 Delimitación.....	19
1.7 Tipo de investigación	20
1.8 Fuentes Documentales.....	20
1.9 Técnicas e instrumentos de recopilación de información.....	20
1.10 Esquema desarrollado para la de investigación.....	20
Capítulo 2. Diseñando la usabilidad.....	22
2.1 Norma ISO 921-11:2018.....	22
2.1.1 Definiciones de usabilidad	22
2.1.2 Taxonomía de dimensiones de usabilidad.....	24
2.1.3 Ventajas y desventajas de usabilidad	27
2.2 La usabilidad en el diseño de producto	28
2.3 Heurísticas de usabilidad.....	29
2.4 Interacción.....	30
2.4.1 Interacción Gestalt y la estética de la interacción.	30

2.4.2 Tipos de Interacción.....	31
2.5 Experiencia del usuario	31
2.6 Contexto de uso.....	33
2.7 Procesos cognitivos.....	34
2.7.1 Percepción	34
2.8 Métodos y técnicas de usabilidad.....	36
2.8.1 Métodos.....	36
2.8.2 Técnicas.....	38
2.9 Desarrollo de metodologías.....	39
2.10 Análisis sobre índices de usabilidad.....	40
2.10.1 Caso 1: Desarrollo de índice de usabilidad en productos.....	41
2.10.2 Caso 2: Desarrollo de índice de usabilidad para sitios web turísticos.....	44
2.10.3 Caso 3: índice para evaluar la usabilidad de servicios web.....	48
Capítulo 3. Herramientas de análisis para la determinación de un Índice de usabilidad	53
3.1 Alfa de Cronbach	53
3.2 Proceso de jerarquía analítica (Analytical Hierarchy Process, AHP)	54
3.3 Diseño axiomático.....	57
3.3.1 Axioma de la información.....	60
3.4 Lógica difusa en el diseño axiomático	61
Capítulo 4. Estructura para la obtención de la propuesta del índice de usabilidad	64
4.1 Determinación de factores.....	66
4.1.1 Línea del tiempo: usabilidad en el diseño de producto	66
4.1.2 Factores de diseño y su relación con la usabilidad.....	90
4.1.2.1 Selección de autores	91
4.1.2.2 Análisis de factores de usabilidad en el producto	94
4.1.3 Definiciones de factores	96
4.1.4 Clasificación y relación de factores.....	99

4.1.4.2 Selección de factores del producto.....	104
4.1.5 Clasificación de factores.	107
4.2 Tratamiento de factores.....	109
4.2.1 Niveles de factores de usabilidad en el producto, usuario y contexto.....	109
4.2.2 Fusión de factores.....	112
4.2.3 Aplicación de un caso de estudio para evaluación de factores.....	113
4.2.4 Protocolo para aplicación de cuestionarios	115
4.2.5 Análisis sobre la aplicación y resultados de prueba piloto.....	122
4.2.6 Análisis sobre la aplicación y resultados de expertos: Alfa de Cronbach.....	123
4.2.7 Alfa de Cronbach comparación entre usuarios y expertos	126
4.3 Aplicación del proceso de jerarquía analítica (AHP): Obtención de pesos.....	127
4.3.1 Procedimiento y resultados obtenidos en AHP	127
4.3.2 Conclusión sobre la aplicación de AHP	133
4.4 Obtención de valores difusos	134
4.4.1 Resultados del cuestionario Rango de diseño	134
4.4.2 Resultados del cuestionario Rango de sistema de expertos.....	136
4.4.3 Área común entre el rango de diseño y rango de sistema de expertos	138
4.4.4 Objetivo sobre la aplicación del axioma de información difuso	141
4.5 Determinación del nivel de usabilidad	141
4.5.1 Contenido de la Información de usabilidad.....	141
4.5.2 Interpretación del nivel de usabilidad para el diseño del producto	146
4.5.3 CIUT y el nivel de usabilidad de usuarios vs expertos	150
Capítulo 5. Discusión y conclusiones sobre la investigación.....	152
5.1 Discusión.....	152
5.2 Conclusiones	154
5.3 Recomendaciones.....	156
Bibliografía	157

Anexos.....	165
Anexo A. Mapa conceptual de la percepción y los procesos cognitivos.....	166
Anexo B. Análisis de citas de artículos seleccionado con la usabilidad del producto	167
Anexo C. Clasificación de autores	169
Anexo C1. Selección de autores de libros.....	169
Anexo C2. Selección de autores de tesis.....	170
Anexo C3. Selección investigaciones	173
Anexo D. Intersección de factores: Usuario – Contexto – Producto.....	175
Anexo E: Clasificación de factores y métodos en el proceso de diseño	176
Anexo F. Eliminación lógica de factores	178
Anexo G: Clasificación en categorías de tipos de producto.....	179
Anexo H. Diseño de cuestionarios	180
Anexo H1. Cuestionario: comparación por pares de factores de usabilidad.....	180
Anexo H2-A: Rango de diseño	184
Anexo H3-B: Rango del sistema.....	186
Anexo I: Procedimiento del método AHP.....	188
Anexo I1: AHP aplicado a las agrupaciones de usabilidad del producto.....	188
Anexo I2: AHP aplicado de factores de Estética	189
Anexo I3: AHP aplicado de factores de Calidad.....	191
Anexo I4: AHP aplicado a los factores de funcionalidad.....	193
Anexo J: Valores difusos de Resultados de expertos para el Rango de sistema	197
Anexo K: Medias aritméticas de valores difusos de los productos A, B y C – Rango de diseño en base a expertos	199
Anexo K1: Producto A.....	199
Anexo K2: Producto B	200
Anexo K3: Producto C	201
Anexo L: Valores difusos del Rango del Sistema sobre los resultados de los usuarios.....	202

Anexo M: Resultados del CIUT de usuarios.....	203
Anexo M1: CIUT del producto A – Usuarios	203
Anexo M2: CIUT del producto B – Usuarios	204
Anexo M3: CIUT del producto C – Usuarios	205

Índice de figuras

Figura 1. Esquema de investigación 2018-2021.....	21
Figura 2. Esquema de usabilidad.....	23
Figura 3. Escenario de la experiencia del usuario.....	32
Figura 4. Mapa conceptual sobre la clasificación de métodos	37
Figura 5. Modelo de evaluación de usabilidad	44
Figura 6. Modelo de enfoque del índice de satisfacción digital de destino.....	46
Figura 7. Regresión internos y externos de variables en SEM	52
Figura 8. Peso de regresión SEM	52
Figura 9. Diagrama de diseño Axiomático	59
Figura 10. Clasificación de matriz del diseño axiomático	60
Figura 11. Rango común de intersección del rango del diseño y rango	61
Figura 12. Funciones para calcular el grado de pertenencia.....	62
Figura 13. Números triangulares difusos de atributos tangibles e intangibles.....	63
Figura 14. Esquema de desarrollo para el índice de usabilidad.....	65
Figura 15. Búsqueda de palabras clave sobre usabilidad en el diseño de productos.....	68
Figura 16. Usabilidad para la aplicación en el diseño de producto a través del tiempo	69
Figura 17. Clasificación de porcentaje de los factores de usabilidad	88
Figura 18. Citas de cada autor	89
Figura 19. Total de citas de las publicaciones por año.....	90
Figura 20. Diagrama de clasificación de factores y variables	100
Figura 21. Diagrama de factores en el producto	105

Figura 22. Curva que muestra en número de evaluaciones.....	116
Figura 23. Paquete con el kit para productos a evaluar	118
Figura 24. Ergonomía en la oficina	120
Figura 25. Matriz AHP: Nivel de atributos de usabilidad en el diseño del producto.....	128
Figura 26. Gráfica de pesos de atributos obtenidos en AHP.....	133
Figura 27. Términos lingüísticos del rango de diseño	134
Figura 28. RD, RS y AC mínimo.....	146
Figura 29. RD, RS y AC máximo.....	148

Índice de tablas

Tabla 1. Usabilidad vs utilidad	24
Tabla 2. Factores aplicados en el índice de usabilidad	41
Tabla 3. Ejemplo de formato para el cálculo del índice de las variables cuantitativas	42
Tabla 4. Ejemplo de formato para el cálculo del índice de las variables cualitativas	42
Tabla 5. Ejemplo de formato para el cálculo del índice de los errores.....	43
Tabla 6. Interpretación del índice de usabilidad.....	44
Tabla 7. Nivel de valores.....	48
Tabla 8. Dimensiones de la lista de verificación.....	49
Tabla 9. Escala de juicio.....	56
Tabla 10. Valores de índice de consistencia.....	57
Tabla 11. Escalas de términos lingüísticos y valores difusos.....	63
Tabla 12. Factores de evaluación del USE.....	78
Tabla 13. Primera clasificación de la línea del tiempo.....	84
Tabla 14. Segunda clasificación de la línea del tiempo	85
Tabla 15. Tercera clasificación de la línea del tiempo	85
Tabla 16. Clasificaciones de propuestas de investigación sobre usabilidad del producto a través del tiempo	86
Tabla 17. Selección de autores de artículos.....	92
Tabla 18. Factores de usabilidad en el producto.....	94
Tabla 19. Definición de factores y variables	96
Tabla 20. Factores de contexto y usuario con relación al producto.....	106

Tabla 21. Factores para la fase de concepto y validación.....	108
Tabla 22. Niveles y medición de factores de usabilidad.....	110
Tabla 23. Factores de usabilidad.....	113
Tabla 24. Categoría de electrónica.....	114
Tabla 25. Descripción de productos a evaluar.....	117
Tabla 26. Protocolo de actividades de interacción del producto.....	121
Tabla 27. Recomendaciones y observaciones al aplicar cuestionarios de prueba piloto.....	122
Tabla 28. Alfa de Cronbach: Cuestionario de importancia de factores.....	124
Tabla 29. Alfa de Cronbach: Cuestionario de Rango del diseño.....	124
Tabla 30. Alfa de Cronbach: Cuestionario de Rango del sistema.....	125
Tabla 31. Alfa de Cronbach: Cuestionario de Rango del sistema comparación entre expertos y usuarios.....	126
Tabla 32. Escala fundamental de AHP.....	128
Tabla 33. Ejemplo de resultados de un experto en cuanto a la comparación por pares de calidad....	129
Tabla 34. Ejemplo de sustitución de valores de resultados en base a un experto.....	129
Tabla 35. Medias geométricas sobre los resultados de los expertos.....	130
Tabla 36. Matriz de comparación por pares.....	130
Tabla 37. Matriz de normalización.....	130
Tabla 38. Matriz de vectores.....	131
Tabla 39. Pesos de cada agrupación.....	131
Tabla 40. Peso de los atributos de la agrupación de calidad.....	132
Tabla 41. Cálculo del índice de consistencia.....	133
Tabla 42. Respuestas por expertos y valores difusos de Estética.....	135

Tabla 43. Respuestas por expertos y valores difusos de Calidad y Funcionalidad.....	135
Tabla 44. Respuestas de un experto y valores difusos del rango de sistema.....	136
Tabla 45. Ejemplo: Valores difusos de los resultados de forma en el producto A.....	137
Tabla 46. Ejemplo de promedios de valores difusos en el producto A.....	137
Tabla 47. Ejemplo sobre el área de sistema y área común del factor forma en cada producto.....	138
Tabla 48. Ejemplo sobre el área de sistema y área común del atributo forma en cada producto de los usuarios.....	139
Tabla 49. Valores del área del sistema de expertos y usuarios.....	140
Tabla 50. Análisis de diferencias significativas entre expertos y usuarios.....	140
Tabla 51. CIUT del producto A.....	143
Tabla 52. CIUT del producto B.....	144
Tabla 53. CIUT del producto C.....	145
Tabla 54. CIUT mínimo del producto.....	147
Tabla 55. CIUT máximo del producto.....	149
Tabla 56. Escala Likert para determinar el nivel de usabilidad.....	150
Tabla 57. Nivel de usabilidad de cada producto – Expertos.....	150
Tabla 58. Comparación de nivel de usabilidad entre expertos y usuarios.....	151

Capítulo 1. Introducción

La usabilidad se define como una medida en que el producto puede ser usado por determinados usuarios para conseguir objetivos específicos con efectividad, eficiencia y satisfacción de un requerimiento en específico (Oneto, F y Díaz, 2015). Por lo tanto, puede ser diseñada, o bien, modificada para el desarrollo del producto. De esta manera, se evalúa mediante herramientas, pruebas, métodos y metodologías (Quiñones, Rusu, & Rusu, 2018).

La usabilidad se ha ido implementando en los diferentes campos del diseño; sin embargo, las metodologías, herramientas, métodos, etc. que se han propuesto y desarrollado se enfocan directamente en el área de interfaz (Oneto, F y Díaz, 2015). Por esta razón, para el diseño de producto hay insuficientes metodologías; de manera que, se necesita esta investigación para tener conocimiento y conciencia para la práctica en el diseño de producto (Merino, Teixeira, Schoenardie, Merino, & Gontijo, 2012). Además de que se encuentra una falta de atención por este concepto en la formación y en la práctica; de manera que es raramente considerada en el área de diseño de producto. Este panorama ha estado cambiando debido al creciente reconocimiento de la importancia e identificación de nuevos métodos (Ferré, 2005).

Una metodología para la usabilidad, ayuda al diseñador a tener conocimiento, guía, apoyo y resultados durante el desarrollo del diseño; además de obtener un producto factible y evaluando desde sus principios, como es en la fase de concepto hasta la fase de validación. De modo que, existen varias propuestas de métodos para la usabilidad; los cuales utilizan determinados medios y técnicas que intentan medir diferentes aspectos relacionados (Perurena & Moraguez, 2013). En la actualidad, se desarrollan nuevos indicadores y herramientas para ayudar a los diseñadores a evaluar el desempeño durante las etapas del diseño (Audoux, et al. 2018).

Los diseñadores desarrollan productos sin una visión general, además, sin tener en cuenta cómo sus elecciones pueden afectar el proceso de desarrollo del producto (Pacelli, Ostuzzi, & Levi, 2015). Los diseñadores captan las necesidades de los usuarios, pero se les complica convertir las ideas en conceptos para el cumplimiento de estas necesidades. En la mayoría de los casos, deciden sobre la propuesta de diseño final basándose en prueba y error (Sawaguchi, et al. 2015), esto provoca una falla en el proceso de su desarrollo; ya que dejan de considerar factores humanos en el momento de diseñar como: la facilidad de aprendizaje, efectividad de uso, eficiencia, contexto de uso, satisfacción de los usuarios, calidad, entre otros (Perurena & Moraguez, 2013). Este panorama ha estado cambiando debido al creciente reconocimiento de la importancia e identificación del desarrollo de

investigaciones y nuevos métodos para una buena planeación del desarrollo del producto (Ferré, 2005). Sin embargo, existe una falta de armonía entre conceptos y herramientas sobre usabilidad en los campos profesionistas (diseño de interfaz, de producto, médico, entre otros) y las herramientas desarrolladas son específicas hacia su campo, lo ideal es desarrollar herramientas que puedan ser utilizadas, o bien, fácil de adaptar para diferentes tipos de productos, servicios o sistemas (Borsci, et al. 2019).

La presente investigación consiste en llevar a cabo una revisión exhaustiva de los métodos y técnicas relacionadas a la usabilidad orientada al producto, con la finalidad de proponer un procedimiento dirigido a diseñadores, que los oriente para considerar a las necesidades de las personas en la creación de objetos con mejor interacción y seguros para los usuarios; así mismo, crear conciencia durante el proceso de diseño y brindar la oportunidad de la elaboración de productos de calidad.

1.1 Planteamiento del problema

1.1.1 Descripción del problema

La usabilidad es un área con un gran campo de beneficios y factores importantes para el desarrollo en el diseño de producto, de modo que se aplican diversos métodos para determinar y evaluar algún elemento en específico del diseño. Sin embargo, la variedad de técnicas y métodos son desconocidos, o bien, por la amplia información existente no sabemos dónde y cómo utilizarlos. Debido a que, las aplicaciones de estos son escasas y no se proporciona la información completa de lo que se plantea buscar; por lo que, el manejo de métodos es sin duda un medio importante para guiar a los diseñadores de producto a obtener diseños más precisos, satisfactorios, funcionales y de calidad (Audoux et al., 2018; Cross, 2002).

Algunos diseñadores tienen una falta de conocimiento sobre usabilidad, lo que provoca una falla en el proceso de desarrollo del producto. Esto significa que dejan de considerar factores humanos en el momento de diseñar, algunos de estos podrían ser: la facilidad de aprendizaje, efectividad de uso, contexto de uso, satisfacción de los usuarios, calidad, entre otros (Lilliam, Cancio, Mercedes & Bergues, 2013). Un producto bien diseñado beneficia tanto a quien lo produce como a quien lo utiliza, de manera que, el diseño debe de seguir y cumplir cada una de las especificaciones de cada fase de diseño; en cada fase se necesita una metodología y herramientas para evaluarla. Por lo tanto, se necesita obtener un proceso de diseño definido para llegar al producto final. No obstante, los diseñadores solo toman en cuenta la usabilidad en las últimas fases del diseño y no desde las primeras (las estrategias, el concepto y detalle); por lo que, ocasionan fallas en el diseño y el proceso se regresa o detiene para resolver esas fallas (E. Martínez, 2009; Pacelli et al., 2015).

En el 2018 Tractinsky propuso que la usabilidad llegó a un punto muerto, es decir, un concepto insuficientemente sólido, una construcción incapaz de proporcionar resultados estables y unificar el conocimiento científico. Pero una de las consecuencias a este fenómeno es por la falta de conocimiento, de la aplicación y de armonía entre los campos de especialización (diseño de interfaz, médico, de producto, de software, maquinaria, entre otros) sobre conceptos, principios, teorías, herramientas, métodos, entre otros referentes a la usabilidad; ya que, cada campo tiene su propia forma de aplicación, términos específicos y herramientas; por esto es importante establecer y unificar este término para que pueda ser implementados en diferentes diseños, proyectos e investigaciones, de esta manera tener variedad en herramientas para implementar y evaluar este concepto de usabilidad (Borsci et al., 2019).

En el diseño de producto, la usabilidad suele implementarse desde una perspectiva del diseñador. De ahí que la evaluación de usabilidad, en la mayoría de los casos, se toma en cuenta junto con la evaluación ergonómica. Sin embargo, no todos los factores que están relacionados se consideran; Por ejemplo: las normativas, los requerimientos, el diseño conceptual, de detalle, la interacción, contexto de uso, entre otros. Por lo que, es importante el desarrollo de nuevas herramientas que coincidan con los principios de interacción con los objetos de uso cotidiano, ya que las herramientas existentes tienen un enfoque particular hacia temas de interacción con equipos de cómputo, controles o desarrollos WEB. De esta manera, se pretende brindar una alternativa para integrar y evaluar los conceptos de diseño-usabilidad-usuario que son utilizados. En consecuencia, este trabajo pretende realizar una investigación profunda, analizando definiciones, métodos, herramientas y técnicas existentes, que logren determinar los factores significativos en el desarrollo de una herramienta funcional y práctica (Ferré, 2005).

1.2 Objetivo general

Analizar el estado actual de la usabilidad aplicada al diseño de producto, para el desarrollo de una propuesta de índice de valoración, que mejore la perspectiva de los diseñadores en el desarrollo y validación de productos de uso cotidiano.

1.2.1 Objetivos Específicos

- Identificar las técnicas y métodos de usabilidad utilizadas para el diseño desarrollados a través del tiempo.
- Comparar métodos y técnicas de usabilidad para detectar factores indispensables en el proceso de diseño.
- Elegir y aplicar técnicas multicriterio, multiatributo y de corte estadístico para el ordenamiento de la propuesta.
- Diseñar y desarrollar un índice de valoración como alternativa para guiar la aplicación del conocimiento de la usabilidad en el proceso del diseño de producto.
- Valorar la viabilidad de la propuesta de índice con expertos y diseñadores.
- Examinar y clarificar la oportunidad de una aplicación futura de la propuesta en cada fase de diseño y en los diferentes tipos de productos

1.3 Pregunta general de investigación

¿De qué manera se puede desarrollar una herramienta metodológica para medir la usabilidad del diseño del producto?

1.3.1 Preguntas de investigación

- ¿Qué metodologías, métodos y técnicas son utilizados para evaluar la usabilidad durante el desarrollo de diseño del producto?
- ¿Cuáles son los factores que se deben de tomar en cuenta sobre la usabilidad en el diseño del producto?
- ¿Qué técnicas multicriterio, multiatributo y estadísticas puedo integrar, para desarrollar una propuesta de integración de usabilidad?
- ¿De qué manera los diseñadores de producto pueden implementar la usabilidad en el proceso del diseño?
- ¿Cómo aplicar la herramienta propuesta a los diferentes tipos de productos?

1.4 Justificación

La usabilidad es considerada como la medida relacionada con la facilidad de uso, en donde, se refiere al grado de eficacia, eficiencia y satisfacción que se obtiene al utilizar un producto. Existen diferentes estructuras para su evaluación como técnicas, métodos, metodologías, índices (entre otros) que sirven para garantizar una buena evaluación durante el desarrollo de diseño en los diferentes campos de investigación. Sin embargo, se encuentra una falta de atención en el diseño de producto tanto en la formación como en la práctica para el diseñador; de tal manera que es poco considerada en este campo.

El desarrollo de un índice de valoración enfocada hacia la usabilidad de diseño de producto sirve como una herramienta para que los diseñadores, sigan un conjunto de métodos, técnicas o pasos necesarios durante el desarrollo del producto. De esta forma, validarlo desde el inicio de su proceso (la fase de conceptos) hasta el final (producto terminado). Para obtener un seguimiento estable en el diseño y generar un producto que cumpla con las expectativas del usuario. Una herramienta como la que se propone para la usabilidad ayuda a tener más habilidad, conocimiento y apoyo a los diseñadores, así como también, evaluar productos y generar comparaciones, además de brindar una alternativa de mejora en el procedimiento a seguir según el producto que se desea diseñar. La utilización de este tipo de herramienta que abarque diversas etapas de diseño y categorías de productos es una posibilidad y una opción para tener un seguimiento estructurado del producto desde

el inicio hasta el final de su desarrollo y valorar la usabilidad del producto (Martínez, et al. 2017; Ulrich & Eppinger, 2012).

Además de beneficiar a los usuarios y diseñadores, la implementación de la usabilidad en el desarrollo de diseño genera impacto en el proceso, costos, producción, imagen, calidad, selección de material, maquinaria y herramientas que son utilizadas al momento de producir y llevar al mercado el producto, por lo tanto, también beneficia a la industria, a la mercadotecnia y la publicidad. Ya que, la usabilidad permite la rapidez para la realización de las tareas y objetivos, menos riesgos, evitar errores durante su desarrollo, reducir la pérdida de tiempo al producirlo y en la interacción (Sánchez, 2011).

Por lo que, en esta investigación se plantea realizar una búsqueda, comparación y análisis sobre los métodos, técnicas, herramientas, principios, etc. utilizadas para el diseño de producto, así mismo identificar los factores trascendentales y al mismo tiempo estratégicos, para ser implementados en una nueva propuesta. De esta manera, mejorar el enfoque del diseño y obtener un producto de calidad; además, de generar una interacción entre usuario-producto y mejorar la satisfacción del uso. Por lo que, se genera una oportunidad para mejorar el manejo de los métodos del diseño enfocados en la usabilidad.

1.5 Supuesto

Mediante el uso de una nueva propuesta para evaluar la usabilidad, los diseñadores podrán integrar y medir los factores enfocados en la usabilidad del producto, esto, para mejorar la calidad de interacción con los productos de uso cotidiano.

1.6 Delimitación

- Tiempo de la investigación inicia el agosto 2018 y termina el junio 2021
- Implementar la usabilidad en el diseño del producto
- Se validará la propuesta en una sola categoría para el caso de estudio (categoría de productos electrónicos)

1.7 Tipo de investigación

Se pretende que este trabajo de investigación **aplicada** al principio se trabaje con un **corte determinístico** para definir factores y atributos relacionados al uso de los productos y los establezca en variables numéricas de comparación por medio de inducción probabilística reduciendo sus características intangibles, por lo que su corte se puede considerar **cuantitativo y de correlación**. Tendrá una temporalidad **transversal** infiriendo características de una población por medio de estudios de **campo y medios documentales**.

1.8 Fuentes Documentales

- Catálogo de biblioteca
- Artículos científicos
- Libros
- Informes de congresos
- Normas enfocadas en la usabilidad como la ISO 9241-11:2018
- Base de datos como: google Scholar, Springer, EBSCO, Science Direct
- Red social académica: Researchgate, google scholar, Mendely

1.9 Técnicas e instrumentos de recopilación de información

Análisis de métodos de usabilidad para el diseño de producto

- Cuestionarios
- Medios de observación: videos, imágenes, fotografías
- Técnicas e instrumentos de recopilación y análisis de información: hojas de cálculo, softwares estadísticos, técnicas de multicriterio y multiatributo.

1.10 Esquema desarrollado para la de investigación

En esta sección se muestra un diagrama metodológico que se presenta en la figura 1 sobre el proceso en la que la investigación fue sometida desde el inicio donde se identifica la orientación del tema, búsqueda de información y análisis de esta, hasta el desarrollo, evaluación y presentación de la propuesta final. La cual es presentada por medio de una serie de 25 pasos; la información, resultados y análisis obtenidos son identificados e incorporados en el desglose del documento. De esta manera, por medio del diagrama el lector puede darse una orientación visual de la forma en que fue estructurada la investigación y cómo se ejecutó y cómo se llegó al objetivo planteado.

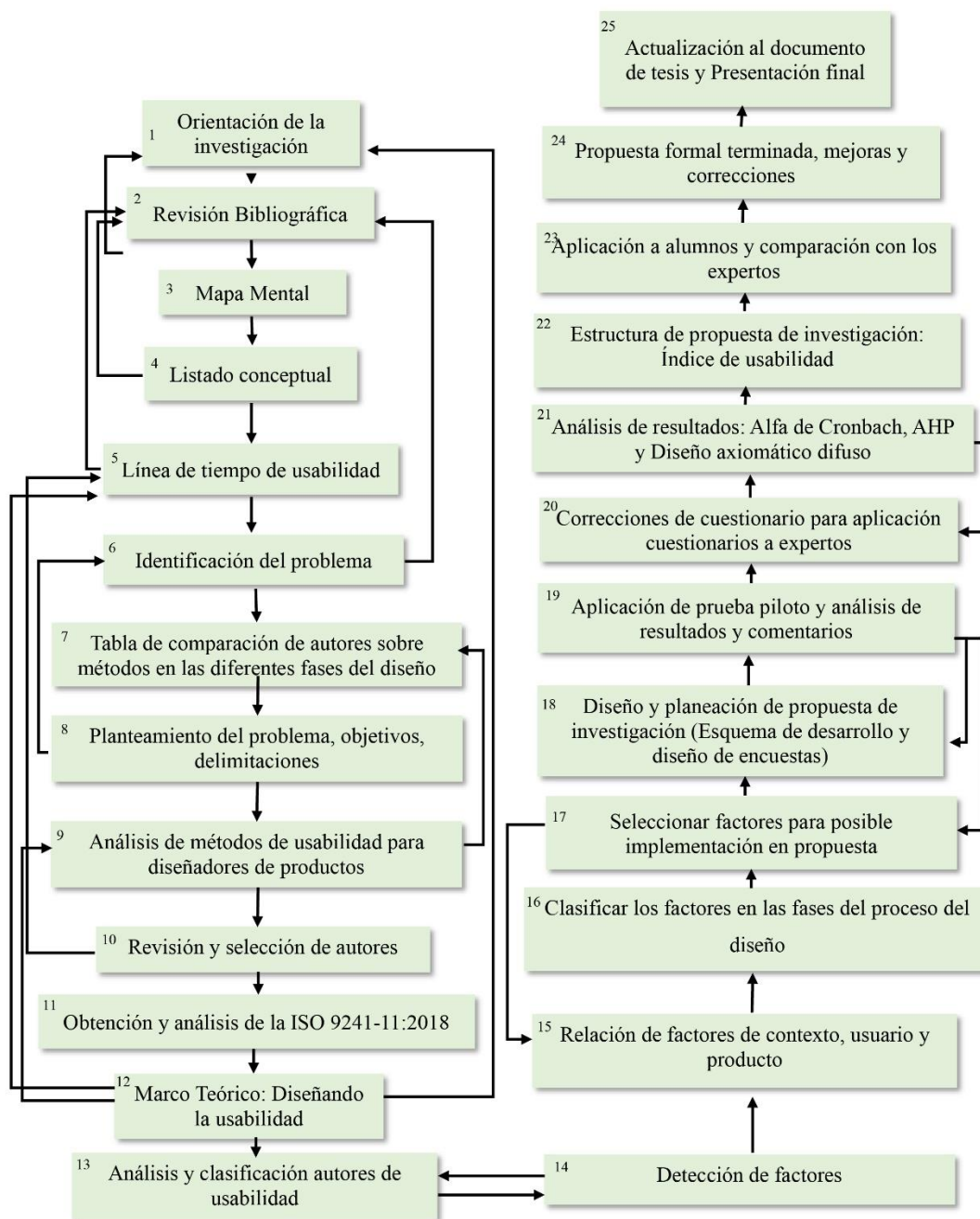


Figura 1. Esquema de investigación 2018-2021 (Elaboración propia)

Capítulo 2. Diseñando la usabilidad

En este capítulo se establecen conceptos, definiciones, componentes, principios y herramientas relacionadas con la usabilidad en el diseño de producto. Por lo tanto, su función es comprender, obtener factores de diseño que puedan ser aplicados tanto para el diseño y utilizar esta información para tomarla en cuenta en el desarrollo de una nueva propuesta metodológica; además, detectar y crear una conexión con principios, métodos, técnicas y herramientas de usabilidad que los autores proponen para ser incorporados en una nueva propuesta de diseño; de tal manera, determinar y describir el enfoque hacia donde la investigación se dirigirá.

2.1 Norma ISO 921-11:2018

En 1947 nació la Organización Internacional para la Estandarización (ISO). En la cual consiste en desarrollo de estándares, o, dicho de otra manera, normas que son acuerdos que contienen especificaciones, criterios, detalles y reglas técnicas que aseguran la adecuación y el propósito de los procesos, materiales o producto para que su uso y funcionamiento sean correctamente. Además de ser recomendaciones que se deben de tomar en cuenta durante el desarrollo de un propósito. La usabilidad (el tema primordial de esta investigación) ha sido introducida en estos estándares, el cual ha generado gran importancia para la creación de productos de calidad que proporcionen una experiencia positiva a las personas (Ortega, 2011).

Esta organización desarrolla la norma ISO 9241:11 con el nombre de: Ergonomía de la interacción humano-sistema. Parte 11: Usabilidad: definiciones y conceptos; su última revisión fue la del año 2018 y dice que el objetivo de diseñar y evaluar sistemas, productos y servicios para la usabilidad es poder permitir a los usuarios lograr sus objetivos al utilizarlos de una manera efectiva, eficiente y con satisfacción, teniendo en cuenta el contexto de uso; el significado de la usabilidad va más allá que solo la facilidad de uso es el resultado del grado del uso de un producto teniendo en cuenta diferentes factores como los es el contexto de uso, la experiencia del usuario, interacción, entre otros (ISO, 2018).

2.1.1 Definiciones de usabilidad

La normativa ISO 9241:11 define la usabilidad como la facilidad de uso y se refiere al grado de eficacia, eficiencia y satisfacción con la que los usuarios pueden lograr objetivos y actividades específicas, en un contexto de uso específico (ISO, 2018). El concepto de usabilidad no sólo puede ser definido como atributo de calidad de un producto, sino consecuentemente, como metodología de diseño y evaluación. En este sentido, se suele hablar de la usabilidad en un conjunto de procesos y

metodologías que aseguren empíricamente el cumplimiento de la funcionalidad, utilidad y uso requeridos para el producto (Hassan, Fernández & Iazza, 2004). La palabra "usabilidad" también se usa como un calificador para referirse al conocimiento del diseño, competencias, actividades y atributos de diseño que contribuyen a la usabilidad, como la experiencia en usabilidad, la usabilidad profesional, ingeniería de usabilidad, método de usabilidad, evaluación de usabilidad, heurística de usabilidad, los cuales se van a ir introduciendo durante el desarrollo de esta investigación, en la figura 2 se muestra un esquema para el mejor entendimiento del seguimiento sobre la usabilidad (ISO, 2018).

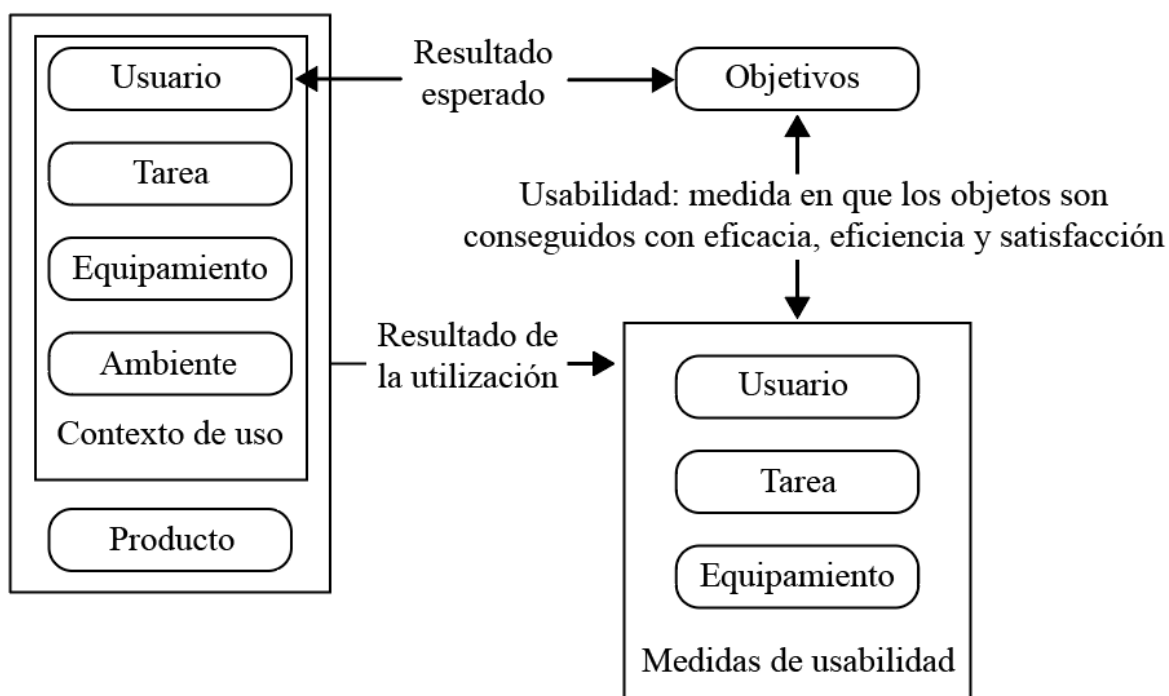


Figura 2. Esquema de usabilidad (ISO, 2018)

Para que un producto o servicio sea utilizable debe de contar con ciertas características (Rubin & Chisnell, 2008):

La utilidad se refiere al grado en que un producto permite a un usuario lograr sus objetivos y es una evaluación de la disposición del usuario para usar el producto. Sin ese factor y otras medidas no tienen sentido el producto.

La eficiencia es la rapidez con que se puede lograr con precisión el objetivo del usuario y debe ser completado en cierta medida de tiempo.

La efectividad se refiere a la medida en que el producto se comporta de la manera que los usuarios esperan y la facilidad con la que los usuarios pueden usarlo.

La capacidad de aprendizaje es parte de la efectividad y tiene que ver con la capacidad del usuario para operar el artefacto. También se refiere a la capacidad del usuario de volver a aprender del sistema después de un largo periodo inactivo.

La satisfacción se refiere a las percepciones, sentimientos y opiniones del usuario sobre el producto. Los usuarios tienen más probabilidades de tener un buen rendimiento en un producto que satisfaga sus necesidades y satisfacción a que un producto que no.

La accesibilidad se trata de tener acceso a los productos necesarios para lograr un objetivo. Hacer las cosas más útiles y accesibles es parte de la disciplina más amplia de diseño centrado en el usuario, que abarca una serie de métodos y técnicas. A su vez, también se relaciona con la experiencia del diseño.

2.1.2 Taxonomía de dimensiones de usabilidad

Taxonomía de dimensiones enfocada en la usabilidad aplicada en el diseño de producto para obtener una definición más completa sobre este término y como está conformado, por lo que a continuación se muestra una clasificación con diferentes enfoques de autores.

Dimensión Dependiente: La relación entre utilidad y usabilidad es de mutua dependencia. La relevancia de la utilidad es el grado en el que un usuario cree que el uso del producto mejorará su rendimiento, pero está conectada con la usabilidad; de tal modo de que la usabilidad no puede considerarse de forma aislada (Ortega, 2011).

Los usuarios no buscan usabilidad, buscan utilidad, entendida como el provecho, beneficio e interés que produce su uso (Jun et al., 2006). Estos términos generan mucha controversia, de manera que son significados un poco semejantes y por esta razón a continuación se presenta la tabla 1 de comparación para tener un panorama de que las diferencian. Lo que les motiva es la capacidad de lo que perciben del producto para resolver sus necesidades o deseos (Hassan, & Ortga, 2009).

Tabla 1. Usabilidad vs utilidad (Elaboración propia)

Usabilidad	Utilidad
Indica la facilidad de uso.	Indica que el sistema es útil
Puede ser medida y evaluada (Cuantitativa – Cualitativa)	Medida de satisfacción (Cualitativa)
Atributo de calidad	Beneficio e interés.
Permite diseño y rediseño	Mejoras para un rediseño
No muy percibida en el mercado	Motivo de mayores ventas

Dimensión Empírica: Se basa en la experimentación o la observación (evidencias). Y, ayuda a comprender y responder adecuadamente a la dinámica de las situaciones, al igual que proporcionar propuestas, opiniones u oportunidades en diferentes situaciones contextuales y construir sobre lo que realmente se conoce. Además, de estar conformada por un ciclo empírico que consiste en las siguientes etapas (Hassan, Ortga, 2009; Ortega, 2011):

Observación: Consiste en recoger y organizar los hechos empíricos para formar hipótesis.

Inducción: Es el proceso de formación de hipótesis.

Dedución: Deducir las consecuencias con los datos empíricos recién adquiridos.

Pruebas: Probar la hipótesis con nuevos datos empíricos.

Evaluación: Realizar la evaluación de los resultados de las pruebas.

En esta dimensión se toman en cuenta conceptos importantes sobre la usabilidad que deben ser aplicadas en el diseño de un producto, como son la utilidad, facilidad, satisfacción, calidad, eficacia y eficiencia del producto (RAE, 2018).

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

Eficacia: Capacidad de lograr el efecto que se desea o se espera.

Facilidad: Condiciones especiales que permiten lograr algo o alcanzar un fin con menor esfuerzo.

Satisfacción: Cumplimiento del deseo o del gusto, así mismo como la confianza y seguridad el ánimo.

La utilidad: Es una cualidad de ser útil; es un provecho, conveniencia, interés o fruto que se saca de algo.

Dimensión Relativa: Los productos que se diseñan y desarrollan serán usables si satisfacen las necesidades de una audiencia específica; por lo que la usabilidad no puede ser entendida como una cualidad universal. Por esa razón se tiene que tomar en cuenta los requerimientos, objetivos, el contexto de uso o las tareas que se vayan a desarrollar con el producto; todos estos aspectos que están relacionados con la interacción del producto-usuario-contexto de uso (Hassan & Ortga, 2009; Ortega, 2011).

Dimensión Ética: La ética nos habla de la parte de la filosofía que trata del bien y del fundamento de sus valores (RAE, 2018); el objetivo de un diseño usable es lograr que el producto satisfaga las necesidades de los usuarios al mismo tiempo mejorar su calidad de vida (Ortega, 2011).

Existen algunos principios éticos de la usabilidad para desarrollar un buen diseño con base a la moral del diseñador (Torres, 2006).

- Actúa en el mejor interés de todas las partes
- Sé honesto con todos
- No causes daño y si es posible proporciona beneficios
- Actúa con honradez
- Evita conflictos de intereses
- Respeta la privacidad, confidencialidad y anonimato
- Proporciona todos los datos resultantes

A relación de esto, el autor Dieter Rams establece principios en base al “Buen Diseño” que han tenido influencia a los diseñadores, en donde se plantea diez principios que hacen énfasis en la vinculación dinámica entre producto, en la usabilidad, consumo, ética y creación del diseño; y que son indispensable su aplicación en el desarrollo de diseño; además para que el usuario comprenda el diseño del producto (Morales, 2016). A continuación, se presentan estos 10 principios con una breve explicación de su aplicación (Palazuelos, 2015):

- **El buen diseño es innovador:** Innovar en el diseño debido a las oportunidades que brinda la tecnología.
- **El buen diseño hace a un producto útil:** El diseño debe ser práctico.
- **El buen diseño es estético:** Atractivo para el usuario
- **El buen diseño hace a un producto comprensible:** Expresar claramente su función mediante intuición.
- **El buen diseño es honesto:** Nunca intenta mentir sobre el verdadero valor e innovación del producto.
- **El buen diseño es discreto:** Todo producto y su diseño debe de ser neutro y sobrio.
- **El buen diseño tiene una larga vida:** Crear productos útiles y atemporales.
- **El buen diseño es consecuente en sus detalles:** Ha de ser cuidado y diseñado bajo la exhaustiva precisión de cada detalle.
- **El buen diseño respeta el medio ambiente:** Contribuir a la preservación del medio ambiente mediante la conservación de los recursos y la minimización de la contaminación física y visual durante el ciclo de vida del producto.
- **El buen diseño es diseño en su mínima expresión:** Menos, es más

Al revisando estos puntos, se observa que la práctica de la usabilidad requiere una actitud de empatía, pues será el usuario quien determine la calidad del diseño. De este modo, el diseñador es el responsable de evitar que los usuarios se vean discriminados al no poder acceder o comprender cómo usar el producto (Hassan & Ortga, 2009).

2.1.3 Ventajas y desventajas de usabilidad

La mayoría de los diseñadores no sabe cómo usan sus productos las personas con discapacidad y cierta gente se siente incómoda al utilizar el producto; pero, la evaluación de usabilidad puede ser una forma de cambiar estos aspectos y realizar modificaciones al diseño para que usuarios con diferentes tipos de capacidad puedan utilizar sin ningún problema su producto (Lawton, 2000). Esto viene siendo una consideración de las ventajas de implementar la usabilidad en el producto.

Las ventajas incluyen los siguientes puntos (Carreras, 2012; Esquivel, 2018; Hernández, 2019):

- Comunicación directa con el público objetivo.
- Debate sobre el producto puede ser resuelto; por medio de un análisis para saber cómo responden los usuarios.
- Problemas y problemas potenciales son resaltados antes del producto.
- Los usuarios son capaces de alcanzar sus metas, lo que da como resultado que el producto cumpla sus objetivos.
- Propone métricas para proporcionar evidencia objetiva de los logros.
- Se propone un proceso de evaluación que puede ser adaptado a usuarios, desarrolladores y evaluadores externos.
- Seguir una lista de principios obliga al investigador a identificar elementos de usabilidad fundamentales y enfocarse en corregirlos o mejorarlos.
- Se puede realizar la evaluación desde una etapa muy temprana (como puede ser en el inicio del proyecto cuando se trate de un rediseño). También durante otras fases del proceso del diseño como es la etapa de evaluación (una vez diseñados los primeros prototipos) o en etapa de lanzamiento (para diagnosticar elementos de usabilidad que no eran visibles en etapas previas).

Hay algunas desventajas que debe tenerse en cuenta (Carreras, 2012; Esquivel, 2018; Hernández, 2019):

- Algunas pruebas no son 100% representativas del escenario de la vida real.
- Algunas no proporcionan grandes muestras de comentarios que un cuestionario podría.
- El conjunto de métricas se proporciona para sub-características que a su vez engloban conceptos difícilmente medibles si no se descomponen en atributos

- Existe superposición de conceptos, al definir usabilidad como una característica de calidad interna-externa, y llamar calidad en uso a otras características también vinculadas a la usabilidad.
- El tener por separado varias normas que se aplican conjuntamente produce inconsistencias en los ciclos de vida de ambas dificultando su uso.
- La calidad en los resultados de evaluación depende de la capacidad y experiencia del investigador.
- A menudo, los problemas de usabilidad identificados en la evaluación no son críticos.

2.2 La usabilidad en el diseño de producto

El diseño de producto, o, dicho de otra manera, el diseño industrial se ocupa del proyecto, desde la ideación hasta la materialización de los productos de uso; también, toma en cuenta el proceso productivo, que es la manera de desarrollarlo. Desde una perspectiva filosófica el diseño de producto es creatividad condicionada con base al uso, la técnica y la forma que son parámetros permanentes y cambiantes según su ideación en el diseño (Blanco, 2007)

El diseño del producto es el proceso de desarrollar productos que sean de calidad para que la gente los use y satisfagan sus necesidades. Los productos están diseñados para facilitar su uso, así como, producir bienes y servicios. Existen varios aspectos que se deben de tomar en cuenta en el diseño de los productos, como son (Cushman y Rosenberg, 1991; Mital et al., 2014):

- El usuario generalmente no está entrenado.
- El usuario a menudo trabaja sin supervisión.
- El usuario es parte de una población diversa

El proceso de diseño y fabricación de productos de consumo está muy influenciado por las necesidades y demandas de los usuarios. A principios del siglo XX, los productos de consumo fueron diseñados principalmente para proporcionar funcionalidad. Pero más tarde, las características del producto, como la forma, el color, textura y la estética, comenzaron a tomarse en cuenta en los diseños. A pesar, de que se generaron productos atractivos para los usuarios por su variedad de características innovadoras, estos productos suelen ser difíciles de usar; por esta situación se generó mayor importancia en la evaluación de usabilidad en los productos, para que no solo sea atractivo sino también funcional (Mital, Desai, Subramanian, & Mital, 2014; Ulrich & Eppinger, 2012): El diseño y desarrollo de productos juega un papel muy importante, ya que es el promotor de la innovación para la creación de un nuevo producto, sin embargo, se tiene que tomar en cuenta las

expectativas y necesidades de los usuarios. La creación de un nuevo producto para el mercado en gran parte de los casos tiende a cubrir o solucionar algún tipo de necesidad y/o problemática en la que se encuentre el usuario (Martínez et al., 2017).

2.3 Heurísticas de usabilidad

La palabra ‘heurística’ forma parte del día a día de los expertos en Experiencia de Usuario. Su origen es griego y significa, literalmente, “hallar, inventar”. Pero cuando utilizamos la palabra heurística, en realidad, nos estamos refiriendo a la acepción de Herbert A. Simon, que hace referencia a las técnicas que aplican las personas para resolver problemas (Esquivel, 2018).

La técnica de evaluación heurística fue introducida por primera vez en 1990 por los expertos en usabilidad Jakob Nielsen y Rolf Molich en el artículo *“Heuristic Evaluation of User Interfaces”*. De hecho, existen multitud de principios heurísticos como las ocho reglas de oro de Ben Shneiderman o los principios presentados por Deborah Mayhew en su libro *“The Usability Engineering Lifecycle”* (1999) pero, sin duda, los más conocidos son los 10 principios heurísticos de Nielsen. En su lista de principios pone de manifiesto la importancia de una buena gestión en los errores, proporcionar una consistencia a través de todo el sistema siguiendo convenciones ya establecidas o facilitar el control por parte del usuario, entre otros (Hernández, 2019).

A continuación, se presenta los 10 principios de Nielsen sobre las heurísticas en la usabilidad, útiles para evaluar un producto, servicio o sistema (Helander, 2006):

- Visibilidad: mantiene informado al usuario de lo que está pasando.
- Relación con el sistema y la realidad: utiliza el lenguaje del usuario que se dirige y organiza la información en un orden natural y lógico.
- Control y libertad: ofrece funciones de rehacer y deshacer, las cuales, permiten al usuario tener el control de sus interacciones con libertad.
- Consistencia y estándares: establecer reglas, situaciones, acciones lógicas y mantenerlas siempre.
- Prevención de errores: mensajes de errores para prevenir problemas.
- Reconocimiento en lugar de recordar: hacer objetos, acciones y opciones visibles para no recordar la información.

- Flexibilidad y eficiencia en el uso: permite que el sistema pueda adaptarse a los usuarios frecuentes. De tal manera que, diseña la realización de tareas avanzadas de manera fluida y eficiente.
- Diseño estético y minimalista: muestra sólo lo necesario y relevante en cada situación.
- Ayuda al usuario a reconocer, diagnosticar y recuperarse de los errores: indica el problema concreto que está ocurriendo y sugiere soluciones constructivas.
- Ayuda y documentación: la información de ayuda debe ser breve, concisa, fácil de buscar y enfocada a las tareas del usuario.

2.4 Interacción

El diseño es un proceso interactivo donde las necesidades y capacidades de los usuarios son los factores principales que determinan el proceso del diseño (Cañas & Waerns, 2001). Por otro lado, la IxDA (*Interaction Design Association*) dice que: “El diseño de interacción define la estructura y el comportamiento de sistemas interactivos. Los diseñadores buscan crear relaciones significativas entre las personas, su ambiente y los productos” (IxDA, 2005). El diseño de interacción, así como la usabilidad y otras disciplinas, nos ayudan a planear para ofrecer una buena experiencia del usuario (Cantú, 2017).

Buchanan define el diseño de interacción como los seres humanos se relacionan con otros seres humanos a través de la influencia mediadora de los productos. Aparte de objetos físicos son experiencias, actividades o servicios, que están integrados en una nueva comprensión de lo que es o podría ser un producto. Esta definición proporciona la base de la interacción en el diseño, que evolucionó a partir de los intereses en el impacto del artefacto u objeto en la interacción social dentro y a través del uso (Niedderer, 2007).

2.4.1 Interacción Gestalt y la estética de la interacción.

La interacción tiene dos elementos los cuales se hacen llamar Interacción Gestalt y la estética de la interacción. La estética de la interacción es aparte de enfocarse en las apariencias visuales de un artefacto también toma en cuenta la experiencia holística de su uso, comprende la relación entre las percepciones de estética y usabilidad de los usuarios; por otro lado, la interacción Gestalt es una composición de cualidades la cuales crean un concepto, configuración o patrón unificada de manera que evoque las experiencias del usuario. Esta interacción es dinámica y también tiene sus atributos que se pueden usar para dar forma, descripción y analizar la interacción (Lim, Stolterman, Jung, & Donaldson, 2007).

2.4.2 Tipos de Interacción.

La interacción puede ser establecida por tres tipologías, en donde se toma en cuenta la importancia de los usuarios, relación entre los mensajes y la estructura que adoptan, aquí se presentan según su evolución cronológica (Puyuelo, et al. 2011).

Según el nivel de control sobre la estructura y el contenido:

- Reactiva: donde el usuario tiene poco control de la estructura de los contenidos.
- Coactiva: proporciona el control de secuencia, el ritmo y estilo.
- Proactiva: se controla tanto la estructura como el contenido.

Según la relación entre los mensajes:

- No interactiva: Un mensaje no se relaciona con otro previo.
- Reactiva: Un mensaje se relaciona sólo con el anterior.
- Interactiva: Un mensaje se relaciona con el anterior y con los precedentes.

Según los usuarios:

- Interacción usuario-máquina: la máquina/objeto debe responder a las acciones del usuario.
- Interacción usuario-usuario: comunicación entre personas.
- Interacción usuario-mensaje: habilidad del usuario en modificar mensajes.

Interactividad implica considerar estos tres ámbitos y combina el grado en el que el usuario consigue influir y modificar cada uno de estos aspectos (Puyuelo Cazorla et al., 2011)

2.5 Experiencia del usuario

Arhippainen y Tähti definen la experiencia del usuario como la experiencia que obtiene el usuario cuando interactúa con un producto en condiciones particulares (Arhippainen & Tahti, 2003). También la define como las emociones y expectativas del usuario y su relación con otras personas y el contexto de uso (Arhippainen, 2003). Knapp la define como un conjunto de ideas, sensaciones y valoraciones del usuario en la interacción con un producto; especificando los elementos que la componen y qué factores intervienen en la interacción (Knapp, 2003). Además, de que están conformados por elementos y/o factores que se van generando cuando el usuario interactúa con un producto o servicio, el cual da resultados de cómo las personas le dan sentido al objeto ya sea una percepción negativa o positiva. Existen algunos modelos para entender y para medir la experiencia

del usuario, los cuales están relacionados con: interacciones del producto, el significado que uno le da, las emociones, experiencias previas, la cultura, la sociedad, la estética, los objetivos que debe cumplir, como cumple los objetivos el artefacto, etc. Todos estos factores están relacionados con causas que generan alguna experiencia al usuario (Ortíz, 2018).

2.5.1 Escenario de experiencia del usuario

Ortíz y Aurisicchio proponen un escenario sobre la experiencia del usuario (UX) para una visualización resumida de este concepto; en donde, incluyen cuatro elementos, a saber, el usuario, el artefacto, la interacción y el contexto, estos elementos definen UX, como se muestra en la figura 3. Cada uno de los cuatro elementos se caracteriza por un conjunto de subelementos, por ejemplo, en el elemento del contexto se distingue en físico, social, situacional, cultural y temporal. También se enfoca sobre los procesos que están relacionados con la experiencia en diferentes puntos de vista, como: el proceso subjetivo, holístico, consciente, emocional y dinámico. Este modelo habla sobre el usuario y los factores involucrados con él, como son los valores, necesidades, emociones, personalidad, entre otras; también, muestra las funciones involucradas del artefacto que son técnicas, sociales y estéticas. Además, que la relación que existe entre la interacción ya sea física o no física en un contexto físico, social, situacional, cultural, temporal (Ortíz & Aurisicchio, 2011).

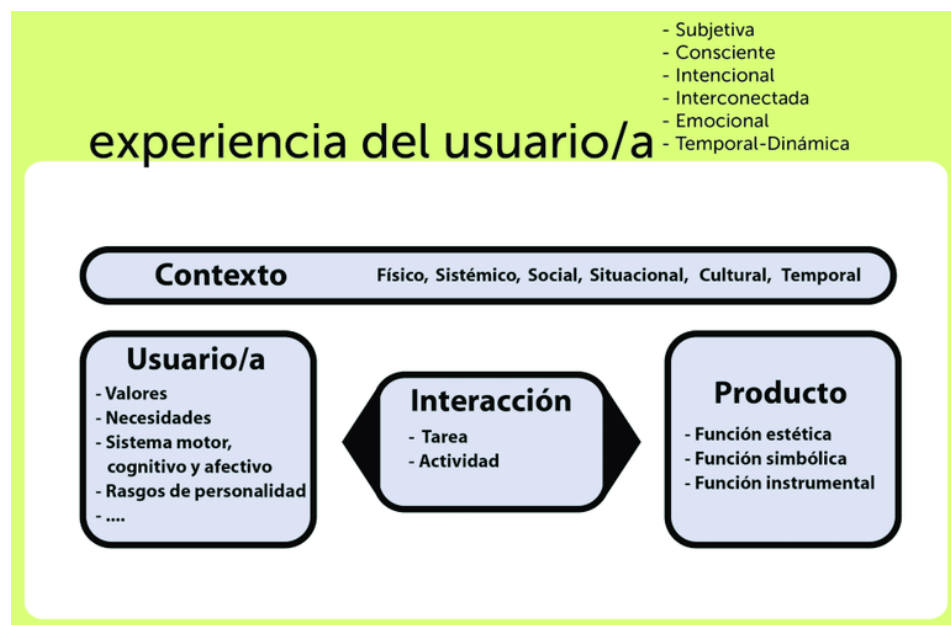


Figura 3. Escenario de la experiencia del usuario (Ortíz & Aurisicchio, 2011)

2.6 Contexto de uso

El contexto de uso comprende una combinación de los usuarios, objetivos, tareas, recursos, en entornos técnicos, físicos, sociales y culturales en los que se utiliza un producto. Además, que en el contexto de uso se pueden incluir las interacciones e interdependencias entre el producto de interés y otros productos. Por lo tanto, es importante identificar las características relevantes y su variabilidad de este. Ya que, las diferencias entre los contextos de uso pueden dar como resultado una usabilidad diferente para el mismo producto en cada contexto de uso diferente. Es importante identificar los contextos específicos para los que se está considerando el diseño del producto, porque, las características o especificaciones podrían afectar la usabilidad. Por otro lado, el contexto de uso se puede evolucionar durante el proceso de interacción (ISO, 2018).

Un contexto cambiante afecta directamente a las capacidades de los usuarios, por lo que nos obliga a adaptar el producto al contexto y modificar las reglas que se habían establecido desde un inicio al diseñar un producto, de esta manera el diseño redefine el contexto de uso y logra un mayor acercamiento a las necesidades de los usuarios (Ortega, 2011).

Ortíz propone una descomposición sobre el contexto e identifica ocho estructuras del contexto que son utilizados para proveer una guía a los diseñadores que quieren investigar a profundidad este concepto, la ocho estructuras son las siguientes (Ortiz, 2018):

- Física: incluye al espacio, atmósfera y lugar en donde ocurre la interacción con el objeto.
- Sistémica: considera el conjunto interconectado de elementos que está organizado coherentemente para lograr algo, en el caso de los artefactos generalmente el logro está asociado a la función instrumental.
- Social: Esta estructura es muy concreta, incluye todo lo relativo a estar solo o acompañado.
- Cultural: las personas comparten convenciones de la comunidad a la que pertenecen, tales como lenguaje, valores, normas e incluso emociones, este tipo de convenciones son consideradas en esta estructura.
- Situacional: incluye el conjunto de factores o circunstancias que afectan a alguien o algo en un determinado momento.
- Temporal. Considera como la experiencia del usuario se desarrolla a través del tiempo, lo cual puede incluir al menos tres momentos clave: el primer contacto que tiene la persona con el objeto, el uso cotidiano que le da y los recuerdos que se tienen de este.
- Económica: considera el costo de un servicio o producto y cómo influye en las expectativas de las personas

- Política: reconoce que las personas se involucran en actividades ciudadanas al participar en asuntos públicos, por ejemplo, a través de la protesta o al ejercer un derecho ciudadano.

2.7 Procesos cognitivos

Los procesos cognitivos son los procesos mentales que nos permiten llevar a cabo cualquier tarea, lo cual permite que las personas se desenvuelvan en el entorno donde se encuentran. Pero para esto, es indispensable la percepción de la persona, ya que su mente tiene que estar activa y ante de lo que pasa a su alrededor, para procesar la información que se va recibiendo, para recordarla, almacenarla, transformarla, analizarla, utilizarla, entre otros; según el objetivo o la actividad que se quiera realizar (Lupón et al., 2012).

2.7.1 Percepción

Helander en sus investigaciones sobre el proceso cognitivo, habla de que la psicología y la ciencia cognitiva que son elementos importantes para el diseño de visualización de información, ya que estos dos elementos se pueden percibir de diferentes maneras según su ciencia para generar información, sistemas, productos, servicios, interfaces, etc. para que el usuario tenga una facilidad en la comprensión e interacción del artefacto. Helander hace mención en algunos métodos para la toma de decisión y eficiencia en los diseños, que son (Helander, 2006):

Tiempo de reacción humana y la ley de Hick, la cual habla de que entre menos opciones el usuario procesa la información más rápido y la decisión es fácil a lo contrario de tener más opciones para decidir.

Teoría de la información, es como un circuito donde entra la información y va pasando desde el transmisor al receptor, esta teoría está basada en la probabilidad y estadística porque depende de que el estímulo lleve la información relevante.

El procesamiento de la información humana está basado en la cognición y como fue mencionado anteriormente es de cómo las personas perciben su entorno a través de la vista y el oído, este procesamiento cuenta con dos tipos de memoria que es la memoria de largo plazo que cuenta con un tiempo indefinido y almacena información y la memoria corta o de trabajo la cual tiene un tiempo estimado de 7 segundos, Miller dice que el tiempo máximo es de 20 segundos. Este dato es muy importante, ya que varios autores dicen tiempo diferente y más adelante se hace mención (1956).

- Las Heurísticas permiten decisiones rápidas, sencillas y precisas, por lo que genera menos carga para la memoria de trabajo. Las heurísticas con técnicas, estrategias, criterios, métodos para aumentar el conocimiento y permiten resolver problemas a través de la creatividad.

- De la toma de decisiones formal a la toma de decisiones naturalistas, la formal es la que busca y procesa la información para una solución óptima, base a metas y factores que nos rodea y la naturalista es como la persona toma las decisiones.
- El Modelo de Rasmussen está basado en las habilidades, reglas y conocimiento para el procesamiento de información y llegar a una toma de decisión.
- Los golfos de ejecución de Norman hablan sobre la interacción hombre-computadora, enfocado en el diseño de sistemas.
- La toma de decisión preparada para el reconocimiento habla de que se reconoce la situación y se utiliza acciones estandarizadas. Este método habla sobre dos cognitivas: micro-Cognitivo: situación psicológica, buscando los problemas, atención, seleccionar acciones entre opiniones y estimados y macro-Cognitivo: Situaciones de la vida real; planear y reimplantar, detectar el problema, construir cursos de acción, reconocer situaciones.
- Conciencia de la situación, este método como su nombre lo dice es de que uno tiene que estar consciente para percibir elementos de la situación, comprender la situación, realizar una proyección futura y predecir lo que sucedería, para ayudar a entender que va a pasar.

Por otro lado, Bridger habla sobre los procesos cognitivos y la información que presenta hace un complemento con Helander, por lo que explica un poco más sobre el tema y hace mención algunos autores que han trabajado con los procesos cognitivos como Preece que dice que se necesita un modelo de procesos cognitivos y comportamientos cognitivos del usuario para entender o generar conocimiento de lo que se puede o no hacer según el problema que se presenta y Reason que dice que el uso de heurísticas sirve para simplificar la carga de procesamiento de la información. Uno de los conceptos que se presentan son la sensación la cual produce estímulos y estos estímulos generan la percepción la cual se construye ya una atención al entorno donde se percibió esa sensación. Bridger hace aquí mención de tres sentidos: Vista, Oído y Tacto a comparación de Helander que solo con la vista y el oído se percibe. Para lo sensorial y la percepción se basa en cuanto al reconocimiento, formas, color, entorno, tener la sensación de "algo está ahí", diferencias de brillo, movimiento, impulsos nerviosos, entre otros; y se va generando el procesamiento de información. Otro concepto es la codificación, la cual solo una parte de la información procesada que llega a los sentidos entra a la conciencia y la almacena en la memoria. Otra diferencia es que Bridger dice que la memoria de corto plazo retiene la información por 18 segundos y que la información desaparece y se deja de pensar en ella. Uno debe tener la capacidad de mantener la atención durante largo tiempo y generar interés para poder almacenar la información (Bridger, 2008).

Lupón, Torrents y Quevedo dividen los procesos cognitivos en dos que son: los básicos los cuales están conformados por la atención, memoria y aprendizaje y por otro lado están los complejos que son el lenguaje, pensamiento e inteligencia. Sin embargo, solo se enfocan en los básicos, los cuales son como pasos a seguir, por ejemplo: se tiene un aparato y se le presta atención para ver cómo funciona, la información obtenida se almacena en la memoria y al momento de interactuar con él se va aprendiendo del aparato y su funcionamiento. Las autoras hacen mención de que la percepción es un elemento fundamental para los procesos cognitivos y generan una serie de clasificación sobre la percepción en base de cómo percibimos según los elementos que estamos viendo y como están presentados, por ejemplo: si se ve un elefante y un perro enfrente la persona percibe que están del mismo tamaño pero está consciente que el elefante está más grande por el hecho que la información almacenada en la memoria de largo plazo nos dice o nos hace ver realmente cómo están los animales en esta ocasión. La memoria de corto plazo, aquí nos dice que mantiene la información entre 15 y 30 segundos. También nos habla de tres memorias que son las que ya conocemos memoria de corto plazo, memoria de largo plazo y la memoria sensorial, está almacena las sensaciones a través de la visión, oído, tacto, gusto durante un periodo muy breve (250ms) y puede desaparecer o ser transfería a la memoria de corto plazo (Lupón et al., 2012), En el anexo A se muestra un mapa mental por elaboración propia de la relación sobre los procesos cognitivos y la percepción de la que hablan Lupón, Torrents y Quevedo en su investigación.

2.8 Métodos y técnicas de usabilidad

Como inicio de esta sección, lo primordial, es definir estos términos para aclarar las diferencias de uno con el otro. Un método es una serie o conjunto de pasos ordenados y sistematizados que tienen como fin llegar a la obtención del conocimiento; y una técnica es el conjunto de habilidades, reglas y operaciones para el manejo de los instrumentos que auxilian al individuo en la aplicación de métodos (Sierra & Silva, 2013).

2.8.1 Métodos

Existen varias propuestas de métodos para la usabilidad, los cuales utilizan determinados medios y técnicas con la finalidad de medir diferentes aspectos relacionados. La selección de un método depende de múltiples factores. En la figura 4 se muestra un mapa conceptual donde se clasifican los métodos de usabilidad junto a sus técnicas y según para qué pueden ser implementados (Perurena & Moraguez, 2013)

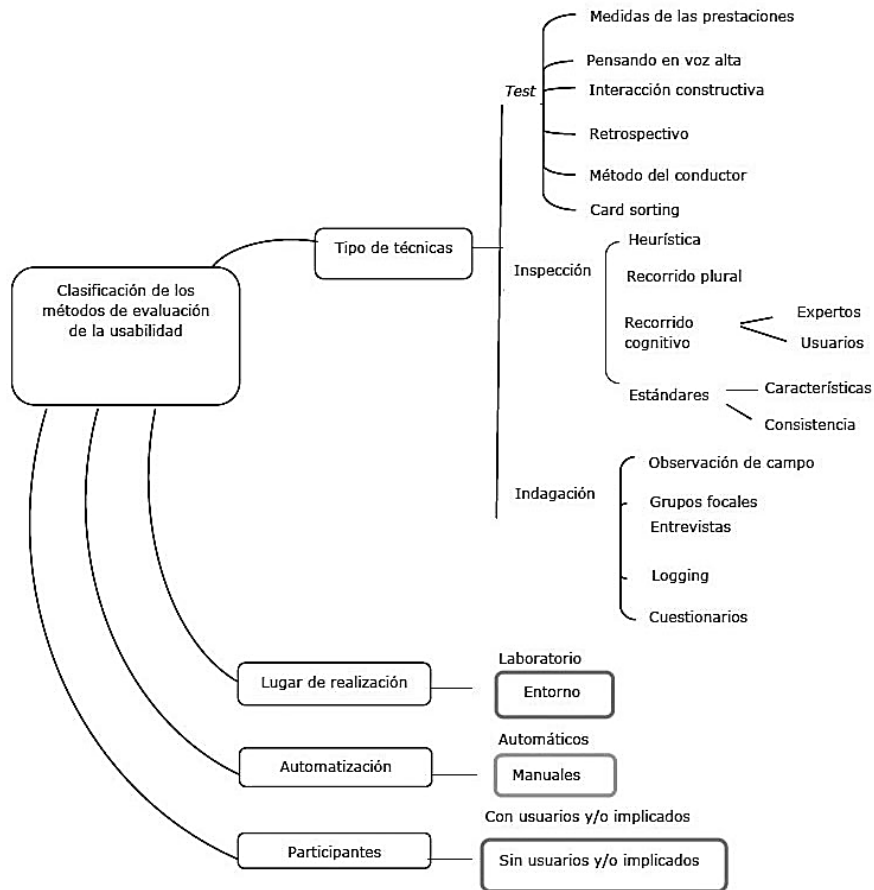


Figura 4. Mapa conceptual sobre la clasificación de métodos (Perurena & Moraguez, 2013)

En donde:

Los métodos de inspección: son una técnica que emplea el trabajo de expertos (evaluadores en usabilidad o asesores con experiencia en diseño de interfaces persona-ordenador) para inspeccionar aspectos de la interfaz del sistema relacionados con la usabilidad y la accesibilidad que esta ofrece a sus usuarios. Puede aplicarse en una interfaz, en un prototipo.

Los métodos de indagación: consisten en hablar con los usuarios y observarlos detenidamente usando el sistema en trabajo y tiempo real y obteniendo respuestas a preguntas formuladas verbalmente o por escrito.

Test: Los usuarios trabajan en tareas concretas utilizando el artefacto y los evaluadores utilizan los resultados para ver cómo la interfaz de usuario da soporte a estos con sus tareas.

Por otro lado, el Centro de Estudios de la Economía Digital de la CCS propone tres conceptos básicos sobre cómo medir y trabajar estos algunos métodos de usabilidad, que son los siguientes (CCS, 2009):

- En un test de usabilidad el usuario conversa con el entrevistador, entiende qué tiene que hacer, recibe una serie de tareas que debe ejecutar en el sitio, comenta sus impresiones, responde a preguntas verbales y rellena un cuestionario.
- La experiencia de usuario no es más que el conjunto de percepciones, sentimientos y comportamiento de un individuo frente a un sistema determinado. Es decir, todo lo que sucede y le sucede cuando está frente a un sitio web. Esta experiencia es clave para atraer y fidelizar a su público.
- Un test de usabilidad puede ser extremadamente útil cuando se quiere mejorar un sitio ya existente. Es decir, hacer un test para saber en qué se está fallando y sobre la base de los resultados, planificar un proceso de rediseño.

2.8.2 Técnicas

También existen variedad de técnicas y están clasificadas de la siguiente manera:

- Las técnicas de interrogación: conformada por preguntas de prueba al usuario y después de realizar tareas representativas del producto. La idea de estas técnicas es captar información subjetiva acerca del producto que se está evaluando. Este tipo de técnicas se pueden realizar mediante cuestionarios y/o entrevistas. Una de las ventajas es su simplicidad y bajo costo de aplicación, además de lograr capturar la opinión del usuario. También ofrece información complementaria en cuanto a lo que se pretende evaluar. Su desventaja es que los datos obtenidos son subjetivos y pueden ser poco fiables (López, 2012).
- Técnicas de observación: es la captación inmediata del objeto, la situación y las relaciones que se establecen. Cuando la observación se define como la recolección de información en forma sistemática, válida y confiable, asumimos que la intencionalidad es científica. Entonces, necesita ser plasmada en registros que contengan criterios claros para, posteriormente, poder procesarla. La observación como técnica puede tender a la subjetividad, por lo que requiere de mayor tiempo y esfuerzo para la construcción de instrumentos de registro (Santilla, 2011).
- Técnica entrevista: la entrevista permite el contacto personal con el otro. Mediante ella se puede recoger información a través de preguntas sobre determinados aspectos (conocimientos, creencias, intereses, etc.), que se quiere conocer con fines evaluativos de acuerdo con diversos propósitos. La entrevista estructurada es la más usada y responde a un plan previo (Santilla, 2011).
 - Intencionalidad de la entrevista
 - Preguntas pertinentes

- Formulación de una pregunta a la vez y no varias
- Preguntas claras y breves
- Clima afectivo y positivo
- Capacidad de escuchar con empatía
- Registro de la información pertinente
- Técnicas de prueba: esta técnica de evaluación es muy útil e importante para el maestro puesto que permite recoger información de las destrezas cognitivas (Santilla, 2011).

2.9 Desarrollo de metodologías

Una metodología es el estudio de los métodos, su desarrollo, su explicación y su justificación, con la finalidad de comprender el proceso de investigación y no los resultados de esta (Maya, 2014). Para Sierra y Silva es un proceso ordenado por medio del cual se busca llegar a un resultado, por esta razón, es requerida la jerarquización de las herramientas, técnicas y operaciones en el proceso de una investigación (2013).

Existe una gran variedad de metodologías para implementar en el proceso del diseño, pero lo importante es la selección correcta de qué metodología utilizar, y para esto necesita reconocer la percepción del mercado respecto en la idea y funcionalidad del producto; de esta manera, determinar las bases para realizar una recolección de expectativas y necesidades del cliente para iniciar con un análisis y determinar cuál sería la más adecuada con respecto a proceso de creación de un producto, cada metodología sirve de alguna forma para que el producto final esté en las condiciones de complacer las necesidades y expectativas de lo que se quiere alcanzar (Martínez et al., 2017).

La aportación de la metodología se orienta por el lado de incursionar la eficiencia de los métodos cuando se aplican en el trabajo de investigación, los revisa, analiza y verifica para corroborar que tienen propiedades confiables cuando se aplican para el desarrollo de producto. Si los métodos de una metodología por cuanto al diseño y el sentido no cumplen con su eficacia, significa que hay errores de concepción y contenido. Esto significa, que tienen límites cognitivos y empíricos, lo cual, impide que sean confiables para el desarrollo del producto. Asimismo, se debe de tomar en cuenta otros elementos en la evaluación de la metodología sobre los métodos, que vendrían siendo (Aguilera, 2013):

- Su sustentación teórica y empírica.
- El rigor y la calidad para generar conocimiento.
- Su grado de coherencia o incoherencia.

- La certeza de sus leyes, axiomas y teoremas.
- El grado de correspondencia en que a través de estos se enlazan el pensamiento y la realidad, pasando de la totalidad de los fenómenos al análisis de los casos que se estudian, observan y analizan para formular los argumentos que son el producto final de la investigación.
- El modo en que ordenan el trabajo experimental, heurístico y la contrastación de las hipótesis.
- El modo en que el conocimiento producido supera con eficacia las pruebas y evidencias que se producen con el fin de sustentar el conocimiento fáctico.

El desarrollo de las metodologías se ha visto influenciado por las necesidades del diseñador, haciendo que sean adaptadas al proceso de diseño y sus resultados adoptados de acuerdo con el enfoque del proyecto (Sierra & Silva, 2013).

2.10 Análisis sobre índices de usabilidad

El índice de usabilidad es una medida, expresada como un porcentaje que coincide con las características de un producto y con las pautas de usabilidad (Oztekin, Nikov, Zaim, & Riza, 2006)

A continuación, se presentan la selección de tres investigaciones donde proponen un procedimiento para medir el índice de usabilidad ya sea de un producto o servicio; la selección de los siguientes casos de investigación es para obtener información e indicios sobre la estructuración de un índice de usabilidad que puedan ser funcionales o como guía para una nueva propuesta.

- Caso 1: Hernández, J.L, Hernández, O., M.C. y García, J.L. (2009). **Usabilidad de producto**. Universidad Autónoma de Cd. Juárez.
- Caso 2: Silva P., A.J. (2015). **La usabilidad del sitio web** de un destino turístico y sus efectos en la demanda: una aproximación a un índice de satisfacción digital turística (ISDDT). Tesis Doctoral, Universidad de Extremadura, España.
- Caso 3: Nikow, A., Zaim, S. & Oztekin, A. (2006). **Usability evaluation of web services** by structural equation modeling. Mathematics and its Applications, University of West Indies, 16, 46.

En la tabla 2 se muestran los factores utilizados en cada investigación para tener una referencia accesible y directa sobre qué factores utilizó cada autor.

Tabla 2. Factores aplicados en el índice de usabilidad (Elaboración propia)

Factores de índice de usabilidad		
Caso 1	Caso 2	Caso 3
Satisfacción	Satisfacción	Satisfacción
Eficiencia	Eficiente	Eficiencia
Accesibilidad	Accesibilidad	Accesibilidad
Detección de errores	Detección de errores	Fiabilidad
Cuantitativas	Navegación	Navegación
Cualitativas	Contenido	Calidad de la información
Comodidad	Uso	Integración de la comunicación
Tiempo	Imagen	Garantía
Tamaño	Emoción	Capacidad de respuesta
	Medidas ergonómicas	Sensibilidad
	Calidad	Efectividad
	Atractivo	Controlabilidad
	Información clara	
	Gustos	
	Marca	
	Facilidad de uso	
	Lealtad	
	Publicidad	

El objetivo de estos análisis es obtener puntos de partida para el desarrollo de un índice propio obteniendo información sobre cómo se desarrolló para obtener la propuesta planteada, asimismo, qué elementos (ecuaciones, programas, técnicas, datos entre otros) utilizaron para obtener resultados sobre el índice de usabilidad y que puedan ser implementados en una nueva propuesta.

2.10.1 Caso 1: Desarrollo de índice de usabilidad en productos

Hernández, J.L, Hernández, O., M.C. y García, J.L. (2009). Usabilidad. Universidad Autónoma de Cd. Juárez.

Consiste en una herramienta para medir el índice de usabilidad, la cual, está seccionada en cuatro partes:

Parte 1: Donde se evalúan las variables cuantitativas y se obtiene la suma de calificaciones cuantitativas

La tabla 3 presenta el formato para el análisis de las variables cuantitativas. A continuación se describe la información que debe ser colocada en cada columna (el evaluador, especifica según lo que quiere evaluar).

Columna 1. Lista de actividades que realizará el usuario

Columna 2. Unidad de medición para cada actividad

Columna 3. Intervalo para calificación

Columna 4. Calificación otorgada en el rango de 0 a 10.

Tabla 3. Ejemplo de formato para el cálculo del índice de las variables cuantitativas

Variables cuantitativas			
Columna 1	Columna 2	Columna 3	Columna 4
Actividad	Unidad de medición	Intervalo	Calificación
E.j. Escritura de un mensaje de texto de 150 caracteres	110 segundos	< 30 seg. Buena. 10 31-50 seg. Regular. 5 > 51 seg. Mala. 0	0
2			
Na= número de actividades			
Suma de calificaciones cuantitativas (SCCn)			

Parte 2. Donde se evaluarán las variables cualitativas y se suma de calificaciones cualitativas.

La tabla 4 presenta el formato para el análisis de las variables cualitativas. A continuación se describe la información que debe ser colocada en cada columna

Columna 5. Lista de criterios a evaluar

Columna 6. Valoración otorgada por el usuario

Columna 7. Intervalo para calificación

Columna 8. Calificación otorgada en el rango de 0 a 10.

Tabla 4. Ejemplo de formato para el cálculo del índice de las variables cualitativas

Variables cualitativas			
Columna 5	Columna 6	Columna 6	Columna 8
Criterios	Valoración	Intervalo	Calificación
E.j. Accesibilidad al menú	Malo	0. Malo 5. Regular 10. Bueno	0
2			
Nc = número de criterios			
Suma de calificaciones cualitativas (SCCI)			

Parte 3. Donde se obtiene el cálculo de errores al realizar la actividad y se obtiene la suma de calificaciones de los errores.

La tabla 5 presenta el formato para el análisis de los errores. A continuación se describe la información que debe ser colocada en cada columna.

Columna 9. Lista de errores a evaluar

Columna 10. Unidad de medición para cada error

Columna 11. Intervalo

Columna 12. Calificación otorgada en el rango de 0 a10.

Tabla 5. Ejemplo de formato para el cálculo del índice de los errores

Variables cualitativas			
Columna 9	Columna 10	Columna 11	Columna 12
Tipo de Error	Unidad de medición	Intervalo	Calificación
1. E.j. Elegir botón erróneo	Mayor	0= critico 5= mayor 10= menor	5
2.			
Ne = número de errores			
Suma de calificaciones de los errores (SCE)			

Parte 4. Para determinar el índice de usabilidad (IU), se suman las tres partes anteriores que son las calificaciones cuantitativas, cualitativas y los errores y se dividen entre la suma de actividades, criterios y errores y este resultado se multiplica por 100 para, de acuerdo con la ecuación 1.

$$IU = \left(\frac{\Sigma(SCCn + SCCI + SCE)}{\Sigma(Na + Nc + Ne) \cdot 10} \right) \cdot 100$$

Ecuación 1

Una vez que se ha determinado el índice de usabilidad (IU), es necesario interpretarlo. De acuerdo con la propuesta realizada por Quiñones (2001), el índice se puede clasificar de acuerdo con los valores mostrados en la tabla 6.

Tabla 6. Interpretación del índice de usabilidad

Valor obtenido	Nivel de usabilidad
76% a 100%	Muy buena
51% a 75%	Buena
26% a 50%	Regular
0 a 25%	Mala

2.10.2 Caso 2: Desarrollo de índice de usabilidad para sitios web turísticos

Silva P., A.J. (2015). La usabilidad del sitio web de un destino turístico y sus efectos en la demanda: una aproximación a un índice de satisfacción digital turística (ISDDT). Tesis Doctoral, Universidad de Extremadura, España.

Para el desarrollo de esta investigación se realizó el seguimiento de los siguientes puntos:

En donde primero se detectaron los criterio y factores por autores el cual especifican los que van a ser la base para el modelo propuesto como se presenta en la figura 5 que son la facilidad de uso, hecho para un usuario promedio, el contenido, la emoción, la navegación y accesibilidad.

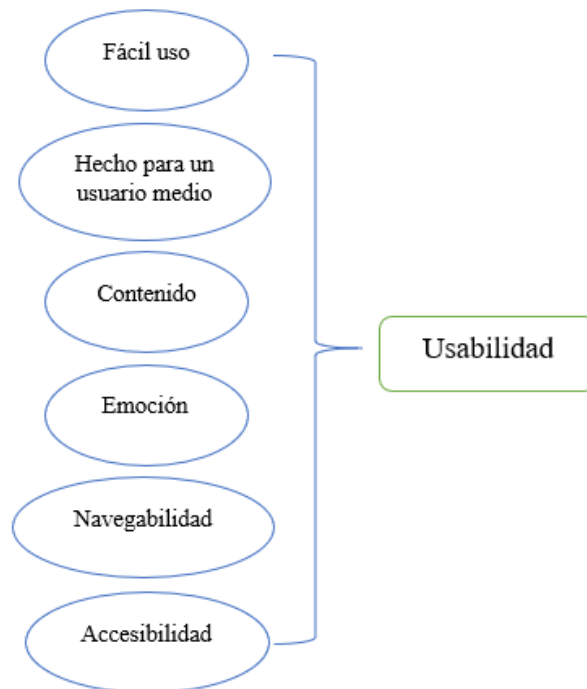


Figura 5. Modelo de evaluación de usabilidad (Silva, 2015)

Este investigador dice que el aspecto más relevante abordado en su investigación es encontrar una relación entre el rendimiento de un sitio web y la demanda turística de un destino, como se presenta en la figura 6 que es un diagrama propuesto por el autor. Como objetivo de hacer una contribución para que mejore el diseño de sus sitios con el fin de satisfacer a diferentes y exigentes tipos de usuarios. Además de se justifica formulando la siguiente hipótesis de estudio:

“La usabilidad de un sitio web influye en la búsqueda de un destino turístico y conduce a diferentes niveles de satisfacción digital.”

En la primera columna se presentan las condiciones tecnológicas de los destinos turísticos; en la segunda la gestión de un destino turístico; la tercera el reflejo percibido del conocimiento del destino; y la cuarta para elegir la recomendación y compartir información de destino. Después estas cuatro columnas se juntan para generar ideas sobre la complejidad al decidir un destino, la funcionalidad del sitio y la influencia que existe para elegir un sitio, para obtener un enfoque del índice de satisfacción digital de destino.

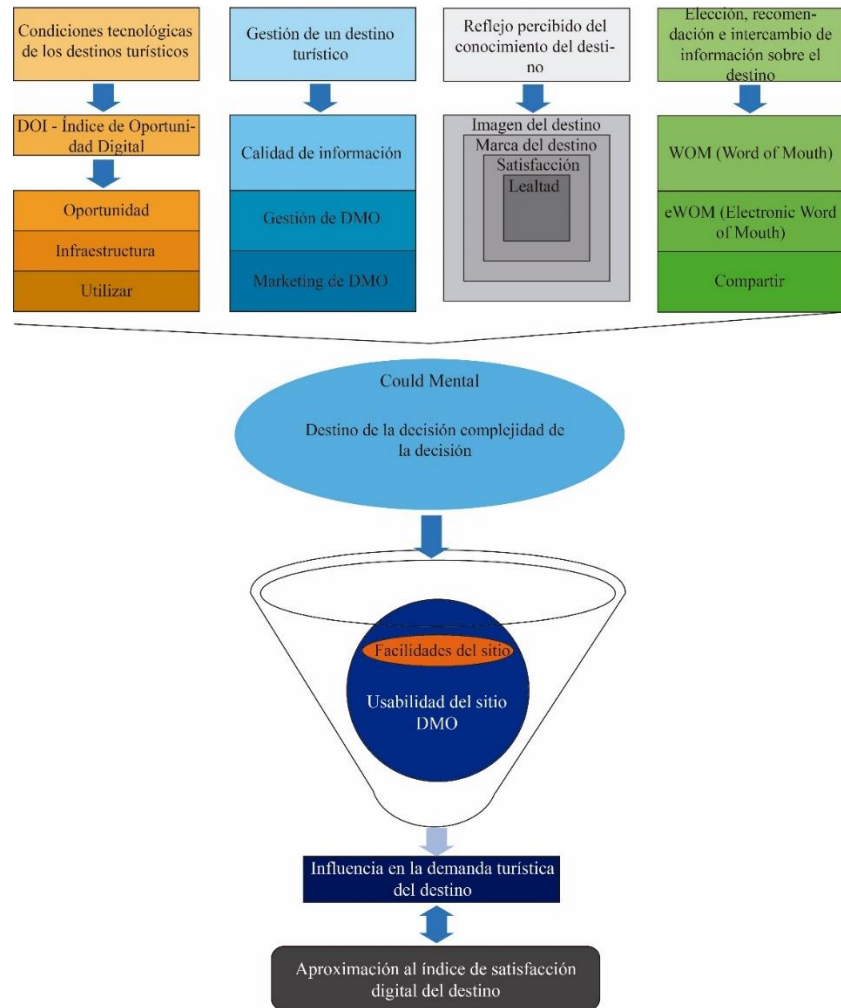


Figura 6. Modelo de enfoque del índice de satisfacción digital de destino (Modificado de Silva, 2015)

En base a estas cuatro columnas presentadas se realiza un instrumento en base a preguntas que sea lo suficientemente completo como para involucrar no solo la usabilidad de un sitio web, sino también los aspectos contenidos en los constructos.

Se desarrollaron dos cuestionarios en base a la información presentada anteriormente y utilizando una escala Likert para interpretar el valor de las respuestas, para no solo evalúan el grado de importancia relativa de cada una de sus respuestas, sino también qué nivel de importancia atribuyen a cada uno de los contratos en la construcción del índice incorporado en la siguiente ecuación de ISDDT presente. Propuestas por Yeug & Law (2006) y Qi et al. (2008), dando como resultado la siguiente expresión (ecuación 2).

$$U = \frac{\sum_{i=1}^n q(1)}{(m * s * c)}$$

Ecuación 2

El cuestionario 1 evalúa en base a 6 criterios que son facilidad de uso, hecho para un usuario promedio, el contenido, la emoción, la navegación y accesibilidad vistos en la figura 2.

En donde la ecuación se presenta de la siguiente manera para el cuestionario 1:

$\sum_{i=1}^n q(1)$ = a la suma de los valores asignados a cada criterio (preguntas) en el cuestionario 1
 n = el número total de preguntas respondidas que corresponde a la suma del número de preguntas
 m = La cantidad de personas que contestaron el cuestionario 1, que serán 6 técnicas presentes en una reunión del grupo focal
 s = el número total de subcriterios específicos (preguntas) por sitio de cuestionario 1 = 12
 c = el número total de criterios (6)

Para el cuestionario 2 se divide en 4 dimensiones que son las que se presentan en la ecuación 3 que son las condiciones tecnológicas de los destinos turísticos, la gestión de un destino turístico, el reflejo percibido del conocimiento del destino y el elegir la recomendación y comparta información de destino. Y para cada dimensión se obtiene un resultado en base a los resultados del cuestionario.

$$\overline{D_1} = \frac{\sum_{i=1}^m D_1 * m}{m * q}$$

Ecuación 3

Donde:

$\sum_{i=1}^n D_1$ = a la suma de los valores atribuidos a cada respuesta con respecto a las preguntas sobre las dimensiones (D_1 , D_2 , D_3 y D_4), en este caso se presenta la D_1 de las cualidades técnicas del sitio web.

$M = t + v$ = a el número total de cuestionarios en los que t corresponde a los 3 técnicos y profesionales de turismo en la muestra y v los 30 viajeros que usan Internet en la preparación y adquisición de viajes.

q = es el número total de presentadores del cuestionario 2 sobre la dimensión.

Por último, para interpretar los resultados se suman todos los resultados obtenidos de cada dimensión y se multiplican por el resultado del cuestionario 1 para obtener el índice de satisfacción digital de un destino turístico (ISDDT); como se presenta en la siguiente ecuación 4.

$$ISDDT = ((\alpha \cdot D_1) + (\beta \cdot D_2) + (\gamma \cdot D_3) + (\delta \cdot D_4)) * U_{(s)}$$

Ecuación 4

α , β , γ y δ estos índices corresponden al peso dado por cada encuestado o cada una de las cuatro dimensiones y resultan de la mediana de las calificaciones atribuidas. La suma de α , β , γ y δ debe ser igual a 1, es decir, $\alpha + \beta + \gamma + \delta = 1$

Una vez que se ha determinado el índice de satisfacción (ISDDT), es necesario interpretarlo de acuerdo con los valores obtenidos como se presenta en la tabla 7.

Tabla 7. Nivel de valores (Silva, 2015)

Nivel	Valores	Satisfacción
Alto	$\geq 16 - \leq 25$	Muy satisfecho Satisfecho
Medio	$\geq 9 - < 16$	Ni insatisfecho No satisfecho
Bajo	< 9	No satisfecho

2.10.3 Caso 3: índice para evaluar la usabilidad de servicios web

Nikov, A., Zaim, S. & Oztekin, A. (2006). Usability evaluation of web services by structural equation modeling. *Mathematics and its Applications*, University of West Indies, 16, 46.

En esta investigación se desarrolla un modelado de ecuaciones estructurales (SEM) que es una técnica estadística que puede examinar variables causales. SEM es una técnica de modelado fuerte para tratar eficazmente la multicolinealidad (si muchas variables están altamente correlacionadas), que es uno de los beneficios de SEM que lo hace más fuerte que el factor análisis y regresión múltiple en evaluación de usabilidad.

Para esto se necesita medir la calidad de los servicios basados en la web, por lo que, se utiliza el instrumento SERVQUAL basado en la web con 28 preguntas de la lista de verificación en 6 dimensiones. En esta herramienta se utiliza una escala semántica de 5 puntos de distancia o una escala Likert de 7 puntos. Sin embargo, utilizan un segundo modelo cuantitativo para la evaluación de la calidad, ya que, la usabilidad y la calidad se afecta mutuamente; y es WebQual, este modelo evalúa las percepciones de los usuarios sobre la calidad de los sitios web de comercio electrónico que intentan incluir dimensiones de usabilidad en el proceso de evaluación. Por lo tanto, existe la necesidad de un enfoque de evaluación cuantitativa integral que pueda manejar tanto la calidad como las técnicas de evaluación de usabilidad. Por lo que en este estudio proponen una lista de verificación (como se presenta en la tabla 8) basada en SERVQUAL, heurística de usabilidad y en la norma ISO

9241-10 en donde se incluyen dos dimensiones de usabilidad (objetivas y subjetivas), para determinar las medidas subjetivas con la contribución más alta y baja a la usabilidad del servicio web. De esta manera medir la usabilidad del servicio web y la calidad del servicio web.

Tabla 8. Dimensiones de la lista de verificación (Nikov, 2006)

Dimensión	Número de elementos de la lista de verificación
Dimensiones objetivas	
Efectividad	1
Eficiencia	1
Satisfacción	1
Dimensiones subjetivas	
Fiabilidad	5
Integración de la comunicación	3
Navegación	3
Controlabilidad	2
Garantía	4
Capacidad de respuesta	4
Calidad de información	3

Se propone dividir las dimensiones para sacar dos índices. En donde el primero consiste en las tres primeras dimensiones (objetivas) son introducidas para un índice de usabilidad del servicio web cuantitativo 1 (WSUI 1) y para las dimensiones subjetivas de usabilidad que es el segundo índice conformado por: confiabilidad, integración de la comunicación, navegación, capacidad de control, aseguramiento, capacidad de respuesta y calidad de la información, basado en la usabilidad cuantitativa del servicio web 2 (WSUI 2). El objetivo del enfoque basado en SEM es medir la relación estructural entre WSUI 1 y WSUI 2.

Dependiendo de un análisis factorial, se pueden encontrar los pesos para cada subdimensión de las dimensiones de la lista de verificación. Por ejemplo: en esta investigación los subdimensiones de la dimensión de confiabilidad son las preguntas de la lista de verificación 3 a 7. Al tener los puntajes del análisis factorial, se puede calcular una agregación de cada dimensión de la misma manera. En el enfoque basado en SEM, se supondrá que las dimensiones agregadas son las variables observadas (medidas) para la construcción latente (no observada) índice de usabilidad del servicio web 2. De manera similar, la eficiencia, la efectividad y la satisfacción son las variables observadas (medidas) para los latentes (no observados) construir el índice de usabilidad del servicio web 1.

El enfoque tiene como objetivo demostrar la validez de la lista de verificación para la evaluación de la usabilidad del servicio web al considerar ambas medidas objetivas y subjetivas de

evaluación de usabilidad y para determinar las dimensiones más y menos críticas para usabilidad del servicio web.

179 estudiantes de la universidad Fatih del laboratorio de computación, en donde, se les pidió realizar tres tareas.

Los datos recopilados se analizaron de la siguiente manera:

- Análisis factorial exploratorio (EFA) con rotación varimax para determinar las dimensiones subyacentes de la WebÍndice de usabilidad del servicio 2.
- Análisis factorial confirmatorio (CFA) para determinar si las dimensiones extraídas en el paso 1 se ajustan bien a los datos.

Medición del impacto directo e indirecto del índice de usabilidad del servicio web 2 en el Índice de usabilidad del servicio web 1 por medio de modelos de ecuaciones estructurales

La EFA se llevó a cabo para producir un conjunto de dimensiones distintas y no superpuestas de la calidad del servicio web para el sistema de información de estudiantes universitarios. El análisis factorial produjo siete factores que explicaron el 59,18% de la varianza observada. Los valores alfa de Cronbach para los factores subyacentes oscilan entre 0,69 y 0,75, lo que sugiere un nivel satisfactorio de fiabilidad del constructo.

El valor de chi cuadrado (323 con 227 grados de libertad) tiene un nivel de significación estadística de 0,0001 que no está por encima del nivel mínimo de 0,05. Aunque el valor de chi-cuadrado en el modelo no está por encima del nivel mínimo de 0.05, se ha argumentado que la medida de ajuste de chi-cuadrado no debe considerarse como el mejor indicador del ajuste del modelo.

Particularmente, cuando hay un desvío de datos de la normalidad. Por lo tanto, es necesario probar los valores de X^2 / df , GFI, AGFI, TLI y CFI para juzgar la adecuación del modelo. El valor del estadístico χ^2 es 323, con el valor de la relación χ^2 / gl de 1,42. Cómo esta relación se encuentra dentro del rango de 0-3, donde los valores más bajos indican un mejor ajuste, los resultados muestran que nuestro modelo indica un buen ajuste en línea con este criterio. Además, tanto los índices de bondad de ajuste (GFI) como los de bondad de ajuste ajustados (AGFI) para el constructo del Índice de usabilidad de servicios web 2 son altamente satisfactorios, ya que están muy cerca de un valor de 1.0, que denota un valor perfecto. Los resultados atestiguan la validez de constructo para el modelo de medición del Índice de usabilidad de servicios web 2.

El paso final en el análisis fue probar el modelo de ecuación estructural como se especifica en la Figura 8. El modelo de ecuación estructural hipotético se probó utilizando el paquete de software AMOS. Para el Índice de usabilidad de servicios web 2, las variables indicadoras fueron las respectivas dimensiones (factores) según lo determinado por los análisis factoriales exploratorios y confirmatorios. El ajuste del modelo determina el grado en que el modelo de ecuación estructural se ajusta a los datos de la muestra.

Los índices de bondad de ajuste para el modelo de trayectoria [Satorra-Bentler $\chi^2 = 36,149$ con $gl = 32$; GFI = 0,962; AGFI = 0,934; NFI = 0,902; CFI = 0,987; RMSEA = 0.027] se encuentran dentro de los límites generalmente aceptados, lo que indica un buen ajuste a los datos

La figura 7 y 8 muestran los resultados del modelo relacionados con la relación estructural directa entre el índice de usabilidad del servicio web 1(WSUI1) y el índice de usabilidad del servicio web 2 (WSUI2) como se indica en la siguiente ecuación 5:

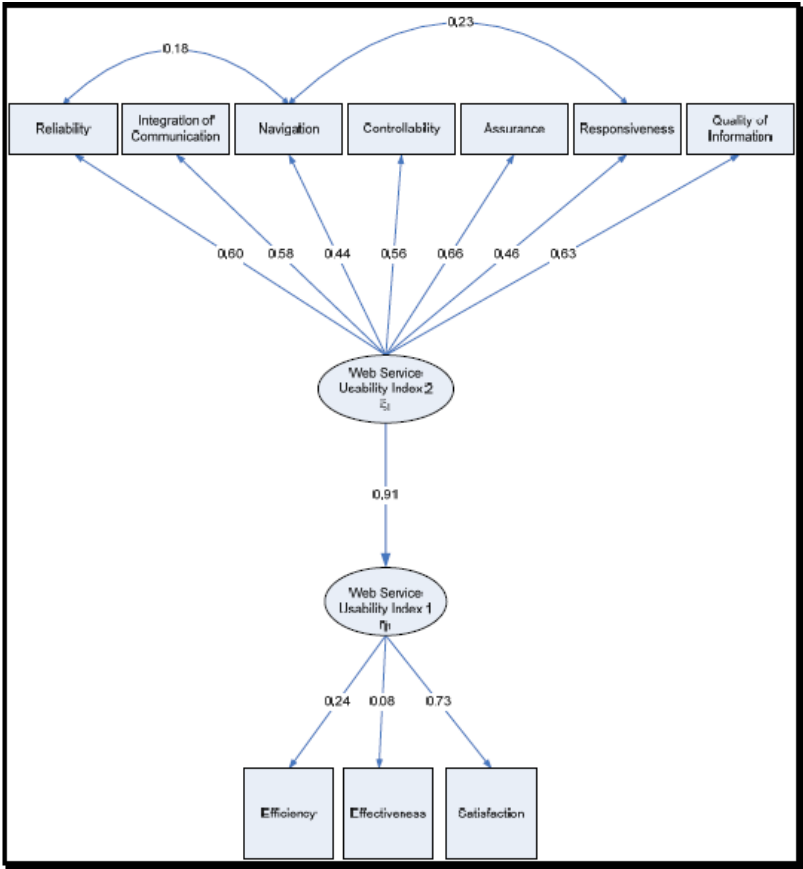
$$\eta_1 (WSUI\ 1) = \gamma_{11} \xi_1 (WSUI\ 2) + \zeta_1 = 0.91 \xi_1 (WSUI\ 2) + 0.735$$

Ecuación 5

El modelo tiene una variable endógena (variable dependiente) WSUI1 y una variable exógena (variable independiente) WSUI2. El peso de regresión estandarizado para la relación entre WSUI2 y WSUI1 es 0.91($p < 0.001$), lo que brinda un gran respaldo a la hipótesis de que el índice de usabilidad del servicio web 2 que tiene un significativo impacto directo positivo en el índice de usabilidad del servicio web 1. Esta alta tasa de influencia de WSUI2 en WSUI1 significa que, si el diseñador del servicio web mejora las medidas subjetivas de usabilidad, tendrá mucho éxito para mejorar el rendimiento general de usabilidad.

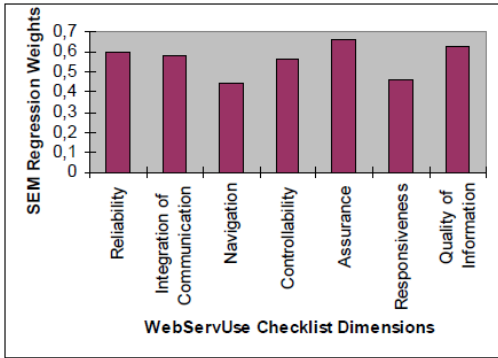
En la figura 7 se muestran los resultados de sobre los pesos de las variables presentadas de regresión internos y externos para el enfoque basado en SEM.

Figura 7. Regresión internos y externos de variables en SEM (Nikov, 2006)



Y en la figura 8 de forma de gráfica de barras se muestra el peso de las dimensiones (Nikov, 2006)

Figura 8. Peso de regresión SEM (Nikov, 2006)



Capítulo 3. Herramientas de análisis para la determinación de un Índice de usabilidad

Después de una revisión de investigaciones exhaustiva sobre propuestas para determinar, índices, valores, pesos, entre otros, se realizó una selección de aquellos métodos utilizados en las investigaciones que ayudan a llegar a los objetivos planteados en esta investigación que es validar el instrumento propuesto, obtener pesos, valores y evaluar productos, además de analizar los resultados obtenidos. El objetivo de utilizar estas herramientas es obtener un análisis preciso y secuencial para verificar resultados y pesos que sean fundamentales para poder interpretar datos, evaluarlos y obtener un índice de usabilidad de un producto.

Los temas presentados se presentan en forma ordenada a implementar en esta investigación de obtención de índice: primero se presenta el alfa de Cronbach el cual es implementado para comprobar la fiabilidad de la herramienta a aplicar; después con los resultados obtenidos son sometidos al Proceso de jerarquía analítica (AHP) para obtener los pesos de cada factor; enseguida se utiliza el axioma de información del diseño axiomático difuso para valorar el diseño y el sistema que se pretende evaluar, de esta forma, con los resultados de cada una de las herramientas implementadas poder obtener el índice de usabilidad del producto.

3.1 Alfa de Cronbach

Dos características se busca en cualquier instrumento de medición son: la confiabilidad y la validez; las cuales son consideradas para cualquier tipo de investigación en el campo de las ciencias sociales y de la conducta; estas características también son consideradas como cualidades que conllevan a aspectos claves de la llamada “solidez psicométrica” del instrumento como lo mencionan Cohen y Swerdlik (2001) (Quero, 2010).

La confiabilidad o fiabilidad se refiere a la estabilidad de una medida; al obtener esta medida ayuda a resolver problemas teóricos y prácticos de una investigación detectando errores de medición que pueden existir en un instrumento de medida, asimismo saber si es poco o muy confiable para la investigación; puede ser medida en varias o representadas en varias formas como los coeficientes de precisión, estabilidad, equivalencia, homogeneidad o consistencia interna, pero la más común es expresado como coeficientes de correlación (Quero, 2010).

Soler Cárdenas menciona que existen diferentes medios y fórmulas para cuantifican y evalúan la confiabilidad en donde destacan diferentes aspectos del concepto de diferentes maneras como la

consistencia interna, la estabilidad, la equivalencia y la precisión. El Alfa de Cronbach es una de esas fórmulas que es considerado como un recurso numérico más utilizado para evaluar la consistencia interna. La primera investigación donde se utilizó este medio fue publicado en 1951 y citado alrededor de 131 veces entre los años 1995 y 2000 y hasta la fecha este número ha ido creciendo, por lo tanto es considerado como el medio más confiable y utilizado para medir la confiabilidad de un instrumento (Soler-Cárdenas & Soler-Pons, 2012).

El alfa de Cronbach es un coeficiente que toma valores entre 0 y 1; lo que se busca es que cuanto más se aproxime al número 1 de los resultados, mayor será la fiabilidad del instrumento evaluado (Soler-Cárdenas & Soler-Pons, 2012). Un valor del alfa de Cronbach entre 0.70 y 0.90, indica que es de buena fiabilidad y consistencia (A. González & Pazmiño, 2015).

3.2 Proceso de jerarquía analítica (Analytical Hierarchy Process, AHP)

El Proceso Analítico de Jerarquización (AHP) es una técnica de soporte para la toma de decisiones multicriterio, el cual se basa en la jerarquización, comparación pareada, y en los pesos de importancia, de los criterios considerados. Fue propuesto por Thomas Saaty en 1980, y consiste en convertir evaluaciones subjetivas de importancia relativa, en un conjunto de pesos totales, que servirán posteriormente para hacer la selección de la mejor alternativa (Aristóteles, 2015).

Mediante a un modelo jerárquico, permite de manera eficiente y gráfica organizar la información y descomponerla, de esta manera poder analizarla por partes para visualizar los resultados; en otras palabras, como dice Saaty (Saaty, 2008) “se trata de desmenuzar un problema, situación, o caso y luego unir todas las soluciones de los subproblemas en una conclusión”. A continuación, se presentan fundamentos y ventajas sobre el AHP (Toskano y Bruno, 2005).

- Priorización de los elementos del modelo jerárquico.
- Comparaciones binarias entre los elementos.
- Evaluación de los elementos mediante asignación de pesos.
- Ranking de las alternativas de acuerdo con los pesos dados
- Presenta un sustento matemático
- Permite desglosar y analizar por partes
- Medir criterios cuantitativos y cualitativos mediante una escala común.
- Permite verificar el índice de consistencia y hacer las correcciones, si es necesario.

- Es de fácil uso y permite que su solución se pueda complementar como otros métodos matemáticos

Como se mencionó anteriormente el AHP utiliza comparaciones entre pares de elementos, construyendo matrices a partir de estas comparaciones, y usando elementos del álgebra matricial para establecer prioridades entre los elementos de un nivel, con respecto a un elemento del nivel inmediatamente superior; se presenta un ejemplo en el siguiente apartado para mejor claridad: cuando las prioridades de los elementos en cada nivel se tienen definidas, se agregan para obtener las prioridades globales frente al objetivo principal. Los resultados frente a las alternativas se convierten entonces en un importante elemento de soporte para quién debe tomar la decisión (Osorio y Orejuela 2008).

La notación utilizada es la siguiente:

- Para i son los objetivos dados $i = 1, 2, \dots, m$; se determinan los respectivos pesos w_i .
- Para cada objetivo i , se comparan las $j = 1, 2, \dots, n$ alternativas y se determinan los pesos w_{ij} con respecto al objetivo i
- Se determina el peso final de la alternativa W_j con respecto a todos los objetivos así $W_j = w_1jw_1 + w_2jw_2 + \dots + w_mjw_m$

Las alternativas se ordenan de acuerdo con el W_j en orden descendente, donde el mayor valor indica la alternativa más preferida (Osorio y Orejuela 2008).

En la Tabla 9 se presenta la escala de Saaty para definir los valores que pueden tomar los juicios emitidos por los expertos. Esta escala puede considerarse una representación de los juicios de valor para la comparación entre dos alternativas respecto a un criterio dado, es decir, para establecer la importancia o preferencia de alternativas en la matriz de comparaciones a pares. Entonces, estas comparaciones pareadas pueden estar basadas en la intuición, datos, análisis previos, o experiencias. De este modo, se puede entregar homogeneidad y cierto grado de certeza a cada una de las comparaciones (Mendoza, et al., 2019).

Tabla 9. Escala de juicio (Mendoza, et al., 2019)

Escala numérica	Escala Verbal	Descripción
1	Igual importancia	Los dos elementos contribuyen igualmente a la propiedad o criterio
3	El elemento es moderadamente más importante respecto al otro	El juicio y la experiencia previa favorecen a un elemento frente al otro
5	El elemento es fuertemente más importante respecto al otro	El juicio y la experiencia previa favorecen fuertemente a un elemento frente al otro
7	La importancia del elemento es muy fuerte respecto al otro	Un elemento domina fuertemente
9	La importancia del elemento es extrema respecto al otro	Un elemento domina al otro con el mayor orden de magnitud posible
2, 4, 6, 8	Valores intermedios entre dos juicios adyacentes	
Incrementos 0,1	Valores intermedios entre incrementos (utilice esta escala si cree que su valoración necesita un alto grado de precisión)	
Inversos -2, -3, -4, -5, -6, -7, -8, -9	Se utiliza cuando el segundo elemento es mayor en el criterio a comparar	

Al obtener los valores de cada escala de generar una matriz de juicios, que es un vector de prioridad es calculado para pesar y comparar los elementos que fueron planteados en la matriz. Saaty en 1980-1990, demuestra que un autovector normalizado que es calculado a partir de la matriz es considerado como la mejor aproximación de evaluación de los criterios. En donde los criterios de forma cuantitativos son sometidos a un método que prioriza y que permita cuantificar de forma consistente el peso de cada criterio que fue analizado. Para esto es necesario la ecuación 6 que se presenta a continuación, Donde: la técnica AHP permite al analista evaluar la congruencia de los juicios con el radio de inconsistencia (IR). Antes de determinar una inconsistencia, es necesario estimar el índice de consistencia (CI) de una $n \times n$ matriz de juicios, donde CI viene definido por (Taoufikallah, 2013):

$$CI = \frac{\lambda_{\max} - n}{n - 1}$$

Ecuación 6

Donde Delta máx. es el máximo autovalor de la matriz. Que es definido por IR (ecuación 7):

$$I_R = \frac{CI}{RI}$$

Ecuación 7

Donde RI es el valor aleatorio promedio de CI para una n x n matriz. Los valores de RI son mostrados en la tabla 10.

Tabla 10. Valores de índice de consistencia (Jiménez, 2002)

	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
CI	0.525	0.882	1.115	1.252	1.341	1.404	1.452	1.484	1.513	1.535	1.555	1.570	1.583	1.595

Para n=3, tomando en cuenta la tabla la enumeración de todos los juicios posibles, el valor es CI (3) = 0,5245. Y para tener una buena consistencia es necesario que el resultado sea inferior al 10%13. Si la razón de consistencia supera ese umbral establecido es recomendado revisar los juicios, y corregir el que separa la razón dada de las prioridades relativas correspondientes (ejemplo: comparar a_{ij} con w_i/w_j). Las prioridades obtenidas, son transformadas en prioridades globales, para obtener la importancia relativa, prioridad o peso de los elementos respecto al atributo en común (Jiménez, 2002).

3.3 Diseño axiomático

El diseño axiomático consiste en ser una estrategia para el diseño de productos con dos propósitos fundamentales: el primero es donde el diseño de productos pueda ser transferido fácilmente a otros diseñadores, y el segundo, que exista una forma que permita decidir en base a la calidad de un diseño, para determinar el mejor diseño entre las propuestas (Aguilar et al., 2007). Además, de acuerdo son Suh (2001) puede mejorar la creatividad, ya que requiere una formulación sobre los objetivos del diseño mediante requerimientos funcionales (RF) y restricciones; otros de sus beneficios de uso es que también, proporciona criterios para decisiones sobre un buen y un mal diseño, de manera que permite eliminar las malas ideas lo más pronto posible (Maldonado, Balderrama, Pedrozo, & Carcía, 2019). En la figura 9 se presenta un diagrama sobre el proceso del diseño axiomático, y se fundamenta en los siguientes conceptos (Vallejo et al., 2004; Park, 2007):

1. Existen cuatro dominios en el mundo del diseño: dominio del usuario, dominio funcional, dominio físico y dominio del proceso; cada uno de éstos, con sus atributos del usuario (CAs), requerimientos funcionales (FR), parámetros de diseño (DPs) y variables de proceso (PVs), respectivamente. El proceso de diseño incluye un procesamiento continuo de información entre los cuatro dominios.

2. Las propuestas de solución son creadas por la descripción en detalle de los requerimientos especificados en un dominio para establecer los parámetros en el siguiente dominio. La relación entre los dominios del usuario y funcional es definida como el concepto de diseño; la relación entre los dominios funcional y físico es el diseño de producto; la relación entre los dominios físico y de proceso corresponden al diseño del proceso.
3. La existencia de restricciones (C) o valores límites, especificaciones de una solución de propuesta deben de satisfacer el diseño. Son definidas por el diseñador y se diferencian de los FR.
4. El proceso de mapeado o relación entre dominios definen el objetivo del diseño y la solución de diseño.
5. La salida de cada dominio desarrolla los conceptos de lo abstracto a información detallada en una forma jerárquica priorizada. La descomposición jerárquica en un dominio puede no ser llevada a cabo independientemente de otros dominios, así la descomposición sigue una relación en zigzag entre dominios adyacentes.
6. La existencia de dos axiomas de diseño provee una base racional para evaluar las alternativas de solución propuesta y la subsecuente elección de la mejor alternativa. Los dos axiomas se han descrito en los siguientes términos.
 - El axioma de independencia: Mantiene la independencia de los requerimientos funcionales.
 - El axioma de información: Minimizar el contenido de la información.

El axioma 1 (independencia) establece que durante el proceso de diseño la relación (mapping) entre los RF y DPs deben ser de tal forma que la relación del DPs solo afecte a su RF. El axioma 2 (información) establece que entre todos los diseños que satisfacen el axioma 1, el que tenga la mínima información es el mejor diseño ya que puede satisfacer un conjunto de RF (Aguilar et al., 2007).

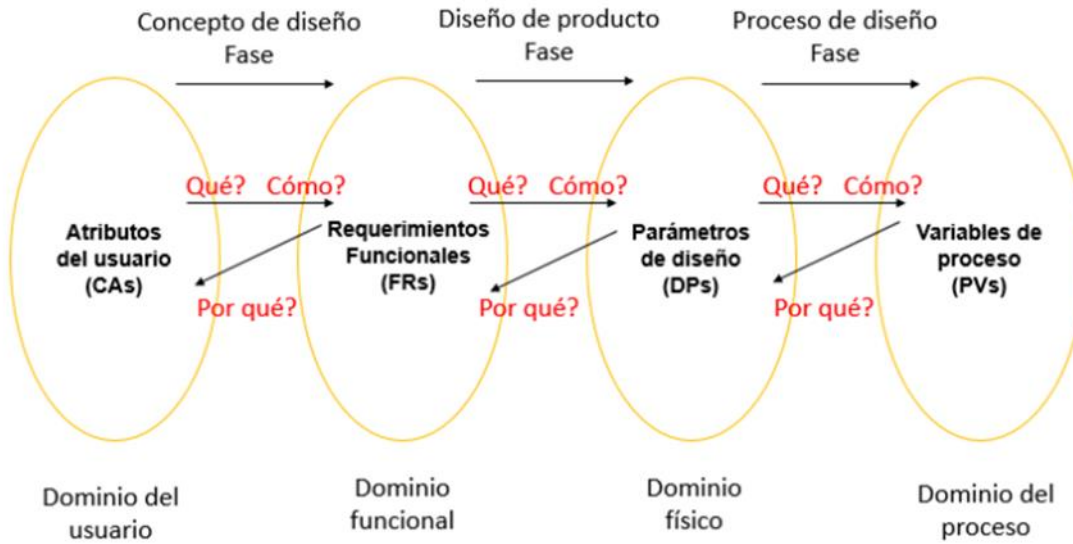


Figura 9. Diagrama de diseño Axiomático (Sanders, 2013)

El diseño axiomático se estructura por medio de una matriz, en la ecuación 8 se presenta la distribución y como es la conexión de cada uno de los elementos involucrados, por lo que los FR se definen con el número mínimo de requerimientos independientes que caracterizan las metas del diseño, los DP son sobre cómo se van a solucionar cada uno de los requerimientos y la A o bien X es la matriz de diseño en la cual existe la relación entre los FR y DP (Nam-pyo, 2001)

$$\{ FR \} = [A] \{ DP \}$$

$$\begin{Bmatrix} FR_1 \\ FR_2 \end{Bmatrix} = \begin{bmatrix} X & 0 \\ X & X \end{bmatrix} \begin{Bmatrix} DP_1 \\ DP_2 \end{Bmatrix}$$

Ecuación 8

Donde:

- FR: Requerimientos funcionales.
- DP: Parámetros de diseño.
- A o X: La relación de uno a otra.

La matriz del diseño axiomático se clasifica en cuatro categorías, según las relaciones que se generen. En la figura 10 se muestran las categorías, que son un diseño acoplado el cual no es un diseño apropiado, el diseño no acoplado es un diseño exitoso y el diseño desacoplado es un buen diseño (Balderrama, Maldonado, & Pedrozo, 2011).

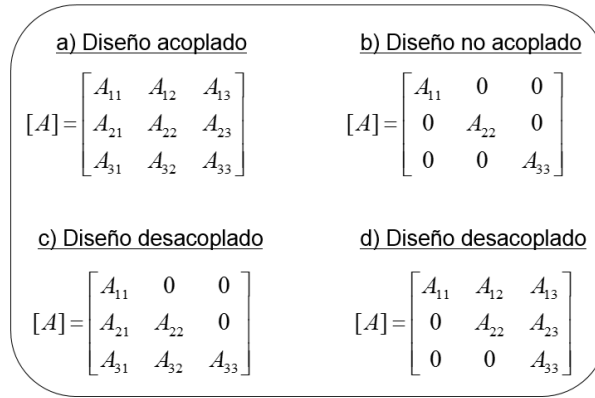


Figura 10. Clasificación de matriz del diseño axiomático (Balderrama et al., 2011)

3.3.1 Axioma de la información

Para el análisis de resultados de esta investigación se va a enfocar en el axioma de la información, ya que de esta manera se puede obtener información de manera cuantitativa y obtener información sobre el rango del sistema (RS) de un requerimiento funcional (RF) que esté integrado o dentro del rango del diseño (RD) especificado. Un RS es lo que el sistema es capaz de entregar, lo que puede hacer, mientras que el RD es lo que el diseñador desea alcanzar en términos de tolerancias o límites de especificación (Maldonado et al., 2019).

La forma de medirlo es con base en la probabilidad de satisfacer el RF, es decir, la información necesaria para satisfacer totalmente un RF y es medido a través de la intersección del RD especificado por el diseñador y RS, que es lo que la solución implementada puede alcanzar; a esta intersección se le denomina rango común (RC). De esta forma, indica que el diseño con la probabilidad más alta de éxito es el mejor diseño. En la figura 11 se muestra un ejemplo sobre esta intersección (Maldonado et al., 2019).

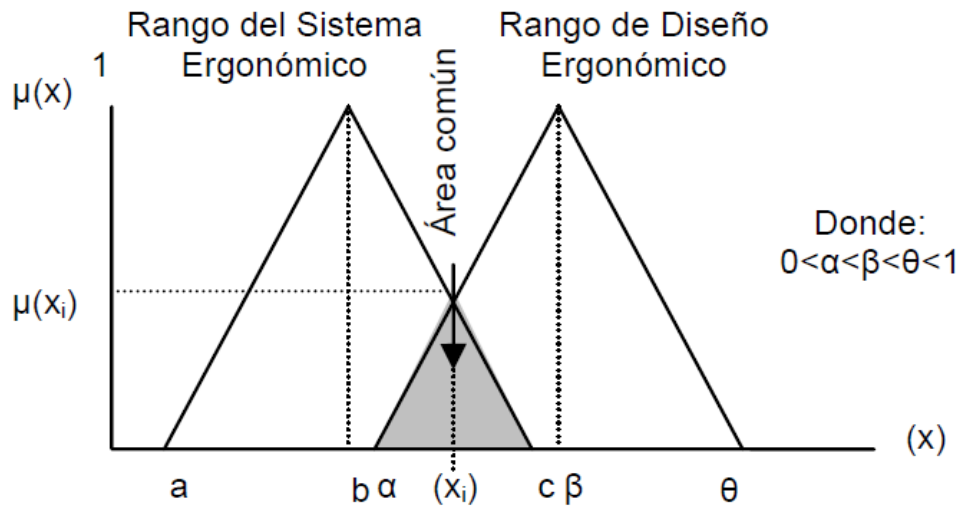


Figura 11. Rango común de intersección del rango del diseño, rango del sistema y la función de densidad de probabilidad uniforme para un RF (Maldonado, 2009)

El axioma de información indica que el diseño con la probabilidad más alta es el mejor diseño. Con esto se obtiene el contenido de información, el cual representa la complejidad del diseño y se puede definir con el complemento de la probabilidad de un parámetro del diseño dado en la satisfacción con su respectivo requerimiento funcional; el contenido de información puede ser dado con la ecuación 9 (Maldonado et al., 2019):

$$I = \log_2 (1/P_i)$$

Ecuación 9

3.4 Lógica difusa en el diseño axiomático

La lógica difusa es representada como un modo de razonamiento donde se aplica valores múltiples de verdad o confianza durante la resolución de un problema, también se muestran grados diversos de pertenencia y no vinculados basados en todo o nada. Por lo que un conjunto difuso de un elemento puede pertenecer simultáneamente a dos conjuntos, dependiendo de su grado de pertenencia, el cual se encontrará en el intervalo, mientras que el valor más cercano a 0 menos asegura la pertenencia de un elemento a un conjunto; por el contrario, cuanto más cercano esté el valor a 1 más podemos asegurar la pertenencia del elemento al conjunto (Baquero, Rodríguez, & Ciudad, 2016).

Existen cuatro tipos de funciones triangulares más utilizadas para determinar el grado de pertenencia en la lógica difusa, las cuales muestra en la figura 12.

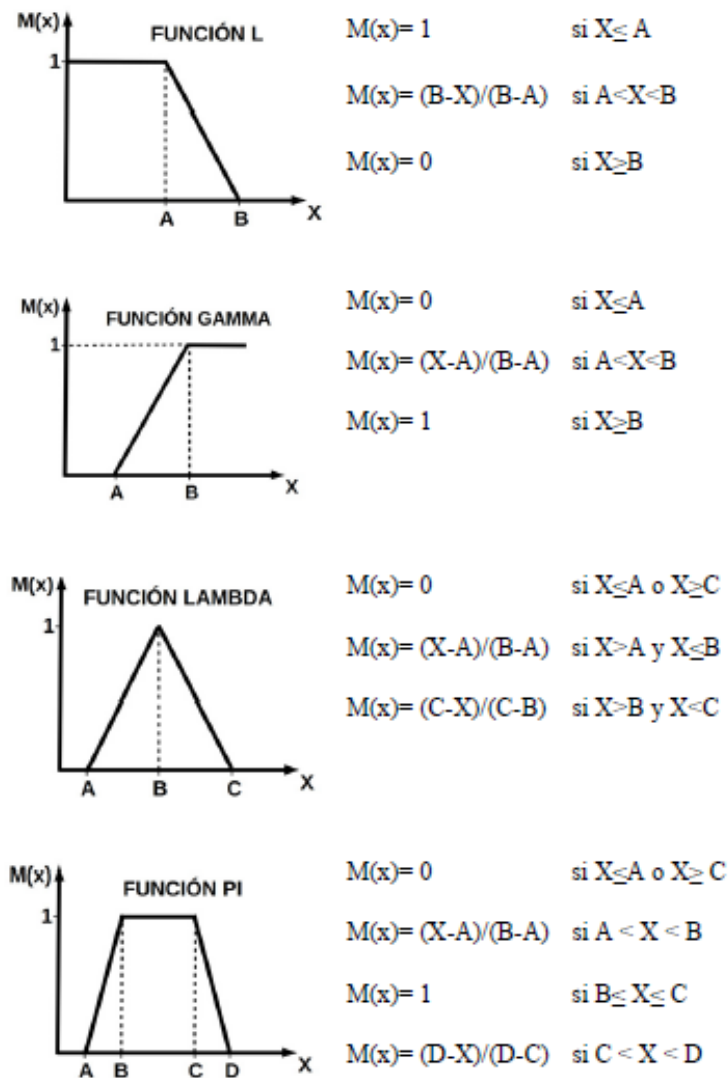


Figura 12. Funciones para calcular el grado de pertenencia (Baquero et al., 2016)

Para esta investigación que consiste en evaluar la usabilidad de diseño de un producto se utilizarán las funciones L, GAMMA y LAMBDA, ya que se acopla a los resultados esperados en esta investigación. En donde sustituye a la función para definir las áreas de DR, SR y Rango común que se obtienen en el diseño axiomático (Maldonado, 2009).

El Axioma de información difusa ha sido desarrollado por Kulak y Kahraman para resolver problemas de toma de decisiones de atributos múltiples que tienen información lingüística (Kulak & Kahraman, 2005). Los datos difusos pueden ser términos lingüísticos difusos, que son adaptados a

atributos tangibles e intangibles; para esto, primero se transforman en números difusos, luego, a todos los números difusos se les asignan puntuaciones, que sirve para convertir sistemáticamente términos lingüísticos a sus correspondientes números difusos. El sistema contiene cinco escalas de conversión tales como "deficiente-regular-bueno-muy bueno-excelente" para los criterios intangibles y "muy bajo-bajo-medio-alto-muy alto" para los criterios tangibles en la tabla 11 (Celik, Kahraman, Cebi, & Er, 2009; Kulak, Cebi, & Kahraman, 2010). La lógica difusa por ser una forma lógica de evaluar también puede manejar el razonamiento aproximado, de esta manera determinar la mejor opción (Ruvalcaba Coyaso & Vermoden, 2015). Para medir la usabilidad por medio de esta herramienta de utilizan estos términos que serán trabajados como indicadores en encuestas para que el usuario se le facilite al contestar (Baquero et al., 2016).

Tabla 11. Escalas de términos lingüísticos y valores difusos (Maldonado, 2009)

Atributos/Factores Tangibles	
Término Lingüístico	Valores difusos
Muy bien (MB)	(0,0,0.3)
Bajo (BA)	(0,0.25,0.5)
Mediano (M)	(0.3,0.5,0.7)
Alto (A)	(0.5,0.75,1)
Muy Alto (MA)	(0.7,1,1)
Atributos/Factores Intangibles	
Término Lingüístico	Valores difusos
Pobre (P)	(0,0,0.3)
Regular (R)	(0.2,0.35,0.5)
Bueno (B)	(0.4,0.55,0.7)
Muy bueno (MB)	(0.6,0.75,0.9)
Excelente (E)	(0.8,1,1)

En la figura 13 se muestran los valores difusos (tabla 11) en números triangulares difusos, de esta forma determinar la escala y clasificación asignada a cada atributo que de desea determinar para esta investigación.

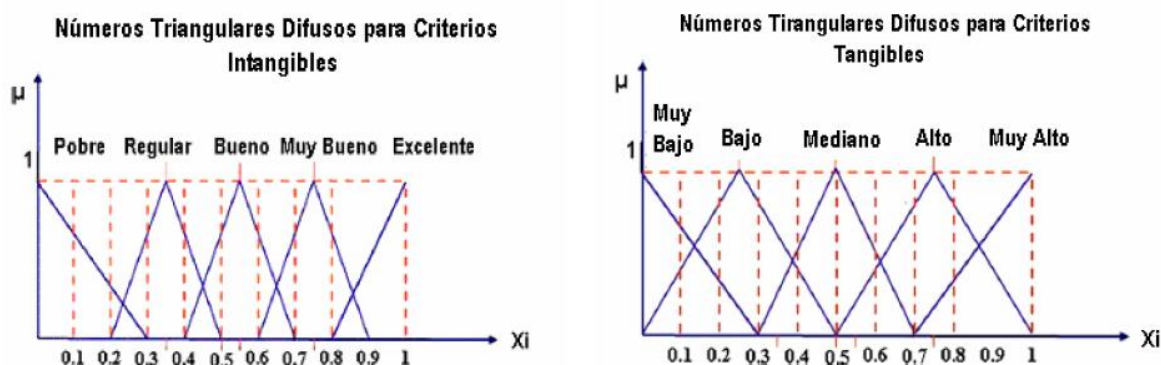


Figura 13. Números triangulares difusos de atributos tangibles e intangibles (Maldonado, 2009)

Capítulo 4. Estructura para la obtención de la propuesta del índice de usabilidad

En este capítulo se muestra el desarrollo de la propuesta de investigación, el cual, consiste en el desarrollo de un índice para evaluar la usabilidad del producto. De esta manera, aumenta el significado y la influencia estratégica de la usabilidad en el diseño; por lo que, es necesario representar todo el constructor de esta, como una variable dependiente única (índice de usabilidad) sin sacrificar la precisión (Nikov, Zaim, & Oztekin, 2006). El desarrollo de este tipo de herramientas para productos, ISO 20282-2 señala que son funcionales si el 95% los usuarios tienen confianza para utilizarlo y el 80% podrían completar con éxito una tarea, por ejemplo, se requieren 28 de 30 usuarios aprobados para ser exitoso (Beavan, 2008).

El objetivo de esta herramienta es tomar en cuenta la usabilidad en el desarrollo del diseño de un producto. La metodología de diseño que se presenta en este capítulo está fundamentado en la estructura de investigación que se presenta en la figura 1, solo que en el siguiente esquema que se presenta a continuación en la figura 14 está enfocado solo para el desarrollo de la herramienta que se propone en la investigación, la cual consta de seis diferentes fases: primero, un análisis sobre la detección de factores que son implementados en el estudio de la usabilidad, además serán ajustados según el producto y las necesidades; segundo, el tratamiento de factores en que consiste en relación entre factores y diseño de estructura de cuestionarios; tercero, obtención de pesos con base a resultados de uno de los cuestionarios aplicados solo a expertos o profesionistas en diseño de producto; cuarto, la generación de un segundo cuestionario para evaluar un producto en específico; quinto, determinar el índice de usabilidad por medio de los resultados obtenidos en los cuestionarios para evaluar el producto y saber si es utilizable o no, tomando en cuenta los factores como criterios de usabilidad; y al final, validar el índice de usabilidad mediante un caso de estudio, de esta manera, generar opciones de diseño, asimismo, para identificar las deficiencias en un producto o prototipo para eliminarlas y realizar mejoras (Mital et al., 2014; Silva, 2015).

En la figura 14 se muestra el procedimiento de desarrollo, análisis y así como los resultados obtenidos para el proceso de la propuesta del índice de usabilidad del producto; además, de mostrar las herramientas utilizadas para determinar los resultados que son implementados. Este procedimiento conformado por seis fases será desglosado en el transcurso de esta investigación, además de estar basado en las investigaciones: *“Fuzzy axiomatic design-based performance evaluation model”* (Celik et al., 2009) y *“A hierarchical fuzzy axiomatic design methodology for ergonomic compatibility evaluation of advanced manufacturing technology for docking facilities in shipbuilding industry”*:

The case of Turkish shipyards (Maldonado, García, Alvarado, & Balderrama, 2013) y “Modelo de evaluación ergonómica para la planeación y selección de tecnología de manufactura avanzada” (Maldonado, 2009).



Figura 14. Esquema de desarrollo para el índice de usabilidad (Elaboración propia)

4.1 Determinación de factores

En 1994, la Organización Internacional de Normalización (en sus siglas en inglés ISO) definió la usabilidad como la facilidad de uso. En donde, en el diseño del producto, la usabilidad es un elemento de alta importancia, ya que, el objetivo de diseñar y evaluar la usabilidad en un producto permite al usuario realizar las actividades de uso de manera más efectiva, eficiente y satisfactoria (ISO, 2018), siendo este un atributo de calidad cuya definición formal es el resultado de la enumeración de los diferentes factores del producto, usuario y contexto para poder ser medida (Hassan, Ortega, 2009). Tomando en cuenta esto, el objetivo es evaluar la usabilidad del producto, el cual consiste en un conjunto de atributos (características, funciones, beneficios y usos) que le dan la capacidad para ser usado, y esto depende de factores como la funcionalidad, la estética, el mercado y la calidad (Thompson, 2009). Por lo tanto, un factor es aquella variable de interés cuyo efecto sobre la respuesta se quiere estudiar; los niveles de este son los tipos o grados específicos que se deben tener en cuenta en la realización del producto cuyo valor se interesa calcular para mejorar el diseño (Salvador, 2009).

Para evaluar la usabilidad se deben de considerar factores en relación con el diseño del producto, de esta manera determinar si es usable por el usuario (Matos, 2013); por lo que, es indispensable detectar los factores que son utilizados por expertos de usabilidad, y así, implementarlos en una propuesta para evaluarla (Floría, 2000).

4.1.1 Línea del tiempo: usabilidad en el diseño de producto

A pesar de que la usabilidad proporciona un marco común a una variedad de campos (diseñadores de producto, diseñadores WEB, ingenieros en informática, expertos en la interacción persona-ordenador, factores humanos, entre otros), los profesionistas de cada especialidad aplican diferentes enfoques y consideran diferentes factores al evaluarla, por lo que, es común el manejo de herramientas y métodos propios para obtener resultados específicos. La bibliografía muestra una gran variedad de herramientas en relación con los campos de la interacción persona-ordenador, así como para los factores humanos. En el caso de diseño del producto, la variedad es menor, por lo que se torna indispensable un conocimiento para el manejo y la aplicación de la usabilidad durante el proceso del producto (Audoux et al., 2018; Borsci et al., 2019; Ferré, 2005).

La usabilidad puede ser comprendida como una metodología con un fuerte componente para la evaluación del diseño, esto incluye un conjunto de procesos y métodos que aseguran empíricamente el cumplimiento de tres factores. En primer lugar, se presenta la funcionalidad que consiste en una estructura del producto conformada por funciones y habilidades que muestra una persona al realizar una tarea o acción, además de mostrar los aspectos positivos de la interacción de persona-producto

(UNID, 2011). En segundo lugar, se encuentra la utilidad que consiste en la parte de la satisfacción (Huete, 2010), por lo tanto, si un producto no se usa, carece de utilidad (Pibernat, 2008), asimismo, el objetivo del producto es alcanzar la meta y que sea válido para su propósito (Pentti, 2015). En tercer lugar, el uso de requerimientos de diseño está conformado por un conjunto de recomendaciones útiles para el desarrollo del producto. Debido a que, estos permiten identificar las condiciones que se deben de cumplir para llegar a una solución, además, convierten la definición del problema en objetivos medibles y verificables (Medina, 2013). En consecuencia, cuando la usabilidad se evalúa se deben de considerar estos tres factores, y de esta manera, cumplir con los objetivos planteados y el desarrollo de un diseño que satisfaga las necesidades del usuario (Hassan, Y., Fernández, M. & Iazza, 2004).

Independientemente de un seguimiento estable en un proceso de diseño que cumpla con las especificaciones que se plantean (además de evaluaciones de usabilidad), también es importante desarrollar una estrategia de diseño, esto debido a que el objetivo es facilitar el trabajo del diseñador, brindándole las herramientas y los procedimientos necesarios para que puedan llevar a cabo el desarrollo y controlar el proceso del producto (Fernández, López, Frenández & Viladás, 2010).

Es importante que los diseñadores de producto comprendan el conocimiento de teorías, principios, herramientas, métodos o bien, metodologías que han sido desarrolladas a través del tiempo para la usabilidad del producto. De esta manera, se pueda tener una amplia visualización del estudio, aplicación, evaluación y justificación de la usabilidad, de esta forma comprenderla e implementarla dentro del proceso de una investigación, el diseño y desarrollo de un producto específico (Maya, 2014).

Para el desarrollo de esta sección, es importante la determinación de las palabras claves y la elección de las bases de datos que representen el estado de la cuestión. A partir de este punto, se desarrolla una línea del tiempo sobre las investigaciones obtenidas, después, una descripción se expone sobre cada una de las propuestas planteadas identificando sus autores y su temporalidad para finalmente realizar un análisis teórico mediante una clasificación de los factores comunes. El objetivo es otorgar una mejor comprensión de los términos y las aplicaciones de la usabilidad, de modo que, puedan ser implementadas en los procesos de diseño para lograr una mejor interacción con los usuarios.

A continuación, se presenta una serie de publicaciones sobre la usabilidad en el diseño del producto que fueron clasificadas cronológicamente, las cuales, son representadas por medio de una línea del tiempo que se muestra en la figura 15. Para empezar, la investigación se realizó a partir de bases de datos: Science Direct, Springer, EBSCO y de documentos enlazados a través del buscador

de Google Scholar. De modo que, se utilizaron las siguientes palabras claves tanto en español como en inglés (presentadas en la figura 15) para la búsqueda de información:

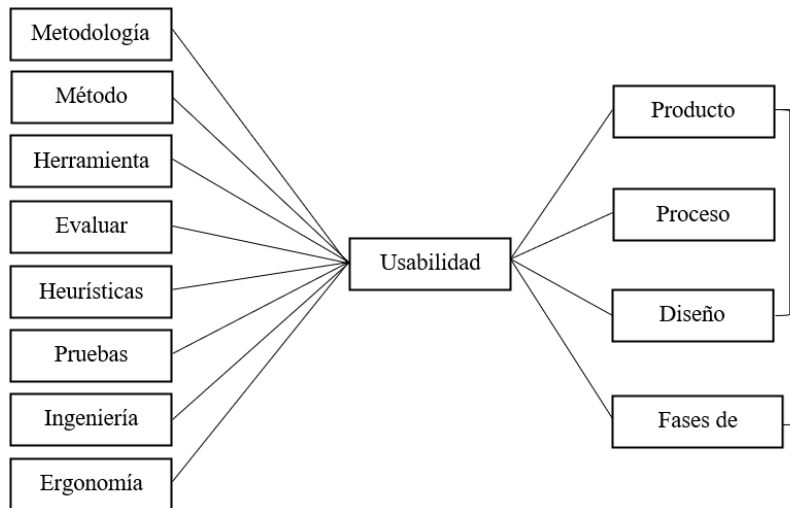


Figura 15. Búsqueda de palabras clave sobre usabilidad en el diseño de productos (Elaboración propia)

La línea de tiempo presenta estudios desde hace 65 años hasta la fecha, relacionados con factores de usabilidad, tales como: libros, teorías, herramientas y métodos que pueden ser utilizados en el diseño de producto.

A pesar de que la búsqueda arroja diversos resultados sobre temas relacionados a la usabilidad, se tomaron en cuenta sólo los artículos relacionados con el diseño del producto. Como resultado, fueron 39 las publicaciones revisadas (libros, capítulos de libros, artículos, conferencias, entre otros) relacionadas con la especialidad y que proponen herramientas para evaluar la usabilidad. Dichas publicaciones, se presentan en la figura 16.

Usabilidad para la aplicación en el Diseño de Producto a través del tiempo

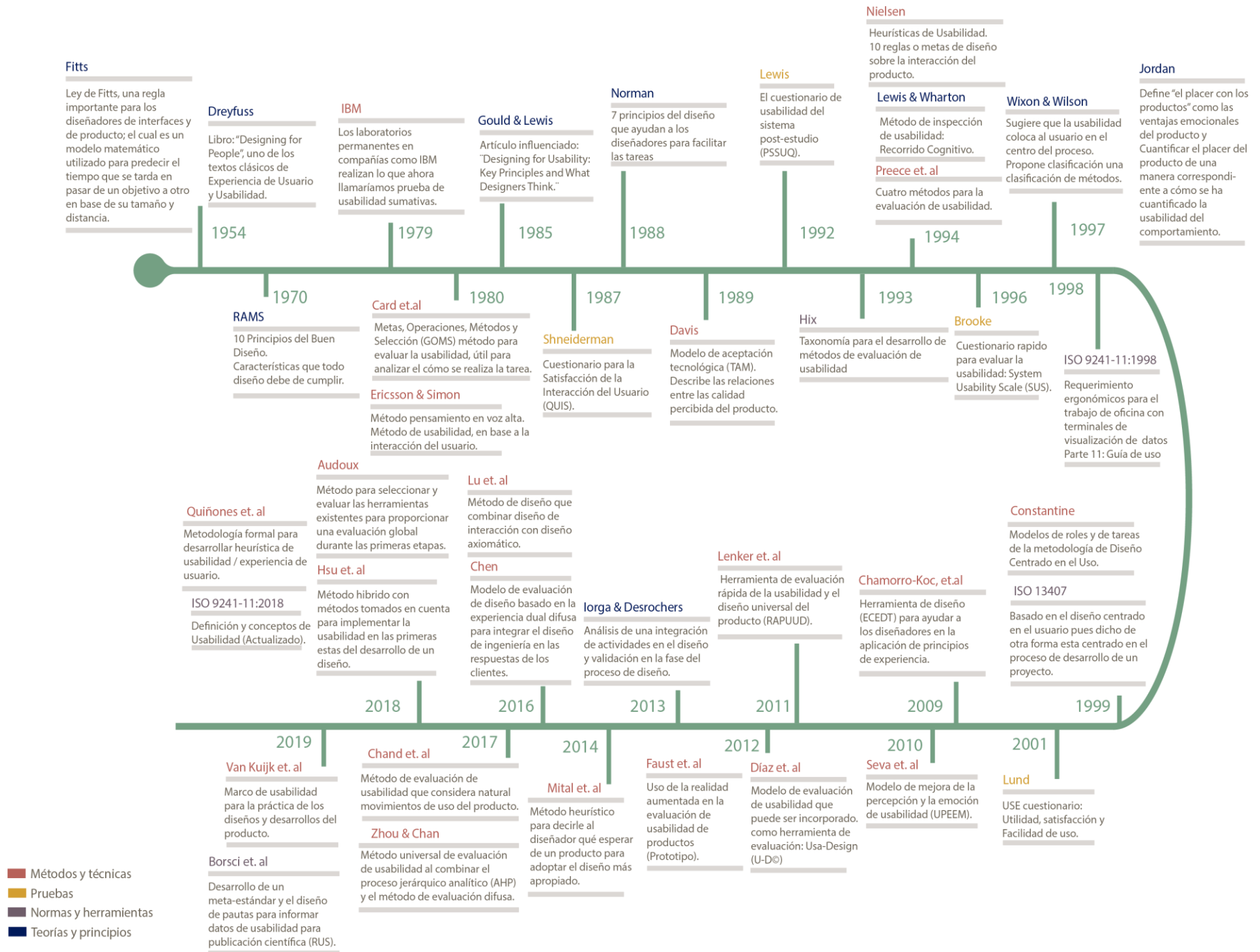


Figura 16. Usabilidad para la aplicación en el diseño de producto a través del tiempo (Elaboración propia)

4.1.1.2 Descripción de la línea de tiempo

En consecuencia, de las publicaciones presentadas anteriormente, se desarrolló un resumen de cada uno de los textos. Para de esta manera, tener una mayor visualización y entender el objetivo que los autores plantearon; por lo que, los datos obtenidos son expuestos cronológicamente.

1954 | Paul Fitts

Paul Fitts publica la Ley de Fitts en la que describe un modelo enfocado en la usabilidad por un medio matemático, utilizado para medir el tiempo en el que tarda la interacción de un objeto. Esta ley es aplicable para el movimiento humano en desplazamientos rápidos y precisos. Además, de que ha tenido aplicación para el diseño de automóviles en cuanto a la distancia de pedales, volante, frenos, entre otros. Por lo tanto, cuanto más pequeño y alejado está un objeto, mayor es el tiempo que tarda en lograrse la actividad. De manera que, esta ley tiene un efecto en la usabilidad, en la eficiencia y en la experiencia tanto del usuario como el producto (Calvo, 2013; Devin, 2017).

1954 | Dreyfuss

Otra publicación, fue el libro *Designing for People* escrito por el diseñador industrial Henry Dreyfuss, el cual, hoy en día es uno de los textos clásicos de experiencia del usuario y de usabilidad. En donde, el autor nos relata y explica a través de su experiencia, la práctica y el negocio del diseño industrial, cómo aplicar estos conceptos y de qué manera fueron desarrollados durante su trayectoria como diseñador. Dreyfuss presenta su libro de forma fácil y ligera de asimilar. Por lo que, hace una observación seria y detallada del diseño, donde, permite al lector comprender la experiencia del usuario y la usabilidad (Polaine, 2009).

1970 | Rams

Dieter Rams, uno de los diseñadores más influyentes en la historia del diseño industrial, plantea diez principios del buen diseño, en los cuales, hace énfasis en la vinculación dinámica entre el producto, la usabilidad, el consumo y la creación del diseño, de manera que, es indispensable en la aplicación durante el desarrollo de diseño. A continuación, se presentan los principios con una breve explicación sobre su uso: (Morales, 2016; Palazuelos, 2015; Vito, 2019).

Los 10 principios del buen diseño

El buen diseño es innovador: innovar en el diseño debido a las oportunidades que brinda la tecnología.

El buen diseño hace a un producto útil: el diseño debe ser práctico.

El buen diseño es estético: atractivo para el usuario.

El buen diseño hace a un producto comprensible: expresar claramente su función mediante intuición.

El buen diseño es honesto: nunca intenta mentir sobre el verdadero valor e innovación del producto.

El buen diseño es discreto: todo producto y su diseño debe de ser neutro y sobrio.

El buen diseño tiene una larga vida: crear productos útiles y atemporales.

El buen diseño es consecuente en sus detalles: ha de ser cuidado y diseñado bajo la exhaustiva precisión de cada detalle.

El buen diseño respeta el medio ambiente: contribuir a la preservación del medio ambiente mediante la conservación de los recursos y la minimización de la contaminación física y visual durante el ciclo de vida del producto.

El buen diseño es diseño en su mínima expresión: menos, es más.

1979 | IBM

La compañía IBM (*International Business Machines Corporation*) desarrolló en su laboratorio la prueba de usabilidad sumativa, la cual, consiste en un método llamado: recorrido de usabilidad plural. Este método se realiza por medio de tres tipos de participantes que son: usuarios, desarrolladores y expertos en usabilidad, útiles para una revisión general del diseño en el producto. De tal forma que, las pruebas se realizan por medio de prototipos en papel, en donde, cada participante interprete el papel del usuario del artefacto. Después, cada uno de ellos debe apuntar las acciones para desarrollar la tarea lo más detallada posible, esto para desarrollar un debate del funcionamiento entre los usuarios, luego los desarrolladores y por último los expertos en usabilidad, de esta manera, recopilar datos y detectar errores, para realizar mejoras en el producto (Matos, 2013; Reyes Vera, Libreros Giraldo, Vera, & Giraldo, 2011).

1980 | Card, et. al

Card, Moran y Newell desarrollaron un método utilizado para evaluar la usabilidad, conocido como GOMS. Este método es útil para analizar el conocimiento de cómo realizar una tarea en términos de objetivos, operadores, métodos y reglas. En primer lugar, se encuentran los objetivos que son simplemente los objetivos del usuario ¿Qué quiere lograr? Los cuales, se tienen que ir cumpliendo para lograr lo que se está buscando en el diseño. En segundo lugar, los operadores que son las acciones que permiten al usuario realizar el objetivo, de esta manera, es probable que los operadores sean selecciones de menú, pulsaciones de botones, acciones de manipulación directa, entre otros. En tercer lugar, el método consiste en lograr el mismo objetivo anterior, pero este se requiere reglas, las cuales son personales, por lo que, los usuarios deben decidir qué método usar en una circunstancia particular. En resumen, los objetivos, los operadores, los métodos y las reglas describen el conocimiento del

procedimiento o cómo hacerlo, esto para que el usuario pueda realizar la tarea o actividad (John & Kieras, 1996).

1980 | Ericsson y Simon

Ericsson y Simon presentaron una obra influyente, en la cual, consiste en un protocolo llamado pensamiento en voz alta. Este es uno de los métodos más utilizados para evaluar la usabilidad de un sistema o producto, por lo tanto, está conformado por instrumentos metodológicos, en base a la acción de un usuario pensando en voz alta, mientras que lleva a cabo una actividad. De esta manera, los pensamientos son grabados para reflexionar sobre los objetivos del trabajo, y, asimismo, analizar para detectar y solucionar errores, o bien, realizar mejoras en el diseño para que el usuario pueda realizar las actividades, utilizando el servicios o producto correctamente (Armengol, 2007).

1985 | Gould y Lewis

J. Gould y Clayton Lewis, realizaron una publicación sobre un artículo llamado *Designing for Usability: Key Principles and What Designers Think*, el cual, resultó material influyente para los diseñadores, ya que, la investigación hace énfasis en los principios y enfoques no solo en los usuarios, sino también en la usabilidad. Además, realiza la medición empírica tanto del uso como del diseño iterativo, esto para, realizar modificaciones, pruebas, modificaciones de nuevo, pruebas y así sucesivamente (Gould & Lewis, 1985).

1987 | Shneiderman

Shneiderman desarrolló un software que consiste en un cuestionario que es utilizado para evaluar la usabilidad en base a cuatro atributos, que son: eficiencia, efectividad, facilidad de aprendizaje y satisfacción del producto o servicio (Barajas, M., Reyes, R., Riva, J. & Maldonado, 2017). Este software es llamado: cuestionario para la satisfacción de la interacción con el usuario (por sus siglas en inglés QUIS), además, este es considerado como un método cuantitativo, en donde, se utiliza para realizar cambios y cuantificar la magnitud de las mejoras del diseño (Chin, Diehl, & Norman, 1988).

1988 | Norman

Norman planteó los principios de diseño, los cuales, están basados en la psicología, en la naturaleza de la cognición humana, en la emoción, en la acción y en la interacción con el mundo. Por lo tanto, deben de ser aplicarlas y tenerlas en cuenta en el diseño, para de esta manera, obtener una mejor calidad de vida en el producto. Estos principios están enfocados para realizar mejoras en la usabilidad, o bien, detectar errores y desarrollar una solución en el producto, de modo que, el usuario tenga una

interacción plena con el sistema o producto. A continuación, se presenta el listado de los principios mencionados (Norman, 2013):

- Igualdad de uso: el diseño debe ser fácil de usar y adecuado para todas las personas, independiente de sus capacidades y habilidades.
- Flexibilidad: el diseño se acomoda a una amplia gama y variedad de capacidades individuales.
- Uso simple y funcional: el funcionamiento del diseño debe ser simple de entender, sin importar la experiencia, conocimiento. Elimina complejidad innecesaria.
- Información comprensible: el diseño comunica la información necesaria al usuario.
- Tolerancia al error: el diseño reduce al mínimo los peligros y consecuencias adversas de acciones accidentales o involuntarias.
- Bajo esfuerzo físico: el diseño puede ser utilizado eficiente y cómodamente con un mínimo de fatiga física.
- Espacio y tamaño para el acercamiento y uso: es necesario disponer espacios de tamaños adecuados para la aproximación, alcance, manipulación y uso, sin importar el tamaño, postura o movilidad del individuo.

1989 | Davis

Davis describe las relaciones entre la calidad percibida en un modelo de la aceptación de la tecnología (en sus siglas en inglés TAM), este fue diseñado para evaluar la usabilidad, enfocada en la aceptación, en la utilidad percibida para aumentar la eficacia de una tarea y en la facilidad del uso que hace referencia a la percepción del usuario, así, como el esfuerzo necesario para el uso. La ventaja de este modelo es la sencillez, la adaptación y la solidez de su uso, además, del cumplimiento de lo que se quiere buscar al evaluar el sistema o el producto (Sánchez, J., Olmos, S. & García, 2015).

1992 | Lewis

Lewin introduce un cuestionario para evaluar la usabilidad, el cual, lo divide en tres fases para obtener respuesta inmediata del usuario. La primera, es después de una tarea en una prueba de usabilidad (*After Scenario Questionnaire*). La segunda, es para la evaluación de las pruebas de usabilidad (*Post Study System usability questionnaire*). Y, por último, los estudios de campo (*Computer System Usability Questionnaire*). Los objetivos de estas tres fases son, valorar la interacción del usuario según la facilidad al realizar y terminar una tarea en específico. Además, de la opinión y valoración sobre la eficacia y la capacidad de la información que se genere en la actividad (Keinonen, 1998).

Hix junto a Hartson en este año, describen dos tipos de evaluaciones de usabilidad para aplicarse en un producto o servicio. Las cuales, dependen de las características de los métodos que fueron utilizados durante su desarrollo, también, con base en los objetivos y requerimientos que se fueron planteando; los métodos se clasifican de la siguiente manera (Hurtado & Castrillón, 2013):

Evaluación analítica: basada en un análisis de las características del diseño, a través de la revisión, sobre la presentación del producto.

Evaluación empírica: basada en la observación de los usuarios usando el producto.

Preece propone cuatro métodos para la evaluación de la usabilidad en productos o sistemas. Que se desglosan a continuación (Preece, J., Rogers, Y. & Sharp, 2002):

Evaluación de expertos: conocida como evaluación heurística. Normalmente es llevada a cabo por personas expertas en diseño. En donde, se solicita describir los problemas o fallas que ellos consideran para los usuarios y sugiriendo soluciones.

Evaluación observacional: permite la recolección de datos, que proporcionan información acerca de lo que los usuarios están haciendo cuando interactúan con el producto.

Evaluación por investigación: empleada para conocer las opiniones de los usuarios, o bien, entender sus preferencias sobre un producto potencial o uno existente a través de cuestionarios y entrevistas.

Evaluación experimental: en esta evaluación, un evaluador puede manipular y estudiar sus efectos en el desempeño del usuario al interactuar con el producto.

Lewis y Wharton en este mismo año desarrollaron el método de recorrido cognitivo. El cual, consiste en evaluar la usabilidad de las interfaces y productos mediante un análisis de procesos mentales que requiere el usuario, de tal manera, es necesaria la preparación y el análisis del diseño; este método se puede utilizar en cualquier fase del desarrollo en el diseño. Existen cinco características donde se distingue el recorrido cognitivo comparado con otros métodos (Helander, 2006):

Es realizado mediante un análisis crítico.

Examina una tarea específica del usuario, en vez de analizar el aspecto global.

El analista investiga las secuencias de la acción del usuario y pregunta si el usuario puede realizar estas secuencias utilizando el diseño.

Identifica posibles problemas y sugiere una alternativa para resolverlo.

El analista identifica los problemas rastreando los procesos mentales del usuario.

Nielsen desarrolló las heurísticas de usabilidad; las cuales, consisten en 10 reglas o metas de diseño sobre la interacción. Estas son utilizadas para evaluar el sistema o producto, por lo que, se deben de mantener presentes antes, durante y después en el desarrollo del proyecto. Así como, en el proceso del diseño que es desde la creación hasta cambios del proyecto y evitar problemas de usabilidad cuando el usuario interactúe con el producto. A continuación, las 10 reglas son presentadas con una breve descripción de cómo se implementan y se relacionan con el usuario-producto, para su mejor entendimiento (Helander, 2006):

- Visibilidad: mantiene informado al usuario de lo que está pasando.
- Relación con el sistema y la realidad: utiliza el lenguaje del usuario que se dirige y organiza la información en un orden natural y lógico.
- Control y libertad: ofrece funciones de rehacer y deshacer, las cuales, permiten al usuario tener el control de sus interacciones con libertad.
- Consistencia y estándares: establecer reglas, situaciones, acciones lógicas y mantenerlas siempre.
- Prevención de errores: mensajes de errores para prevenir problemas.
- Reconocimiento en lugar de recordar: hacer objetos, acciones y opciones visibles para no recordar la información.
- Flexibilidad y eficiencia en el uso: permite que el sistema pueda adaptarse a los usuarios frecuentes. De tal manera que, diseña la realización de tareas avanzadas de manera fluida y eficiente.
- Diseño estético y minimalista: muestra sólo lo necesario y relevante en cada situación.
- Ayuda al usuario a reconocer, diagnosticar y recuperarse de los errores: indica el problema concreto que está ocurriendo y sugiere soluciones constructivas.
- Ayuda y documentación: la información de ayuda debe ser breve, concisa, fácil de buscar y enfocada a las tareas del usuario.

Brooke realizó un cuestionario, el cual llamó: escala de usabilidad del sistema (en sus siglas en inglés SUS), en donde, se fundamenta la normativa ISO 9241-11 con indicadores de efectividad, eficiencia y grado de satisfacción. Este cuestionario cuenta con un formato de puntuación, de tal forma, que se consideran ítems de 0 a 4 donde las secciones 1, 3, 5, 7 y 9 son valoradas; mientras que, las secciones 2, 4, 6, 8 y 10 son valorados con un apartado de 5 respuestas: excelente, notable, bien, normal y pobre.

Al final, como resultado se genera un análisis de todos los datos obtenidos y de lo que se está valorando del producto, asimismo, concluir si el producto es funcional correctamente (Lirola & Pérez, 2015).

1997 | Jordan

Jordan define “el placer con los productos” como las ventajas emocionales del producto. De esta manera, las caracterizó por cuatro dimensiones que son:

- El placer físico se relaciona con el tacto hacia los productos.
- El placer social se refiere a las relaciones sociales y a la comunicación que se obtiene con el producto.
- El placer de la psique se logra cuando los productos asisten a los usuarios a alcanzar las tareas o actividades.
- El placer de la idea se refiere a los valores que los productos y su uso representan.

Jordan sugiere, la necesidad de cuantificar el placer del producto, correspondiente a la usabilidad del comportamiento hacia el usuario, esto permite, generar importancia y valoración del placer en las especificaciones del producto (Keinonen, 1998).

1997 | Wixon y
Wilson

En este año Wixon y Wilson sugieren que la usabilidad sea implementada al usuario, en el centro del proceso del diseño y de la interacción. Por lo que, proponen una serie de clasificaciones de métodos a seguir para su evaluación (Wixon, D., & Wilson, 1997):

- Evaluación formativa vs. sumativa: los métodos de evaluación formativa son usados para generar nuevas ideas durante el desarrollo del producto y los métodos de evaluación sumativos son usados para evaluar sistemas o productos ya existentes.
- Método de evaluación de descubrimiento vs método de decisión: los métodos de evaluación de descubrimiento son también llamados métodos cualitativos, los cuales, son usados para descubrir cómo trabajan, cómo se comportan o piensan los usuarios y los métodos de decisión, también llamados métodos cuantitativos, son utilizados en la selección de un diseño de producto definido.
- Evaluación formalizada vs evaluación informal: la formalizada utiliza análisis técnicos mientras los informales son más bien de juicio.
- Evaluación con usuarios comprometidos vs. evaluación con usuarios no comprometidos: estos dos métodos se diferencian en el grado de compromiso del usuario en la evaluación, análisis y diseño.
- Evaluación completa vs evaluación de componente: los métodos de la evaluación completa cubren todos los pasos necesarios para completar el diseño de usabilidad, mientras que, la de componente representa solo una parte de un proceso de usabilidad.

En la Organización Internacional de Normalización se desarrolla la norma ISO 9241-11:1998 llamada: Requerimiento ergonómicos para el trabajo de oficina con terminales de visualización de datos. Parte 11: Guía de uso (actualización del año 1994). Esta norma, explica los beneficios de la utilización de usabilidad en un contexto y satisfacción del usuario; también, plantea la obtención de diseño, desarrollo, evaluación y difusión de información en la utilidad. Sin embargo, está enfocada al área de trabajo de oficina con pantallas de visualización de datos. Pero en el año 2018 la normativa se actualizó siendo ahora ISO 9241-11:2018 Ergonomía de la interacción humana-sistema. Parte 11: Usabilidad: definiciones y conceptos. Este cambio proporciona un marco para comprender la usabilidad y aplicarlo en sistemas, productos y servicios para la facilidad de uso, además, identifica los fundamentos de la usabilidad y explica la aplicación de este concepto (ISO, 2018).

Constantine y Lockwood desarrollaron un método llamado diseño centrado en el uso, este método surgió de la usabilidad, de modo que, es un componente en relación con la funcionalidad del producto con el usuario. Asimismo, este trabaja de manera en que la atención se va hacia el diseño del producto, los objetivos, las tareas asociadas con el rendimiento y habilidades en trabajos o actividades específicas que sugiere el diseñador. Por lo tanto, solo se necesita concentrarse en las tareas del usuario para entender al usuario y el contexto al que se diseñará (Constantine, L., Biddle, R., & Noble, 2003).

En este año, salió la norma ISO 13407 con el nombre de Procesos de diseño centrado en humanos para sistemas interactivos. El cual, se basa en el diseño centrado en el usuario para el proceso de desarrollo de un proyecto, además, se ocupa de la recolección, verificación de métodos para la evaluación y necesidades del usuario. Esta normativa se caracteriza por involucrar activamente a los usuarios, entender los requerimientos y la tarea que se realiza. También, se apropia de la distribución de las funciones entre los usuarios y la tecnología; de igual manera, a la iteración de las soluciones de diseño y el diseño multidisciplinario. En el 2010 en la norma se realizó un cambio en el que pasó a ser ISO 9241-210 Ergonomía de la interacción humano-sistema. Parte 210: Diseño centrado en el usuario para sistemas interactivos, de igual manera, enfocada a la usabilidad, además de que proporciona requisitos y recomendaciones, aplicados para los principios y las actividades del diseño centrado en el usuario. Esta es utilizada para procesos de diseño, productos interactivos físicos y de software (ISO, 2010).

Lund presentó un cuestionario para medir la usabilidad, llamado: utilidad, satisfacción y facilidad de uso (en sus siglas en inglés USE). Este cuestionario puede ser adaptado según el programa, servicio o producto que se quiera evaluar; de modo que, los datos que se buscan obtener se dividen según la utilidad, satisfacción, facilidad de aprendizaje y la facilidad de uso, los cuales, se presentan a continuación en la tabla 12 (Lund, 2001).

Tabla 12. Factores de evaluación del USE (Adaptación de Lund, 2001)

Factores de evaluación del USE	
Utilidad	Me ayuda a ser más eficaz. Me ayuda a ser más productivo. Es útil. Me da más control sobre las actividades en mi vida. Hace que las cosas que quiero lograr sean más fáciles de hacer. Me ahorra tiempo cuando lo uso. Se ajusta a mis necesidades. Hace todo lo que yo esperaba que hiciera.
Facilidad de uso	Es fácil de usar. Es simple de usar. Es fácil de usar. Requiere el menor número de pasos posibles para lograr lo que quiero hacer. Es flexible. Su uso es sin esfuerzo. Puedo usarlo sin instrucciones escritas. No noto ninguna inconsistencia mientras lo uso. A los usuarios ocasionales y regulares les gustaría. Puedo recuperarme de los errores rápida y fácilmente. Puedo usarlo con éxito cada vez.
Facilidad de aprendizaje	Aprendí a usarlo rápidamente. Recuerdo fácilmente cómo usarlo. Es fácil aprender a usarlo. Rápidamente me volví hábil con eso.
Satisfacción	Estoy satisfecho con ella. Se lo recomendaría a un amigo. Es divertido de usar. Funciona como yo quiero que funcione. Es maravilloso. Siento que necesito tenerlo. Es agradable de usar.

Chamorro-Koc, Popovic y Emmison publicaron un artículo donde presentan una investigación, sobre cómo la experiencia humana influye en las personas y en el entendimiento de la usabilidad del producto. En consecuencia, los resultados del experimento llevaron a los autores a identificar las

relaciones entre la experiencia, el conocimiento y el contexto de uso que influyen en diseñadores y usuarios. Dichas relaciones se tradujeron en los principios del diseño, de tal forma, informan la actividad con respecto a la experiencia para comprender el uso de un producto; en base a estos resultados se diseñó una herramienta de diseño de consulta de contexto de la interacción (en sus siglas en inglés ECEDT) para ayudar a los diseñadores en la aplicación de estos principios. Además, esta herramienta incluye e interpreta los hallazgos de manera que informe a los diseñadores, sobre los aspectos de la experiencia que deben abordarse para el diseño del producto (Chamorro-koc, Popovic, & Emmison, 2009).

2010 | Seva, et. al

Seva, Gosaico, Santos y Pangilinan realizaron un estudio sobre la facilidad de uso y la calidad en un producto. En esta investigación desarrollaron un modelo llamado Mejora de la usabilidad, la percepción y la emoción del uso para satisfacer al usuario (en sus siglas en inglés UPEEM), el cual, consiste en cuatro fases a seguir que son: la selección de producto, identificación de atributos, generación de alternativas del diseño y evaluación de alternativas del diseño. En donde, las fases están relacionadas con la percepción de la estética de un producto para mejorar la facilidad del diseño y uso del producto (Seva, Gosiaco, Crea, Santos, & Pangilinan, 2010).

2011 | Lenker, et. al

Lenker, Nasarwanji, Paquet y Feathers desarrollaron una herramienta, para la evaluación rápida de la usabilidad del producto y el diseño universal (en sus siglas en inglés RAPUUD), la cual, consiste en el desarrollo y pruebas psicométricas de la evaluación de un producto. Esta herramienta de informe está conformada por 12 elementos, donde, siete son los principios del diseño universal y es aplicado al usuario. Sin embargo, el instrumento sigue en mejoras y pudiera convertirse en una herramienta pragmática, para que, los diseñadores de producto identifiquen problemas de usabilidad (Lenker, Nasarwanji, Paquet, & Feathers, 2011).

2012 | Faust, et. al

Faust, Roepkea, Catecatia, Araujob, Gomes y Albertazzic realizaron un estudio sobre la revisión de literatura referente a la realidad aumentada, la usabilidad y de cómo es importante evaluar las fases de diseño, en cuanto a la función, estética y fabricación; esta investigación hace énfasis en la fase de concepción, ya que, la tecnología de realidad aumentada tiene un gran potencial, para ayudar a los diseñadores a evaluar esta fase. Por lo que, generan un prototipo de uso de la realidad aumentada, en la evaluación de la usabilidad de los productos (Faust et al., 2012).

Merino, Teixeira, Petry, Díaz y Amaral proponen un modelo de evaluación de usabilidad con un enfoque metodológico, el cual, está conformado por dos etapas. Primero, es la revisión de literatura centrada específicamente en usabilidad y el desarrollo del producto. Después, se presenta el modelo propuesto que es llamado *Usa-Design* (U-D©). Este modelo consta de cuatro fases: la primera, es la comprensión del contexto de uso del producto; la segunda, la evaluación preliminar de usabilidad: eficiencia, efectividad y satisfacción; la tercera, evalúa los principios y resultados de usabilidad; y, por último, se obtienen las características de U-D © que son modulares y flexibles, lo que permite cambiar los principios de acuerdo con las necesidades y el escenario de cada situación. De esta forma, utilizan escalas de medición cualitativas y cuantitativas para la comprensión y aplicación, en donde se obtienen los resultados del modelo sobre todo el proceso de desarrollo del producto (Merino et al., 2012).

Iorga y Desrochers realizaron un análisis de una integración de actividades en el diseño y validación de usabilidad para cada fase del proceso de diseño. En donde, en este análisis muestran algunos elementos que forman parte de las contribuciones de metodologías propuestas en los campos académicos e industriales de la formalización del método de diseño. Esto permite, encontrar una o más combinaciones de parámetros que maximizan o minimizan un criterio de diseño, mientras que, las actividades de validación proporcionan retroalimentación a los diseñadores, para verificar la exactitud de los cálculos y el logro de todos los criterios de diseño. Las metodologías propuestas son útiles para generar una comunicación entre diseñador, gerente y usuario (Iorga & Desrochers, 2013).

Mital, Desai, Subramanian y Mital publicaron un libro sobre el desarrollo del producto, el cual, el capítulo 10 llamado Diseño para usabilidad, habla sobre que el diseñador tiene la responsabilidad de desarrollar un producto altamente utilizable. También, este se enfoca en una lista de verificación basada en un método heurístico. Esto para decirle al diseñador que esperar de un producto y adoptar el diseño más apropiado, aparte de relacionar los procesos de fabricación con los requisitos del usuario. Los casos presentados en este capítulo se desarrollaron y se aprobaron por medio de cuestionarios para cada elemento enfocado a la usabilidad. Los autores presentan, que este puede ser un área futura en que los diseñadores de productos pueden enfocarse y aumentar el atractivo general de un producto (Mital, et al. 2014).

Lu, Feng, Zheng y Tan publicaron un método, en donde combinan el diseño de interacción con diseño axiomático. Dicho método emplea principalmente el diseño de interacción para adquirir las necesidades del usuario, con respecto a tres aspectos: usuario, productos y ambiente. Después, los autores adoptan el diseño axiomático para completar el diseño conceptual. El análisis es demostrar y validar la usabilidad de un estudio en particular, como el estudio que los investigadores presentan sobre una bicicleta para niños, en donde, los resultados muestran que el método propuesto mejora significativamente la experiencia de los usuarios del producto; además, de satisfacer las necesidades de los usuarios, especialmente en términos de las necesidades espirituales y psicológicas (Lu, et al. 2016).

Chen diseñó un método de usabilidad enfocado en el diseño de experiencias, el cual, propone que sea utilizado para capturar el contenido emocional de las experiencias, tanto las del diseñador como las del cliente y generar experiencias duales. De manera que, estas experiencias sean importantes para desarrollar un diseño de producto centrado en el usuario de alta calidad, asimismo, evaluar la optimización dual del diseño experiencial, por medio del árbol de decisión difuso y el mapa cognitivo difuso. De este modo, con los resultados el diseñador integra las perspectivas del diseño en el producto. El objetivo de este estudio es optimizar las interacciones complejas y el sistema de diseño experiencial con las relaciones imprecisas, mientras, se cuantifica el impacto en el rendimiento de la eficiencia del producto y en la satisfacción del cliente (Chen, 2016).

Chang, Jung, Lee e You desarrollaron un nuevo método de evaluación de usabilidad, donde, evalúan los movimientos naturales durante el uso de un producto. El método propuesto mide los movimientos naturales en el uso del producto y movimientos reales de uso para un producto, para esto, se utiliza un sistema para capturar de movimiento óptico al utilizar el producto. En esta investigación se aplicó la prueba de usabilidad a cuatro aspiradoras con 15 participantes; después, se compararon mediciones y calificaciones subjetivas de incomodidad y aumento de los esfuerzos musculares. De esta manera, los investigadores demostraron su utilidad en las pruebas, sin embargo, se necesita más investigación con varios productos para generalizar una evaluación de eficacia (Chang, Jung, Lee, & You, 2017).

Zhou y Chan, presentaron un modelo universal sobre la evaluación de usabilidad, en donde, combinaron el proceso jerárquico analítico (en sus siglas en inglés AHP) y el método de evaluación difusa. Este método pretende derivar un índice estructurado jerárquicamente con términos basado en tres componentes de la usabilidad: efectividad, eficiencia y satisfacción del usuario de un producto o sistema. Esta forma, es una opción útil para comparar las ventajas y desventajas de diferentes productos o diferentes versiones del producto durante su ciclo de vida (Zhou & Chan, 2017).

Quiñones, Rusu y Rusu publicaron un artículo en donde aborda el tema de la usabilidad heurística, con el objetivo de evaluar dominios de aplicaciones y características específicas relacionadas con la usabilidad. Además, en esta investigación se muestra varios conjuntos de heurística, los cuales, fueron conformados para el desarrollo de una metodología que se utilizó para evaluar distintos aspectos de la usabilidad, que están relacionados con la experiencia del usuario. La metodología se basa en tres pasos (Quiñones et al., 2018):

- Revisión sistemática de la literatura: revisión de procesos, que se siguen en los desarrollos de producto y especifica las heurísticas de usabilidad junto con metodologías.
- Resultados experimentales: realización de varias entrevistas y encuestas para determinar la percepción de los evaluadores que utilizaron las heurísticas de Nielsen.
- Metodología de Rusu: aplicación de propuesta y análisis de los procesos para crear heurísticas y procesos en las fases del diseño.

A Audoux, Segonds y Aoussat en este mismo año presentaron un artículo, en donde, hablan sobre el alto impacto en los requisitos del producto. Además, presentaron un método de evaluación y selección de métodos para evaluar la fase inicial del diseño; por lo que, desarrollaron varios indicadores y herramientas para ayudar a los diseñadores a evaluar la usabilidad en esta etapa. Sin embargo, la elección de los métodos en el diseño es complicada cuando se deben de evaluar múltiples rendimientos (innovador, capacidad de fabricación, sostenibilidad). De manera que, cada herramienta utiliza su propia forma de estructura y de generar datos, durante una etapa específica del proceso de diseño. De tal manera, para facilitar la evaluación en diferentes fases, los autores presentan un método donde se hace una supervisión continua del proceso de diseño. La propuesta, se enfoca en desarrollar un método para seleccionar y evaluar las herramientas existentes. Este método se divide en tres pasos: primero, ubicar las herramientas adaptadas durante las primeras etapas de diseño para evaluar el desempeño del producto; segundo, identificar los datos que se necesitan para utilizar las herramientas;

tercero, selecciona y fusionar las diferentes herramientas para ser aplicada en la fase de diseño (Audoux et al., 2018).

2018 | Hsu, et. al

Hsu, Wang, Lin y Chang realizaron una investigación, la cual, consiste en una propuesta para ayudar a diseñar y realizar productos innovadores. Hoy en día, los diseños de producto requieren colaboración grupal, por lo tanto, para el diseño se tiene que estimular la creatividad grupal de manera efectiva y así, promover la innovación de los productos. Este estudio fusiona el método de lluvia de ideas y el método C-Sketch, en donde, se generan imágenes y palabras alternativamente en la fase de pensamiento y creatividad del diseño. De esta manera, ayudar a los diseñadores a estimular e integrar sus ideas de diferentes aspectos para desarrollar y diseñar productos innovadores. Esta propuesta consiste en un método híbrido conformado por métodos que son tomados en cuenta para implementar y evaluar la usabilidad en las primeras etapas del desarrollo de un diseño (Hsu, et al. 2018).

2019 | Van Kuijk, et. al

Van Kuijk y colegas publicaron un caso de estudio sobre los problemas de la usabilidad y de dónde surgen. Con esta investigación, toman como ejemplo tres desarrollos de productos, asimismo, proponen un marco de usabilidad para la práctica del diseño y desarrollos del producto. La metodología que desarrollaron sirve para resolver los problemas que fueron detectados en tres productos que fueron evaluados. Concluyen que, este tipo de métodos de usabilidad, a pesar de que se centran en obtener conocimiento sobre los usuarios y resolver problemas de la usabilidad, también, es una de las causas para la aplicación en el proceso del diseño e implementar cambios que mejoren la usabilidad (van Kuijk, Daalhuizen, & Christiaans, 2019).

2019 | Borsci, et. al

Hasta el momento en esta investigación, Borsci, Federici, Maliza & De Filippis realizaron una publicación, en donde, se desarrolló un debate sobre el concepto de usabilidad. El autor Tractinsky (2018) propuso que la usabilidad llegó a un punto muerto, es decir, un concepto insuficientemente sólido, una construcción incapaz de proporcionar resultados estables y unificar el conocimiento científico. Los autores de esta investigación y otros mencionados en la publicación, rechazaron esta conclusión argumentando que la falta de esta aplicación se encuentra en la falta de conocimiento y armonización de este concepto. Por este motivo, desarrollaron una forma constructiva para avanzar en la práctica de usabilidad. Proponiendo el desarrollo de un meta-estándar, en el cual, proporcionan un marco unificado para todos los expertos independientemente de su campo y crear conciencia en la

comunicación sobre cómo se caracteriza, representa y operacionaliza la usabilidad en otros campos. Además, generan el diseño de pautas para informar datos de usabilidad para publicaciones científicas (RUS); esto, puede reducir los problemas de replicabilidad. Sin embargo, el éxito de tales pautas requiere: una acción internacional de las comunidades de usabilidad, y el apoyo de los editores para exigir el cumplimiento de una forma unificada de resumir y presentar datos. Para el cumplimiento de esto, se necesitan acciones de la comunidad científica para implementar estas estrategias de mitigación y armonizar la práctica de usabilidad (Borsci et al., 2019).

4.1.1.3 Análisis de investigaciones de autores seleccionados

En esta sección, se muestran una serie de clasificaciones realizadas para poder comprender y analizar las propuestas obtenidas en búsqueda de la línea del tiempo. De esta manera, observar qué factores son utilizados por los autores en sus propuestas de investigaciones. A continuación, se presenta la descripción de cada una de las categorías; en donde, se muestra un listado sobre qué factores sobresalientes se detectaron, así, tener un acceso más flexible de entendimiento sobre cómo los investigadores trabajaron, en base a qué factores fueron desarrollando sus propuestas y dónde pueden ser implementadas en el proceso del desarrollo del producto.

Primera clasificación: tipos de investigación

Esta clasificación consiste en detectar que tipo de investigación y propuestas son. Ya que, cada autor presenta una propuesta diferente y con una finalidad en específico; por lo tanto, es importante agrupar e indicar cada una de estas propuestas, para tener un acceso rápido al tipo de investigación; como se presenta en la tabla 13:

Tabla 13. Primera clasificación de la línea del tiempo (Elaboración propia)

Primera Clasificación
Métodos y técnicas
Pruebas
Normas y herramientas
Teorías y principios

Segunda clasificación: Factores aplicados en las investigaciones

La segunda clasificación como se presenta en la tabla 14, muestra factores de aplicación. Los cuales, se detectaron en base a zonas comunes más trabajadas, además de, dónde se apoyaron y enfocaron los autores durante su desarrollo de investigación. La importancia de esta clasificación es

detectar el campo de trabajo en dónde se está investigando y trabajando la usabilidad en el diseño del producto.

Tabla 14. Segunda clasificación de la línea del tiempo (Elaboración propia)

Segunda Clasificación	
Interacción.	Contexto de uso.
Experiencia del usuario.	Combinación de métodos.
Diseño centrado en el usuario	Métodos multi-atributo
Percepción.	Atributos – Cualitativo.
Heurísticas.	Cuantitativo.
Estética de diseño	Etapas Inicial.
Antropometría / Biomecánica	Validación.

Tercera clasificación: áreas de estudio

Esta clasificación ayuda a detectar el área donde se clasifican los factores y aplicaciones que fueron utilizados por los autores en sus investigaciones (que son presentados en la tabla 14). De tal modo, tener un mejor alcance y organización de cada uno de los factores que fueron detectados en la segunda clasificación. Además, de determinar y tener accesibilidad visual sobre la agrupación entre los factores; los cuales son presentados en la tabla 15.

Tabla 15. Tercera clasificación de la línea del tiempo (Elaboración propia)

Tercera Clasificación.
Experiencias, emociones, utilidad y satisfacción.
Ergonomía.
Conjugación.
Medición.
Etapas de diseño.

Cuarta Clasificación: clasificación por colores

En esta clasificación se puede mostrar por medio de colores, en donde se indica qué factor fue más utilizado por los autores. De manera que, representado por el color amarillo es la mayor aplicación, el factor con la puntuación media se muestra con el verde y una aplicación baja es presentada en azul. Esta forma, sirve para detectar el campo de estudio dónde se encuentra el menor y mayor investigación sobre la usabilidad del producto.

Para mayor apreciación en la tabla 16, se desarrolló una visualización completa; en donde, se incorporó cada una de las clasificaciones anteriores.

Tabla 16. Clasificaciones de propuestas de investigación sobre usabilidad del producto a través del tiempo (Elaboración propia)

Clasificación de autores de usabilidad aplicada en el diseño de producto															
1er. Clasificación	3er. Clasificación	Experiencia, emociones, utilidad y satisfacciones						Ergonomía		Conjugación		Medición		Etapas de diseño	
	2da. Clasificación	Interacción	Experiencia del usuario	Diseño centrado en el usuario	Percepción cognitiva	Heurísticas	Estética del diseño	Antropometría Biomecánica	Contexto de uso	Combinación de métodos	Métodos multiatributo	Atributos	Cuantitativo	Etapas inicial.	Validación
Métodos y Técnicas	IBM, 1979	x											x		x
	Card et. al, 80	x	x									x			x
	Ericsson & Simon, 80	x	x	x								x			x
	Davis, F. 89				x							x			x
	Nielsen 94	x		x		x						x		x	x
	Preece et. al, 94	x				x						x			x
	Lewis & Wharton 94				x							x		x	x
	Wison & Wilson, 97	x										x	x	x	
	Constantine & Lockwood, 99	x		x					x			x		x	x
	Chamorro-Koc et. al, 2009.		x	x	x				x			x		x	x
	Seva et. al, 2010		x		x		x					x		x	x
	Lenker et. al, 2011	x								x		x	x		x
	Díaz et. al, 2012								x			x	x	x	x
	Faust et. al, 2012						x			x		x	x	x	
	Mital et. al, 2014					x	x					x		x	x
	Lu et. al, 2016.	x	x	x			x		x	x		x	x	x	
	Rui-Yang Chen, 2016	x	x		x					x	x		x	x	x
	Zhou & Chan, 2017									x	x	x	x		x
	Chand et. al, 2017	x										x	x		x
	Hsu et. al, 2018.		x				x			x		x		x	
	Audoux et. al, 2018.									x		x	x	x	
	Quiñones et. al, 2018				x	x				x		x		x	x
	Van Kuijk et. al, 2019	x	x									x		x	x
Pruebas	Shneiderman, 87	x										x		x	
	James Lewis, 92	x										x	x	x	x
	Brooke, 96	x								x		x	x		x
	Lund, 2001							x				x	x		x
Normas y Herramientas	Hix, 93											x	x		x
	ISO 13407, 99	x	x	x										x	x
	ISO 9241-11: 1998	x	x											x	x
	ISO 9241-11: 2018	x	x											x	x
	Borsci, et. Al. 2.19		x									x		x	x
Teorías y Principios	Dreyfuss, 1954		x									x		x	x
	Fitts, 1954	x		x									x		x
	Rams, 1970	x												x	x
	Jordan, 97	x	x									x			x
	Gould & Lewis, 85	x										x		x	x
	Norman, 88	x	x	x	x							x		x	x
	Iorga, et. al. 2013.	x		x				x	x			x		x	x
4ta. Clasificación															
			Alto												
			Medio												
			Bajo												

4.1.1.4. Factores y sus clasificaciones

En la tabla 14, se puede apreciar un desglose sobre las investigaciones y propuestas obtenidas en la búsqueda sobre la usabilidad en el diseño del producto. El resultado, es comprender cómo se está implementado, qué tipo de investigaciones han sido desarrolladas durante los años y qué métodos o factores han sido incorporado en el desarrollo de nuevas propuestas. De esta manera, obtener una perspectiva organizada sobre la implementación de la usabilidad en el diseño del producto. A continuación, se presenta un análisis de la clasificación:

Primero, en la tabla 14 se presentan las agrupaciones de la tercera clasificación, que son las experiencias, emociones, utilidad y satisfacciones, las cuales están conformadas por: la interacción, experiencia del usuario, diseño centrado en el usuario, percepción cognitiva, heurísticas y estética del diseño. Los resultados muestran que la interacción fue el factor más utilizado entre las investigaciones; en segundo lugar, se encuentran la experiencia del usuario y el diseño centrado en el usuario; y al último, con bajo nivel de aplicación se encuentra la percepción cognitiva, heurísticas y la estética del diseño, siendo factores con oportunidad a futuras aplicaciones en nuevas propuestas de investigación.

Segundo lugar, la agrupación de ergonomía está conformada por los factores antropometría/biomecánica y contexto de uso; en donde, el análisis arrojó que el contexto de uso está en un nivel medio y la antropometría/biomecánica se encuentra en un bajo nivel dentro de las investigaciones que fueron seleccionadas para esta investigación. Por lo tanto, es considerada un factor con amplia oportunidad de trabajo a comparación del contexto de uso.

En tercer lugar, en la conjugación de las propuestas de los autores hubo un nivel medio en la combinación de métodos, teniendo en cuenta que, no todas las propuestas son métodos o herramientas. Por lo tanto, se considera que es un factor comúnmente utilizado por especialistas para desarrollar nuevos métodos.

En cuarto lugar, dentro el área de medición se encuentran los atributos que vienen siendo los cualitativos y el factor del cuantitativo; entre estos dos elementos el análisis detecta que el factor cualitativo fue el medio de investigación más utilizado en las propuestas presentadas.

En quinto lugar, en la agrupación de etapas de diseño predominó más que la propuesta de usabilidad sea implementada durante la validación del diseño, dejando en medio a la etapa inicial, sin embargo, se detectó que algunas propuestas de los autores son implementadas durante todo el desarrollo del diseño. Por lo que, en lo personal, se observó que la usabilidad debe de estar presente en todas las etapas.

Por último, se detectó que conforme pasa el tiempo (1954–2019) nuevos factores, métodos son desarrollados e introducidos a propuestas ya existentes, o bien, se desarrollan nuevas alternativas. Asimismo, la adaptación de métodos a diversos campos de investigación.

En resumen, en el análisis anterior, la figura 17 muestra un panorama general sobre los factores obtenidos en la tabla 16, en donde, indica el porcentaje de cada factor utilizado en las investigaciones obtenidas para este estudio. En esta gráfica se muestra que el factor de validación y los atributos cualitativos son los más altos con un porcentaje del 17%, mientras que los métodos multiatributos y la antropometría/Biomecánica con 1% son los más bajos; sin embargo, la estética del diseño con 2%, heurísticas 2%, contexto de uso 3%, percepción cognitiva 4%, combinación de métodos 5% cuentan con porcentajes también bajos, lo que hace estos factores una oportunidad de investigación para nuevas propuestas. De este modo, abarcar la mayor parte de factores y áreas relacionadas con la usabilidad, para fortalecer este concepto implementando y desarrollando productos funcionales y de calidad.

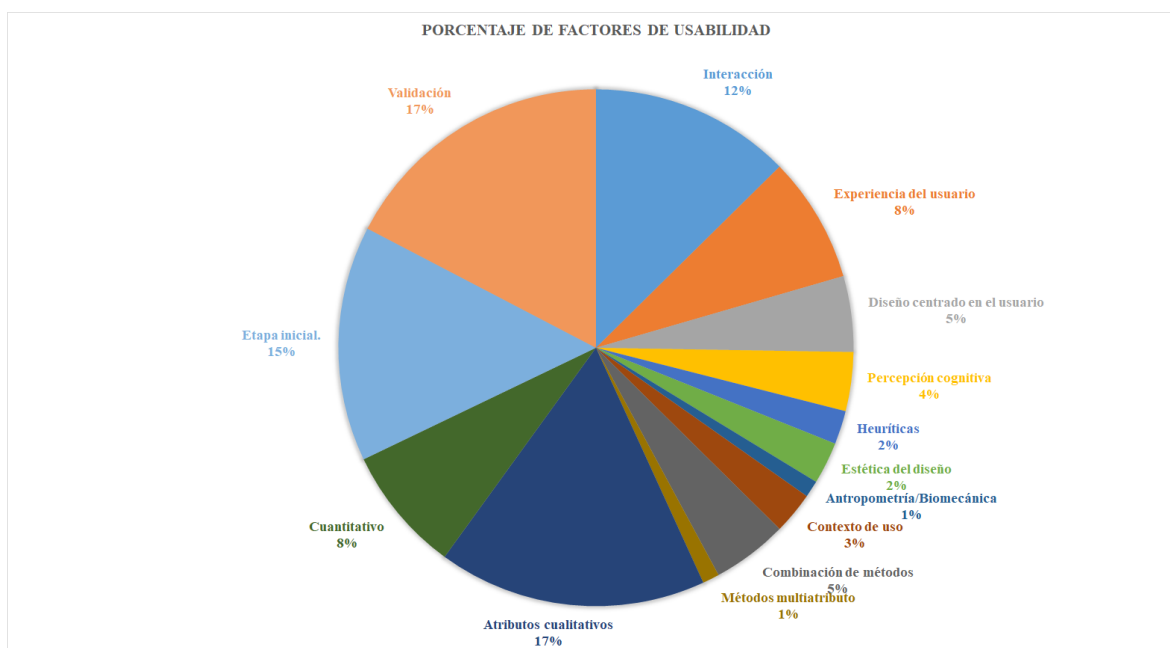


Figura 17. Clasificación de porcentaje de los factores de usabilidad (Elaboración propia)

4.1.1.5 Revisión de fuentes

El objetivo de esta sección es presentar un análisis sobre las citas de las propuestas de los autores seleccionados que se presentan en el anexo B; asimismo, el auge de sus publicaciones a través de los años.

A continuación, se presentan los datos obtenidos en esta investigación, los cuales para este análisis fueron clasificados por el autor, el artículo donde la propuesta fue publicada y el número de citas que obtuvo el artículo hasta la fecha del 6/11/2019, como se presenta en el Anexo B. Para aclarar, los datos presentados fueron consultados en los perfiles del Google académico de cada uno de los autores y en base de datos donde se proporciona el número de citas del artículo, además, los números de citas van cambiando constantemente.

Como resultado de esta investigación se desarrolló un análisis gráfico presentado en la figura 18. Donde, se muestra en la parte superior los autores por año y en la parte lateral el número de citas que obtuvieron; de esta forma obtener el grado de citas de cada autor, además de generar una comparación sobre el descenso del desarrollo métodos, aplicación e investigación de la usabilidad.

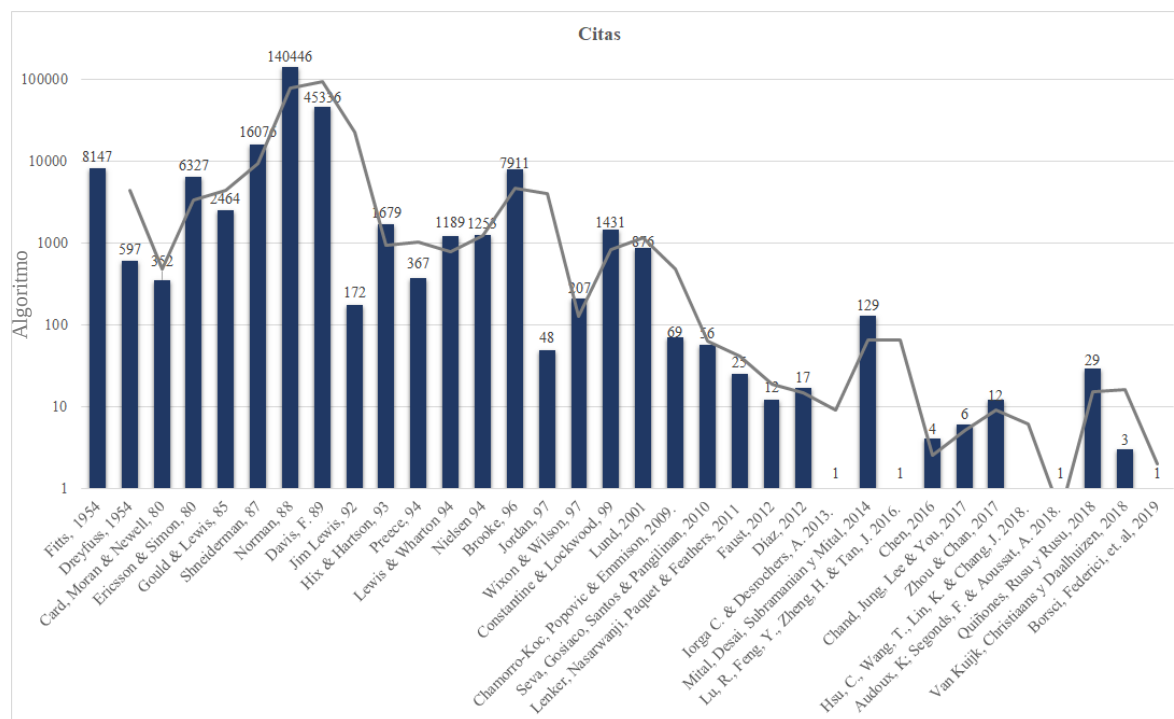


Figura 18. Citas de cada autor (Elaboración propia)

Mediante una línea de tendencia se muestra el descenso de las investigaciones, además de cómo los autores con mayor antigüedad tienden a ser más buscados que las publicaciones actuales. Como en el caso de Norman que es uno de los autores más solicitados sobre el tema de usabilidad que junto a Nielsen durante años han desarrollado propuestas útiles para ser implementadas durante el proceso de un diseño de sistema, producto o servicio a comparación de un autor actual con citas bajas, ya que, desarrolla ideas en base a principios o propuestas ya existentes, por lo tanto, para su investigación busca autores que han hecho un cambio y aportado en la historia de la usabilidad. Sin

embargo, esto no significa que uno sea mejor que otro, sino que, la investigación de usabilidad en la actualidad no es abundante y no ha causado tanto impacto como fue en los años 1954 al 1999, una de las consecuencias a este fenómeno es la falta de conocimiento y la falta de armonía entre los campos de especialización sobre conceptos, principios, teorías, herramientas, métodos, entre otros referentes a la usabilidad (Borsci et al., 2019).

En seguida, en la figura 19 se presenta un segundo análisis, el cual consiste en un estudio sobre el total de citas de las publicaciones por año. Esto, para tener una idea visual de cómo ha sido investigada la usabilidad en el diseño del producto en el transcurso del tiempo.

En la siguiente figura se muestra un tópico en aumento a través de los años sobre la solicitud de citas. Los datos señalan que en el año 1980 se capturan las primeras cuatro citas y el punto más alto es el que se refleja en el 2018 con un número de citas de 8153. Esto, indica, que el interés de investigar sobre la usabilidad en el diseño del producto va aumentando conforme va pasando el tiempo, por lo que, se van desarrollando nuevas propuestas que pueden ser útiles para fortalecer este concepto. Análisis de citas de artículos seleccionado con la usabilidad del producto.

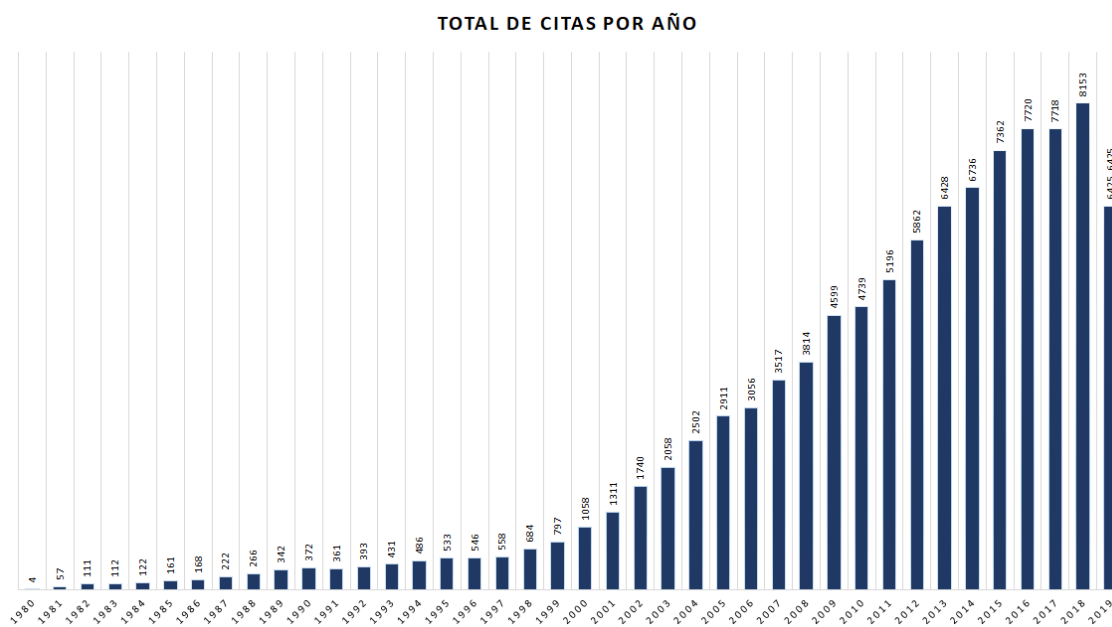


Figura 19. Total de citas de las publicaciones por año (Elaboración propia)

4.1.2 Factores de diseño y su relación con la usabilidad

El producto es un conjunto de atributos (características, funciones, beneficios y usos) que le dan la capacidad para ser usado y depende de factores como la funcionalidad, el mercado y la calidad

(Thompson, 2009). Por lo que, la usabilidad es un atributo de calidad cuya definición formal es el resultado de la enumeración de los diferentes factores y variables a través de los cuales puede ser medida (Hassan, & Ortga, 2009). Además, de hacer referencia, a la rapidez, facilidad y satisfacción con que las personas llevan a cabo sus tareas a través del uso de un producto en específico; y, al identificar estos factores se puede evaluar el grado de usabilidad (Floría, 2000). Por lo que, el desarrollo de esta sección es detectar los factores de las investigaciones analizadas en la sección de 4.1.1 línea de tiempo para así poder implementarlos en una propuesta para evaluar la usabilidad en el diseño del producto.

El objetivo es seleccionar a los autores que tenga una relación, o bien, una similitud con esta investigación de tesis, de esta forma, detectar y analizar los factores que fueron utilizados y tener un panorama sobre cómo y en dónde fueron aplicados, con la finalidad de obtener puntos de partida para la estructura de la metodología propuesta.

4.1.2.1 Selección de autores

En este apartado se presenta una selección de 20 autores; los criterios para la extracción de estos autores fueron en base al tipo de propuesta que desarrollaron. Así como, si existe una similitud con el área de investigación establecido en este documento, la estructura como fue desarrollada la propuesta, el contenido del marco teórico y los conceptos, teorías y principios que presentan. En la sección del Anexo C se presenta una serie de tablas sobre autores de libros, tesis e investigaciones; sin embargo, a continuación, se presenta en la tabla 17 una demostración sobre cómo se estructuró la información obtenida en este análisis.

En la tabla 17 se muestra la clasificación de cinco autores sobre artículos, donde proponen una herramienta para evaluar la usabilidad, con esta tabla se puede analizar el proceso y la estructura de la propuesta presentada. De esta forma, obtener información de guía, factores y resultados para comparar entre otros autores.

Tabla 17. Selección de autores de artículos (Elaboración propia)

Autores principales de artículos							
Autores	Año	Título/propuesta	Método utilizado	Resultado	Factores	Variables	Fase de diseño
Borsci, S., Federici, S, Maliza, A & De Filippis, M.	2019	Shaking the usability tree: way usability is not a dead and, and a constructive way forward	Base una metodología en donde se implementan preguntas y el seguir una secuencia para contestarlas. Los autores realizan una investigación de campo, para analizar cada rama de investigación en donde se estudia y aplica la usabilidad. Además de gráficas de una comparación cronológica, análisis comparativo, normas.	Desarrollo de meta-estándar sobre la usabilidad y el diseño de pautas para informar datos de usabilidad para una publicación científica	Experiencia del usuario Cualitativo ISO 9241:11 Profesionales Estética Interacción	• Emocional, dinámico, consistente, holístico, valores, necesidades, personalidad, social, situacional, cultural, temporal, sistemático, económico, físico • Característica, atributo, circunstancia, calidad, categoría, cuasicuantitativa • Eficiencia, Efectividad, Satisfacción, contexto de uso, libre de riesgos, calidad, capacidad de aprendizaje, operatividad, accesibilidad, reconocida idoneidad • Diseñadores, ingenieros, computación científica, expertos en factores humanos, psicoanalistas, médicos, sociología • Presentación, forma, color, textura, apariencia visual, tamaño • Interacción física y no física	Aplicado durante todo el proceso del diseño
Audoux, K; Segonds, F. & Aoussat, A.	2018	Selection method for multiple performances evaluation during early design stages	Selección de métodos para evaluar el producto, diagrama de proceso, estructura de secuencia en base a preguntas y una ecuación para seleccionar el método (propuesto para el lector) y gráfica para la comparación de criterios que fueron seleccionados.	Método para seleccionar y evaluar las herramientas existentes para proporcionar una evaluación global en las primeras etapas del diseño: Herramienta de evaluación de desempeño	Fase de concepto, desarrollo, cualitativo, cuantitativo, ciclo de vida, manufactura	• Especificaciones, Ideas, Bocetos, Formas, Colores, Innovación, Desarrollo del diseño, Materia • Industrial, manufactura, procesos, costos • Característica, atributo, circunstancia, calidad, categoría, cuasicuantitativa • Discreta, continua • Ventas, Utilidad, Tiempo • Rendimiento • Facilidad • Sustentabilidad	Conceptualización
Lu, R., Feng, Y., Zheng, H. & Tan, J.	2016	A product design based on interaction design and axiomatic design theory	Diseño axiomático-diseño interactivo (propuesto por el autor), diagramas de procesos y de relación entre elementos, jerarquía de necesidades de Maslow, necesidades y requerimientos específicos del usuario, tabla de comparación del producto propuesto y producto en el mercado.	Método híbrido en base a la interacción y diseño axiomático	Interacción, Diseño axiomático, entorno, usuario, cualitativo, cuantitativo	• Interacción física y no física • Axioma independiente, Axioma Información • Medio ambiente, social, estatus • Funcionalidad • Edad, Sexo, Escolaridad, Estatura, Peso, Medidas, Nacionalidad	Definición de requerimientos y conceptualización

Lenker, J., Nasarwanji, M., Paquet, V., & Feathers, D.	2011	A tool for rapid assessment of product usability and universal design: Development and preliminary psychometric testing	Principios del diseño universal. Revisión y análisis de personas con diferentes discapacidades y sin ninguna discapacidad, diseño específico de una encuesta propuesto para este estudio, análisis psicométrico, heurísticas de usabilidad de Nielsen, todos los demás análisis estadísticos fueron introducidos en el software Minitab, v. 15.1.3. (RAPUU propuesta por el autor)	Herramienta de evaluación rápida de la usabilidad y el diseño universal del producto (RAPUUD). Revisión y análisis de personas con diferentes discapacidades y sin ninguna discapacidad, diseño específico de una encuesta propuesto para este estudio	Diseño universal, heurísticas, cualitativo	• Igualdad, Facilidad de uso, Flexibilidad, Simple, Intuitivo, Información comprensible, Poco esfuerzo, Minimizar el riesgo de errores, Tamaños y espacios apropiados, Tiempo, Mantenimiento • Eficacia, utilidad, funcionalidad • Visibilidad del estado, Relación, Control y libertad, Consistencia y estándares, Prevención de errores, Reconocimiento antes que recuerdo, Flexibilidad, eficiencia, Estética y diseño minimalista, Reconocimiento, Ayuda y documentación	Validación
Iorga C. & Desrochers, A.	2013	Generic product design & validation methodologies at the detailed design stage	Revisión de literatura del proceso de desarrollo del producto, comparación de prototipos y modelos, clasificación de cuatro situaciones en el diseño como apoyo para los diseñadores, tabla de clasificación de metodologías, criterios cuantitativos: base a la seguridad y cumplimiento de normas, además de criterio del diseño en base a las dimensiones económicas del producto, criterios cualitativos: criterios no cuantificables del producto.	Análisis de una investigación de actividades en el diseño y validación en las fases del proceso de diseño. Además, delinear una metodología que destaque los emocionantes y desafíos del diseño de productos, donde, permita el desarrollo de soluciones creativas, efectivas y rentables.	Interacción, diseño centrado en el usuario, ergonomía, contexto de uso, cualitativo	• Interacción física y no física • Control de la situación por el usuario, Utilidad, Usable, Reducción de esfuerzo mental, Consistencia, Presentación de información clara, amigable, Reducción de errores, Retroalimentación del sistema, Estética, Equilibrio del equipo, Entendimiento, Facilidad, Satisfacción • Carga Física, Carga mental, Esfuerzo, Posturas, Movimientos, Mecánica corporal, Autocuidado, Medidas corporales, ambiente, • Usuario, Tareas, Recursos, Entorno técnicos, Físicos y Sociales, Culturales y -organizativos, estructura sistémica, Estructura económica, Estructura temporal, Estructura situacional • Característica, atributo, circunstancia, calidad, categoría, cuasicuantitativa	Fase de detalle, desarrollo y validación

En este análisis se detectaron los métodos que utilizaron los autores en sus propuestas, así como los resultados que obtuvieron, de esta manera, visualizar cómo fueron desarrollando las propuestas y tener una iniciativa para el desarrollo de esta investigación. Asimismo, se identificaron los factores que utilizaron los autores junto con sus variables y en qué fase del diseño puede ser implementada la investigación o propuesta presentada.

En el transcurso de este capítulo los datos recolectados serán depurados aquellos elementos (métodos, factores y variables) que no son afines con esta investigación. De esta forma, los elementos afines serán clasificados y organizados para desarrollar un análisis sobre la implementación y relaciones entre ellos. Y así, seleccionar los elementos adecuados para el desarrollo de una propuesta metodológica.

4.1.2.2 Análisis de factores de usabilidad en el producto

Para iniciar el análisis de las tablas anteriores (Tabla 17 y Anexo C) se examinan los factores y variables. Emulando el método de Ashby de selección lógica por eliminación, se seleccionan sólo los factores que están vinculados con la evaluación de usabilidad en el diseño del producto. En la tabla 18 se muestra en la primera columna el número de veces que el factor fue utilizado por los 20 autores en sus propuestas, en la segunda columna el factor seleccionado y en la tercera las variables agrupadas según su factor, en la cuarta columna se muestra si las variables son aplicadas de forma directa o indirecta para el desarrollo de la investigación, en la quinta columna si obtienen resultados cuantitativos o es evaluada mediante atributos, y por último se identifica hacia que línea de investigación puede ser aplicada.

El objetivo de esta tabla es visualizar de una forma clara y organizada sobre los factores seleccionados para implementarlos en esta investigación; asimismo, basándonos en la sección 4.1.2.1 se obtienen datos sobre su aplicación, para orientarnos como introducirlos en una metodología y que datos esperar obtener. Por lo que, más adelante se presenta el desenvolvimiento de estos datos obtenidos para llegar a una propuesta de investigación.

Tabla 18. Factores de usabilidad en el producto (Elaboración propia)

Aplicación	Factores	Variables	Relación directa o indirecta con el producto	Cuantitativo / Atributos	Línea de investigación
5	Diseño en experiencia	Emocional, Dinámico, Consistente, Valores, Necesidades, Personalidad, Social, Situacional, Cultural, Temporal, Económico, Físico, Innovación	Directo e Indirecto	Atributos	Interfaz Diseño de producto
2 directo *20 Indirecto	ISO 9241:11	Eficiencia, Efectividad, Satisfacción, Contexto de uso, Libre de riesgos, Calidad, Seguridad, Capacidad de aprendizaje, Operabilidad, Accesibilidad, Rendimiento, Facilidad, Funcionalidad, Utilidad	Directo	Cuantitativo / Atributos	Interfaz Diseño de producto Servicios
3	Estética	Presentación, Forma, Color, Textura, Apariencia visual, Tamaño, Atracción	Directo	Atributos	Interfaz Diseño de producto Servicios
9	Interacción	Interacción física Interacción no física Motivación	Directo	Cuantitativo / Atributos	Interfaz Diseño de producto
2	Entorno	Medio ambiente, Social, Estatus, Contexto: Estructura sistémica, Estructura económica, Estructura temporal, Estructura situacional, Aceptación,	Indirecto	Atributos	Interfaz Diseño de producto Servicios

1	Usuario	Edad, Sexo, Escolaridad, Estatura, Peso, Medidas, Nacionalidad, Aptitud, Expectativas, Habilidad, Atributos	Indirecto	Atributos	Interfaz Diseño de producto Servicios
1	Diseño universal	Igualdad, Facilidad de uso, Flexibilidad, Simple, Intuitivo, Información comprensible, Poco esfuerzo, Minimizar el riesgo de errores, Tamaños y espacios apropiados, Tiempo, Mantenimiento	Directo	Cuantitativo / Atributos	Diseño de producto
3	Ergonomía	Carga Física, Carga mental, Esfuerzo, Posturas, Movimientos, Mecánica corporal, Medidas corporales, Ambiente, Comodidad, Seguridad	Directo	Cuantitativo / Atributos	Interfaz Diseño de producto Servicios
1	Cognitivo	Percepción, Observación, Interpretación, Analizar, Comparar, Expresar, Retención, Sintetizar, Deducir, Generalizar, Reflexionar, Identificación, Memoria, Lógico, Conocimiento, Relación	Directo	Cuantitativo / Atributos	Interfaz Diseño de producto Servicios
1	Buen diseño	Útil, Estético, Discreto, Innovación, Compresible, Duradero, Concibe, Medio ambiente, Diseño en su mínima expresión	Directo	Atributos	Diseño de producto
1	Respuesta física	Movimientos Tiempo Esfuerzo Resistencia Rendimiento	Directo	Cuantitativo	Diseño de producto Servicios
2	Respuesta emocional	Emociones, Sentimientos, Experiencias, Gusto, Disgusto, Nostalgia, Motivación	Indirecto y Directo	Atributos	Interfaz Diseño de producto Servicios
6	Heurísticas	Visibilidad del estado, Relación, Control y libertad, Consistencia y estándares, Prevención de errores, Reconocimiento antes que recuerdo, Flexibilidad, Eficiencia, Estética, Diseño minimalista, Reconocimiento, Ayuda y documentación	Directo	Cuantitativo / Atributos	Interfaz Diseño de producto Servicios

Los datos presentados muestran que los autores utilizan más las variables de la interacción, la experiencia, el contexto de uso y de las heurísticas, siendo estos los factores fuertes para el desarrollo de una propuesta para evaluar la usabilidad de un producto. También, en todas las investigaciones los autores aplican las variables sobre la usabilidad que se presentan en la ISO

9241:11 de una forma directa e indirectamente, esto nos dice que, son variables que no deben de ser descartadas en ninguna investigación relacionada con la usabilidad; ya sean implementadas como bases para el desarrollo de la investigación, o bien, las principales variables a evaluar en una propuesta.

4.1.3 Definiciones de factores

Por medio de la tabla 16 se recopilan los factores asociados con el área de investigación de diseño del producto. Los cuales, son presentados en la tabla 19, junto con sus definiciones; de esta forma, clasificar y relacionarlos según su definición.

Tabla 19. Definición de factores y variables (Elaboración propia)

Factor	Definiciones
Contexto	Factores o variables que influyen en el uso del producto interactivo (Ortega, 2011). El contexto de uso se centra en los usuarios, las tareas y el equipo (hardware, software y materiales), además de los entornos físicos y sociales en los que se utiliza un producto (Maguire, 2001).
Medio ambiente	El medio ambiente es el producto de la interacción dinámica de todos los elementos y seres vivos presentes en un lugar. Todos los organismos viven en medio de otros organismos vivos, objetos inanimados y elementos, sometidos a diversas influencias y acontecimientos (Lanza, 1999).
Situacional	Incluye el conjunto de factores o circunstancias que afectan a alguien o algo en un determinado momento (Ortiz, 2018)
Actividades	Son las que responden a un proceso para obtener toda la información posible para comprobar la calidad del diseño (Ronda, 2013).
Sistémico	Interconectado de elementos que está organizado coherentemente para lograr algo, en el caso de los artefactos generalmente el logro está asociado a la función instrumental (Ortiz, 2018).
Temporalidad	Consiste en cómo la experiencia del usuario se desarrolla a través del tiempo. Los patrones temporales se relacionan con tres aspectos: familiaridad, dependencia funcional y apego social y emocional. Primero, a medida que aumenta la familiaridad de los usuarios con el producto, disminuye la cantidad de experiencias relacionadas con problemas de aprendizaje, pero también la estimulación y la identificación autoexpresiva. En segundo lugar, a medida que los usuarios incorporan el producto en su vida diaria, experimentaron una dependencia funcional creciente. Por último, a medida que el producto se incorpora a la vida de los usuarios, no solo proporciona los beneficios que pretendían los diseñadores, sino que también se convierte en un objeto personal, participando en contextos privados y sociales, lo que resulta en un creciente apego emocional al producto (Karapanos, et. al, 2009)
Experiencia	Arhippainen y Tähti definen la Experiencia del Usuario como la experiencia que obtiene el usuario cuando interactúa con un producto en condiciones particulares (2003). También en otra de sus investigaciones el autor Arhippainen la define como las emociones y expectativas del usuario y su relación con otras personas y el contexto de uso (Arhippainen, 2003). Knapp Bjerén la define como un conjunto de ideas, sensaciones y valoraciones del usuario en la interacción con un producto; especificando los elementos que la componen y qué factores intervienen en la interacción (Knapp Bjerén, 2003).
Capacidad	Las capacidades de los usuarios son físicas, sensoriales, cognitivas y emocionales. Así mismos como su evolución motivada por la edad o el efecto que puede tener factores personales como el género o la presencia de diversas patologías (IBV, 2016).
Aptitud	Capacidad de una persona o cosas para operar competentemente en una determinada actividad. Cualidad que hace que un objeto sea apto, adecuado o acomodado para cierto fin (RAE, 2019).
Antropometría	Es el estudio del tamaño, proporción, maduración, forma y composición corporal, y funciones generales del organismo, con el objetivo de describir las características físicas, evaluar y monitorizar el crecimiento, nutrición y los efectos de la actividad física. Se basa en 4 pilares básicos: las medidas corporales, el estudio del somatotipo, el estudio de la proporcionalidad y el estudio de la composición corporal (Carmenate, 2014).
Fisiología	El estudio de la estructura de los sistemas corporales y funciones de los seres vivos. La fisiología es un complemento de la anatomía (Le Vay, 2019).

Anatomía	Estudia la estructura de los seres vivos. Existe un aspecto sistemático, donde el cuerpo se considera que está formado por varios sistemas coordinados como huesos, vascular, nervios, órganos y la relación que existe entre ellos (Le Vay, 2019).
Biomecánica	Disciplina que estudia los modelos, fenómenos y leyes que sean relevantes en el movimiento de un ser vivo; para estudiar el movimiento hay que considerar tres aspectos: control del movimiento (relacionado con los ámbitos psicológicos y neurofisiológicos), estructura del cuerpo (que se mueve) y las fuerzas (tanto externas como la gravedad, viento, etc. como las internas producidas por el propio ser vivo. Fuerzas que producen el movimiento de acuerdo con las leyes de la física) (Aguilar, 2000).
Percepción	Dice Barthey en 1982 según el diccionario que: "La percepción es cualquier acto o proceso de conocimiento de objetos, hechos o verdades, ya sea mediante la experiencia sensorial o por el pensamiento; es una conciencia de los objetos, un conocimiento (Arias, 2006). Niveles Perspectivo (Lupón, et. al. 2012). Detección de la energía del estímulo, es decir, indicar si el estímulo está presente o ausente (p.e. informar si se percibe el olor de una flor). Discriminación entre estímulos o sus propiedades (p.e. distinguir si un alimento es salado o amargo). Reconocimiento: decisión acerca de si un estímulo ya ha sido experimentado anteriormente (p. e. reconocer la cara de una persona). Identificación: asignar un estímulo a una categoría semántica (p.e. decir que un determinado patrón estimular corresponde al número tres, 3, 3, 3, 3). Estimación: realizar un juicio cuantitativo sobre una magnitud (p.e. estimación subjetiva del peso de un paquete de arroz).
Estímulo sensorial	Un estímulo sensorial es un estímulo de nuestros sentidos. En las áreas de Experiencia de Usuario relacionadas con sistemas basados en computadoras, los estímulos más comunes son los visuales (visión), aurales o auditivos (oído) y hápticos (tacto). Sin embargo, los sentidos de gusto y olfato son usados en Experiencias de Usuario orgánicas, o de Experiencias de Servicio (Devin, 2017). Algunas de sus características son (Lupón, et. al. 2012): Contener información y no sólo energía. Contener a parte de la información del medio y la que añada el sujeto, de modo que éste realice una reconstrucción del estímulo. Provocar la respuesta perceptual del sujeto, al incidir sobre los receptores. Poder describirse con independencia de la respuesta. Ser significativo y dependiente del contexto.
Gestalt	Teoría de la forma. la Gestalt plantea que en la relación sujeto-objeto, el sujeto es aquel encargado de extraer información relevante del objeto. Esta información rescata la estructura misma del objeto, es decir, aquello que resulta esencial para hacerlo idéntico consigo mismo y permitirle diferenciarse de otros objetos, o, en otros términos, hacerlo discriminable (Oviedo, 2004).
Procesos cognitivos	Son los procesos mentales que nos permiten llevar a cabo cualquier tarea, lo cual permite que las personas se desenvuelven en el entorno donde se encuentran (Lupón, et. al, 2012).
Placer	Son las ventajas emocionales del producto; el cual es caracterizado por cuatro dimensiones (Jordan, 1997): El placer físico se relaciona con el tacto hacia los productos. El placer social se refiere a las relaciones sociales y a la comunicación que se obtiene con el producto. El placer de la psique se logra cuando los productos asisten a los usuarios a alcanzar tareas. El placer de la idea se refiere a los valores que los productos y su uso representan.
Emociones	La emoción se refiere a "mover", en términos espaciales. En la actualidad el Diccionario de la Lengua Española define Emoción como un: "Estado de ánimo caracterizado por una conmoción consiguiente a impresiones de los sentidos, ideas o recuerdos, la cual puede producir fenómenos viscerales que percibe el sujeto emocionado, y con frecuencia se traduce en gestos, actitudes u otras formas de expresión". Las emociones requieren la intervención tanto de la mente como del cuerpo, es decir, involucran no solo sensaciones físicas (vivacidades), sino también percepciones, deseos y creencias (Calvillo, 2010)
Satisfacción	El sistema debe ser agradable de usar. Comodidad y actitud positiva en el uso del producto (Ortega, 2013).
Estética	En la estética se integran las reflexiones sobre las producciones estéticas, caracterizadas por su naturaleza concreta y perceptible (lo bello). Los objetos tienen elementos como las forma, color, las texturas, los materiales de los que están fabricados, y que aparte de servir a la función del producto, se transforman en el vocabulario propio del diseñador para favorecer su comunicación a un nivel estético y sensorial; además de funcionar debe brillar y seducir (Serrano & Pilar, 2013).
Innovación	Producto que constituye una novedad por parte del consumidor que es subjetiva y relativa a si propia condición (Fernández, 2014)
Apariencia visual	Es la anatomía o forma de los productos que varían en función de la imagen (Serrano & Pilar, 2013).
Presentación	El empaque y la publicidad de los productos son de mucha importancia en la animación y presentación del producto en el punto de venta. Estos sirven como identificación y promoción del producto e información para su uso (Vicianá, 2014).

Constante	Producto que resulta de una mejora o actualización (Fernández, 2014). Si un producto renuncia a todo significado en una sola mirada fugaz – “experiencialmente” - los consumidores no tienen a dónde ir. Por lo que, mediante el diseño de productos para entregar pacientemente una serie de descubrimientos futuros y acontecimientos reveladores; la vida de un objeto se incrementa dramáticamente a medida que los usuarios permanecen cautivados en previsión del próximo evento (Ortiz, 2019).
Funcionalidad	Es una estructura del producto, así como las funciones a realizar. Además de ser la habilidad de una persona para realizar una tarea o acción; además de mostrar los aspectos positivos de la interacción de una persona - producto. También es un atributo tangible e intangible del producto por su diseño en su interacción para satisfacer una necesidad (UNID, 2011).
Accesibilidad	Concepto dirigido al diseño de productos, el cual se relaciona con el usuario – producto; independientemente de sus características y los contextos de uso. La accesibilidad logra que el usuario se le facilite percibir el uso y entendimiento del producto con distintas circunstancias, entornos y condiciones donde es utilizado. La accesibilidad también puede ser entendida como “usabilidad para todos” (beneficia a todas las personas) (Garreta & Mor, 2010).
Validación	Consiste en llegar a algo que valga la pena en cuanto a fabricación, distribución y comercialización. Su resultado es un producto totalmente definido, diseñado y construido, un proceso para poder llegar a los clientes y un proceso de comercialización. En otras palabras, la validación del producto es lo que se suele denominar “encaje producto / mercado” (Matarranz, 2013).
Seguridad	La seguridad implica la ausencia de riesgos o la exposición mínima a ellos durante todo el ciclo de vida del producto (Mital, A., et al. 2014)
Estándares - Requerimiento	Condición o capacidad que debe cumplir o poseer un sistema, componente del sistema, producto o servicio para satisfacer un acuerdo, norma, especificación u otros documentos impuestos formalmente (ISO 9241:11, 2018).
Rendimiento	Durabilidad, calidad de los materiales, construcción, confiabilidad, rendimiento funcional, eficiencia, seguridad (UNID, 2011).
Adaptación (Diseño universal)	Un enfoque de diseño que incorpora productos con características de construcción que, en la mayor medida factible, puede ser utilizado por todos, además (Lenker, et. al, 2011). Para la organización Emprendedor Global la adaptación del producto es el proceso por el cual éste se modifica para que sea bien acogido por diferentes clientes o mercados (2016).
Tendencia	Propensión o inclinación en las personas y en las cosas hacia determinados fines. Fuerza por la cual un cuerpo se inclina hacia otro o hacia alguna cosa. Idea religiosa, económica, política, artística, etc., que se orienta en determinada dirección (RAE, 2020).
Aceptación	Aceptabilidad. Práctica: cuánto va a ser usado el producto en el mundo real. Aceptabilidad. Social: qué grado de compatibilidad va a existir con la motivación, los valores, el entorno o la cultura (Ortega, 2013).
Aprendizaje	Considerarse en términos de la efectividad, eficiencia y satisfacción con la que Se logran los objetivos de aprender a utilizar el sistema, producto o servicio (ISO 9241:11, 2018).
Ergonomía	Según la Asociación Internacional de Ergonomía, “es el conjunto de conocimientos científicos aplicados para que el trabajo, los sistemas, productos y ambientes se adapten a las capacidades y limitaciones físicas y mentales de la persona” y la Asociación Española de Ergonomía, la define como “el conjunto de conocimientos de carácter multidisciplinario aplicados para la adecuación de los productos, sistemas y entornos artificiales a las necesidades, limitaciones y características de sus usuarios, optimizando la eficacia, seguridad y bienestar” (AEE, 2008).
Heurísticas	Es un conjunto de reglas basadas en las experiencias de los usuarios donde se detectan problemas, errores, necesidades u oportunidades de diseño; y en base a las experiencias permite encontrar la solución más viable para resolver el problema o necesidad para satisfacer al usuario a través de la creatividad (Nielsen, J., & Molich, R. 1990)
Intuitivo	Fácil de entender para el usuario independientemente de la experiencia, conocimiento, habilidades o su nivel de concentración (Cantón, 2014).
Eficacia	Precisión y plenitud con la que los usuarios alcanzan los objetivos marcados (Ortega, 2013).
Eficiencia	Precisión y plenitud/recursos empleados (Ortega, 2013). Es la rapidez con que se puede lograr con precisión el objetivo del usuario y debe ser completado en cierta medida de tiempo (Rubin & Chisnell, 2008).
Calidad	Es aquel que cumple la satisfacción y las expectativas del cliente. Si un producto no cumple todas las expectativas del cliente, el cliente se sentirá desilusionado, ya que no realiza exactamente lo que él quería. Si el producto sobrepasa las expectativas del cliente, estará pagando por una serie de funciones o cualidades que no desea. Y si el producto satisface completamente al cliente es un producto funcional, perfecto en su desarrollo y en su proceso del ciclo de vida (Nebrera, 2011). La calidad es considerada también como la aptitud de un producto o de un servicio de satisfacer las necesidades de los usuarios (González, et. al, 2002)
Utilidad	Satisfacción de un deseo (Huete, 2010). Un producto que no se usa carece de utilidad (Pibernat, 2008), por lo que el objetivo del producto es alcanzar la meta, que sea válido para su propósito, que sea útil al usuario (Pentti, 2007)

Interacción	Buchanan define el diseño de interacción como los usuarios se relacionan con otros usuarios a través de la influencia mediadora de los productos. Los objetos físicos son experiencias, actividades o servicios, y todos están integrados en una nueva comprensión de lo que es o podría ser un producto. Esta definición proporciona la base de la interacción en el diseño, que evolucionó a partir de los intereses en el impacto del artefacto u objeto en la interacción social dentro y a través del uso (Niedderer, 2007). Es el estudio de los elementos con los que un usuario puede interactuar con un producto interactivo, es una de las principales disciplinas en el campo de Experiencia de Usuario. El objetivo es definir el comportamiento (la interacción) de un producto en respuestas a las acciones del usuario. Este tipo de diseño se focaliza en cómo el usuario comunica o interactúa con el producto (IxDA, 2008).
--------------------	---

4.1.4 Clasificación y relación de factores

Con las definiciones presentadas anteriormente se desarrolla un diagrama de relación entre factores y variables que se presenta en la figura 20, la cual muestra una clasificación de tres factores principales: contexto, usuario y producto; se optó por realizar esta clasificación en base del análisis de los autores y los factores que utilizaron estos investigadores para realizar sus investigaciones (ver tabla 18 y 19), y detectar las variables que se enfocan en el usuario, producto y contexto, además, de visualizar que relación existen entre ellas. En el factor de contexto se encuentran tres agrupaciones sobre las variables enfocadas a lo situacional, entorno y las actividades que se realizan para la interacción; en el usuario son las características físicas, las emociones, procesos cognitivos y la percepción; y en el producto conformado por tres agrupaciones sobre las variables de calidad, funcionalidad y estética. En el centro, en la parte inferior se muestra una conexión entre el usuario y el producto conformada por la ergonomía con sus variables y la aptitud; en la parte superior se encuentran los factores que se relacionan con contexto, usuario y producto. También se utiliza un código de colores para que el lector identifique los factores que están relacionados, o bien, tienen impacto con otros factores.

Usabilidad: Facilidad de interacción

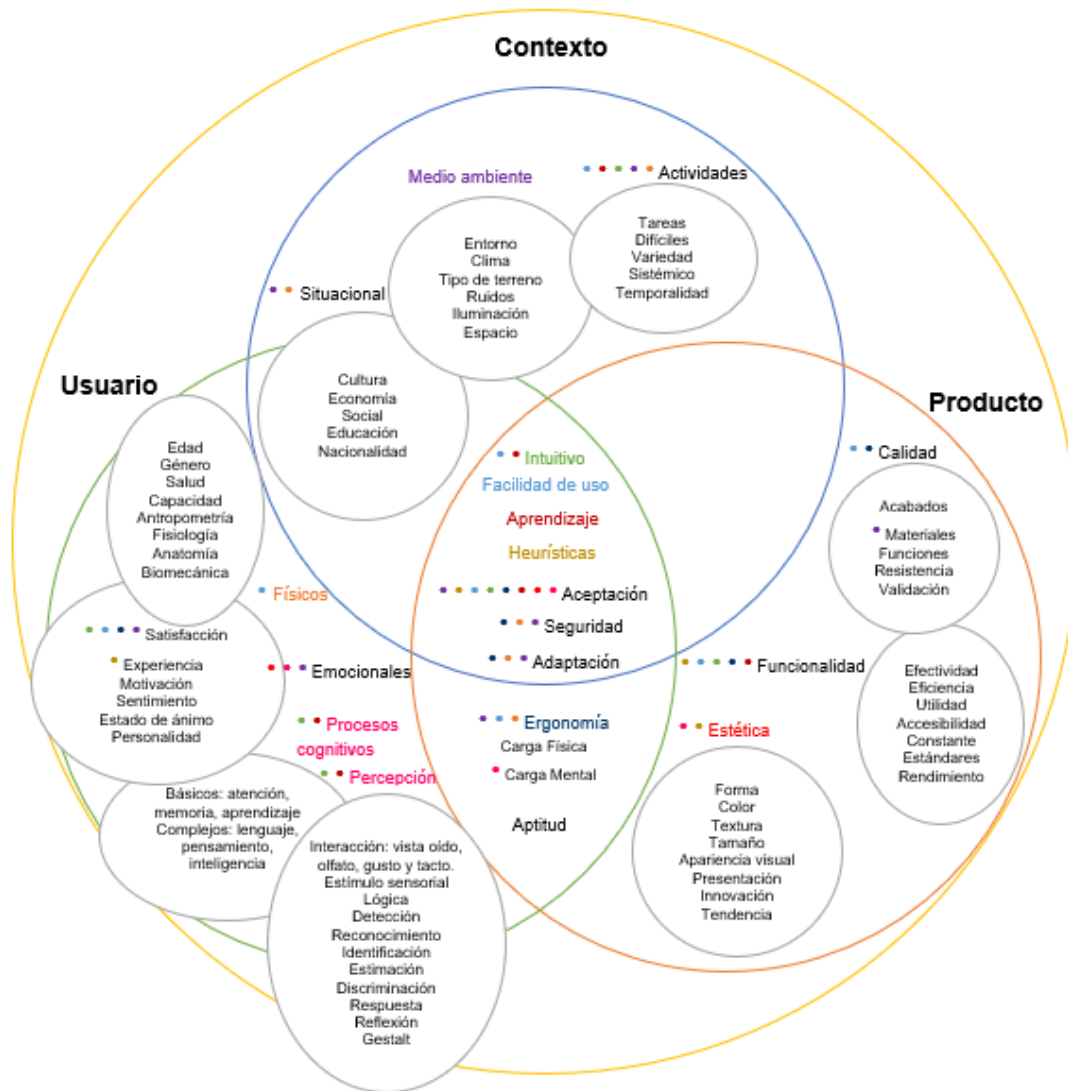


Figura 20. Diagrama de clasificación de factores y variables (Elaboración propia)

4.1.4.1 Descripción de las agrupaciones

La primera clasificación de los factores de usabilidad que se presenta en la figura 20 es el contexto. Este factor consta de tres agrupaciones las cuales son:

El medio ambiente: está conformado por las variables relacionadas en el entorno, el clima, el tipo de terreno, la intensidad de ruidos, los niveles de iluminación y el tamaño del espacio. Estas son las

variables que se encuentran alrededor de la interacción del producto que ocasionan una alteración (Lanza, 1999; ISO, 2018). Esta agrupación tiene impacto en las otras agrupaciones del contexto que son: lo situacional y las actividades; sin embargo, también tienen impacto fuera de este factor, como el factor del usuario enfocado en las emociones de la satisfacción, ya que estas variables afectan en la satisfacción del usuario al momento de utilizar el producto (Silva, 2015). Por ejemplo: Si el usuario está probando un triciclo, la diversión, la comodidad, la satisfacción, etc. puede cambiar si hace mucho calor o mucho frío; en el factor del producto el medio ambiente está involucrado con los materiales de los que el producto está hecho (madera, metal, vidrio, plástico, entre otros) y cómo afectan al medio ambiente tanto en su fabricación como en el desecho del producto, o bien, si los materiales son ecológicos y biodegradables (Mital, et al. 2014).

Situacional: esta agrupación está conformada por las variables relacionadas con la cultura, economía, social, educación y nacionalidad; además, de estar vinculada con el factor del usuario específicamente en la agrupación de lo físico con las variables de edad, género y salud (Forlizzi, 2007).

Actividades: está compuesta por el tipo de tareas que se van a realizar al utilizar el producto, si son difíciles, variadas y sistemáticas, así también, el tiempo en lo que se tarda al realizar la actividad (Ortiz, 2018). Esta agrupación está conectada con factores externos al contexto, como son en el usuario las variables físicas que vendrían siendo la capacidad del usuario, antropometría, fisiología, anatomía y biomecánica, por el hecho de que afectan las características del usuario al momento de realizar una actividad; por ejemplo, la antropometría y capacidad de un niño no es la misma de un adulto, por lo tanto, las actividades varían.

En el factor de usuario se presentan cuatro agrupaciones que son conectadas entre ellas y que se deben de tomar en cuenta en la interacción, las cuales son:

Físicos: está conformada por la edad del usuario, género, salud, capacidad, antropometría, fisiología, anatomía y biomecánica (Aguilera, 2013), como ya fue mencionado en el punto anterior estas variables generan una relación con el factor del contexto enfocado en las agrupaciones de lo situacional y en las actividades relacionada con la interacción del producto.

Emocionales: Conformada por la satisfacción, experiencia, motivación, sentimiento, estado de ánimo y la personalidad del usuario; esta agrupación tiene impacto con las variables de los procesos cognitivos y la percepción, por el hecho de que se generan pensamiento y estímulos que hacen activar esta agrupación (Calvillo, 2010). Además de que existe un impacto con el medio ambiente, ya que, existen lugares o ambientes que nos generan emociones positivas o negativas, asimismo con las

experiencias del usuario (Calvillo, 2010). Por otro lado, las variables de las emociones tienen que ver según la estética del producto (que es otra agrupación en el factor del producto), como el usuario lo ve o lo siente se genera una emoción, un gusto según la personalidad, una satisfacción y una motivación para adquirirlo, asimismo como una experiencia al usarlo (Serrano & Pilar, 2013).

Procesos cognitivos: compuesta por los procesos básicos que son: atención, memoria y aprendizaje; además de, procesos complejos que vienen siendo el lenguaje, pensamiento e inteligencia; esta agrupación tiene impacto y genera una conexión con lo emocional, la percepción y por el lado del producto la estética que fueron mencionados en el punto anterior (Lupón, et. al, 2012).

Percepción: formado por interacción en base a la vista, el oído, el olfato, el gusto y el tacto, además de, estímulo sensorial, lógica, detección, reconocimiento, identificación, estimación, discriminación, respuesta, reflexión y la Gestalt. Al igual que la agrupación de procesos cognitivos tiene una conexión con lo emocional del usuario y la estética del producto (Lupón, et. al, 2012).

El tercer factor es el de producto, en el cual, se encuentran tres agrupaciones las cuales son:

Calidad: en esta agrupación está formada por las variables relacionadas con los acabados, materiales (la cual, tiene una conexión con el medio ambiente), funciones, resistencia y validación del producto (Nebrera, 2011; González, et. al, 2002).

Funcionalidad: conformada por la efectividad, eficiencia, utilidad, accesibilidad, lo constante, los requerimientos de los estándares (normas) y el rendimiento del producto; esta agrupación está conectada con las satisfacciones del usuario, de tal forma que, si el producto funciona correctamente tomando en cuenta todas sus variables atrae y cumple con las expectativas del usuario (ISO, 2018; Ortega, 2011).

Estética: las variables dentro de esta agrupación se encuentran en la forma, color, textura, tamaño, apariencia visual, presentación al mercado, innovación y la tendencia del producto (Serrano & Pilar, 2013). La estética tiene impacto con la percepción y los procesos cognitivos, ya que, como fue mencionado anteriormente estas aplicaciones tienen a alterar la interacción de los sentidos, cómo se perciben y cómo afectan a la mente.

Tomando en cuenta la relación entre estas agrupaciones, al centro del diagrama en la parte superior se forma una conexión entre el producto y el usuario. En donde se encuentran los siguientes factores y la relación entre las agrupaciones externas.

Ergonomía: principalmente está conectado con la carga física y la carga mental que se generan al momento de que el usuario está interactuando con el producto, además se relaciona de cómo el producto está desarrollado y su función (AEE, 2008). A pesar de que tiene una conexión con el usuario y el producto, la ergonomía tiene impacto también con el contexto, se podría describir que en el usuario afectan las variables físicas y la satisfacción al utilizar el producto; en el producto tiene impacto con la agrupación de funcionalidad, por el hecho, de que el producto debe ser apto para el usuario y que su funcionamiento sea óptimo, de igual manera, con la agrupación de calidad del producto; y, en el contexto es el medio ambiente, entorno donde se interactúa con el producto tomando en cuenta el espacio, la iluminación, los ruidos o el clima pueden afectar la carga mental del usuario (Helander, 2006; Rivas, 2011). La carga mental, tiene una relación con las agrupaciones de los procesos cognitivos y la percepción, de tal forma, que involucra la atención que se está dando al producto, la memoria y el aprendizaje que se da al realizar la tarea, asimismo, la forma en que se percibe la interacción e involucra las variables planteadas en estas agrupaciones.

Aptitud: como se muestra en la tabla 19, este factor tiene relación con el usuario y el producto, ya que, es la capacidad de la operación de una actividad entre estos dos factores ya sea medirlos en conjunto o separados. Dicho de otra forma, la aptitud de las cosas respecto a la tarea que se debe de cumplir en una forma apta para desarrollar la función (RAE, 2019; Rambla, 2007).

En parte superior del centro del diagrama se muestra la conexión de los tres factores (usuario, contexto y producto) los cuales son:

Intuitivo: este factor se relaciona con el contexto, el usuario y el producto. En el contexto con la agrupación de actividades, ya que las actividades para validar e interactuar con el producto deben de ser intuitivas y realizarse sin ninguna dificultad o riesgo; en el usuario afecta en los procesos cognitivos y en la percepción el producto, debe de ser de fácil aprendizaje y sin necesidad de memorizar las funciones de interacción (captar rápido su función) de esta forma satisfacer al usuario al no tener complicaciones; y en el producto se relaciona con la agrupación de funcionalidad por lo que el diseño del producto debe ser intuitivo para que el usuario tenga fácil acceso a sus aplicaciones (Lupón, et. al, 2012; Cantón, 2014).

Facilidad de uso: como ya mencionado en el punto anterior lo intuitivo hace al producto que sea fácil de utilizar, también está relacionado con la ergonomía, es decir, si el producto es ergonómico el usuario no tiene dificultades para utilizarlo. La conexión que hace con el contexto es de que si el diseño de las actividades es simple, organizado y corto es fácil utilizar el producto; en el producto está relacionado con la funcionalidad, debe de ser sencillo, intuitivo y ágil para el usuario; por último,

en el factor del usuario cumpliendo con lo anterior satisfecerá las necesidades y facilita la interacción con el producto al usuario (Rivas, 2011; Cantón, 2014).

Aprendizaje: la intuición del usuario tiene gran importancia en el diseño de producto, ya que acelera la curva de aprendizaje del producto; en este factor también la conexión que se genera está en el contexto son las actividades; en el usuario la relación está en la percepción y los procesos cognitivo; y en el producto con la funcionalidad; las cuales, apoyan al usuario en la flexibilidad para aprender a utilizar el producto (Gómez, 2017).

Heurísticas: el impacto que tiene este factor con el contexto es de que unas de sus reglas es la relación entre el sistema y el mundo real, que es seguir con los estándares de lo real haciendo que el diseño e información aparezca en un orden natural y lógico; en el usuario se enfoca en las experiencias del descubrimiento de la interacción del producto; y en el producto en la funcionalidad y estética, los cuales son factores que se deben de cumplir en estas reglas (Nielsen, 1994).

Aceptación: el impacto de este facto cae en lo intuitivo, la facilidad de uso, el aprendizaje y las heurísticas; en el contexto se relaciona con el medio ambiente ya que el producto debe ser amigable tomando en cuenta las variables adecuadas para el producto; además de ser aprobado por la sociedad (usuario); por lo tanto, el producto debe de cumplir un alto nivel de las variables de lo estético (Ortega, 2013; Pérez, et. al, 2006)

Seguridad y adaptación: estos dos factores además de estar relacionados entre ellos mismos son productos del cumplimiento de la agrupación físico del usuario y de la ergonomía, asimismo, de las conexiones que existe entre lo físico y ergonomía. Por ejemplo, en relación con la funcionalidad, calidad, medio ambiente, actividades, entre otras, surge la seguridad y adaptación del producto en el usuario y el contexto (Mital, A., et al. 2014; Rivas, 2011).

4.1.4.2 Selección de factores del producto

A continuación, en la figura 21 se presenta el apartado de los factores centrados para la usabilidad del producto, que serán tomados en cuenta para generar alternativas de propuestas para esta investigación.

Usabilidad: Facilidad de interacción en el producto

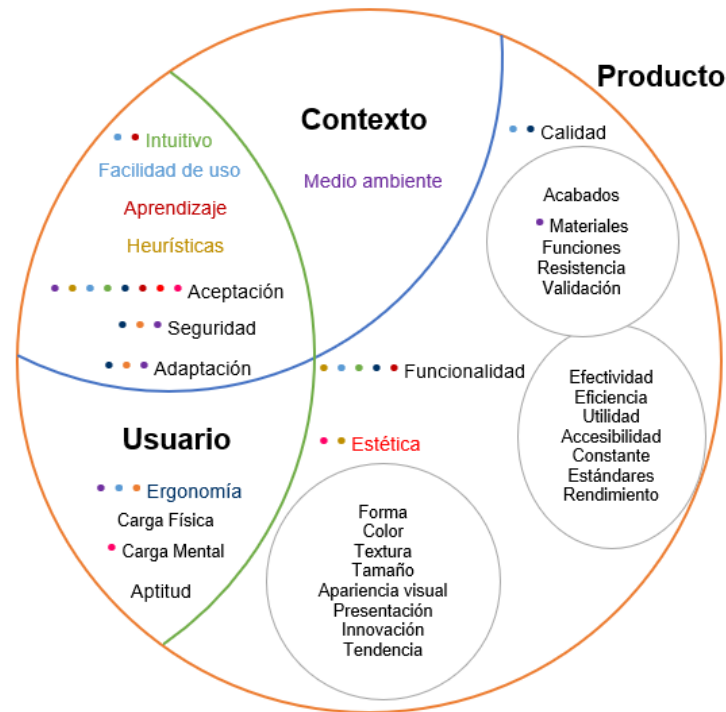


Figura 21. Diagrama de factores en el producto (Elaboración propia)

Además, de los diagramas presentados, se realizó un modelo para determinar una relación lógica entre los factores; el cual está conformado en una matriz comparativa que se presenta en el Anexo D. Consiste en ser un modelo práctico y eficaz para analizar los factores, en este caso se plantearon sólo las relaciones que existen entre los factores de producto, usuario y contexto.

En base a los resultados representados con el diagrama y la tabla anterior se optó por seguir la orientación de esta investigación específicamente hacia el producto; la razón de esta elección es porque la mayoría de los factores implementadas en el usuario y el contexto están relacionadas o bien tienen impacto indirecto hacia el producto, como se presentan en la figura 21 y en la tabla 20 que es una sección de la tabla presentada en el Anexo D; de manera que, se puede trabajar de una forma indirecta estos factores y obtener una evaluación completa sobre usabilidad en el producto. Generando una propuesta que abarque las variables detectadas y enfocadas principalmente en el diseño y validación de un producto.

De esta manera, el diseñador tomará en cuenta las variables esenciales y funcionales según las especificaciones del producto y generará conceptos creativos por medio de un listado de comprobación. Para la evaluación de la etapa de validación en el producto se valorarán los factores

aplicados para esta etapa y detectar si el producto es usable. Esto para tener un seguimiento sobre la usabilidad desde la etapa creativa a la etapa de validación.

Tabla 20. Factores de contexto y usuario con relación al producto (Elaboración propia)

	Usuario		Contexto		Producto		U - C - P
Producto	Físicos	Edad	Situacional	Cultura	Calidad	Acabados	Intuitivo Facilidad de uso Heurísticas Aceptación Seguridad Adaptación Ergonomía Aptitud
		Género		Economía		Materiales	
		Capacidad		Social		Funciones	
		Antropometría				Resistencia	
		Biomecánica				Validación	
	Emociones	Satisfacción	Medio ambiente	Entorno	Funcionalidad	Efectividad	
		Experiencia		Clima		Eficiencia	
		Motivación		Terreno		Utilidad	
		Sentimiento		Ruidos		Accesibilidad	
				Iluminación		Rendimiento	
	Cognitivo	Básicos: atención, memoria, aprendizaje	Actividades de uso	Tareas	Estética	Forma, Tamaño	
		Complejos: Lenguaje, Pensamiento, inteligencia		Grado de dificultad		Color, Textura	
		Percepción: cinco sentidos, estímulo sensorial		Variedad		Tamaño, Apariencia visual	
		Lógica, Detección, Identificación, Estimación		Sistémico		Presentación	
		Reflexión, Respuesta, Gestalt		Temporalidad		Innovación, Tendencia	

Un ejemplo para las relaciones de los factores presentados en la tabla 20, es en el diseño de un triciclo para un niño de 3 años que vive en una comunidad rural, se tiene que tomar en cuenta el contexto: en qué ambiente se va a usar, qué tipo de terreno tiene esa comunidad, para que el triciclo sea funcional y seguro, diseñar en base a la cultura – tradiciones, el tipo de clima para que no dañe la pintura o los materiales y además la economía para que el precio sea accesible para los padres. En el usuario se toman en cuenta, sus aspectos físicos como las articulaciones, alcances, para que se adapte al usuario (ergonomía), también detectar que motiva a los niños de esa comunidad para satisfacer su diversión y crear nuevas experiencias, asimismo, estudiar las percepciones de los usuarios para lograr un producto intuitivo, de aprendizaje y de un fácil uso.

4.1.5 Clasificación de factores.

En el anexo E se presentan las agrupaciones de factores que fueron seleccionados en la tabla 20; además, de los métodos que se detectaron en las tablas de selección de autores (Anexo C); para generar una organización sobre estos elementos y saber en qué fase del proceso de diseño pueden ser implementados. El objetivo de esta clasificación es detectar las variables que se puedan aplicar y evaluar en la etapa de concepto del diseño, de la misma manera para la etapa de validación del producto; en los métodos, la idea es considerar medios de análisis y evaluación que pueden ser incorporados en estas etapas del diseño para el desarrollo de una propuesta metodológica. También, se detectó que la mayoría de los factores pueden ser aplicados en todas las fases del diseño; por lo tanto, un solo factor determinado pudiera evaluar todo el proceso del diseño según lo que se busque evaluar.

Para esta investigación se enfocará en los factores que se aplican en la fase de desarrollo y selección del concepto y la fase de validación del producto, en la tabla 21 (producto del anexo E) se muestran los factores que se pueden utilizar en estas fases. La razón de este enfoque es para evaluar el producto desde sus inicios de creación, así como, la selección del concepto más factible a desarrollar y que cumpla con los factores recomendados, y, evaluar la propuesta terminada para verificar si el producto es usable.

Tabla 21. Factores para la fase de concepto y validación (Elaboración propia)

Concepto		Validación	
Agrupaciones	Factores	Agrupaciones	Factores
Situacional	Cultura Economía Social	Situacional	Cultura Economía Social
Medio ambiente	Entorno	Medio ambiente	Tipo de terreno
	Iluminación		Ruidos
	Espacio		Iluminación
Percepción	Interacción: vista, oído, olfato, gusto y tacto.	Actividades	Espacio
	Reconocimiento		Tareas
	Identificación		Difíciles
	Estímulo sensorial		Variedad
	Lógica		Sistémico
	Gestalt		Temporalidad
Procesos cognitivos	Básicos: atención, memoria, aprendizaje	Percepción	Interacción: vista, oído, olfato, gusto y tacto.
	Complejos: lenguaje, pensamiento, inteligencia		Estímulo sensorial
			Lógica
Emocionales	Satisfacción		Detección
	Experiencia		Reconocimiento
	Motivación		Identificación
	Sentimiento		Estimación
	Estado de ánimo		Discriminación
	Personalidad		Respuesta
Físicos	Edad		Reflexión
	Género		Gestalt
	Salud		Básicos: atención, memoria, aprendizaje
	Capacidad - Aptitud		Complejos: lenguaje, pensamiento, inteligencia
	Antropometría		Satisfacción
	Fisiología		Experiencia
Ergonomía	Anatomía		Motivación
	Biomecánica		Sentimiento
	Seguridad		Estado de ánimo
Heurísticas	Adaptación	Emocionales	Edad
	Relación		Género
	Consistencia y estándares		Salud
	Prevención de errores		Capacidad - Aptitud
	Reconocimiento antes que recuerdo		Antropometría
	Flexibilidad		Fisiología
	Eficiencia		Anatomía
	Estética		Biomecánica
Calidad	Diseño minimalista	Físicos	Seguridad
	Acabados		Carga física
	Materiales		Carga mental
	Funciones		Adaptación
Funcionalidad	Resistencia	Ergonomía	Visibilidad del estado
	Aprendizaje		Relación
	Efectividad		Control y libertad
	Eficiencia		Consistencia y estándares
	Intuitivo		Prevención de errores
	Accesibilidad		Reconocimiento antes que recuerdo
	Constante		Flexibilidad
	Estándares		Eficiencia
	Rendimiento		Estética
	Forma	Heurísticas	Diseño minimalista
Estética	Color		Reconocimiento
	Textura	Calidad	Acabados
	Tamaño		Materiales
	Apariencia visual		Funciones
	Presentación		Resistencia
	Innovación		Validación
	Tendencia	Funcionalidad	Aptitud
			Intuitivo
			Facilidad de uso
			Aprendizaje
			Efectividad
			Eficiencia
			Utilidad
			Accesibilidad
			Constante
			Estándares
			Rendimiento
		Estética	Forma
			Color
			Textura
			Tamaño
			Apariencia visual
			Presentación
			Innovación
			Tendencia

Para la sección de los métodos detectados (Anexo E), son métodos que se han estado utilizando durante el inicio de esta investigación y que siguen, cómo serían: las revisiones literarias, clasificaciones, observaciones, gráficas comparativas, casos de estudio, procesos, normas, investigación de campo, selecciones, relaciones entre factores, entre otros. Además, de obtener alternativas para seguir el desarrollo de esta investigación y llegar al objetivo planteado, como serían: los cuestionarios, observaciones, tablas comparativas, algoritmos, pautas, entre otros.

4.2 Tratamiento de factores

En esta sección del capítulo se presenta el diseño y la estructura de los cuestionarios planteados para obtener el índice de usabilidad del diseño del producto. Asimismo, los factores obtenidos anteriormente serán sometidos a clasificaciones en base a niveles para detectar el cómo plantear la pregunta en los cuestionarios que se proponen.

4.2.1 Niveles de factores de usabilidad en el producto, usuario y contexto

En esta sección se presenta la tabla 22 donde se muestran los factores seleccionados. El propósito de esto es presentar la subdivisión de los factores para especificar lo que se planea medir en el producto, y esto, está indicado en niveles según su subdivisión. Los factores se presentan en cuatro agrupaciones la primera en base al usuario, la segunda en la calidad, la tercera en la funcionalidad y la cuarta la relación entre las tres agrupaciones anteriores.

Tabla 22. Niveles y medición de factores de usabilidad (Elaboración propia)

Niveles y medición de factores de usabilidad en el producto								
Nivel 1	Nivel 2	Nivel 3	Nivel 4	Nivel 5	Nivel de medición	Medida de evaluación	Resultados	Alternativa de pregunta
	Estética	Forma	Lineal		3	Escala likert	Cualitativos	¿Qué opina de la forma del producto en cuanto a la estética?
			Curvas					
			Irregular					
			Combinación					
		Color	Tonalidades	Cálidos	4	Escala likert	Cualitativos	¿Qué opina de las tonalidades del color en el producto en cuanto a la estética?
				Fríos				
				Neutros				
				Neón				
			Intensidad	Claros	4	Escala likert	Cualitativos	¿Qué opina de la intensidad del color en el producto en cuanto a la estética?
				Medios				
				Fuertes				
			Brillo	Brillante	4	Escala likert	Cualitativos	¿Qué opina del brillo del color en el producto en cuanto a la estética?
				Opaco				
		Textura	Suave		3	Escala likert	Cualitativos	¿Qué opina del tipo de textura del producto en cuanto a la estética?
			Lisa					
			Rugosa					
			Rasposa					
		Tamaño	Grande		3	Escala likert	Cualitativos	¿Considera el tamaño del producto adecuado?
			Mediano					
			Pequeño					
		Apariencia visual	Sencilla - Suntuoso		4	Escala likert	Cualitativos	¿Considera que apariencia visual del producto sencilla?
			Bonito - feo		4	Escala likert	Cualitativos	¿Considera bonito (atractivo) el producto?
		Presentación	Formal		3	Escala likert	Cualitativos	¿Qué opina de la presentación de empaque del producto?
			Casual					
			Sencilla					
		Innovación	Tecnológico	Nuevo	4	Escala likert	Cualitativos	¿Considera innovadora la tecnología utilizada en el producto?
				Llamativo				
				Futurista				
			Tendencia	Moda	4	Escala likert	Cualitativos	¿Qué opina de la tendencia del producto?
				Temporada				
	Calidad	Acabados	Lisos		3	Escala likert	Cualitativos	¿Qué opina de la calidad del acabado del producto?
			Rugoso					
			Opacos					
			Brillantes					
		Materiales	Madera		3	Escala likert	Cualitativos	¿Qué opina de la calidad del material utilizado en el producto?
			Metal					
			Vidrio					
			Polímeros					
		Funciones	Tecnológicas		4	Escala likert	Cualitativos	¿Considera de calidad la función tecnológica del producto?
					4	Escala likert	Cualitativos	¿Considera de calidad la función mecánica del producto?
			Mécnicas		4	Escala likert	Cualitativos	¿Considera de calidad la función mecánica del producto?
					4	Escala likert	Cualitativos	¿Considera de calidad la función mecánica del producto?
		Resistencia	Clima		4	Escala likert	Cualitativos	¿Cómo considera la calidad en cuanto a la resistencia del tipo de clima en el producto?
			Golpes		4	Escala likert	Cualitativos	¿Qué opina de la calidad en cuanto a la resistencia de los golpes en el producto?
			Uso constante		4	Escala likert	Cualitativos / Cuantitativos	¿Qué opina de la calidad en cuanto a la resistencia del uso contante del producto?

Usuario - Calidad - Producto	Intuitivo			3	Escala likert	Cualitativo	¿Qué tan intuitivo le parece la funcionalidad al utilizar el producto?
	Facilidad de uso			3	Escala likert	Cualitativo	¿Qué opina de la facilidad de uso del producto?
	Seguridad	Libre de riesgos	Minimizar el riesgo	4	Escala likert	Cualitativo	¿Qué le parece la seguridad en cuando la prevencion de riesgos del producto?
			Alertas				
			Libre de filos y picos				
		Cómodo	Amortiguadores	4	Escala likert	Cualitativo	¿Cómo considera la comodidad al utilizar el producto?
			Tamaño apropiado				
			Espacios apropiados				
			Poco esfuerzo	4	Escala likert	Cualitativo	¿Considera que se requiere pocos esfuerzo al utilizar el producto?
		Prevenciones	Indicadores	4	Escala likert	Cualitativo	En cuanto a la seguridad ¿Considera que los índices de prevención son los adecuados?
			Seguros				
	Interacción	Sujeción	Facilidad	4	Escala likert	Cualitativo	En cuanto a la interacción del producto ¿Considera que la sujeción es de fácil manejo?
				4	Escala likert	Cualitativo	En cuanto a la interacción del producto ¿qué tanto considera que la comodidad de la sujeción?
			Comodidad	4	Escala likert	Cualitativo	En cuanto a la interacción del producto ¿qué tanto considera que la comodidad de la sujeción?
		Compresión	Rápida	3	Escala likert	Cualitativo	¿Qué tan rápida considera la compresión al interactuar el producto?
			Clara	3	Escala likert	Cualitativo	¿Qué tan clara considera la compresión al interactuar el producto?
			No Física	4	Escala likert	Cualitativo	¿Cómo considera la interacción no física (simple vista) del producto?
		Forma	Física	4	Escala likert	Cualitativo	¿Cómo considera la interacción física (de uso) del producto?
	Ergonomía	Carga mental	Dificultada	4	Escala likert	Cualitativo	En cuanto a la caraga mental ¿Cuál es el grado de las dificultades mentales generadas al utilizar el producto?
			Esfuerzos	4	Escala likert	Cualitativo	En cuanto a la caraga mental ¿Cuál es el grado de los esfuerzos mentales generados al utilizar el producto?
			Estrés	4	Escala likert	Cualitativo	En cuanto a la caraga mental ¿Cuál es el grado de estrés generado al utilizar el producto?
		Carga física	Actividades	4	Escala likert	Cualitativo	En cuanto a la ergonomía ¿Cuál es el grado de la carga física al realizar las actividades al interactuar con el producto?

Los niveles del cuadro anterior llegaron al nivel 5, sin embargo, se utilizarán los niveles 3 o 4 según sea el factor. La razón de esta elección es porque como la propuesta se requiere que abarque la máxima gama de productos, se necesitan valorar factores con un enfoque generalizado y entre más alto sea el nivel del factor más específico es para cierto producto. En otras palabras, si se quiere evaluar un vehículo el factor se divide enfocándose al objetivo del vehículo; por ejemplo: para el nivel de seguridad, surge el nivel de prevención de riesgos y de este surgen niveles específicos como cinturones de seguridad, amortiguadores, bolsa de aire, entre otros.

4.2.2 Fusión de factores

Al categorizar los factores presentados en la tabla 22 se detectó que la cantidad es grande, por lo tanto, al momento de realizar el análisis se obtendrá una gran variedad de datos y se complicó el manejo de resultados para aplicarlos en una herramienta para evaluar la usabilidad. Por lo tanto, se realizó una eliminación lógica, revisando nuevamente los autores y las definiciones; además de revisar qué factores cumplen con los principios de usabilidad que son: eficiencia, eficacia y satisfacción como se presenta en la tabla que se encuentra en el Anexo F.

De los 36 factores obtenidos se disminuyeron a 25; en el procedimiento y resultados de la revisión se detectó que había factores que se podían enlazar y obtener uno solo generalizado; por ejemplo: grado de dificultades mentales, grado de esfuerzos mentales y estrés generados a utilizar el producto se pueden unir y obtener el grado de carga mental generado al utilizar el producto; de esta manera, no omitirlos y trabajarlos de una manera indirecta, en la tabla del Anexo F se muestra por medio de colores los factores que fueron unidos, agrupándolos en un solo color. También se detectó que todos los factores cumplen con los principios de usabilidad ya sea solo uno, dos o los tres, además que se pueden obtener un nivel de usabilidad a evaluarlos. En la tabla 23 se muestran los factores 25 modificados; los cuales serán introducidos al diseño de cuestionarios para evaluar la usabilidad.

Tabla 23. Factores de usabilidad (Elaboración propia)

Total 25 factores					
Estética - 7		Eficiencia	Eficacia	Satisfacción	Nivel de usabilidad
La forma del producto		X		X	X
El color utilizado del producto				X	X
La intensidad del brillo aplicado en el producto				X	0.5
La textura en el producto		X		X	X
El tamaño del producto		X	X	X	X
La innovación de la tecnología utilizada en el producto		X	X	X	X
La apariencia visual del producto ante el mercado (tendencia)				X	0.5
Calidad - 5		Eficiencia	Eficacia	Satisfacción	Nivel de usabilidad
La calidad del acabado del producto				X	X
La calidad del material utilizado en el producto		X	X	X	X
La calidad de la función (tecnológica o mecánica) al interactuar con el producto		X	X	X	X
La calidad en cuanto a la resistencia al tipo de clima en el producto		X		X	X
La resistencia de los golpes en el producto			X	X	X
Funcionalidad - 13		Eficiencia	Eficacia	Satisfacción	Nivel de usabilidad
La efectividad al usar el producto		X	X	X	X
La eficiencia en cuanto el tiempo invertido al interactuar con el producto		X	X	X	X
La utilidad del producto		X	X	X	X
La accesibilidad al utilizar el producto		X	X	X	X
La accesibilidad del agarre al utilizar el producto		X	X	X	X
El rendimiento y resistencia del producto al uso constante		X	X	X	X
La intuición al utilizar el producto		X	X	X	X
La facilidad de uso del producto		X	X	X	X
La comodidad al utilizar el producto		X		X	X
La medidas de prevención para la seguridad al utilizar el producto		X	X	X	X
La interacción al utilizar el producto		X	X	X	X
Grado de carga mental generada al utilizar el producto		X	X	X	X
Grado de carga física al interactuar con el producto		X	X	X	X

4.2.3 Aplicación de un caso de estudio para evaluación de factores

En esta sección se desarrollan los diseños de cuestionarios que serán utilizados para evaluar los factores de usabilidad seleccionados. Los cuestionarios serán diseñados para evaluar un grupo de productos determinado, para esto se realiza una investigación en tiendas departamentales con el objetivo de generar agrupaciones sobre los tipos de productos que se desarrollan y se encuentran en el mercado. Ya que no todos los factores se aplican, ni se evalúan de la misma forma, por ejemplo, no es lo mismo evaluar los factores enfocados a productos de joyería con factores dirigidos a productos electrónicos.

Para esta investigación se realizó un caso de estudio enfocado a evaluar la usabilidad de diseño de productos electrónicos, los cuales se tomaron como ejemplo diferentes tipos de mouse inalámbricos.

Tanto el diseño de los cuestionarios como los análisis obtenidos para el desarrollo de este caso de estudio están basados en la investigación de tesis de la Dra. Aidé Maldonado (2009).

4.2.3.1 Diseño de cuestionarios

A continuación, se presentan la estructura y diseño de los cuestionarios; el cual está dividido en dos, cada cuestionario está seccionado en tres factores para evaluar la estética, calidad y funcionalidad del producto dirigida hacia a la usabilidad (en el Anexo H se presentan el diseño de cada cuestionario):

- El primer cuestionario consiste en la importancia de aplicación en los factores de usabilidad mediante una comparación por pares para determinar el peso de cada uno, el cual se determina la jerarquización, y el grado de importancia entre los factores seleccionados de usabilidad. Este cuestionario será implementado solo a expertos en el diseño de producto o en el campo de usabilidad.
- El segundo se divide en dos partes:
 - Cuestionario A para medir el rango de diseño que consiste en evaluar el producto según lo que se espera en el diseño del producto.
 - Cuestionario B para medir el rango de sistema que evalúa el producto según lo que tiene en base a los factores que se presentan.

4.2.3.4 Categoría de productos

Estos cuestionarios se diseñarán con base a las categorías de producto que existen, por ejemplo: productos electrodomésticos, joyería, muebles, luminaria, entre otros; en el Anexo G se presentan las posibles categorías que se tomaran en cuentas para los diferentes diseños de cuestionarios (las categorías fueron determinadas por medio de búsquedas en tiendas departamentales como Liverpool, Walmart, Ikea, Amazon, entre otras similares). Para esta investigación los cuestionarios estarán dirigidos hacia los productos de electrónica como: mouse, teclado, laptop, bocinas, etc. En la tabla 24 se muestran los productos que entran en esta categoría. Los cuestionarios serán aplicados a expertos y alumnos de diseño industrial.

Tabla 24. Categoría de electrónica (Elaboración propia)

Electrónica
Bocina
Computadoras
Laptop
Mouse

Teclado
Accesorios para móviles y tabletas
Tablet
Impresoras
Escáner
Teléfonos de casa
Celulares
Video juegos
Televisiones
Estéreo
Reproductores de música
Micrófonos
Audífonos

4.2.4 Protocolo para aplicación de cuestionarios

En esta sección se presenta el contexto y el protocolo a seguir para la aplicación de los cuestionarios.

4.2.4.1 Contexto de la aplicación

A los usuarios que se les aplicará el cuestionario para el desarrollo de esta investigación, son alumnos y egresados de la Universidad Autónoma de Ciudad Juárez, del Instituto de Arquitectura, Diseño y Arte, en el departamento de diseño de la carrera de Diseño Industrial que ejercen la profesión y además de expertos en el campo de usabilidad y diseño de producto.

Lugar

- Forma personalizada (Solo para expertos)
- Forma virtual (según la disponibilidad del usuario)
- Forma Presencial. Espacio abierto siguiendo especificaciones sanitarias (según la disponibilidad del usuario)

Participantes

- 104 alumnos de la Licenciatura de Diseño Industrial que serán presentados como usuarios en esta investigación
- Para para obtener los valores que serán introducidos a la herramienta propuesta tomaron en cuenta a 5 expertos en el campo de usabilidad y del diseño de producto.

La razón de la selección del número de 5 expertos fue tomando en cuenta por J. Nielsen, el cual menciona que con utilizar a un solo evaluador no se encuentran tantos problemas de usabilidad como con cinco evaluadores y que a partir de la inclusión de 15 evaluadores la detección de problemas de usabilidad se estabiliza. En consecuencia, de este análisis Nielsen genera una relación costo-beneficio entre la cantidad de evaluadores involucrados y sostiene que el número de evaluadores necesarios para realizar una evaluación no tiene que ser demasiado grande, por lo que con Landauer proponen como ideal seleccionar entre tres a cinco evaluadores, ya que con ellos ya se encuentran aproximadamente el 75% de los errores como se presenta en la figura 22 presenta la curva que muestra cuántas veces los beneficios son mayores que los costos de la evaluación heurística de un proyecto. El número óptimo de evaluadores en este ejemplo es cuatro, con beneficios que son 62 veces mayores que los costos (M. González, Pascual, & Lorés, 2001; J. Nielsen & Landauer, 1993; Jakob Nielsen, 1994a).

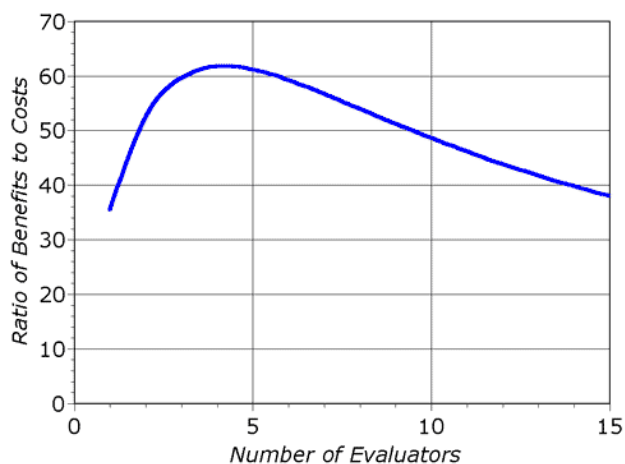


Figura 22. Curva que muestra en número de evaluaciones (M. González et al., 2001).

Productos para evaluar

Para validar esta herramienta se seleccionó como ejemplo la categoría de electrónica evaluando tres diferentes diseños de un mouse inalámbrico que se presentan en la tabla 25. Las puntuaciones de cada ítem serán con base a escalas difusas: en el cuestionario 2: parte A se determina la escala en base a la calificación mínima deseada que debería de tener el producto y la parte B la asignación de la calificación en cuanto su criterio sobre lo que tienen el producto.

Tabla 25. Descripción de productos a evaluar (Elaboración propia)

Producto	Descripción
	Mouse A • Mouse Extraplano – Inalámbrico • Con receptor USB de 2,4 GHz • 4 botones (izquierdo, derecho, velocidad del movimiento del cursor y clic al scroll) • Scroll • Uso de dos pilas AAA
	Mouse B • Mouse óptico Ergonómico – Inalámbrico • Con receptor USB de 2,4 GHz • 3 botones (izquierdo, derecho y clic al scroll) • Scroll • Uso de dos pilas AAA • Ahorro de energía automático
	Mouse C • Mouse vertical ergonómico – Inalámbrico • Con receptor USB • 6 botones (izquierdo, derecho, subir y bajar en la ventada, dar siguiente o regresar en la ventana y clic al scroll) • Scroll • Fuente de energía: Cable USB para cargar

4.2.4.2 Procedimiento de aplicación

El procedimiento de aplicación se desarrolló en tres diferentes formas y cada una con diferentes fases; las cuales se presentan a continuación:

Forma personalizada - Expertos

- Detectar a los expertos que fueron profesionistas relacionados en el campo de usabilidad y de diseño de producto
- Después hubo una comunicación por medio de correo o mensajes para la participación de la actividad de evaluación de factores.
- Al aceptar y confirmar participación se les envió un archivo en Excel con todas las instrucciones a seguir y con los cuestionarios a contestar.
- Al mismo tiempo se les entregó un paquete con los productos a evaluar, junto con instrucciones, características de los productos y unas toallitas desinfectantes como se presenta en la figura 23.
- De esta manera, evitar contacto y mayor seguridad, también de que el evaluador tome tu tiempo para contestar adecuadamente, ya que los cuestionarios son largos
- Una vez terminados los cuestionarios reenviar el archivo y ponerse en contacto con la investigadora para la entrega de los productos.



Figura 23. Paquete con el kit para productos a evaluar (Elaboración propia)

Forma virtual

La siguiente forma es para que los alumnos del diseño industrial evalúen solo que la parte sobre el rango del sistema.

- Mediante un programa llamado SurveyMonkey se diseñará una encuesta que será compartida a los alumnos de Diseño industrial para evaluar los productos presentados. La encuesta contará con:
 - Instrucciones para contestar el cuestionario
 - Por medio de videos detallados se mostrarán física y funcionalmente los productos a evaluar, asimismo se modelará de tal forma que el usuario pueda analizar las posturas, aplicaciones, funciones, estética, calidad, entre otros aspectos, de una forma visual completa.
 - También en cada pregunta se presentarán imágenes y el enlace de los videos correspondientes al producto a evaluar por si el usuario necesita ver nuevamente el video para contestar se reproducirá de nuevo para contestar la pregunta.

Forma presencial con especificaciones sanitarias

La siguiente forma es para que los alumnos del diseño industrial evalúen solo que la parte sobre el rango del sistema

- En un espacio abierto ya sea en un parque, en un aula de la universidad, un taller o una casa, se colocarán mesas y sillas donde se distribuirán los usuarios con una separación de 1.50mts, usando cubrebocas y gel antibacterial.
- El área de trabajo (mesas y sillas) serán diseñadas a una medida aceptable para la interacción del usuario-mouse-computadora; simulando una oficina tomando en cuenta la indicación que se presentan en la figura 24.



Figura 24. Ergonomía en la oficina (elportaldelasalud.com, 2016)

- Se formarán grupos máximo de 15 para citar a los participantes y evitar conglomeraciones.
- Por medio de una presentación de PowerPoint se presentarán los objetivos y el propósito de esta investigación, asimismo se le presentarán instrucciones al usuario para contestar el cuestionario
- Se les informará a los usuarios que la sesión será grabada para detectar y archivar comentarios, gestos, movimientos o algún otro elemento que sea importante para el análisis de la investigación
- Se les repartirá en forma física el cuestionario a contestar o si es de su preferencia en archivo en Excel
- Se les colocará una laptop con recubrimiento para fácil desinsectación con toallitas de cloro antibacterial (preferencia que lleven su laptop) y el primer usuario se le pasará el primer mouse desinfectado para contestar la sección del cuestionario y para esto realizará una serie de actividades en un documento de Excel para poder interactuar con el mouse las cuales se presentan en la tabla 26.

Tabla 26. Protocolo de actividades de interacción del producto (Elaboración propia)

Actividad para interacción del mouse inalámbrico	
Pasos	Actividad
1	Abrir el archivo de Excel que se encuentra en el escritorio con nombre de protocolo de actividades de uso
2	Abre una hoja nueva
3	Cambiar el nombre a "Actividad de mouse (nombre del encuestado)"
4	Insertar un círculo de tamaño de 5cm de diámetro
5	Cambiar de color que usted guste
6	Después insertar cualquier figura que guste de un tamaño de 8cm
7	Minimizar y maximizar la ventana
8	Guardar los cambios realizados
9	Por último, cerrar el archivo

- Al terminar el usuario con el mouse A se desinfectará y pasará al siguiente usuario mientras el primer usuario evaluará al segundo mouse B desinfectado y así sucesivamente hasta evaluar los tres mouses (A, B, C).
- Los resultados obtenidos de los cuestionarios serán introducidos a una hoja en Excel para un mejor manejo y visualización de los datos.
- Después serán introducidos el programa SPSS para determinar el Alfa de Cronbach es un coeficiente que sirve para medir la fiabilidad de los cuestionarios.
- Según los resultados obtenidos del Alfa de Cronbach se realizarán mejoras en los cuestionarios.
- Al recopilar los datos obtenidos de los cuestionarios, desarrollar un análisis por medio de métodos multicriterio para determinar los valores de los factores del primer cuestionario.
- Diseñar una plataforma en Excel por medio de fórmulas y los valores obtenidos para introducir los resultados del cuestionario aplicado a los alumnos y determinar el índice de usabilidad del producto evaluado.

4.2.5 Análisis sobre la aplicación y resultados de prueba piloto

En esta sección se presentan las dificultades que se obtuvieron al momento de aplicar la encuesta, así como, los comentarios y recomendaciones de los usuarios. Los tres cuestionarios fueron aplicados a cinco egresados de la licenciatura en diseño industrial que ejercen la profesión. Hay que recordar que este ejercicio solo es para detectar deficiencias de las encuestas y del protocolo, de esta forma realizar mejoras a los cuestionarios y a su aplicación.

4.2.5.1 Análisis sobre la aplicación de cuestionarios de la prueba piloto

Mientras los usuarios contestaban los cuestionarios, se les pidió que, si tenían alguna duda, la podían hacer saber, también, se tomaron fotos y videos para detectar alguna inconformidad del usuario al interactuar con los productos presentados, pidiéndole también al usuario que siga las recomendaciones de la figura 22 para evitar molestias; los espacios donde se aplicó fueron en una oficina, casas de los usuarios o casa propia.

Las recomendaciones que se obtuvieron de los cuestionarios se muestran en la tabla 27.

Tabla 27. Recomendaciones y observaciones al aplicar cuestionarios de prueba piloto (Elaboración propia)

	Cuestionario 1	Cuestionario 2A	Cuestionario 2B – con los productos
Recomendaciones	• Se confunde un poco • Menos opciones en la escala • Poner ejemplos • Esta muy larga • Cansa contestar • Se repiten preguntas	• Se pudieran eliminar pregunta	• Se pudieran eliminar preguntas
Observaciones	• Establecer una introducción más detallada • Se pierden al contestar las preguntas • Presentar un glosario de palabras • Llega un punto donde contestan al azar	• No problemas en contestar • Solo algunas dudas con lo que se refería en 2 o 3 preguntas	• Emoción al utilizar los productos • Para contestar pasan a la siguiente pregunta cuando contestan en base a los 3 producto • Obtener juegos adicionales de mouse

Estas recomendaciones se tomaron en cuenta para las modificaciones de los cuestionarios; poniendo ejemplos, especificando preguntas y agregando una tabla de definiciones para dudas sobre los factores, también para las aplicaciones formales de la herramienta.

4.2.5.2 Resultados de la prueba piloto

En consecuencia, los resultados obtenidos en el cuestionario H2-A (anexo) donde se evalúa el rango del diseño (lo que se espera y desea en el diseño del producto) se introdujeron en el programa SPSS statistics; se presenta solo los resultados del cuestionario H2-A, ya que es una muestra donde se presentan todos los factores utilizados de una forma simple donde ayuda a visualizar la fiabilidad del cuestionario de una forma general; sin embargo, en el trayecto de esta investigación se plantea un análisis completo sobre los resultados de cada uno de los cuestionarios. En donde, se muestran los factores con el máximo y mínimo valor en las respuestas y obtenido una media entre ellas; se obtuvo que la mayoría de los usuarios esperan altas expectativas en el diseño de un producto electrodoméstico (en este caso el mouse) tomando en cuenta cada uno de los factores presentados en las preguntas.

Además, se detectó el alfa de Cronbach del cuestionario seleccionado; y el resultado obtenido que es .750, el cual muestra arriba del número permitido que es .7, por lo que este cuestionario es considerado de confiable.

4.2.6 Análisis sobre la aplicación y resultados de expertos: Alfa de Cronbach

Los resultados obtenidos de cada uno de los cuestionarios que fueron aplicados a los cinco expertos seleccionados fueron introducidos en el programa SPSS statistics para obtener el valor de fiabilidad de cada uno. Por cada cuestionario se obtuvieron cuatro resultados, ya que se evalúa la totalidad del cuestionario, después cada una de las agrupaciones (estética, calidad y funcionalidad), esto para mayor precisión en los resultados de cada sección.

4.2.6.1 Resultados de fiabilidad del primer cuestionario: Importancia de factores – comparación por pares

En la tabla 28 se muestra el resultado del primer cuestionario, aquí se introdujeron todos los datos obtenidos del cuestionario completo, y como se puede observar el alfa de Cronbach es de .917 y como se mencionó anteriormente entre 0.70 y 0.90, indica que es de buena fiabilidad y consistencia (A. González & Pazmiño, 2015), por lo tanto, tiene una excelente fiabilidad. También muestran los resultados del alfa de Cronbach de cada una de las agrupaciones; el valor más bajo de las tres es el de estética con un resultado de .787, sin embargo, según los autores todavía se encuentra dentro del rango de una buena fiabilidad.

Tabla 28. Alfa de Cronbach: Cuestionario de importancia de factores (SPSS, 2021)

Cuestionario Importancia de factores - Comparación por pares	
Sección	Alfa de Cronbach
Estética	0.787
Calidad	0.957
Funcionalidad	0.051
Cuestionario completo	0.917

4.2.6.2 Resultados de fiabilidad del segundo cuestionario: Rango del diseño

En la tabla 29 se muestra el resultado del segundo cuestionario, el cual consiste en evaluar el rango del diseño (lo que se espera del producto), al igual que la sección anterior se introdujeron todos los datos obtenidos del cuestionario completo, y el alfa de Cronbach es de .955 por lo tanto el cuestionario tiene una excelente fiabilidad. También, muestran los resultados del alfa de Cronbach de cada una de las agrupaciones; el valor más bajo de las tres es el de estética con un resultado de .738, sin embargo, todavía se encuentra dentro del rango de una buena fiabilidad.

Tabla 29. Alfa de Cronbach: Cuestionario de Rango del diseño (SPSS, 2021)

Cuestionario Rango de Diseño	
Sección	Alfa de Cronbach
Estética	0.738
Calidad	0.89
Funcionalidad	0.965
Cuestionario completo	0.955

4.2.6.3 Resultados de fiabilidad del tercer cuestionario: Rango del sistema

En esta sección se muestran los resultados del tercer cuestionario, el cual consiste en evaluar el rango del sistema (lo que tiene el producto), pero los resultados que se presentan en la tabla 30 son de cada uno de los productos, es decir el alfa de Cronbach completo y cada una de las agrupaciones del producto A, después los resultados del producto B y por último del producto C.

Tabla 30. Alfa de Cronbach: Cuestionario de Rango del sistema (SPSS, 2021)

Cuestionario Rango de Sistema	
Sección	Alfa de Cronbach
Producto A	
Estética	0.907
Calidad	0.733
Funcionalidad	0.83
Cuestionario completo	0.915
Producto B	
Estética	0.754
Calidad	0.771
Funcionalidad	0.737
Cuestionario completo	0.846
Producto C	
Estética	0.757
Calidad	0.74
Funcionalidad	0.938
Cuestionario completo	0.809

Alfa de Cronbach del producto A

Se muestra el resultado del cuestionario completo, y el alfa de Cronbach es de .915 por lo tanto el cuestionario tiene una excelente fiabilidad. Para los resultados del alfa de Cronbach de cada una de las agrupaciones; el valor más bajo de las tres es la de calidad con un resultado de .733, sin embargo, todavía se encuentra dentro del rango de una buena fiabilidad.

Alfa de Cronbach del producto B

En la tabla 33 se muestra el resultado del producto B donde el alfa de Cronbach completo es de .846 por lo tanto el cuestionario tiene una excelente fiabilidad. También se muestran los resultados del alfa de Cronbach de cada una de las agrupaciones; los tres valores entran en el .7 y aunque el valor más bajo es la de funcionalidad con un resultado de .737, sin embargo, todavía se encuentra dentro del rango de una buena fiabilidad según los autores.

Alfa de Cronbach del producto C

Para el producto C y el alfa de Cronbach completo es de .846 por lo tanto el cuestionario tiene una excelente fiabilidad. Y los resultados de cada una de las agrupaciones; el valor más bajo es la

calidad con un resultado de .740, y como ya mencionado anteriormente más de .7 todavía se encuentra dentro del rango de una buena fiabilidad según los autores.

Con conclusión de los resultados obtenidos por el programa SPSS statistics de los tres cuestionarios de a pesar de que los valores quedan dentro del rango determinado, en donde superan el .70 y el 0.90.

El resultado con menor valor de fiabilidad fue obtenido en el cuestionario que se presenta en el anexo H3-B (Rango de sistema) del producto A de la agrupación de calidad con un alfa de Cronbach de .733 y el resultado con mayor valor fue obtenido en el segundo cuestionario (rango del diseño) de la agrupación de funcionalidad con un alfa de Cronbach de .965; por lo que el valor mínimo aceptable para un coeficiente es de .7 y el máximo es de 1 (Tuapanta, Duque, & Mena, 2017). Por lo tanto, la estructura y diseño de los cuestionarios son aptos y confiables para el desarrollo de esta investigación.

4.2.7 Alfa de Cronbach comparación entre usuarios y expertos

Al igual que los expertos, los resultados fueron sometidos en la plataforma SPSS Statistics, para comprobar la fiabilidad de la prueba en base a los usuarios. Los resultados que se presentan en la tabla 31 tanto los resultados de los expertos como de los usuarios de cada agrupación y del cuestionario completo de cada producto (A, B y C).

Tabla 31. Alfa de Cronbach: Cuestionario de Rango del sistema comparación entre expertos y alumnos (SPSS, 2021)

Cuestionario Rango de Sistema		
Sección	Alfa de Cronbach con Expertos	Alfa de Cronbach con Usuarios
Producto A		
Estética	0.907	0.799
Calidad	0.733	0.835
Funcionalidad	0.83	0.882
Cuestionario completo	0.915	0.929
Producto B		
Estética	0.754	0.857
Calidad	0.771	0.813
Funcionalidad	0.737	0.921
Cuestionario completo	0.846	0.950
Producto C		
Estética	0.757	0.795
Calidad	0.74	0.786
Funcionalidad	0.938	0.896
Cuestionario completo	0.809	0.914

Como se muestra, los resultados del alfa de los usuarios son un poco más alto que la de los expertos, la razón de esto es por la cantidad de personas que se les aplicó el cuestionario: en los expertos fueron 5 personas y en los usuarios 104, por lo tanto con los usuarios hubo más cantidad de datos para analizar y obtener el alfa de Cronbach. Sin embargo, no existe mucha diferencia entre uno con el otro. Ejemplo en el producto A existe una diferencia de 0.014 siendo el de los expertos de 0.915 y alumnos 0.929, la diferencia más alta se encuentra en el producto C de 0.105 siendo el de los expertos de 0.809 y alumnos 0.914; sin embargo todos los resultados presentados en la tabla 54 superan el 0.7 que es el valor mínimo aceptable para considerar que la herramienta es fiable y consistente.

4.3 Aplicación del proceso de jerarquía analítica (AHP): Obtención de pesos

A partir de esta sección los factores serán definidos y trabajados como atributos, ya que las siguientes herramientas a utilizar son de multi-atributo.

Como ya fue mencionado anteriormente para obtener el peso de cada atributo se utilizó el método de multicriterio AHP. En esta sección se presenta el análisis del cuestionario sobre la comparación de pares entre los atributos para determinar el grado de importancia y generar el peso así también el procedimiento al que fueron sometidos los resultados y la conclusión de ellos.

Los resultados presentados a continuación fueron sometidos en una hoja de Excel programada con los términos y proceso que conlleva el método AHP para llegar a los pesos de cada factor. Se debe de tomar en cuenta que la información presentada en esta sección es presentada de forma resumida para un mejor entendimiento del proceso que se realizó; la información completa se muestra en el Anexo I1, I2, I3.

4.3.1 Procedimiento y resultados obtenidos en AHP

Como se muestra en la literatura, primero se genera un matriz para identificar los atributos principales (de primer nivel) y atributos secundarios (segundo nivel), que fueron detectados en el trayecto de esta investigación, relacionándolos con los tres productos que se evaluaron. En la figura 25 presenta el modelo para determinar la usabilidad del producto. Donde en el primer nivel se muestran 3 atributos y en el segundo nivel 27 atributos.

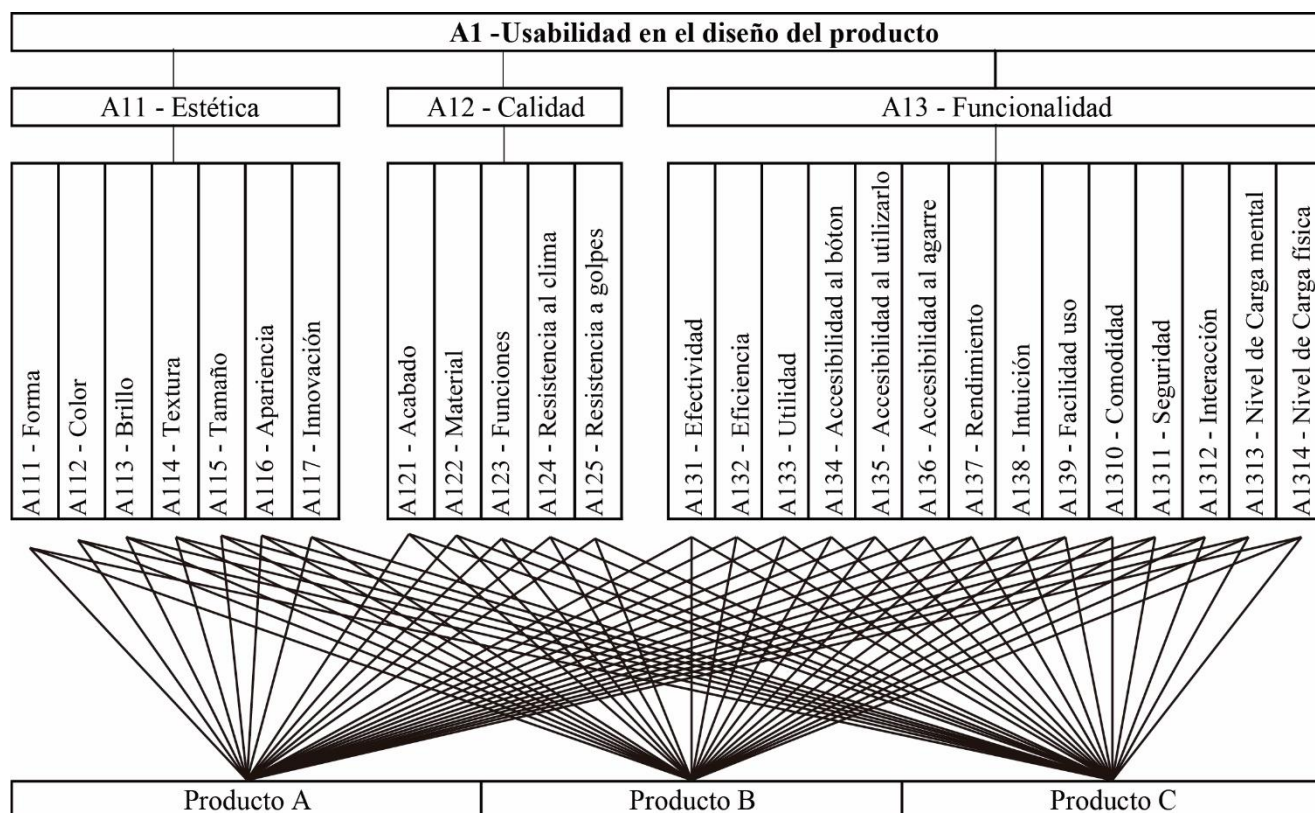


Figura 25. Matriz AHP: Nivel de atributos de usabilidad en el diseño del producto (Elaboración propia)

En segunda estancia, se recopilan los resultados obtenidos por los expertos y sustituir cada resultado con el valor que representa cada escala.

Ejemplo: en la tabla 32 se muestra la escala que se utiliza en el método de AHP junto con sus valores.

Tabla 32. Escala fundamental de AHP (Adaptación de Saaty, 2008)

Escala fundamental del Proceso Analítico Jerarquizado (Saaty, 1980).								
Absolutamente más importante	Fuertemente más importante	Moderadamente más importante	Débilmente más importante	Igualmente importante	Débilmente menos importante	Moderadamente menos importante	Fuertemente menos importante	Absolutamente menos importante
9	7	5	3	1	1/3 - (0.33)	1/5 - (0.2)	1/7 - (0.142)	1/9 - (0.11)

Siguiendo con el ejemplo en la tabla 32 se muestra los resultados obtenidos de un experto de la sección de calidad del cuestionario 1 qué es el correspondiente a la importancia de los atributos. Y en la tabla 33 se muestra las respuestas y en la tabla 34 la sustitución de los valores determinados por Saaty de cada resultado.

Tabla 33. Ejemplo de los resultados de uno de los expertos en cuanto a la comparación por pares de calidad
(Elaboración propia)

Ejemplo de resultados de un experto					
	Acabado	Material	Funciones	Resistencia al clima	Resistencia a golpes
Acabado	Igualmente importante	Fuertemente menos importante	Fuertemente menos importante	Fuertemente menos importante	Fuertemente menos importante
Material	Fuertemente más importante	Igualmente, importante	Fuertemente menos importante	Moderadamente menos importante	Moderadamente menos importante
Funciones	Fuertemente más importante	Fuertemente más importante	Igualmente importante	Fuertemente más importante	Débilmente más importante
Resistencia al clima	Fuertemente más importante	Moderadamente más importante	Fuertemente más importante	Igualmente importante	Moderadamente menos importante
Resistencia a golpes	Fuertemente más importante	Moderadamente más importante	Débilmente menos importante	Moderadamente más importante	Igualmente, importante

Tabla 34. Ejemplo de sustitución de valores en resultados de uno de los expertos (Elaboración propia, basado en AHP)

Ejemplo de sustitución de valores de un experto					
	Acabado	Material	Funciones	Resistencia al clima	Resistencia a golpes
Acabado	1.00	0.14	0.14	0.14	0.14
Material	7.00	1.00	0.14	0.20	0.20
Funciones	7.00	7.04	1.00	7.00	3.00
Resistencia al clima	7.00	5.00	7.00	1.00	0.20
Resistencia a golpes	7.00	5.00	0.33	5.00	1.00

Después de sustituir cada valor de cada uno de los expertos se realiza una matriz de medias geométricas integrando los resultados de cada uno y sacando el promedio de los cinco expertos como se presenta en la tabla 35, esto para realizar una correlación entre los resultados de cada autor con cada uno de los atributos.

Tabla 35. Medias geométricas sobre los resultados de los expertos (Elaboración propia, basado en AHP)

Medias geométricas					
	Acabado	Material	Funciones	Resistencia al clima	Resistencia a golpes
Acabado	1.000	0.841	0.380	0.491	0.356
Material	1.185	1.000	0.355	0.686	0.857
Funciones	2.627	2.813	1.000	5.720	2.537
Resistencia al clima	2.036	1.451	0.381	1.000	0.775
Resistencia a golpes	2.809	1.163	0.394	1.288	1.000

Obteniendo los resultados de la matriz geométrica, son sometidos nuevamente a otra matriz que es llamada Matriz de comparación por pares de criterios, como es mencionado en la sección 3.2, aquí se realiza la suma de los atributos por columna como se muestra en la tabla 36, de esta forma se obtiene valores que serán utilizados en el siguiente paso.

Tabla 36. Matriz de comparación por pares (Elaboración propia, basado en AHP)

	Acabado	Material	Funciones	Resistencia al clima	Resistencia a golpes
Acabado	1.000	0.841	0.380	0.491	0.356
Material	1.185	1.000	0.355	0.686	0.857
Funciones	2.627	2.813	1.000	5.720	2.537
Resistencia al clima	2.036	1.451	0.381	1.000	0.775
Resistencia a golpes	2.809	1.163	0.394	1.288	1.000
Suma	9.657	7.268	2.510	9186	5.524

Una vez obteniendo la suma de cada atributo por columna, procede a realizar la matriz de normalización, la cual, consiste en dividir los resultados de las matrices anteriores (tabla 35 y 36); ejemplo: resultado de acabado con acabado que es igual a 1.000 entre el resultado de la suma por columna de acabado que es igual a 9.657 que da un resultado de 0.104 como se presenta en tabla 37. Segundo ejemplo: resultado de acabado con material que es 1.185 entre la suma de columna de acabado 9.657 da como resultado 0.123 y así sucesivamente; el valor de la suma cambia según a la comparación de atributos, ejemplo material con funciones con un valor de 0.387 entre la suma de la columna de material que es 7.268 y el resultado obtenido es 0.387.

Tabla 37. Matriz de normalización (Elaboración propia, basado en AHP)

	Acabado	Material	Funciones	Resistencia al clima	Resistencia a golpes
Acabado	0.104	0.116	0.152	0.053	0.064
Material	0.123	0.138	0.141	0.075	0.155
Funciones	0.272	0.387	0.398	0.623	0.459

Resistencia al clima	0.211	0.200	0.152	0.109	0.140
Resistencia a golpes	0.291	0.160	0.157	0.140	0.181

Posteriormente se genera el vector de cada atributo de calidad con los resultados obtenidos de la tabla 36, que consiste en generar un promedio tomando en cuenta los valores por fila de cada uno, por ejemplo, tomando los datos de la tabla 37 de la fila acabado que serían la suma de 0.104, 0.116, 0.152, 0.053, 0.064 entre 5 que es el número de atributos que se presentan en este análisis y la suma de todos los vectores por atributo debe de dar 1 como se muestra en la tabla 38.

Tabla 38. Matriz de vectores (Elaboración propia, basado en AHP)

Agrupación de calidad	Vector promedio
Acabado	0.098
Material	0.126
Funciones tecnológicas y/o mecánicas	0.428
Resistencia al clima	0.162
Resistencia a golpes	0.186
Suma	1.00

Estos vectores son considerados como el peso de cada atributo y muestran que el atributo de funciones es más importante al momento de evaluar la calidad de un producto en cuanto a su usabilidad y el factor de acabado es el menos importante. Sin embargo, estos valores se deben de contrastar con los pesos obtenidos en el análisis de la sección de agrupaciones que se presenta en el anexo I1. En la tabla 39 muestra el peso de cada agrupación, ósea, estética, calidad y funcionalidad.

Tabla 39. Pesos de cada agrupación (Elaboración propia basado en AHP)

Agrupaciones	Vector
Estética	0.09
Calidad	0.29
Funcionalidad	0.62
Suma	1.00

Para que los pesos obtenidos en la tabla 38 concuerden con el peso obtenido en la tabla 39 en este caso con la agrupación de calidad, se realiza una modificación donde el peso obtenido de cada factor se multiplica por el valor obtenido de la agrupación correspondiente, que vendría siendo el 0.29, de esta forma el valor del peso de cada atributo es equitativo al valor de la importancia de las agrupaciones. Entonces, para los atributos de la agrupación de calidad los pesos para esta investigación vendrían siendo los que se presentan en la tabla 40.

Tabla 40. Peso de los atributos de la agrupación de calidad (Elaboración propia, basada en AHP)

Agrupación de calidad	Vector
Acabado	0.03
Material	0.04
Funciones tecnológicas y/o mecánicas	0.12
Resistencia al clima	0.05
Resistencia a golpes	0.05
Suma	0.29

Por último, se realiza la verificación de consistencia de los datos obtenidos. Tomando en cuenta la matriz de comparación por pares (tabla 36) y la matriz de los vectores (tabla 39) además de las ecuaciones que se desglosan en la sección 3.2 Proceso de jerarquía analítica (AHP) para obtener la razón de consistencia como se presenta en la tabla 41.

Tabla 41. Cálculo del índice de consistencia (Elaboración propia basada en AHP)

Calidad - matriz1					Vector - Matriz 2
1.00	0.84	0.38	0.49	0.36	0.098
1.18	1.00	0.36	0.69	0.86	0.126
2.63	2.81	1.00	5.72	2.54	0.428
2.04	1.45	0.38	1.00	0.78	0.162
2.81	1.16	0.39	1.29	1.00	0.186

CR Calidad		
0.512374403	CI	0.11
0.664647501	RI	1.115
2.439432085	CR	0.101517674 <0,10
0.85		
0.98		
Delta max		5.45

En donde con la función MMULT en Excel se calcula el producto matricial de dos matrices: matriz1 y matriz2 y con los resultados obtenidos se suman para obtener el Delta max; Y tomando en cuenta la ecuación 6 de la sección 3.2 Procesos de Jerarquía Analítica, el Delta se resta por el número de criterios o atributos entre el número de criterios o atributos menos 1 como se presenta en la ecuación 10.

$$CI = \frac{5.45 - 5}{5 - 1} = 0.11$$

Ecuación 10

El resultado que se obtiene es el Índice de consistencia, después se identifica el radio de inconsistencia según la cantidad de criterios o atributos implementados que se presenta en tabla 10.

Y por último tomando en cuenta la ecuación 7 de la sección 3.2, se calcula la razón de consistencia dividiendo el índice de consistencia entre el radio de inconsistencia como se presenta en la ecuación 11

$$CR = \frac{0.11}{1.115} = 0.10$$

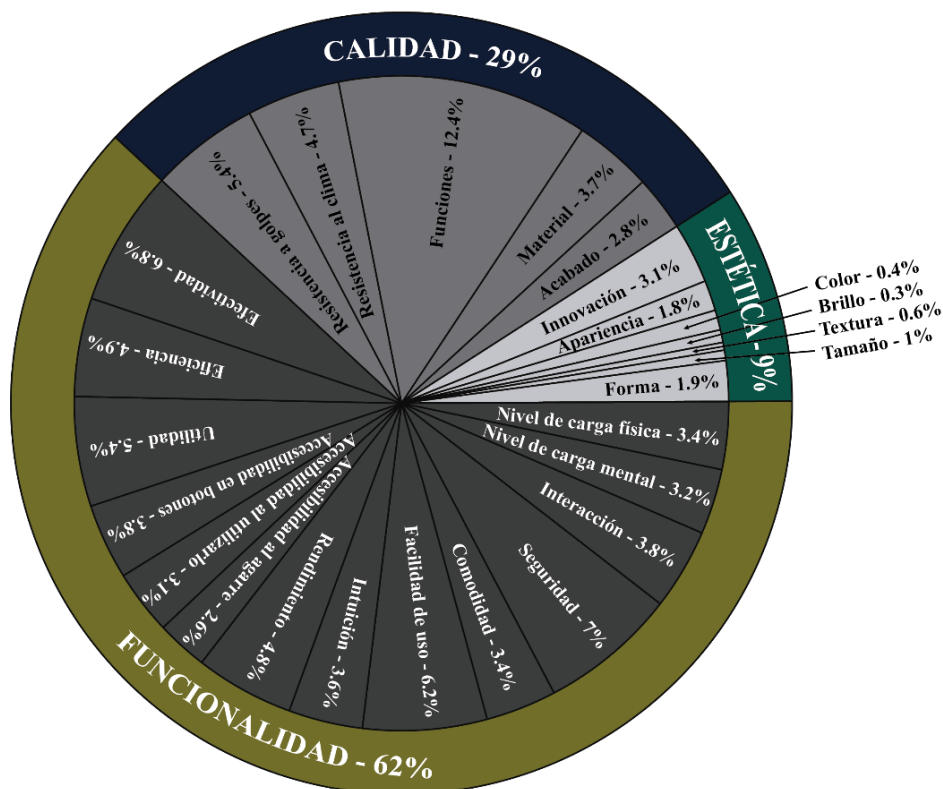
Ecuación 11

El resultado obtenido es de 0.10 y como lo presentan los autores es que el nivel de inconsistencia es aceptable en este análisis.

4.3.2 Conclusión sobre la aplicación de AHP

El AHP fue aplicado cuatro veces para esta investigación, donde la primera fue para obtener el peso de cada agrupación, segunda los pesos de los atributos de la agrupación de estética, tercera los pesos de los atributos de la agrupación y calidad, y por último para el peso de los atributos de funcionalidad. Y como fue mencionado anteriormente los pesos de los atributos de estética, calidad y funcionales fueron alterados multiplicándose con los pesos obtenidos de cada agrupación, de esta manera todos suman un todo, así como se muestra en la figura 26 los pesos de cada atributo presentado por medio de porcentajes. Estos pesos serán utilizados más adelante de esta investigación.

Figura 26. Gráfica de pesos de atributos obtenidos en AHP (Elaboración propia)



4.4 Obtención de valores difusos

En esta sección se desarrolla el análisis de diseño axiomático sobre el axioma de la información, pero introduciendo la lógica difusa. Por lo que se diseñaron dos cuestionarios uno para evaluar lo que se espera del producto y otro para evaluar lo que el producto tiene. Se utilizaron tres diferentes diseños de mouse inalámbricos, los cuales, expertos y alumnos evaluaron.

A continuación, se presenta el procedimiento y resultados que se obtuvieron en esta investigación.

4.4.1 Resultados del cuestionario Rango de diseño

Para obtener el rango de diseño lo primero que se realizó fue sustituir las respuestas con el valor del término lingüístico correspondiente, que en este caso es la escala que espera lo mínimo que tenga el producto en la figura 27 se muestra la escala que se tomará en cuenta, y conforme las respuestas y sustitución de estos valores se utilizarán como coordenadas para obtener el área común entre el rango de diseño y de sistema.

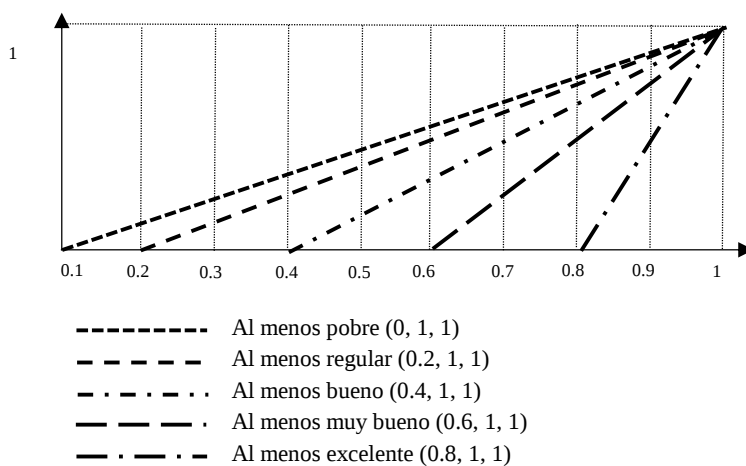


Figura 27. Términos lingüísticos del rango de diseño (Maldonado, 2009)

Ejemplo: en la tabla 42 se presentan las respuestas que el experto le dio a cada atributo y la sustitución con los valores determinados por la escala.

Tabla 42. Respuestas por expertos y valores difusos de Estética (Elaboración propia)

Experto	1	2	3	4	5
Agrupación	Estética				
Forma	Bueno	Muy bueno	Regular	Bueno	Bueno
Color	Regular	Bueno	Pobre	Muy bueno	Regular
Brillo	Regular	Pobre	Pobre	Muy bueno	Regular
Textura	Bueno	Muy bueno	Regular	Bueno	Regular
Tamaño	Bueno	Bueno	Bueno	Regular	Bueno
Apariencia	Bueno	Excelente	Pobre	Muy bueno	Regular
Innovación	Muy bueno	Excelente	Regular	Bueno	Bueno
Agrupación	Valores difusos				
Forma	(0.4,1,1)	(0.6,1,1)	(0.2,1,1)	(0.4,1,1)	(0.4,1,1)
Color	(0.2,1,1)	(0.4,1,1)	(0,1,1)	(0.6,1,1)	(0.2,1,1)
Brillo	(0.2,1,1)	(0,1,1)	(0,1,1)	(0.6,1,1)	(0.2,1,1)
Textura	(0.4,1,1)	(0.6,1,1)	(0.2,1,1)	(0.4,1,1)	(0.2,1,1)
Tamaño	(0.4,1,1)	(0.4,1,1)	(0.4,1,1)	(0.2,1,1)	(0.4,1,1)
Apariencia	(0.4,1,1)	(0.8,1,1)	(0,1,1)	(0.6,1,1)	(0.2,1,1)
Innovación	(0.6,1,1)	(0.8,1,1)	(0,1,1)	(0.4,1,1)	(0.4,1,1)

Ya que se espera lo mínimo del atributo en el diseño del producto se toman en cuenta los valores más bajos de cada atributo en cuanto a lo que los expertos respondieron, que son los que están subrayados en la tabla 42. Y así mismo se realiza lo mismo con los atributos de Calidad y Funcionalidad como se presenta en la tabla 43.

Tabla 43. Respuestas por expertos y valores difusos de Calidad y Funcionalidad (Elaboración propia)

Experto	1	2	3	4	5
Agrupación	Calidad				
Acabado	(0.4,1,1)	(0.8,1,1)	(0.2,1,1)	(0.4,1,1)	(0.2,1,1)
Material	(0.4,1,1)	(0.8,1,1)	(0.2,1,1)	(0.4,1,1)	(0.4,1,1)
Funciones	(0.6,1,1)	(0.8,1,1)	(0.4,1,1)	(0.6,1,1)	(0.2,1,1)
Resist. clima	(0.2,1,1)	(0.6,1,1)	(0.2,1,1)	(0.2,1,1)	(0.6,1,1)
Resist. golpes	(0.4,1,1)	(0.6,1,1)	(0.4,1,1)	(0.2,1,1)	(0.4,1,1)
Agrupación	Funcionalidad				
Efectividad	(0.6,1,1)	(0.8,1,1)	(0.4,1,1)	(0.4,1,1)	(0.4,1,1)
Eficiencia	(0.6,1,1)	(0.8,1,1)	(0.4,1,1)	(0.4,1,1)	(0.4,1,1)
Utilidad	(0.6,1,1)	(0.8,1,1)	(0.2,1,1)	(0.4,1,1)	(0.4,1,1)
Accesibilidad al botón	(0.4,1,1)	(0.4,1,1)	(0.2,1,1)	(0.2,1,1)	(0.2,1,1)
Accesibilidad al utilizarlo	(0.6,1,1)	(0.6,1,1)	(0.2,1,1)	(0.4,1,1)	(0.4,1,1)
Accesibilidad al agarre	(0.4,1,1)	(0.6,1,1)	(0.4,1,1)	(0.4,1,1)	(0.2,1,1)
Rendimiento	(0.6,1,1)	(0.8,1,1)	(0.4,1,1)	(0.4,1,1)	(0.4,1,1)
Intuición	(0.4,1,1)	(0.8,1,1)	(0.4,1,1)	(0.2,1,1)	(0.4,1,1)
Facilidad uso	(0.4,1,1)	(0.8,1,1)	(0.4,1,1)	(0.2,1,1)	(0.4,1,1)
Comodidad	(0.4,1,1)	(0.8,1,1)	(0.6,1,1)	(0.2,1,1)	(0.2,1,1)
Seguridad	(0.6,1,1)	(0.8,1,1)	(0.6,1,1)	(0.4,1,1)	(0.6,1,1)
Interacción	(0.4,1,1)	(0.6,1,1)	(0.6,1,1)	(0.4,1,1)	(0.4,1,1)
B.N.Carga mental	(0.4,1,1)	(0.8,1,1)	(0.4,1,1)	(0.4,1,1)	(0.6,1,1)
B.N.Carga física	(0.4,1,1)	(0.8,1,1)	(0.6,1,1)	(0.4,1,1)	(0.6,1,1)

4.4.2 Resultados del cuestionario Rango de sistema de expertos

Para calcular el rango de sistema, primero se identifica los atributo tangibles e intangibles, ya que como se mencionó en la sección 3.3.2 Axioma de la información aplicando lo difuso tienen valores diferentes. Para esta investigación la mayoría de los atributos fueron tomados en cuenta como intangibles, solo los atributos eficiencia, eficacia, carga mental y carga física fueron tomados como tangibles ya que se necesita una escala de medición numérica para valorar el grado de estos atributos.

En esta sección se evalúa cada uno de los productos que son A, B y C, por lo tanto, cada uno tiene su respectiva calificación. En la tabla 44 se muestra una parte de las respuestas que dio un experto en cuanto a la calificación de los tres productos y la sustitución con los valores difusos.

Tabla 44. Respuestas de un experto y valores difusos del cuestionario del rango de sistema (Elaboración propia)

	Término lingüístico			Valor difuso		
	Estética			Estética		
	A	B	C	A	B	C
Forma	Bueno	Muy bueno	Bueno	(0.4, 0.55, 0.7)	(0.6, 0.75, 0.9)	(0.4, 0.55, 0.7)
Color	Regular	Bueno	Muy bueno	(0.2, 0.35, 0.5)	(0.4, 0.55, 0.7)	(0.6, 0.75, 0.9)
Brillo	Pobre	Bueno	Muy bueno	(0.0, 0.00, 0.3)	(0.4, 0.55, 0.7)	(0.6, 0.75, 0.9)
Textura	Pobre	Bueno	Muy bueno	(0.0, 0.00, 0.3)	(0.4, 0.55, 0.7)	(0.6, 0.75, 0.9)
Tamaño	Bueno	Bueno	Regular	(0.4, 0.55, 0.7)	(0.4, 0.55, 0.7)	(0.2, 0.35, 0.5)
Apariencia	Muy bueno	Muy bueno	Regular	(0.6, 0.75, 0.9)	(0.6, 0.75, 0.9)	(0.2, 0.35, 0.5)
Innovación	Regular	Regular	Regular	(0.2, 0.35, 0.5)	(0.2, 0.35, 0.5)	(0.2, 0.35, 0.5)
	Calidad			Calidad		
	A	B	C	A	B	C
	A	B	C	A	B	C
Acabado	Pobre	Bueno	Bueno	(0.0, 0.00, 0.3)	(0.4, 0.55, 0.7)	(0.4, 0.55, 0.7)
Material	Regular	Bueno	Bueno	(0.2, 0.35, 0.5)	(0.4, 0.55, 0.7)	(0.4, 0.55, 0.7)
Funciones	Muy bueno	Muy bueno	Muy bueno	(0.6, 0.75, 0.9)	(0.6, 0.75, 0.9)	(0.6, 0.75, 0.9)
Resist. clima	Regular	Bueno	Bueno	(0.2, 0.35, 0.5)	(0.4, 0.55, 0.7)	(0.4, 0.55, 0.7)
Resist. golpes	Regular	Regular	Bueno	(0.2, 0.35, 0.5)	(0.2, 0.35, 0.5)	(0.4, 0.55, 0.7)
	Funcionalidad			Funcionalidad		
	A	B	C	A	B	C
	A	B	C	A	B	C
Efectividad	Alto	Alto	Alto	(0.5,0.75,1)	(0.5,0.75,1)	(0.5,0.75,1)
Eficiencia	Alto	Alto	Alto	(0.5,0.75,1)	(0.5,0.75,1)	(0.5,0.75,1)
Utilidad	Muy bueno	Muy bueno	Muy bueno	(0.6, 0.75, 0.9)	(0.6, 0.75, 0.9)	(0.6, 0.75, 0.9)
Accesibilidad al botón	Bueno	Pobre	Bueno	(0.4, 0.55, 0.7)	(0.0, 0.00, 0.3)	(0.4, 0.55, 0.7)
Accesibilidad al utilizarlo	Bueno	Muy bueno	Regular	(0.4, 0.55, 0.7)	(0.6, 0.75, 0.9)	(0.2, 0.35, 0.5)
Accesibilidad al agarre	Bueno	Muy bueno	Excelente	(0.4, 0.55, 0.7)	(0.6, 0.75, 0.9)	(0.8, 1.00, 1.0)
Rendimiento	Muy bueno	Muy bueno	Muy bueno	(0.6, 0.75, 0.9)	(0.6, 0.75, 0.9)	(0.6, 0.75, 0.9)
Intuición	Muy bueno	Bueno	Muy bueno	(0.6, 0.75, 0.9)	(0.4, 0.55, 0.7)	(0.6, 0.75, 0.9)
Facilidad uso	Muy bueno	Regular	Bueno	(0.6, 0.75, 0.9)	(0.2, 0.35, 0.5)	(0.4, 0.55, 0.7)
Comodidad	Pobre	Regular	Muy bueno	(0.0, 0.00, 0.3)	(0.2, 0.35, 0.5)	(0.6, 0.75, 0.9)
Seguridad	Muy bueno	Pobre	Muy bueno	(0.6, 0.75, 0.9)	(0.0, 0.00, 0.3)	(0.6, 0.75, 0.9)
Interacción	Bueno	Bueno	Bueno	(0.4, 0.55, 0.7)	(0.4, 0.55, 0.7)	(0.4, 0.55, 0.7)
B.N.Carga mental	Alto	Alto	Alto	(0.5,0.75,1)	(0.5,0.75,1)	(0.5,0.75,1)
B.N.Carga física	Muy Bajo	Mediano	Alto	(0.0, 0.00, 0.3)	(0.3,0.5,0.7)	(0.5,0.75,1)

En la tabla 44 son los atributos subrayados son los que están considerados como tangibles, es decir que se necesita un cálculo más preciso para evaluar el grado del atributo. En el anexo J se presentan los resultados completos de cada uno de los expertos.

Luego de obtener los valores difusos de cada respuesta se obtiene el promedio de cada atributo según su producto para determinar los siguientes valores que se utilizarán más adelante para determinar el área del sistema de cada atributo de acuerdo con el producto. El procedimiento es el siguiente: tomando como ejemplo los valores del atributo forma del producto A que se presentan en la tabla 45.

Tabla 45. Ejemplo: Valores difusos de los resultados de forma en el producto A (Elaboración propia)

Experto	1	2	3	4	5
Estética / Producto	A	A	A	A	A
Forma	(0.4, 0.55, 0.7)	(0.4, 0.55, 0.7)	(0.2, 0.35, 0.5)	(0.0, 0.00, 0.3)	(0.0, 0.00, 0.3)

Se genera un promedio de los valores difusos tomando los primeros números de cada valor mediante una media aritmética, como: 0.4, 0.4, 0.2, 0.0 y 0.0, los cuales serán sumados y estos dividirlos entre el número de expertos encuestados $((0.4+0.4+0.2+0.0+0.0) / 5 = 0.2)$, de esta forma se obtiene la media aritmética; después se realiza el mismo procedimiento solo utilizando los números de en medio $((0.55+0.55+0.35+0.00+0.00) / 5 = 0.29)$ y al final, los últimos números $((0.7+0.7+0.5+0.3+0.3) / 5 = 0.5)$; y así sucesivamente como se presenta en la tabla 46, obtener la media aritmética de cada factor del producto A, B y C, en el anexo K se presentan las tablas completas sobre las medias aritméticas. De esta forma se obtiene el valor difuso de RS que será utilizada para para determinar el área del sistema y el área común.

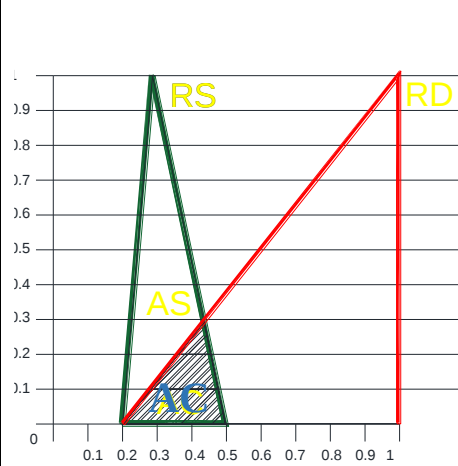
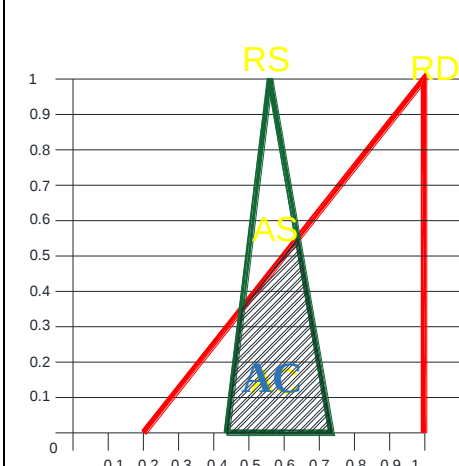
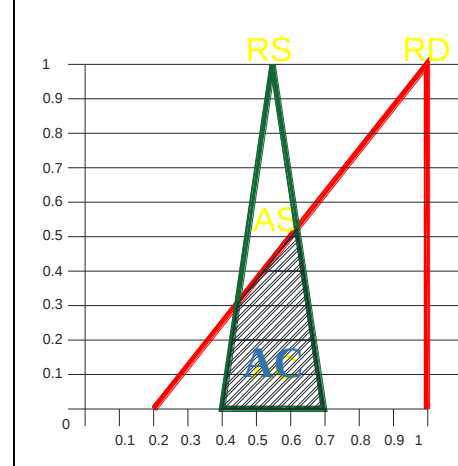
Tabla 46. Ejemplo de promedios de valores difusos en el producto A (Elaboración propia)

Calificación asignada de la evaluación - Producto A																
Estética																Resultado
Forma	0.4	0.4	0.2	0.0	0.0	0.55	0.55	0.35	0	0	0.7	0.7	0.5	0.3	0.3	0.2 0.29 0.5
Color	0.2	0.6	0.0	0.0	0.0	0.35	0.75	0.00	0	0	0.5	0.9	0.3	0.3	0.3	0.16 0.22 0.46
Brillo	0.0	0.4	0.0	0.0	0.4	0	0.55	0.00	0	0.55	0.3	0.7	0.3	0.3	0.7	0.16 0.22 0.46
Textura	0.0	0.6	0.2	0.0	0.6	0	0.75	0.35	0	0.75	0.3	0.9	0.5	0.3	0.9	0.28 0.37 0.58
Tamaño	0.4	0.6	0.4	0.2	0.6	0.55	0.75	0.55	0.35	0.75	0.7	0.9	0.7	0.5	0.9	0.44 0.59 0.74
Apariencia	0.6	0.6	0.2	0.0	0.0	0.75	0.75	0.35	0	0	0.9	0.9	0.5	0.3	0.3	0.28 0.37 0.58
Innovación	0.2	0.4	0.2	0.0	0.0	0.35	0.55	0.35	0	0	0.5	0.7	0.5	0.3	0.3	0.16 0.25 0.46

4.4.3 Área común entre el rango de diseño y rango de sistema de expertos

Al determinar los valores sobre el Rango de diseño (RD) y Rango de sistema (RS) que se presentaron anteriormente, estos son utilizados para calcular el área común (AC) entre lo que se espera y lo que tiene el producto. Los valores son utilizados como coordenada en una gráfica que es desarrollada en el programa AutoCAD para una mayor accesibilidad y manejo de los datos; lo que se busca obtener en estas gráficas son los valores del área del sistema (AS) y área común (AC) que son los triángulos y/o figuras geométricas que se forman en la conexión entre RS y RD que serán útiles para determinar el índice de usabilidad del producto. En la tabla 47 se presenta un ejemplo tomando como referencia el atributo de forma de los tres productos para una comparación entre sí y una visualización general sobre cómo se obtuvo cada uno de los resultados.

Tabla 47. Ejemplo sobre el área de sistema y área común del factor forma en cada producto (Elaboración propia)

Producto A	Producto B	Producto C
Atributo: Forma	Atributo: Forma	Atributo: Forma
Rango de diseño – Color rojo: (0.2,1,1)	Rango de diseño – Color rojo: (0.2,1,1)	Rango de diseño – Color rojo: (0.2,1,1)
Rango de sistema – Color verde: (0.2,0.29,0.5)	Rango de sistema – Color verde: (0.44,0.59,0.74)	Rango de sistema – Color verde: (0.4,0.55,0.7)
		
Área del sistema - Triángulo verde: 0.1484	Área del sistema – Triángulo verde: 0.149	Área del sistema – Triángulo verde: 0.1483
Área común – área de achurado: 0.042	Área común – área de achurado: 0.105	Área común – área de achurado: 0.099

4.4.3.1 Rango del sistema, área de sistema y área común de los usuarios

Para determinar el Rango del sistema se tomó el mismo cuestionario que fue aplicado a los expertos que se encuentra en el anexo H3-B, por lo tanto se realizó el mismo procedimiento de la sección 4.4.2 que consiste es generar una media aritmética para obtener los valores difusos pero en este caso hacia los usuarios. En el anexo L, se muestran los valores difusos de cada uno de los

atributos, de manera que se presentan los resultados del 1er, 2do, y 3er número difuso y con amarillo se muestra el resultado final del valor difuso ya definido.

Al determinar el RS (que se presenta en el anexo L) se calcula el área común (AC) entre lo que se espera (RD, que se calculó al analizar los resultados de los expertos) y lo que tiene el producto (RS). Por lo que se generan las triangulas difusas, en este caso se realizaron en el programa AutoCAD para una mayor accesibilidad y manejo de los datos; lo que se busca obtener son los valores del área del sistema (AS) y área común (AC) que son los triángulos y/o figuras geométricas que se forman en la conexión entre RS y RD que serán útiles para determinar el índice de usabilidad del producto que es el mismo procedimiento que se realizó con los expertos.

En la tabla 48 se presenta un ejemplo tomando como referencia el atributo de forma de los tres productos para una comparación entre sí y una visualización general sobre cómo se obtuvo cada uno de los resultados.

Tabla 48. Ejemplo sobre el área de sistema y área común del atributo forma en cada producto según los usuarios (Elaboración propia)

Producto A	Producto B	Producto C
Factor: Forma	Factor: Forma	Factor: Forma
Rango de diseño – Color rojo: (0.2,1,1)	Rango de diseño – Color rojo: (0.2,1,1)	Rango de diseño – Color rojo: (0.2,1,1)
Rango de sistema – Color verde: (0.39,0.53,0.68)	Rango de sistema – Color verde: (0.50,0.66,0.78)	Rango de sistema – Color verde: (0.41,0.55,0.69)
Área del sistema - Triángulo verde: 0.1464	Área del sistema – Triángulo verde: 0.1451	Área del sistema – Triángulo verde: 0.1428
Área común – área de achurado: 0.094	Área común – área de achurado: 0.1162	Área común – área de achurado: 0.0966

4.4.3.2 Análisis comparativo del área del sistema entre expertos y usuarios

Al obtener los resultados del área del sistema de expertos y alumnos se desarrolló un análisis general donde muestra la comparación entre ellos. Esto para demostrar las diferencias entre la opinión

los dos grupos sobre cada uno de los tres productos que fueron evaluados. Los resultados del AS que se presentan en la tabla 49 fueron introducidos al SSPS Statistics para realizar un análisis ANOVA para la relación entre cada atributo según su valor.

Tabla 49. Valores del área del sistema de expertos y usuarios (Elaboración propia)

Área del sistema						
Atributos	Expertos			Alumnos		
	Experto: Producto A	Experto: Producto B	Experto: Producto C	Usuario: Producto A	Usuario: Producto B	Usuario: Producto C
A111 - Forma	0.1484	0.149	0.1483	0.1464	0.1451	0.1428
A112 - Color	0.1496	0.1386	0.1416	0.1389	0.1389	0.1351
A113 - Brillo	0.1496	0.133	0.1496	0.1468	0.1418	0.0923
A114 - Textura	0.15	0.1444	0.1386	0.1491	0.1491	0.1491
A115 - Tamaño	0.1506	0.1506	0.1486	0.1479	0.1474	0.1434
A116 - Apariencia	0.1511	0.1606	0.1507	0.1421	0.1421	0.1297
A117 - Innovación	0.1508	0.1689	0.1446	0.1513	0.1469	0.1342
A121 - Acabado	0.15	0.1525	0.1333	0.1444	0.1418	0.1443
A122 - Material	0.1325	0.1514	0.15	0.1461	0.1518	0.1366
A123 - Funciones	0.1362	0.1415	0.1415	0.1443	0.1414	0.1459
A124 - Resistencia al clima	0.1148	0.1407	0.1406	0.15	0.15	0.1468
A125 - Resistencia a golpes	0.1391	0.1491	0.149	0.1474	0.1517	0.1474
A131 - Efectividad	0.15	0.2327	0.2436	0.2228	0.2173	0.2096
A132 - Eficiencia	0.1943	0.2108	0.22	0.1942	0.2269	0.2127
A133 - Utilidad	0.1942	0.1516	0.1516	0.1389	0.139	0.1449
A134 - Accesibilidad al botón	0.1367	0.1419	0.1506	0.1457	0.137	0.1446
A135 - Accesibilidad al utilizarlo	0.149	0.1525	0.1497	0.1466	0.1426	0.1466
A136 - Accesibilidad al agarre	0.149	0.1502	0.141	0.1455	0.1425	0.1455
A137 - Rendimiento	0.1501	0.1501	0.1395	0.1473	0.1474	0.1395
A138 - Intuición	0.1661	0.1476	0.1319	0.1362	0.2023	0.1537
A139 - Facilidad uso	0.149	0.149	0.1503	0.1371	0.1392	0.1503
A1310 - Comodidad	0.168	0.1514	0.1389	0.1442	0.1419	0.1454
A1311 - Seguridad	0.1508	0.1485	0.1389	0.1413	0.1476	0.1413
A1312 - Interacción	0.1497	0.1501	0.15	0.15	0.139	0.1465
A1313 - Bajo nivel de Carga mental	0.25	0.2437	0.1502	0.2164	0.139	0.21
A1314 - Bajo nivel de Carga física	0.221	0.216	0.139	0.2023	0.2164	0.2088

En la tabla 50 se presenta los resultados del SSPS Statistics y se puede observar que la prueba no muestra diferencias significativas entre los resultados de las opiniones de expertos y usuarios, de tal manera que tanto los expertos y usuarios tienen una opinión similar de los productos evaluados.

Tabla 50. Análisis de diferencias significativas entre expertos y usuarios (SSPS Statistics, 2021)

Variable dependiente: Valor del área del sistema					
Origen	Suma de cuadrados tipo III	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Modelo corregido	.000 ^a	1	.000	.401	.527
Opinión de expertos y usuarios	.000	1	.000	.401	.527
Error	.111	154	.001		
Total	3.867	156			
Total corregida	.111	155			

a. R cuadrado = .003 (R cuadrado-correcta = -.004)

4.4.4 Objetivo sobre la aplicación del axioma de información difuso

Cada cuestionario tiene su propio procedimiento el cual es muy detallista y preciso para obtener los resultados que se buscan. Para una amplia visualización de estos resultados en el anexo I y J se muestran el procedimiento completo.

El objetivo de utilizar este método es obtener el valor de cada factor según el producto, utilizando como base lo que se espera del producto (RD) y hacer una comparación de lo que el producto tiene (RS) y generar una conexión entre sí. Los resultados finales que se obtuvieron este procedimiento son utilizados para obtener el contenido de información de usabilidad, que es el resultado que determina el índice de usabilidad del producto.

4.5 Determinación del nivel de usabilidad

En esta sección se muestra el seguimiento del procedimiento que se desarrolla en esta investigación para obtener el índice de usabilidad de cada uno de los productos evaluados.

Se presenta la obtención de contenido de la información de usabilidad que es un valor que va a determinar el índice de usabilidad del producto; también muestra la interpretación de este resultado para medir el nivel de usabilidad de cada uno de los productos que fueron evaluados (Producto A, B y C).

4.5.1 Contenido de la Información de usabilidad

En este apartado se introducen todos los resultados obtenidos que son el peso (AHP), área del sistema y área común (Axioma de la información difuso) para determinar el índice de usabilidad por medio de la obtención del Contenido de Información de Usabilidad (CIU) que se calcula con la ecuación 12, después se calcula el CUI con peso del nivel 1 y nivel 2 con la ecuación 13 y para obtener el Contenido de Información de Usabilidad Total (CIUT) de cada alternativa que se utiliza la ecuación 14, de esta manera poder determinar el nivel de usabilidad tomando en cuenta los atributos como criterios de usabilidad.

$$CIU = \frac{AS}{AC}$$

Ecuación 12

Donde:

- CIU el Contenido de Información de Usabilidad

- AS es el área de Rango de sistema en número triangular difuso
- AC es el área de Rango común

$$CIU \text{ con } W = W_{AHP} CIU$$

Ecuación 13

Donde:

- W_{AHP} es el peso obtenido de cada factor de AHP ya sea del nivel 1 o nivel 2.
- CIU el Contenido de Información de Usabilidad

Y para obtener el CIUT se utiliza la ecuación 14.

$$CIUT = \sum CIU W$$

Ecuación 14

Donde se realiza la suma de todos los resultados del CIU con peso.

Como menciona Maldonado en su investigación de tesis, el producto con el menor CIUT es seleccionado como la mejor opción (Maldonado, 2009; Maldonado et al., 2013), en este caso en el diseño en cuanto a la usabilidad del producto.

En las tablas 51, 52 y 53 se presentan los resultados del CIU y CIUT de cada producto.

Tabla 51. CIUT del producto A (Elaboración propia)

Producto							
A							

Tabla 52. CIUT del producto B (Elaboración propia)

Producto							
B							
Atributos	Área común	Área del sistema	CIU	WAHP - Nivel 2	CIU - Nivel 2 (CIUN2) (CIU*Nivel 2)	WAHP - Nivel 1	CIU - Nivel 1 (CIUN1) (CIUN2*Nivel 1)
A111 - Forma	0.105	0.149	0.504923002796039	0.21	0.106	0.09	0.009
A112 - Color	0.1241	0.1386	0.159424142006857	0.04	0.006	0.09	0.001
A113 - Brillo	0.1155	0.133	0.203533394085132	0.03	0.006	0.09	0.001
A114 - Textura	0.1246	0.1444	0.212766673863169	0.06	0.014	0.09	0.001
A115 - Tamaño	0.109	0.1506	0.46639363500764	0.11	0.051	0.09	0.004
A116 - Apariencia	0.1549	0.1606	0.0521347487277459	0.20	0.010	0.09	0.001
A117 - Innovación	0.1484	0.1689	0.186678236180582	0.34	0.064	0.09	0.005
A121 - Acabado	0.1272	0.1525	0.261710572053255	0.10	0.026	0.29	0.007
A122 - Material	0.1002	0.1514	0.595482696790523	0.13	0.075	0.29	0.022
A123 - Funciones	0.1224	0.1415	0.209198495026593	0.43	0.090	0.29	0.026
A124 - Resistencia al clima	0.0838	0.1407	0.747600179537181	0.16	0.121	0.29	0.035
A125 - Resistencia a golpes	0.0566	0.1491	1.39740629945156	0.19	0.260	0.29	0.076
A131 - Efectividad	0.0875	0.2327	1.41111628868566	0.11	0.155	0.62	0.097
A132 - Eficiencia	0.1627	0.2108	0.373660615964687	0.08	0.029	0.62	0.018
A133 - Utilidad	0.1185	0.1516	0.355382694385471	0.09	0.031	0.62	0.019
A134 - Accesibilidad al botón	0.0818	0.1419	0.794701841118803	0.06	0.049	0.62	0.031
A135 - Accesibilidad al utilizarlo	0.1272	0.1525	0.261710572053255	0.05	0.013	0.62	0.008
A136 - Accesibilidad al agarre	0.1291	0.1502	0.218395812207081	0.04	0.009	0.62	0.006
A137 - Rendimiento	0.1023	0.1501	0.55311783187536	0.08	0.043	0.62	0.027
A138 - Intuición	0.1151	0.1476	0.358804887928166	0.06	0.021	0.62	0.013
A139 - Facilidad uso	0.1082	0.149	0.461611831522709	0.10	0.046	0.62	0.029
A1310 - Comodidad	0.1002	0.1514	0.595482696790523	0.05	0.033	0.62	0.020
A1311 - Seguridad	0.0426	0.1485	1.80153759546229	0.11	0.205	0.62	0.127
A1312 - Interacción	0.0765	0.1501	0.972392324040675	0.06	0.059	0.62	0.037
A1313 - Nivel de Carga mental	0.1174	0.2437	1.05367384261329	0.05	0.054	0.62	0.034
A1314 - Nivel de Carga física	0.1059	0.216	1.02832872305849	0.06	0.057	0.62	0.035
CIUT							0.690



Tabla 53. CIUT del producto C (Elaboración Propia)

Producto							
C							
Atributos	Área común	Área del sistema	CIU	WAHP - Nivel 2	CIU - Nivel 2 (CIUN2) (CIU*Nivel 2)	WAHP - Nivel 1	CIU - Nivel 1 (CIUN1) (CIUN2*Nivel 1)
A111 - Forma	0.0993	0.1483	0.578652974926256	0.21	0.122	0.09	0.010
A112 - Color	0.1225	0.1416	0.209039516193065	0.04	0.008	0.09	0.001
A113 - Brillo	0.1128	0.1496	0.407343107488843	0.03	0.012	0.09	0.001
A114 - Textura	0.1294	0.1386	0.0990896401447063	0.06	0.006	0.09	0.001
A115 - Tamaño	0.1427	0.1486	0.0584487810628328	0.11	0.006	0.09	0.001
A116 - Apariencia	0.0789	0.1507	0.933582211584366	0.20	0.187	0.09	0.016
A117 - Innovación	0.1265	0.1446	0.192930167369445	0.34	0.067	0.09	0.006
A121 - Acabado	0.1237	0.1333	0.107831280112603	0.10	0.011	0.29	0.003
A122 - Material	0.1082	0.15	0.471262001556428	0.13	0.060	0.29	0.017
A123 - Funciones	0.0885	0.1415	0.677052692748885	0.43	0.290	0.29	0.084
A124 - Resistencia al clima	0.0699	0.1406	1.0082322336971	0.16	0.164	0.29	0.048
A125 - Resistencia a golpes	0.0749	0.149	0.992274706890773	0.19	0.184	0.29	0.054
A131 - Efectividad	0.1181	0.2436	1.04450516850918	0.11	0.115	0.62	0.072
A132 - Eficiencia	0.1083	0.22	1.02247028080369	0.08	0.080	0.62	0.050
A133 - Utilidad	0.1078	0.1516	0.491912575418586	0.09	0.043	0.62	0.027
A134 - Accesibilidad al botón	0.056	0.1506	1.42722303772696	0.06	0.089	0.62	0.055
A135 - Accesibilidad al utilizarlo	0.0332	0.1497	2.17281907471149	0.05	0.109	0.62	0.068
A136 - Accesibilidad al agarre	0.092	0.141	0.615989396341781	0.04	0.026	0.62	0.016
A137 - Rendimiento	0.0937	0.1395	0.574144169057363	0.08	0.044	0.62	0.028
A138 - Intuición	0.0544	0.1319	1.27776600800121	0.06	0.073	0.62	0.046
A139 - Facilidad uso	0.098	0.1503	0.616991354913794	0.10	0.061	0.62	0.038
A1310 - Comodidad	0.0997	0.1389	0.478381189583197	0.05	0.026	0.62	0.016
A1311 - Seguridad	0.0644	0.1389	1.10891400586678	0.11	0.126	0.62	0.078
A1312 - Interacción	0.021	0.15	2.83650126771712	0.06	0.173	0.62	0.108
A1313 - Nivel de Carga mental	0.0435	0.1502	1.78779750677818	0.05	0.092	0.62	0.057
A1314 - Nivel de Carga física	0.0681	0.139	1.0293581795988	0.06	0.057	0.62	0.035
CIUT							0.936



Como se puede apreciar el producto con el CIUT de menor valor es el B con 0.690, por lo que lo hace una mejor propuesta, dejando en segundo lugar al producto C con 0.936 y tercero el producto A con el CIUT más alto de 1. 539. Esto significa que la usabilidad del producto B es más alta y la del producto A es la más baja. Sin embargo, se necesita una interpretación de estos datos para determinar el nivel de usabilidad de cada uno de los productos. En el siguiente apartado se presenta el procedimiento para determinar el nivel de usabilidad.

4.5.2 Interpretación del nivel de usabilidad para el diseño del producto

En esta sección se muestra el proceso que fue utilizado para determinar el nivel de usabilidad; en donde se tomó como base los resultados del CIUT obtenidos por los expertos que se muestran en la sección 4.5.1, con la finalidad de encontrar un índice basando en los límites de cada valor, por lo tanto es importante determinar el valor mínimo y máximo sobre los resultados que se pueden obtener en este procedimiento en específico.

Valor del CIUT mínimo

Como menciona la Dra. Maldonado (2009), entre más bajo sea el resultado el diseño es mejor, por lo tanto, en este caso el mínimo que se espera obtener es 0, si los usuarios le da una calificación de excelente al producto en el rango del sistema (RS) y se toma el resultado mínimo del rango de diseño (RD), el área del sistema (AS) y área común (AC) serán igual; esto quiere decir que con lo que cuenta el producto (RS) queda completamente adentro del rango mínimo que se espera del producto definido por los expertos (RD) por lo tanto es un producto que cumple todos los atributos de manera excelente. En la figura 28 se muestra un ejemplo de la obtención del valor mínimo sobre el atributo forma.

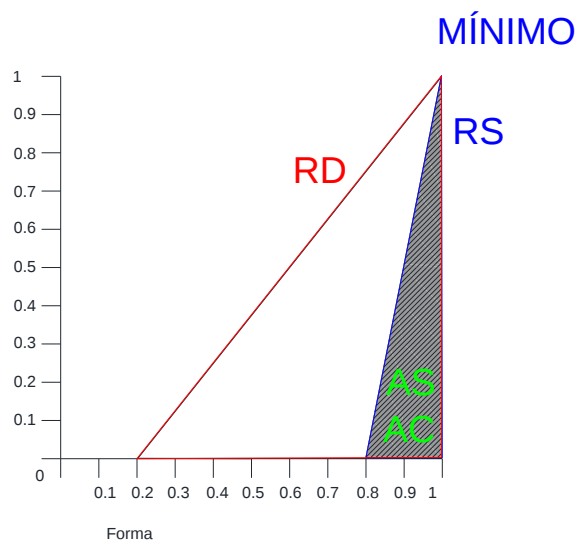


Figura 28. RD, RS y AC mínimo (Elaboración Propia)

En donde, tomando el valor mínimo esperado que fue determinado por los expertos para el RD es el (0.2,1,1) y para determinar el RS se toma el término lingüístico más alto que es Excelente

con un valor difuso que en este caso es considerado intangible es de (0.8,1,1), y como se muestra en la figura 27 el AS y AC es el mismo por lo tanto en los cálculos se obtiene un CIUT de 0, como se presenta en la tabla 54.

Tabla 54. CIUT mínimo del producto (Elaboración Propia)

MÍNIMO - MEJOR							
Atributos	Área común	Área del sistema	CIU	W _{AHP} - Nivel 2	CIU - Nivel 2 (CIUN2) (CIU*Nivel 2)	W _{AHP} - Nivel 1	CIU - Nivel 1 (CIUN1) (CIUN2*Nivel 1)
A111 - Forma	0.0999	0.0999	0	0.21	0.000	0.09	0.000
A112 - Color	0.0999	0.0999	0	0.04	0.000	0.09	0.000
A113 - Brillo	0.0999	0.0999	0	0.03	0.000	0.09	0.000
A114 - Textura	0.0999	0.0999	0	0.06	0.000	0.09	0.000
A115 - Tamaño	0.0999	0.0999	0	0.11	0.000	0.09	0.000
A116 - Apariencia	0.0999	0.0999	0	0.20	0.000	0.09	0.000
A117 - Innovación	0.0999	0.0999	0	0.34	0.000	0.09	0.000
A121 - Acabado	0.0999	0.0999	0	0.10	0.000	0.29	0.000
A122 - Material	0.0999	0.0999	0	0.13	0.000	0.29	0.000
A123 - Funciones	0.0999	0.0999	0	0.43	0.000	0.29	0.000
A124 - Resistencia al clima	0.0999	0.0999	0	0.16	0.000	0.29	0.000
A125 - Resistencia a golpes	0.0999	0.0999	0	0.19	0.000	0.29	0.000
A131 - Efectividad	0.1498	0.1498	0	0.11	0.000	0.62	0.000
A132 - Eficiencia	0.1498	0.1498	0	0.08	0.000	0.62	0.000
A133 - Utilidad	0.0999	0.0999	0	0.09	0.000	0.62	0.000
A134 - Accesibilidad al botón	0.0999	0.0999	0	0.06	0.000	0.62	0.000
A135 - Accesibilidad al utilizarlo	0.0999	0.0999	0	0.05	0.000	0.62	0.000
A136 - Accesibilidad al agarre	0.0999	0.0999	0	0.04	0.000	0.62	0.000
A137 - Rendimiento	0.0999	0.0999	0	0.08	0.000	0.62	0.000
A138 - Intuición	0.0999	0.0999	0	0.06	0.000	0.62	0.000
A139 - Facilidad uso	0.0999	0.0999	0	0.10	0.000	0.62	0.000
A1310 - Comodidad	0.0999	0.0999	0	0.05	0.000	0.62	0.000
A1311 - Seguridad	0.0999	0.0999	0	0.11	0.000	0.62	0.000
A1312 - Interacción	0.0999	0.0999	0	0.06	0.000	0.62	0.000
A1313 - Nivel de Carga mental	0.1498	0.1498	0	0.05	0.000	0.62	0.000
A1314 - Nivel de Carga física	0.1498	0.1498	0	0.06	0.000	0.62	0.000
CIUT							0.000

Valor del CIUT máximo

Una vez obteniendo el mínimo valor que pueda obtener el CIUT se calcula de la misma manera el máximo valor, pero de un modo inverso, en vez de tomar el término lingüístico más alto, en el RS se toma el más bajo que son: pobre con un valor difuso de (0,0,0.3) o más bajo con un valor difuso de (0,0,0.3) y para el RD es el mismo que se utilizó para determinar el mínimo ya que es establecido por los expertos desde un inicio; en la figura 29 se muestra un ejemplo del atributo forma en donde aquí se establece el RD con el valor difuso (0.2,1,1).

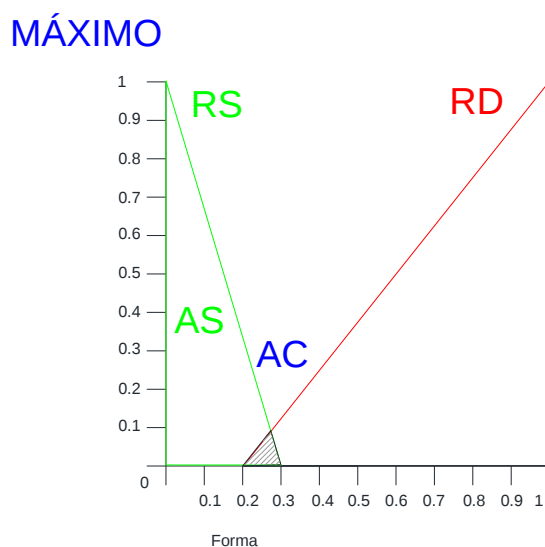


Figura 29. RD, RS y AC máximo (Elaboración Propia)

De esta forma se obtiene la mínima intersección entre en RD y RS, y como se muestra el AC es muy pequeña, lo que representa que el producto cumple con una mínima parte de lo que se espera que tenga. Por lo tanto, la usabilidad del producto no es buena. En la tabla 55 se muestra los cálculos obtenidos de cada uno de los atributos y el valor del CIUT máximo que es considerado como el peor diseño.

Tabla 55. CIUT máximo del producto (Elaboración Propia)

MÁXIMO - PEOR							
Atributos	Área común	Área del sistema	CIU	WAHP - Nivel 2	CIU - Nivel 2 (CIUN2) (CIU*Nivel 2)	WAHP - Nivel 1	CIU - Nivel 1 (CIUN1) (CIUN2*Nivel 1)
A111 - Forma	0.0045	0.15	5.059	0.211	1.067	0.085	0.091
A112 - Color	0.0347	0.15	2.112	0.040	0.084	0.085	0.007
A113 - Brillo	0.0347	0.15	2.112	0.030	0.063	0.085	0.005
A114 - Textura	0.0045	0.15	5.059	0.065	0.328	0.085	0.028
A115 - Tamaño	0.0045	0.15	5.059	0.109	0.552	0.085	0.047
A116 - Apariencia	0.0347	0.15	2.112	0.201	0.424	0.085	0.036
A117 - Innovación	0.0347	0.15	2.112	0.345	0.728	0.085	0.062
A121 - Acabado	0.0045	0.15	5.059	0.098	0.494	0.292	0.144
A122 - Material	0.0045	0.15	5.059	0.126	0.639	0.292	0.186
A123 - Funciones	0.0045	0.15	5.059	0.428	2.165	0.292	0.631
A124 - Resistencia al clima	0.0045	0.15	5.059	0.162	0.821	0.292	0.239
A125 - Resistencia a golpes	0.0045	0.15	5.059	0.186	0.940	0.292	0.274
A131 - Efectividad	0.0059	0.25	5.405	0.110	0.595	0.623	0.371
A132 - Eficiencia	0.0059	0.25	5.405	0.078	0.423	0.623	0.264
A133 - Utilidad	0.0045	0.15	5.059	0.087	0.442	0.623	0.275
A134 - Accesibilidad al botón	0.0045	0.15	5.059	0.062	0.314	0.623	0.196
A135 - Accesibilidad al utilizarlo	0.0045	0.15	5.059	0.050	0.253	0.623	0.158
A136 - Accesibilidad al agarre	0.0045	0.15	5.059	0.042	0.212	0.623	0.132
A137 - Rendimiento	0.0067	0.15	4.485	0.077	0.347	0.623	0.216
A138 - Intuición	0.0045	0.15	5.059	0.058	0.291	0.623	0.181
A139 - Facilidad uso	0.0045	0.15	5.059	0.100	0.504	0.623	0.314
A1310 - Comodidad	0.0045	0.15	5.059	0.055	0.277	0.623	0.173
A1311 - Seguridad	0.0067	0.15	4.485	0.114	0.509	0.623	0.317
A1312 - Interacción	0.0067	0.15	4.485	0.061	0.274	0.623	0.171
A1313 - Nivel de Carga mental	0.0059	0.25	5.405	0.051	0.278	0.623	0.173
A1314 - Nivel de Carga física	0.0059	0.25	5.405	0.055	0.297	0.623	0.185
						CIUT	4.878

Al obtener el CIUT mínimo de 0 y el máximo con 4.878 se propone una escala basada en Likert, conformada por 7 ítem ya que es demostrado que entre más niveles los resultados son más precisos, al tener 5 niveles existe poca variación que al tener 7 u 8 (Llauradó, 2014); sin embargo, es más utilizado entre 5 a 7 niveles, ya que entre estos números de ítems no aumenta la fiabilidad de la herramienta, el cual es un aspecto importante al momento de evaluar y validez de esta (Bisquerra & Pérez-Escoda, 2015); tomando en cuenta esta información, tener una selección más precisa y que no perjudique la fiabilidad de esta herramienta, es seleccionada la escala de 7 niveles, en donde se dividió el CIUT máximo entre 7 como se muestra en la tabla 56.

Tabla 56. Escala propuesta basada en Likert para determinar el nivel de usabilidad basados en los valores mínimos y máximos (Elaboración Propia)

Nivel de Índice	
Excelente	0 - 0.696
Muy bueno	0.696 - 1.392
Bueno	1.392 - 2.088
Regular	2.088 - 2.784
Pobre	2.784 - 3.480
Muy pobre	3.480 - 4.176
Pésimo	4.176 - 4.878

En la tabla 57 se muestra el nivel de usabilidad de cada producto según el CIUT determinado por los expertos.

Tabla 57. Nivel de usabilidad de cada producto – Expertos (Elaboración Propia)

	Producto A	Producto B	Producto C
CIUT de expertos	1.539	0.690	0.936
Nivel de usabilidad	Bueno	Excelente	Muy bueno

En donde el producto B con un nivel de usabilidad excelente, producto C muy bueno y producto A buen diseño en cuanto a la usabilidad en la estética, calidad y funcionalidad.

4.5.3 CIUT y el nivel de usabilidad de usuarios vs expertos

Como se presenta en la sección 4.5.1, donde se calcula el CIUT con los resultados de los expertos, se realiza el mismo procedimiento, pero en este caso sustituyendo el AS y AC que se obtuvo anteriormente con los usuarios. Como se vio con los expertos en este procedimiento se introducen todos los resultados obtenidos que son el peso establecido por los expertos (W_{AHP}), AS y AC para determinar el índice de usabilidad por medio del Contenido de Información de Usabilidad (CIU) y realizando una suma de este para obtener el Contenido de Información de Usabilidad Total (CIUT) como se muestra en el anexo M.

Comparando los resultados del CIUT y del nivel de cada producto entre los expertos y usuarios (ver tabla 58), se identifica que los dos grupos consideran el producto B como un excelente producto en cuanto a la usabilidad y el C lo consideran Muy bueno. Sin embargo, mientras que el A

los expertos lo consideran como bueno con un CIUT de 1.539, los usuarios lo consideran muy bueno con un CIUT de 0.834; existe una similitud en los resultados aunque varíen un poco, ya que los CIUT de los expertos están un poco más elevados que los alumnos, pero, a pesar de esto los productos son considerados dentro de un nivel aceptable de usabilidad.

Tabla 58. Comparación de índices (CIUT) y niveles de usabilidad entre expertos y usuarios (Elaboración propia)

	Producto A		Producto B		Producto C	
	CIUT	Nivel de índice de usabilidad	CIUT	Nivel de índice de usabilidad	CIUT	Nivel de índice de usabilidad
Expertos	1.539	Bueno	0.69	Excelente	0.936	Muy bueno
Usuarios	0.834	Muy bueno	0.548	Excelente	0.884	Muy bueno

Capítulo 5. Discusión y conclusiones sobre la investigación

5.1 Discusión

En primera estancia que hace mención que la metodología lineal que se propuso sirvió para tener un seguimiento ordenado, mostrando las partes por las que fue sometida esta investigación, así como, que procedió de cada búsqueda, análisis y resultados que se extrajeron.

Durante la búsqueda por las bases de datos se detectó que existen más del 60% aproximado de las propuestas arrojadas enfocadas al diseño de interfaz, dejando a otros campos con un bajo porcentaje de artículos publicados por todo el mundo, como el del producto. El objetivo es dar conocer que existen variedades de propuestas para evaluar la usabilidad del producto, además de detectar un enfoque para guiar el desarrollo de nuevas propuestas, o bien, generar mejoras a las ya existentes.

Muchas opiniones han surgido en torno al tema, los resultados de este trabajo coinciden con Borsci, et al. (2019), quienes plantean un debate sobre el concepto de usabilidad y cuestionando la opinión del autor Tractinsky quien propuso que la usabilidad llegó a un callejón sin salida, es decir, un concepto insuficientemente sólido, una construcción incapaz de brindar resultados estables y en armonía para el conocimiento científico; a diferencia de esto, es que la usabilidad no está muerta, pero no es suficientemente conocida en los campos de investigación. Borsci y colegas proponen armonía entre campos para estudiar y evaluar la usabilidad en diferentes proyectos; por ejemplo, que el concepto se implemente de la misma manera en el diseño de la interfaz que en el diseño del producto; y de esta forma, ampliar los conocimientos sobre usabilidad y aplicación de las herramientas existentes.

El análisis sobre la usabilidad en el diseño del producto a través del tiempo que se presenta es una forma para identificar los estudios que se han realizado y cómo se han ido desarrollando por medio de clasificaciones para separar el tipo de propuestas y áreas de estudios en las que van enfocados, asimismo, los factores y atributos más utilizados; de esta manera, obtener un medio para la comprensión, detección y comparación sobre principios, herramientas, métodos y metodologías de usabilidad en el producto, además de saber dónde y cómo ser implementarlas por profesionistas y alumnos.

Los datos obtenidos en este análisis fueron utilizados como punto de partida para desarrollar la propuesta de esta investigación para obtener una nueva alternativa de evaluar la usabilidad del producto. La cual sea flexible para adaptarla según sea el tipo de producto, y además que pueda ser aplicada desde el diseño del concepto hasta la validación-, para esto, se determinaron los factores y atributos principales utilizados en las propuestas sobre herramientas de usabilidad y la relación que

existen entre ellos, de tal forma, saber en dónde y cómo introducirlos en la propuesta. Se detectó por el análisis sobre los autores y de sus investigaciones que la usabilidad se pueden dividir en tres tipos de enfoques: el primero hacia el usuario, segundo al contexto y por ultimo hacia el producto, cada factor detectado fue relacionado entre enfoques y entre los factores mismo; y se determinó que el enfoque hacia el producto está más relacionado con los usuarios y el contexto, por lo tanto, la herramienta va dirigida hacia el producto y de esta manera trabajar los factores relacionados con el usuario y el contexto de una forma indirecta para no descartarlos. Calvo, Ortega y Sáez (2011) mencionan que para generar y descubrir un mejor diseño se necesita saber cómo los usuarios trabajan, cómo lo manipulan, cómo realizan las tareas por las que fue diseñado el producto, por lo tanto, no hay usabilidad sin usuario, no hay usabilidad sin contexto y mucho menos sin el producto en si (Calvo, Ortega, & Saez, 2011). Además, Nielsen destaca tres puntos que se debe de tomar en cuenta en cuanto a la usabilidad y están enfocados hacia el diseñador, el usuario y el contexto, que son (J. Nielsen, 2001):

1. Observar qué hace y cómo se comporta
2. No creer aquello que dicen que hacen
3. No creer aquello que se predice y de lo que puede llegar hacer

Por lo tanto, nos presentan que toda gira en el diseño del producto, en donde se estudia el contexto y al usuario para desarrollar un buen diseño; por esto es importante tomar en cuenta los tres enfoques (ya sea directo o indirectamente) al momento de evaluar la usabilidad. Como se mencionó el enfoque trabajado directamente es el producto, el cual fue dividido en tres atributos principales y cada grupo está conformado por atributos enfocados a ellos que son: estética, calidad y funcionalidad en donde se involucran no solo el producto, sino también al usuario y el contexto.

Para desarrollar esta herramienta se optó por utilizar tres tipos de cuestionario, esta razón fue porque el primer interés es determinar el peso de cada uno de los atributos con la herramienta AHP, de esta manera se determina la importancia de cada uno, que valor tienen. En el segundo y tercer cuestionario se implementó la herramienta de diseño axiomático difuso, en donde el segundo cuestionario fue para determinar qué es lo que se espera del producto, este es definido por los expertos (RD), el cual será comparado contra los resultados obtenidos del tercer cuestionario el cual evalúa lo que el producto tiene (RS), y al obtener el RD y el RS se calcula el AC y AS para determinar junto con el peso el CIUT (índice) y el nivel de usabilidad. El tercer cuestionario será solo aplicado al momento de utilizar la herramienta. Los cuestionarios 1 y 2 serán cambiados según la categoría de productos que se desea evaluar, por lo tanto los pesos de factores y los valores difusos de lo que se espera del que tenga en producto cambian. Este procedimiento ha sido utilizado y adaptado por

diferentes investigadores, como por ejemplo: Celik, kahraman, Cebi y Deha Er, lo utilizaron el diseño axiomático y el AHP para desarrollar un modelo de evaluación para las instalaciones de astilleros, de esta manera determinar criterios y pesos por medio de expertos para saber qué tan buena es la instalación que se está evaluando y donde se encuentran las oportunidades de mejora (Celik et al., 2009); Maldonado, García, Alvarado y Balderrama realizan una investigación similar utilizando el diseño axiomático difuso y el AHP, pero en su caso desarrollan una investigación metodológica para evaluar la compatibilidad ergonómica de la tecnología de fabricación avanzada (AMT en sus siglas en inglés), donde evalúan y seleccionan de tres equipos de AMT la mejor propuesta (Maldonado et al., 2013)

Esta herramienta aparte de evaluar el producto también realiza comparaciones entre diferentes tipos de diseños y determinan cuál producto es considerado con un mejor nivel de usabilidad, como es el caso en esta investigación que se utilizaron y evaluaron tres tipos de productos y se aplicó el cuestionario de RS a experto y alumnos, (como ya se mencionó anteriormente) no hubo mucha diferencia entre uno con el otro. Sin embargo se detectó que los expertos fueron un poco más estrictos a la hora de evaluar los productos que los alumnos, y esto es por el alto nivel de conocimiento con el que cuentan los expertos en cuanto al diseño y desarrollo de un producto, ya que los alumnos el nivel de conocimiento no está tan desarrollo aún, a comparación con los expertos. Aun así tanto los expertos como los alumnos concordaron que el producto B es el mejor diseño con un Excelente nivel de usabilidad.

5.2 Conclusiones

El análisis de propuestas existentes para evaluar la usabilidad y la propuesta presentada en esta investigación de tesis es una alternativa como guía de estudio para que los diseñadores de producto generen su propia selección de métodos y desarrollar una estructura funcional en su metodología. Y además utilizar la herramienta para evaluar la usabilidad de su diseño, de esta forma resolver las necesidades del cliente y obtener un producto de calidad y altamente usable; además de fomentar el estudio y aplicación en el proceso del diseño.

Para el desarrollo de esta investigación se realizó una búsqueda en la cual se obtuvo una gran variedad de publicaciones sobre usabilidad en el diseño, por lo tanto, se descartaron aquellas que no podían ser implementadas en el diseño de producto. Es importante mencionar que la selección de la muestra fue de manera aleatoria dentro de un rango de información recolectada, ya que existe un número considerable de propuestas mismas que siguen día con día en aumento. Sin embargo, por el

tiempo establecido se optó por solo seleccionar y analizar las investigaciones presentes que fueron 39. Existe una variedad sobre tipos de propuestas para utilizar al momento de evaluar la usabilidad del producto, las cuales fueron analizadas y categorizadas en: principios, teorías, técnicas, herramientas, métodos y pruebas; estas propuestas fueron presentadas mediante una línea de tiempo entre el año 1954 al 2019 y presentadas con una descripción breve para saber en qué consisten; de esta forma tener una visión sobre lo que existe, para qué se usa, qué puede abarcar al evaluar la usabilidad y en qué fase de diseño puede ser implementada esa herramienta. De esta manera se genera una estructura para ver qué puntos son indispensables y que faltan para una nueva propuesta.

En consecuencia, se extrajeron factores y atributos que son utilizados por los autores al momento de evaluar la usabilidad y se obtuvieron cuatro observaciones principales, primero, la validación fue el factor más utilizado en la bibliografía, lo que muestra que los autores se enfocan más en evaluar la usabilidad del producto en esta etapa del diseño; segundo, la mayoría de las propuestas obtienen valores cualitativos para la evaluación; tercero, los investigadores también se centran en la interacción del producto, sin embargo, dejan de lado atributos como la biomecánica, contexto de uso, calidad y la estética que son alternativas que pueden ser consideradas en futuras investigaciones; y cuarto, se determinaron los atributos más importantes y más utilizados por los autores (expertos en el campo) que se deben de tomar en cuenta en la usabilidad enfocada hacia el diseño del producto por ejemplo: estética, calidad y funcionalidad, y los sub-atributos que engloba cada uno.

Además, se puede observar que con el paso del tiempo se siguen investigando y desarrollando nuevas propuestas para evaluar la usabilidad mediante la introducción de nuevas tecnologías en este campo profesional. La cantidad de citas encontradas en los datos iniciales sugiere que los trabajos que han despertado mayor interés en la academia tuvieron lugar en la década de los 80. Por otro lado, el número de autores que han aportado conocimiento al tema se ha incrementado durante la última década. Así, se puede concluir que el interés por la usabilidad ha observado una pendiente ascendente desde 1980 y que el tema sigue siendo bastante actual en las publicaciones académicas.

Obteniendo el análisis anterior y realizando una revisión sobre que técnicas son utilizadas para validar, determinar e interpretar la usabilidad, se decidió realizar una propuesta metodológica enfocada hacia la obtención de un índice de usabilidad; asimismo, se determinaron técnicas de multicriterio, multiatributo y de corte estadístico para determinar pesos y valores que son utilizados para establecer un índice de usabilidad. Las herramientas seleccionadas que fueron las ideales para esta investigación son: el alfa de Cronbach para comprobar la fiabilidad de la herramienta, AHP para determinar la importancia y los pesos de los atributos y Diseño Axiomático difuso para determinar el AC, AS y el contenido de información de usabilidad. Estos valores fueron sometidos a un medio

matemático (como se presenta en esta investigación) para obtener el CIUT (índice de usabilidad) del producto (este procedimiento fue basado en su mayoría con la tesis la Dra. Maldonado “Modelo de evaluación ergonómica para la planeación y selección de tecnología de manufactura avanzada” del 2009).

Para validar la herramienta se seleccionaron tres tipos mouse inalámbricos, los cuales, fueron utilizados para determinar el nivel de usabilidad de cada uno de ellos, realizando una comparación entre cada producto, así también como entre expertos y usuarios; los resultados fueron los esperados y positivos, ya que tanto en los expertos y usuarios el producto con más alto nivel de usabilidad fue el producto B con “Excelente”, dejando en segundo lugar el B con “Muy bueno” y en tercero el A “Bueno / Muy bueno”. También se muestra que a pesar de que fueron cinco expertos encuestados y 104 usuarios en los resultados no se encontraron diferencias significativas en cuanto a la opinión de cada uno; por lo tanto entre expertos y alumnos los resultados fueron muy similares

Este tipo de investigaciones son importantes para que los diseñadores desarrollen y retroalimenten sus conocimientos sobre este término de usabilidad, que es poco conocido o puesto en práctica en la evaluación de un producto. Lo que ofrece esta investigación es una revisión en cuanto al contexto de usabilidad, que es necesario tomar en cuenta al momento de su aplicación, así como proponer una alternativa que ayude a los diseñadores a evaluar la usabilidad del producto.

5.3 Recomendaciones

Esta investigación aún sigue en desarrollo; ya que se planea realizar una base de datos en donde tengan los pesos (AHP) y valores difusos (RD) de cada atributo establecido; así al introducir las respuestas de SR se generen en automático el AS y el AC para obtener el CIU de cada nivel, el CIUT y determinar el nivel de usabilidad del producto a cuál se quiere evaluar. De esta forma, evitar tantos cálculos en forma manual y que el diseñador de producto tenga una alternativa flexible, rápida y confiable para evaluar la usabilidad de diseño del producto.

Además se planea obtener los pesos (AHP) y los valores difusos del RD de cada categoría presentadas en el anexo G; de esta forma evaluar diferentes tipos de productos, y no solo evaluarlos en la etapa de validación, sino en las diferentes etapas de proceso del diseño, en el anexo E se muestra el análisis para tomar en cuenta que atributos son implementados en cada etapa del diseño. También ir perfeccionando esta propuesta con pruebas que se van a ir haciendo en el desarrollo de estas modificaciones y actualizaciones.

Bibliografía

- AEE. (2008) ¿Qué es la ergonomía? Asociación Española de Ergonomía. Recuperado el 21 de mayo del 2019 en: <http://www.ergonomos.es/ergonomia.php>
- Aguilar, J., González, M., & Gómez, E. (2007). El diseño axiomático: oportunidades para el trabajo multidisciplinar en el diseño de productos. *XI congreso internacional de ingeniería de proyectos*.
- Aguilera, R. (2013). Identificación y diferenciación entre método y metodología. *Estudios Politicos*, (28), 81–103.
- Aristóteles, C. (2015). AHP y AHP Difuso en la selección de la mejor tecnología para la producción de energía eléctrica a partir del carbón mineral . Comparison of multicriteria methods AHP and Fuzzy AHP in selecting the. *Scientia et Technica Año XX*, 20(3), 7.
- Armengol, L. (2007). Los protocolos de pensamiento en voz alta como instrumento para analizar el proceso de escritura. *Revista Española de Lingüística Aplicada*, 20(20), 27–36.
- Audoux, K., Segonds, F., Kerbrat, O., & Aoussat, A. (2018). Selection method for multiple performances evaluation during early design stages. *Procedia CIRP*, 70, 204–210. <https://doi.org/10.1016/j.procir.2018.03.295>
- Balderrama, C., Maldonado, A., & Pedrozo, J. (2011). El diseño axiomático como un modelo para la toma de decisiones. *Congreso Internacional de Investigación de AcademiaJournals.Com*, 3(1), 8.
- Baquero, L., Rodríguez, O., & Ciudad, F. (2016). Lógica Difusa Basada en la Experiencia del Usuario para Medir la Usabilidad. *Revista Latinoamericana de Ingeniería de Software*, 4(1), 48–54.
- Barajas, M., Reyes, R., Riva, J. & Maldonado, A. (2017). Estudio comparativo de cuestionarios para la evaluación de la usabilidad en software. *Revista Ingeniantes*, 1(2), 1–7.
- Bisquerra, R., & Pérez-Escoda, N. (2015). ¿Pueden las escalas Likert aumentar en sensibilidad? *REIRE. Revista d'Innovació i Recerca En Educació*, 8(2), 129–147. <https://doi.org/10.1344/reire2015.8.2828>
- Borsci, S., Federici, S., Malizia, A., & De Filippis, M. L. (2019). Shaking the usability tree: why usability is not a dead end, and a constructive way forward. *Behaviour and Information Technology*, 38(5), 519–532. <https://doi.org/10.1080/0144929X.2018.1541255>
- Calvo, A., Ortega, S., & Saez, A. (2011). *Métodos de evaluación con usuarios* (Universita).
- Cantú, A. (2017). Intuitivamente. Retrieved February 9, 2018, from <https://blog.acantu.com/que-es-diseno-interaccion/>
- Carreras, O. (2012). Estándares formales de usabilidad y su aplicación práctica en una evaluación

- heurística. Retrieved March 5, 2019, from <https://olgacarreras.blogspot.com/2012/03/estandares-formales-de-usabilidad-y-su.html>
- CCS, C. D. C. D. S. (2009). Estudio de Usabilidad Banca on-line chilena. *Universidad Católica de Chile*, 26. Retrieved from http://web.mit.edu/crisgh/www/Usabilidad_eBanking.pdf
- Celik, M., Kahraman, C., Cebi, S., & Er, I. (2009). Fuzzy axiomatic design-based performance evaluation model for docking facilities in shipbuilding industry: The case of Turkish shipyards. *Expert Systems with Applications*, 36(1), 599–615. <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2007.09.055>
- Chamorro-koc, M., Popovic, V., & Emmison, M. (2009). Human experience and product usability : Principles to assist the design of user – product interactions. *Applied Ergonomics*, 40(4), 648–656. <https://doi.org/10.1016/j.apergo.2008.05.004>
- Chang, J., Jung, K., Lee, W., & You, H. (2017). Development of a usability evaluation method using natural product-use motion. *Applied Ergonomics*, 60, 171–182. <https://doi.org/10.1016/j.apergo.2016.11.015>
- Chen, R. Y. (2016). Fuzzy dual experience-based design evaluation model for integrating engineering design into customer responses. *International Journal on Interactive Design and Manufacturing*, 10(4), 439–458. <https://doi.org/10.1007/s12008-016-0310-y>
- Chin, J. P., Diehl, V. A., & Norman, K. L. (1988). Development of an instrument measuring user satisfaction of the human-computer interface. *Proceedings of SIGCHI*, 1, 213–218.
- Constantine, L., Biddle, R., & Noble, J. (2003). Usage-Centered Design and Software Engineering: Models for Integration. *Conference: Proceedings of ICSE 2003 Workshop on Bridging the Gaps Between Software Engineering and Human-Computer Interaction*. Portland, Oregon.
- Cross, N. (2002). *Métodos de Diseño* (Limusa Wil).
- Esquivel, G. (2018). Ventajas y desventajas que hay detrás de la experiencia de usuario. Retrieved May 5, 2020, from <http://cio.com.mx/ventajas-y-desventajas-que-hay-detras-de-la-experiencia-de-usuario/>
- Faust, F., Roepke, G., Catecati, T., Araujo, F., Ferreira, M. G. G., & Albertazzi, D. (2012). Use of augmented reality in the usability evaluation of products. *Work*, 41(1), 1164–1167. <https://doi.org/10.3233/WOR-2012-0298-1164>
- Fernández, J., López, V., Frenández, C. & Viladás, X. (2010). Diseño Estratégico; Gupia metodológica. In *Fundación Prodintec*.
- Ferré, X. (2005). *Marco de integración de la usabilidad en el proceso de desarrollo software*. Universidad Politécnica de Madrid.
- Floría, A. (2000). ¿qué es, realmente, la usabilidad? Retrieved April 22, 2020, from Universidad de Zaragoza. Departamento de ingeniería de diseño y fabricación. Área de Ingeniería de proyectos.

- website: <http://www.sidar.org/recur/desdi/traduc/es/visitable/quees/usab.htm>
- González, A., & Pazmiño, S. (2015). Cálculo e interpretación del Alfa de Cronbach para el caso de validación de la consistencia interna de un cuestionario , con dos posibles escalas tipo Likert. *Revista Publicando*, 2(1), 62–67.
- González, M., Pascual, A., & Lorés, J. (2001). Evaluación heurística. Introducción a la Interacción Persona-Ordenador. In *AIPO: Asociación Interacción Persona-Ordenador*.
- Gould, J. D., & Lewis, C. (1985). Designing for usability-key principles and what designers think. *Conference on Human Factors in Computing Systems - Proceedings*, 28(3), 50–53. <https://doi.org/10.1145/800045.801579>
- Hassan, Y., Fernández, M. & Iazza, G. (2004). Diseño Web Centrado en el Usuario: Usabilidad y Arquitectura de la Información. Retrieved from Hipertext.net website: <http://www.hipertext.net/web/pag206.htm>.
- Hassan, Y., Ortega, S. (2009). *Informe APEI sobre usabilidad (APEI)*.
- Helander, M. (2006). 7.4 Usability. In *A guide to Human Factors and Ergonomics* (2nd ed., pp. 128–143). CRC Press Taylor & Francis.
- Hernández, E. (2019). Métodos y técnicas de evaluación de la usabilidad sin personas usuarias. Retrieved November 9, 2019, from <https://medium.com/@eliseohdez/métodos-y-técnicas-de-evaluación-de-la-usabilidad-sin-personas-usuarias-e8f7b03c8654>
- Hsu, C. C., Wang, T. I., Lin, K. J., & Chang, J. W. (2018). The effects of the alternate writing and sketching brainstorming method on the creativity of undergraduate industrial design students in Taiwan. *Thinking Skills and Creativity*, 29(June), 131–141. <https://doi.org/10.1016/j.tsc.2018.07.001>
- Hurtado, L. L., & Castrillón, O. D. (2013). *Una Metodología Automatizada para la Evaluación de Usabilidad de Interfaces de Supervisión Industrial An Automated Methodology for Usability Evaluation of Interfaces of Industrial Supervision*. 24, 95–105. <https://doi.org/10.4067/S0718-07642013000400011>
- Iorga, C., & Desrochers, A. (2013). Generic Product Design & Validation Methodologies At the Detailed Design Stage. *European Scientific Journal*, 9(1), 1–20. Retrieved from <http://www.eujournal.org/index.php/esj/article/view/689>
- ISO. (2010). *ISO 9241-210:2010 Ergonomics of human-system interaction — Part 210: Human-centred design for interactive systems*. Retrieved from <https://www.iso.org/standard/52075.html>
- ISO. (2018). *ISO 9241- 11 Ergonomics of human-system interaction — Part 11: Usability: Definitions and concepts*. Retrieved from <https://www.iso.org/standard/63500.html>
- IxDA. (2005). IxDA. About & History. Retrieved February 9, 2018, from <http://ixda.org/ixda->

global/about-history/

- Jiménez, J. (2002). EL PROCESO ANALÍTICO JERÁRQUICO (AHP). Fundamentos, metodología y aplicaciones. *Rect@ Revista Electrónica de Comunicaciones y Trabajos de ASEPUMA*, 1, 28–77.
- John, B. E., & Kieras, D. E. (1996). Using GOMS for user interface design and evaluation. *ACM Transactions on Computer-Human Interaction (TOCHI)*, 3(4), 287–319. <https://doi.org/10.1145/235833.236050>
- Jun, E., Liao, H., Savoy, A., Zeng, L., Salvendy, G., Li, J., ... Yamaoka, T. (2006). The design of future things, by D. A. Norman, basic books, New York, NY, USA. *Interactive Computation: The New Paradigm*, 18(3), 480–481. <https://doi.org/10.1002/hfm.20127>
- Keinonen, T. (1998). *One-dimensional usability - influence of usability on consumer's product preference*. University of Art and Design.
- Kulak, O., Cebi, S., & Kahraman, C. (2010). Applications of axiomatic design principles: A literature review. *Expert Systems with Applications*, 37(9), 6705–6717. <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2010.03.061>
- Kulak, O., & Kahraman, C. (2005). Fuzzy multi-attribute equipment selection based on information axiom. *Journal of Materials Processing Technology*, (169), 337–345.
- Lenker, J. A., Nasarwanji, M., Paquet, V., & Feathers, D. (2011). A tool for rapid assessment of product usability and universal design: Development and preliminary psychometric testing. *Work*, 39(2), 141–150. <https://doi.org/10.3233/WOR-2011-1160>
- Lim, Y., Stolterman, E., Jung, H., & Donaldson, J. (2007). Interaction gestalt and the design of aesthetic interactions. *Proceedings of the 2007 Conference on Designing Pleasurable Products and Interfaces - DPPI '07*, (August), 239. <https://doi.org/10.1145/1314161.1314183>
- Lirola, F., & Pérez, A. (2015). La usabilidad percibida y el grado de satisfacción en la plataforma moodle de la UIB a partir del cuestionario SUS. *Edutec 2015*, (2008), 12. [https://doi.org/DOI: 10.13140/RG.2.1.3813.8329](https://doi.org/DOI:10.13140/RG.2.1.3813.8329)
- Llauradó, O. (2014). La escala de Likert: qué y cómo utilizarla. Retrieved June 17, 2021, from netquest website: <https://www.netquest.com/blog/es/la-escala-de-likert-que-es-y-como-utilizarla>
- López, M. (2012). *Métodos de evaluación de usabilidad para aplicaciones web transaccionales*. Pontifica Universidad Católica de Valparaíso.
- Lu, R. J., Feng, Y. X., Zheng, H., & Tan, J. R. (2016). A Product Design Based on Interaction Design and Axiomatic Design Theory. *Procedia CIRP*, 53, 125–129. <https://doi.org/10.1016/j.procir.2016.07.061>

- Lund, A. M. (2001). Measuring usability with the USE questionnaire. *Usability Interface*, 8(2), 3–6.
<https://doi.org/10.1177/1078087402250360>
- Maldonado, A. (2009). *Modelo de evaluación ergonómica para la planeación y selección de tecnología de manufactura avanzada*. Instituto Tecnológico de Ciudad Juárez.
- Maldonado, A., Balderrama, C., Pedrozo, J., & Carcía, J. (2019). *Diseño axiomático: Fundamentos y Aplicaciones* (Logroño: U).
- Maldonado, A., García, J., Alvarado, A., & Balderrama, C. (2013). A hierarchical fuzzy axiomatic design methodology for ergonomic compatibility evaluation of advanced manufacturing technology. *International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 66(1–4), 171–186.
<https://doi.org/10.1007/s00170-012-4316-8>
- Martínez, E. (2009). *Proceso de diseño fases para el desarrollo de productos* (I. N. de T. Industrial, Ed.). Buenos Aires, Argentina.
- Martínez, L., Pérez, L., Vizcaíno, M., & Naranjo, G. (2017). Metodología para el diseño y desarrollo de productos: caso de creación muebles optimizadores con pop up. *Revista I+D En TIC*, 2(8), 6–11.
- Matos, R. (2013). *La Usabilidad Como Factor de Calidad de Páginas Web*. (Universidad Nacional de La Plata). Retrieved from http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/33335/Documento_completo_.pdf?sequence=1
- Maya, E. (2014). *Métodos y Técnicas de Investigación*. Universidad Nacional Autónoma de México.
- Medina, L. (2013). Requerimiento de diseño. Retrieved from Prezi website: <https://prezi.com/rdf-lgblvq6a/requerimientos-de-diseno/>.
- Merino, G. S. A. D., Teixeira, C. S., Schoenardie, R. P., Merino, E. A. D., & Gontijo, L. A. (2012). Usability in product design - The importance and need for systematic assessment models in product development - Usa-Design Model (U-D) ©. *Work*, 41(SUPPL.1), 1045–1052.
<https://doi.org/10.3233/WOR-2012-1011-1045>
- Mital, A., Desai, A., Subramanian, A., & Mital, A. (2014). Cap 10 Design for usability. In *Product Development* (p. 425).
- Morales, S. (2016). Dieter rams , menos pero mejor. In *Universidad de Palermo* (Vol. 1). Retrieved from https://fido.palermo.edu/servicios_dyc/blog/docentes/trabajos/33922_117064.pdf
- Niedderer, K. (2007). Designing mindful interaction: The category of performative object. *Design Issues*, 23(1), 3–17. <https://doi.org/10.1162/desi.2007.23.1.3>
- Nielsen, J. (2001). First rule of usability? Don't liste to users. *Alertbox*, 5.
- Nielsen, J., & Landauer, T. (1993). A Mathematical Model of the Finding of Usability Problems.

- INTERCHI*, 1, 206–213.
- Nielsen, Jakob. (1994a). Enhancing the Explanatory Power of Usability Heuristics. *Human Factors in Computing Systems*, 1, 7.
- Nielsen, Jakob. (1994b). *Usability Engineering* (ilustrada).
- Nikov, A., Zaim, S., & Oztekin, A. (2006). Usability Evaluation of Web Services By Structural Equation Modeling. *Conference on Mathematics and Its Applications, (CMAIA2006)*, (May 2014), 1–6.
- Norman, D. (2013). *The Design of Everyday Things* (Basic Book).
- Oneto, F y Díaz, V. (2015). *Usabilidad: producto para las necesidades de los usuarios*. Instituto Nacional de Tecnología Industrial.
- Ortega, S. (2011). *Introducción a la usabilidad y su evaluación*.
- Oztekin, Asil; Nikov, Alexander; Zaim, Selim; Riza, A. (2006). Measuring the Usability of Web-Based Services Exemplified by University Student Information System. *15th Annual Business Congress*, (May 2014).
- Pacelli, F., Ostuzzi, F., & Levi, M. (2015). *Reducing and reusing industrial scraps : a proposed method for industrial designers*. 86, 78–87.
- Palazuelos, F. (2015). Los principios del “buen diseño” de Dieter Rams. Retrieved from Hipertextual.com website: <https://hipertextual.com/2015/01/los-principios-del-buen-diseno-dieter-rams>.
- Pentti, R. (2015). Usabilidad de los productos. Aspectos de Utilidad. Retrieved February 19, 2019, from hipertextual website: <https://hipertextual.com/2015/01/los-principios-del-buen-diseno-dieter-rams>.
- Perurena, L., & Moraguez Mercedes. (2013). Usabilidad de los sitios Web , los métodos y las técnicas para la evaluación Usability of Web sites , methods and evaluation techniques. *Revista Cubana de Información En Ciencias de La Salud*, 24(2), 176–194.
- Pibernat, O. (2008). *La utilidad en el diseño*. Círculo de Bellas Artes.
- Polaine, A. (2009). Designers Review of Books. Retrieved from Designing for People website: <http://www.designersreviewofbooks.com/2009/05/designing-for-people/>.
- Preece, J., Rogers, Y. & Sharp, H. (2002). *Interaction Design Beyond Human-Computer Interaction*. (Wiley).
- Puyuelo Cazorla, M., Val Fiel, M., & Felip Miralles, F. (2011). Gathering interaction, interface and aesthetics considerations in product design: Analyzing devices related to the accessibility of heritage. *ACHI 2011 - 4th International Conference on Advances in Computer-Human Interactions*, (c), 164–169. Retrieved from <http://www.scopus.com/inward/record.url?eid=2->

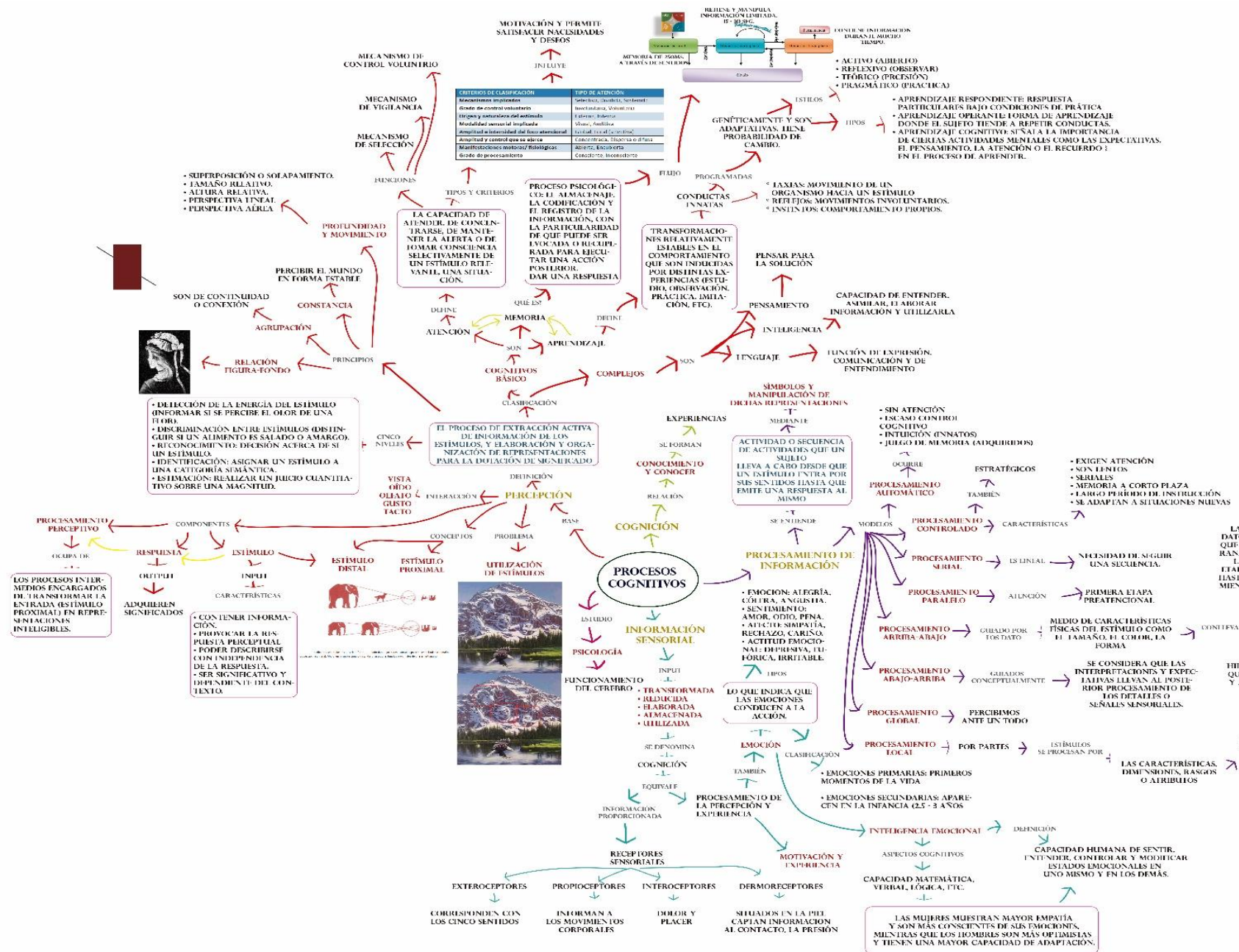
s2.0-84883061933&partnerID=tZOtx3y1

- Quero, M. (2010). Confiabilidad y coeficiente Alpha de Cronbach. *TELOS. Revista de Estudios Interdisciplinarios En Ciencias Sociales*, 12(2), 248–252.
- Quiñones, D., Rusu, C., & Rusu, V. (2018). A methodology to develop usability/user experience heuristics. *Computer Standards and Interfaces*, 59(March), 109–129. <https://doi.org/10.1016/j.csi.2018.03.002>
- RAE. (2018). Real Academia Española.
- Reyes Vera, J. M., Libreros Giraldo, F. A., Vera, J. M. R., & Giraldo, F. A. L. (2011). MÉTODO PARA LA EVALUACIÓN INTEGRAL DE LA USABILIDAD EN SISTEMAS E-LEARNING. *INTEGRAL EVALUATION METHOD OF USABILITY FOR E-LEARNING SYSTEMS. (English)*, (12), 69–79. Retrieved from <http://www.mendeley.com/research/método-para-la-evaluación-integral-la-usabilidad-en-sistemas-elearning-spanish/%5Cnhttp://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=fua&AN=71329977&lang=es&site=ehost-live>
- Rubin, J., & Chisnell, D. (2008). Handbook of usability testing [electronic resource] : How to plan, design, and conduct effective tests (2nd ed.). In *Indianapolis, IN: Wiley Pub.* <https://doi.org/10.1007/s13398-014-0173-7.2>
- Ruvalcaba Coyaso, F. J., & Vermoden, A. (2015). Lógica difusa para la toma de decisiones y la selección de personal. *Universidad & Empresa*, 17(29), 239–256.
- Saaty, T. L. (2008). Decision making with the analytic hierarchy process. *Int.J. Services Sciences*, 1(1), 16.
- Salvador, G. (2009). *Medición del ruido en la línea de transmisión eléctrica generado por electrodomésticos, para aplicaciones de PLC* (Universidad de las Américas Puebla). Retrieved from http://catarina.udlap.mx/u_dl_a/tales/documentos/lem/salvador_s_g/
- Sánchez, J., Olmos, S. & García, F. (2015). Intención de uso de tecnologías móviles entre los profesores en formación. Aplicación de un modelo de adopción tecnológica basado en TAM con los constructos compatibilidad y resistencia al cambio. *Conferencia: XVII Simposio Internacional de Informática Educativa, SIIE '15*, 9. Portugal.
- Sánchez, W. (2011). La usabilidad en Ingeniería de Software : definición y características. *Ing-Novación. Reporte de Investigación*, (2), 7–21. Retrieved from <http://www.redicces.org.sv/jspui/bitstream/10972/1937/1/2>. La usabilidad en Ingeniería de Software- definicion y características.pdf
- Santilla. (2011). Técnicas e instrumentos de evaluación. Retrieved from 201 website: <https://www.uenma.edu.ec/recursos/Santillana Archivos/TECNICAS DE EVALUCION.pdf>

- Sawaguchi, M., Shintaro, I. V, & Izumi, H. (2015). Effectiveness of conceptual design process respecting “The Axiomatic Design Theory.” *Procedia Engineering*, 131, 1050–1063. <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2015.12.423>
- Seva, R. R., Gosiaco, K. G. T., Crea, M., Santos, E. D., & Pangilinan, D. M. L. (2010). Product design enhancement using apparent usability and affective quality. *Applied Ergonomics*, 42(3), 511–517. <https://doi.org/10.1016/j.apergo.2010.09.009>
- Sierra, A., & Silva, J. (2013). Metodologías para el diseño. *Revista Digital de Diseño*, 7(13), 1–6.
- Soler-Cárdenas, S., & Soler-Pons, L. (2012). Usos del coeficiente alfa de Cronbach en el análisis de instrumentos escritos The usage of the Cronbach Coefficient alpha in the Analysis of the Written Instruments. *Rev. Med. Electrón*, 34(1), 1–6.
- Taoufikallah, A. (2013). *Selección del sistema de gestión de la producción mediante la metodología AHP*. Universidad de Sevilla.
- Thompson, I. (2009). *Definición de producto*.
- Tuapanta, J., Duque, M., & Mena, A. (2017). Alfa de Cronbach para validar un cuestionario de uso de TIC en docentes universitarios. *Revista MktDescubre*, (10), 37–48.
- Ulrich, K., & Eppinger, S. (2012). *Diseño y desarrollo de productos, quinta edición* (Mc Graw Hi).
- van Kuijk, J., Daalhuizen, J., & Christiaans, H. (2019). Drivers of usability in product design practice: Induction of a framework through a case study of three product development projects. *Design Studies*, (August). <https://doi.org/10.1016/j.destud.2018.06.002>
- Wixon, D., & Wilson, C. (1997). The usability-engineering framework for product design and evaluation. *Elsevier Science*, 653–688. Retrieved from <https://doi.org/10.1016/B978-044481862-1.50093-5>
- Zhou, R., & Chan, A. H. S. (2017). Using a fuzzy comprehensive evaluation method to determine product usability: A proposed theoretical framework. *Work*, 56(1), 9–19. <https://doi.org/10.3233/WOR-162474>

Anexos

Anexo A. Mapa conceptual de la percepción y los procesos cognitivos



Anexo B. Análisis de citas de artículos seleccionado con la usabilidad del producto

Autor	Artículo	Citas
Fitts, 1954	The information capacity of the human motor system in controlling the amplitude of movement.	8147
Dreyfuss, 1954	Designing for People	597
Rams, 1970	---	N/A
IBM, 1979	www.ibm.com	N/A
Card, Moran & Newell, 80	Computer text-editing: An information-processing analysis of a routine cognitive skill	352
Ericsson & Simon, 80	Verbal reports as data	6327
Gould & Lewis, 85	Designing for Usability: Key Principles and What Designers Think	2464
Shneiderman, 87	Designing the user interface strategies for effective human-computer interaction (1987 - 2010).	16076
Norman, 88	The design of everyday things	14469
Davis, F. 89	Perceived Usefulness, Perceived Ease of Use, and User Acceptance of Information Technology	46958
James Lewis, 92	Psychometric evaluation of the post-study system usability questionnaire: The PSSUQ	172
Hix & Hartson, 93	Developing user interfaces: ensuring usability through product & process	1679
Nielsen 94	Enhancing the explanatory power of usability heuristics	1253
Preece, Roger et. al, 94	Human-Computer Interaction	4189
Lewis & Wharton 94	The cognitive walkthrough method: A practitioner's guide	1189
Brooke, 96	SUS-A quick and dirty usability scale (in "Usability Evaluation in Industry")	8239
Jordan, 97	The four pleasures: taking human factors beyond usability	343
Wixon & Wilson, 97	The usability engineering framework for product design and evaluation	207
Constantine & Lockwood, 99	Software for use: a practical guide to the models and methods of usage-centered design.	1450
ISO 13407, 99	Human-centred design processes for interactive systems	
Lund, 2001	Measuring Usability with the USE Questionnaire.	891
Chamorro-Koc, Popovic & Emmison, 2009.	Human experience and product usability: Principles to assist the design of user-product interactions.	70
Seva, Gosiaco, Santos & Pangilinan, 2010	Product design enhancement using apparent usability and affective quality.	57
Lenker, Nasarwanji, Paquet & Feathers, 2011	A tool for rapid assessment of product usability and universal design: Development and preliminary psychometric testing.	26
Faust, 2012	Use of augmented reality in the usability evaluation of products.	12
Díaz et. al, 2012	Usability in Product Design - The importance and need for systematic assessment models in product development – Usa-Design Model (U-D) ©.	16
Iorga C. & Desrochers, A. 2013.	Generic product design & validation methodologies at the detailed design stage.	1
Mital, Desai, Subramanian y Mital, 2014	Product development: a structured approach to consumer product development, design, and manufacture. Cap 10 Design for usability	130

Lu, R., Feng, Y., Zheng, H. & Tan, J. 2016.	A product design based on interaction design and axiomatic design theory	1
Chen, 2016	Fuzzy dual experience-based design evaluation model for integrating engineering design into customer responses	4
Chand, Jung, Lee & You, 2017	Development of a usability evaluation method using natural product-use motion.	6
Zhou & Chan, 2017	Using a fuzzy comprehensive evaluation method to determine product usability: A proposed theoretical framework	12
Hsu, C., Wang, T., Lin, K. & Chang, J. 2018.	The effects of the alternate writing and sketching brainstorming method on the creativity of undergraduate industrial design students in Taiwan	0
Audoux, K; Segonds, F. & Aoussat, A. 2018.	Selection method for multiple performances evaluation during early design stages	1
Quiñones, Rusu y Rusu, 2018	A methodology to develop usability/user experience heuristics	29
ISO 9241-11, 2018	Ergonomics of human-system interaction — Part 11: Usability: Definitions and concepts	N/A
Van Kuijk, Christiaans y Daalhuizen, 2018	Drivers of usability in product design practice: Induction of a framework through a case study of three product development projects	3
Borsci, Federici, et. al, 2019	Shaking the usability tree: why usability is not a dead end, and a constructive way forward	1

Anexo C. Clasificación de autores

Anexo C1. Selección de autores de libros

Autores principales de libros							
Autores	Año	Título/propuesta	Método utilizado	Resultado	Factores	Variables	Fase de diseño
Mital, A., Dosai, A., Subramanian, A y Mital, A.	2014	Product development	Encuesta de pautas de usabilidad, cuestionarios sobre cada criterio de usabilidad. Revisión de manuales y literatura. Proceso de diseño para la usabilidad. Definición de conceptos	Método heurístico para decirle al diseñador que esperar de un producto para adoptar el diseño propio. Revisión literaria: conceptos, casos de estudio	Heurísticas, estética de diseño, cualitativo,	• Visibilidad del estado, Relación, Control y libertad, Consistencia y estándares, Prevención de errores, Reconocimiento antes que recuerdo, Flexibilidad, eficiencia, Estética y diseño minimalista, Reconocimiento, Ayuda y documentación • Presentación, forma, color, textura, apariencia visual, tamaño • Característica, atributo, circunstancia, cualidad, categoría, cuasicuantitativa	Aplicado durante todo el proceso del diseño
Helander, M.	2006	A guide to Human Factors and Ergonomics	8 reglas de oro de Shneiderman, heurísticas de usabilidad de Nielsen, cognitive walkthrough, GOMS, pensamiento en voz alta y test de usabilidad, cuestionarios, entrevistas	Investigación sobre conceptos, desarrollo de pautas y métodos para evaluar la usabilidad.	Heurísticas, ergonomía, experiencia del usuario	• Visibilidad del estado, Relación, Control y libertad, Consistencia y estándares, Prevención de errores, Reconocimiento antes que recuerdo, Flexibilidad, eficiencia, Estética y diseño minimalista, Reconocimiento, Ayuda y documentación • Carga Física, Carga mental, Esfuerzo, Posturas, Movimientos, Mecánica corporal, Autocuidado, Medidas corporales, ambiente • Emocional, dinámico, consistente, holístico, valores, necesidades, personalidad, social, situacional, cultural, temporal, sistemático, económico, físico • Efectividad, eficiencia, funcionalidad, calidad	Validación
Norman, D.	2013	The Design of Everyday Things	Diseño centrado en el humano, principios de interacción, 7 principios fundamentales del diseño, casos de estudio, clasificaciones, design thinking	Principios del diseño para ayudar a los diseñadores para facilitar las tareas, conceptos, casos de estudio para comparación	Diseño centrado en el humano, cognitivo, emociones, cualitativo	• Control de la situación por el usuario, Utilidad, Usable, Reducción de esfuerzo mental, Consistencia, Presentación de información clara, amigable, Reducción de errores, Retroalimentación del sistema, Estética, Equilibrio del equipo, Entendimiento, Facilidad, Satisfacción • Percepción, Observación, Interpretación, Analizar, Asociar, Clasificar, Comparar, Expresar, Retención, Sintetizar, Deducir, Generalizar, Evaluar, Reflexionar, Identificación, Memoria, Lógico • Emociones, cultura, innovación	Aplicado durante todo el proceso del diseño

Rubin, F. y Chisnel, D.	2008	Handbook of usability testing	Esquema de clasificación de factores humanos / ergonomía, Etnografía, usability testing, taxonomía de elementos HFE: el factor humano, ejemplos de factores que se utilizarán en las listas de verificación de ergonomía, diseño axiomático, despliegue de la función calidad (QFD), revisión de literatura, pensamiento en voz alta, método MUSiC, pruebas de roles, prueba de administrador, briefer, test de experto de producto	Principios intemporales de las pruebas de usabilidad y elementos de métodos y técnicas: etnografía, grupos focales, entrevistas, heurísticas de evaluación cuestionarios, prototipos en papel	Heurísticas, Diseño, Usabilidad, Medición, etapas de diseño, Actividad, usuario, contexto	• Visibilidad del estado, Relación, Control y libertad, Consistencia y estándares, Prevención de errores, Reconocimiento antes que recuerdo, Flexibilidad, eficiencia, Estética y diseño minimalista, Reconocimiento, Ayuda y documentación • Planeación, Investigación, Desarrollo, implementación, Evaluación, Profesión • Usable, cultura, calidad, Motivación, efectividad, eficiencia, Capacidad de aprendizaje, satisfacción, organizativo, utilidad, metas, accesibilidad. • Nominal, Ordinal, Intervalo, Razón • Definición, Requerimientos, Concepto, Desarrollo, Validación • Física, Motora, Profesional, Educación, Laboral, Económica • Aptitud, expectativas, habilidad, atributos • Usuario, Tareas, Recursos, Entorno técnicos, Físicos y Sociales, Culturales y -organizativos, estructura sistemática, Estructura económica, Estructura temporal, Estructura situacional	Aplicado durante todo el proceso del diseño
Ulrich, K. y Eppinger, S.	2012	Diseño y desarrollo de productos	Revisión de literatura, desarrollo del producto, concepto del diseño, fases el diseño, selección y pruebas de conceptos, desarrollo de un método para selección, metodología de dos etapas para selección del concepto (propuesta)	Introducción, conceptos, procedimientos sobre el desarrollo de producto	Desarrollo, Proceso de diseño, Estrategias, impacto	• Industrial, manufactura, procesos, costos • Definición, Requerimientos, Concepto, Desarrollo, Validación, Planeación, Investigación, Desarrollo, implementación, Evaluación, Profesión • Planeación, Selección, Características, Requerimientos, Secuencia, Entrega • Reacción, Efecto, Consecuencias	Aplicado durante todo el proceso del diseño

Anexo C2. Selección de autores de tesis

Autores principales de Tesis							
Autores	Año	Título/propuesta	Método utilizado	Resultado	Factores	Variables que utiliza	Fase de diseño
Ferré, X.	2005	Marco de integración de la usabilidad en el proceso de desarrollo software.	ISO/IEC 12207:1995, IEEE 1074-1997, ISO/IEC 12207, ISO 13407, ISO/TR 18529, ciclo de vida del producto, diseño centrado en el usuario, métodos de ingeniería de	Herramienta para la selección de técnicas y actividades de Interacción Persona-Ordenador para el	Interacción, desarrollo del concepto, técnicas, ergonomía,	• Interacción física y no física • Especificaciones, Ideas, Bocetos, Formas, Colores, Innovación, Desarrollo del diseño, Materia • Procedimiento, recursos, herramientas	Desarrollo

		Integración de técnicas y actividades de usabilidad en el proceso general de la interacción persona-ordenador y la ingeniería de software	software, MUSE (método para la ingeniería de usabilidad), propuesta de Hakiel, LUCID (interacción lógica centrada en el usuario), propuesta de Costeable, propuesta ad-hoc de Anderson, experiencia del usuario, RUPi, técnica de Holzinger	proceso del desarrollo de diseño	cualitativo y cuantitativo	• Carga Física, Carga mental, Esfuerzo, Posturas, Movimientos, Mecánica corporal, Autocuidado, Medidas corporales, ambiente	
Klotins, E.	2011	Usability and user experience. Modelo de medición usabilidad y experiencia del usuario en software (metodología)	Revisión de literatura, metas de usabilidad, contexto de uso, proceso de construcción de modelos, pautas de evaluación y validación, modelo de desarrollo, MUSiC (Medición de la usabilidad de sistemas en contexto), Medición integrada de calidad en uso (QUIM), ISO/IEC 9126, atributos	Marco de evaluación de usabilidad y experiencia del usuario para el desarrollo de productos en la industria (software) y proporcionar una guía versátil para los profesionistas.	Experiencia, contexto de uso, atributos, cualitativo	• Emocional, dinámico, consistente, holístico, valores, necesidades, personalidad, social, situacional, cultural, temporal, sistemático, económico, físico • Usuario, Tareas, Recursos, Entorno técnicos, Físicos y Sociales, Culturales y -organizativos, estructura sistemática, Estructura económica, Estructura temporal, Estructura situacional • Satisfacción, accesibilidad, atracción	Validación
Jensen, J.	2009	Social Context in Usability Evaluations: Concepts, Processes and Products	Revisión de literatura, Selección de métodos de contexto social en base a la usabilidad. Clasificación y comparación del contexto social de investigaciones seleccionadas,	Teoría de la configuración del comportamiento como una herramienta ayudar a caracterizar los conceptos clave del contexto social que junto con una comprensión de las evaluaciones de usabilidad se desarrolla una guía	Contexto social, heurísticas, procesos, cualitativo	• Usuario, Tareas, Recursos, Entorno técnicos, Físicos y Sociales, Culturales y -organizativos, estructura sistemática, Estructura económica, Estructura temporal, Estructura situacional • Visibilidad del estado, Relación, Control y libertad, Consistencia y estándares, Prevención de errores, Reconocimiento antes que recuerdo, Flexibilidad, eficiencia, Estética y diseño minimalista, Reconocimiento, Ayuda y documentación • Definición, Requerimientos, Concepto, Desarrollo, Validación, Planeación, Investigación, Desarrollo, implementación, Evaluación, Profesión, Estructura, Secuencia	Validación
van Kuijk, J.	2010	Managing product usability La usabilidad en productos electrónicos	Revisión de literatura, ciclo de diseño centrado en el usuario, análisis de electrónicos. Recopilación de datos: entrevistas con desarrolladores de productos. Análisis de datos: de entrevistas a barreras y facilitadores. Categorización y visualización de barreras y habilitadores. Crear las descripciones de contexto. Análisis de casos cruzados. Estrategias de verificación	Casos de estudio y validaciones sobre productos electrónicos para obtener un análisis sobre diferentes productos electrónicos; implementando diversos métodos de validación	Desarrollo de producto, innovación, interacción, cualitativo	• Industrial, manufactura, procesos, costos • Innovación • Interacción física y no física	Validación

Riihiaho, S.	2000	Experiences with usability evaluation methods presenta nuevos métodos de evaluación modificados a partir de las pruebas de usabilidad y la investigación contextual.	Revisión de métodos de usabilidad, heurísticas de evaluación test de usabilidad, cardboard, prototipos de papel, pluralistic usability walkthroughs, GOMS	Clasificación y comparación de métodos de evaluación. Proporciona ejemplos de cómo algunos métodos pueden y han sido aplicados en varias fases del desarrollo del producto. Identifican problemas de usabilidad. Además, se modifican algunos métodos en tal medida que se han convertido en nuevas propuestas.	Experiencia, desarrollo, proceso, contexto, cualitativo	• Emocional, dinámico, consistente, holístico, valores, necesidades, personalidad, social, situacional, cultural, temporal, sistemático, económico, físico • Industrial, manufactura, procesos, costos Definición, Requerimientos, Concepto, Desarrollo, Validación, Planeación, Investigación, Desarrollo, implementación, Evaluación, Profesión, Estructura, Secuencia • Usuario, Tareas, Recursos, Entorno técnicos, Físicos y Sociales, Culturales y -organizativos, estructura sistemática, Estructura económica, Estructura temporal, Estructura situacional	Validación
--------------	------	--	---	---	---	---	------------

Anexo C3. Selección investigaciones

Autores principales de investigadores							
Autores	Año	Título/propuesta	Método utilizado	Resultado	Factores	Variables	Fase de diseño
ISO 9241-11	2018	Ergonomics of human-system interaction – Part 11: Usability: Definitions and concepts. “ International Organization for Standardization	Revisión de literatura y de normativas, Diagramas, notas, recomendaciones	Conceptos, variables, sugerencias de métodos en base a otras normativas, notas, recomendaciones de la aplicación de la norma	Experiencia, interacción, contexto de uso, Usabilidad, Respuestas cognitivas, Emocionales, Física, Entorno, Desarrollo	• Emocional, dinámico, consistente, holístico, valores, necesidades, personalidad, social, situacional, cultural, temporal, sistemático, económico, físico • Interacción física y no física • Usuario, Tareas, Recursos, Entorno técnicos, Físicos y Sociales, Culturales y -organizativos, estructura sistemática, Estructura económica, Estructura temporal, Estructura situacional • Efectividad, eficacia, tiempo de uso, satisfacción • Percepción, Observación, Interpretación, Analizar, Asociar, Clasificar, Comparar, Expresar, Retención, Sintetizar, Deducir, Generalizar, Evaluar, Reflexionar, Identificación, Memoria, Lógico • Emociones, Sentimientos, Experiencias, Gusto, Disgusto, Motivación • Movimientos, Tiempo, Esfuerzo, Desistencia, Rendimiento • Medio ambiente, social, estatus	Aplicado durante todo el proceso del diseño
Ortega, S.	2013	Introducción a la usabilidad y su evaluación	Revisión de literatura, diagramas, ejemplos	Investigación, conceptos, campos de investigación, principios, variables	Usabilidad, Contexto de uso, diseño centrado en el usuario	• Contexto de uso, eficiencia, facilidad, calidad de uso, perspectivas, utilidad, aceptabilidad, coherencia, interacción, control, diseño centrado en el usuario, Deseable, Aprendibilidad, Comprensibilidad, Efectividad, Eficiencia, Satisfacción, Calidad • Usuario, Tareas, Recursos, Entorno técnicos, Físicos y Sociales, Culturales y -organizativos, estructura sistemática, Estructura económica, Estructura temporal, Estructura situacional • Control de la situación por el usuario, Utilidad, Usable, Reducción de esfuerzo mental, Consistencia, Presentación de información clara, amigable, Reducción de errores, Retroalimentación del sistema, Estética, Equilibrio del equipo, Entendimiento, Facilidad, Satisfacción	Aplicado durante todo el proceso del diseño

Rams	1960	10 principios del buen diseñador.	Listado Observación, experiencias	Guía para el diseñador siga o tome en cuenta para el desarrollo de diseño y desarrollo del producto	Interacción, estético, Buen diseño	• Interacción física y no física • útil • Presentación, forma, color, textura, apariencia visual, tamaño • Útil, Estético, Discreto, Innovados, Compresible, Duradero, Concibe, Medio ambiente, Diseño en su mínima expresión	Concepto
Shneiderman	1987	Designing the user interface strategies for effective human-computer interaction (1987 - 2010). Cuestionario para la satisfacción de la interacción con el usuario (QUIS).	Revisión de literatura, principios, pautas, teorías,	Cuestionario para evaluar la satisfacción de la interacción con el usuario al utilizar el producto relacionado con la usabilidad universal	Interacción, cualitativo	• Interacción física y no física • Característica, atributo, circunstancia, cualidad, categoría, cuasicuantitativa	Validación
Nielsen	1993	Enhancing the explanatory power of usability heuristics Desarrollo de las heurísticas de usabilidad	Revisión de literatura, análisis de componentes de las heurísticas	Heurísticas de usabilidad. 10 reglas o metas de diseño sobre la interacción del producto.	Heurísticas, interacción, diseño centrado en el usuario, cualitativo	• Visibilidad del estado, Relación, Control y libertad, Consistencia y estándares, Prevención de errores, Reconocimiento antes que recuerdo, Flexibilidad, eficiencia, Estética y diseño minimalista, Reconocimiento, Ayuda y documentación • Interacción física y no física • Control de la situación por el usuario, Utilidad, Usable, Reducción de esfuerzo mental, Consistencia, Presentación de información clara, amigable, Reducción de errores, Retroalimentación del sistema, Estética, Equilibrio del equipo, Entendimiento, Facilidad, Satisfacción • Característica, atributo, circunstancia, cualidad, categoría, cuasicuantitativa	Validación

Anexo D. Intersección de factores: Usuario – Contexto – Producto

Usuario			Contexto		Producto		U - C - P
Usuario	Físicos	Edad	Situacional	Cultura			Intuitivo Facilidad de uso Heurísticas Aceptación Seguridad Adaptación Ergonomía Aptitud
		Género		Economía			
		Capacidad		Social			
		Antropometría		Educación			
		Biomecánica		Nacionalidad			
	Emociones	Satisfacción			Funcionalidad	Efectividad	
		Experiencia				Eficiencia	
		Motivación				Utilidad	
		Sentimiento				Accesibilidad	
		Estado de ánimo				Rendimiento	
	Cognitivo	Personalidad				Ergonomía	
		Básicos: atención, memoria, aprendizaje	Actividades de uso	Tareas	Estética	Forma, Tamaño	
		Complejos: Lenguaje, pensamiento, inteligencia		Grado de dificultad		Color, Textura	
		Percepción: cinco sentidos, estímulo sensorial		Variedad		Tamaño, Apariencia visual	
		Lógica, Detección, Identificación, Estimación		Sistémico		Presentación	
Reflexión, Respuesta, Gestalt	Temporalidad	Innovación, Tendencia					
Contexto	Físicos	Edad	Situacional	Cultura	Calidad	Acabados	
		Género		Economía		Materiales	
		Capacidad		Social			
		Antropometría		Educación		Resistencia	
		Biomecánica		Nacionalidad			
	Emociones	Satisfacción	Medio ambiente	Entorno	Funcionalidad	Efectividad	
		Experiencia		Clima		Eficiencia	
		Motivación		Terreno		Accesibilidad	
		Sentimiento		Ruidos			
		Estado de ánimo		Iluminación		Ergonomía	
	Cognitivo	Personalidad	Actividades de uso	Espacio	Estética		
		Básicos: atención, memoria, aprendizaje		Tareas			
		Complejos: Lenguaje, Pensamiento inteligencia		Grado de dificultad			
		Percepción: cinco sentidos, estímulo sensorial		Variedad		Apariencia visual	
		Lógica, Detección, Identificación, Estimación		Sistémico		Presentación	
Reflexión, Respuesta, Gestalt	Temporalidad	Innovación, Tendencia					
Producto	Físicos	Edad	Situacional	Cultura	Calidad	Acabados	
		Género		Economía		Materiales	
		Capacidad		Social		Funciones	
		Antropometría				Resistencia	
		Biomecánica				Validación	
	Emociones	Satisfacción	Medio ambiente	Entorno	Funcionalidad	Efectividad	
		Experiencia		Clima		Eficiencia	
		Motivación		Terreno		Utilidad	
		Sentimiento		Ruidos		Accesibilidad	
				Iluminación		Rendimiento	
	Cognitivo		Actividades de uso	Espacio	Estética	Ergonomía	
		Básicos: atención, memoria, aprendizaje		Tareas		Forma, Tamaño	
		Complejos: Lenguaje, Pensamiento inteligencia		Grado de dificultad		Color, Textura	
		Percepción: cinco sentidos, estímulo sensorial		Variedad		Tamaño, Apariencia visual	
		Lógica, Detección, Identificación, Estimación		Sistémico		Presentación	
Reflexión, Respuesta, Gestalt	Temporalidad	Innovación, Tendencia					

175

Clasificación de factores y métodos en el proceso de diseño – Parte I (2020)

176

Clasificación de factores y métodos en el proceso de diseño – parte II (2020)

Proceso de diseño	Definición	Requerimientos	Concepto	Desarrollo	Validación	Producción y mercado
Métodos/Técnicas	Cuestionario / Entrevistas				Cuestionario / Entrevistas	
	Proceso					
	Investigación de campo					
	Graficas comparativas					
	Selección de métodos					
	Diagramas					
	Algoritmos					
	Combinación de metodos					
	Diseño axiomático					
	Diseño interactivo					
	Relación entre factores					
	Selección de necesidades y requerimientos	Tablas comparativas				
	Casos de estudio					
	Análisis psicométrico				Análisis psicométrico	
	Heurísticas de usabilidad				Heurísticas de usabilidad	
	Softwares					
	Revisión de literatura					
	Clasificaciones					
					pensamiento en voz alta	
					Test de usabilidad	
	Norman - 7 principios fundamentales del diseño					
	Taxomanías					
					Prueba de roles	
	Normativas					
	Experiencia del usuario					
					Metas - Pautas de usabilidad	
	Contexto de uso					
	Observaciones					
	Principios					
	Teorías					
Jerarquía de las necesidades de Maslow*						

Anexo F. Eliminación lógica de factores

Aplicación de factor	Eficiencia	Eficacia	Satisfacción	Nivel de usabilidad	Opciones
Estética					
La forma del producto en cuanto a la estética	x		x	x	
Las tonalidades del color utilizadas en el producto en cuanto a la estética			x		
La intensidad del color en el producto en cuanto a la estética			x	x	Unirla color
El brillo en el color del producto en cuanto a la estética			x	x	
La textura en el producto en cuanto a la estética	x		x	x	
El tamaño del producto	x	x	x	x	
La apariencia visual del producto			x	x	Pudiera darse entender los mismo
La presentación del empaque del producto			x	x	Externo al producto - otro producto
La innovación de la tecnología utilizada en el producto	x	x	x	x	Possible repetición - Conjugarla
La tendencia en el diseño del producto			x	x	
Calidad					
La calidad del acabado del producto			x	x	
La calidad del material utilizado en el producto	x	x	x	x	
La calidad de la función tecnológica del producto	x	x	x	x	con la innovación
La calidad de la función mecánica del producto	x	x	x	x	
La calidad en cuanto a la resistencia del tipo de clima en el producto	x		x	x	
La resistencia de los golpes en el producto		x	x	x	
La resistencia del uso constante del producto		x	x	x	Possible repetición
Funcionalidad					
La efectividad al usar el producto	x	x	x	x	
La eficiencia en cuanto el tiempo invertido al interactuar con el producto	x	x	x	x	
La eficiencia en cuanto a la capacidad física y mental al utilizar el producto	x	x	x	x	Conjugar con el grado
La utilidad del producto	x	x	x	x	
La accesibilidad al utilizar el producto	x	x	x	x	
La accesibilidad del agarre al utilizar el producto	x	x	x	x	
El rendimiento y resistencia del producto al uso constante	x	x	x	x	
El rendimiento en cuanto a la vida del producto					
La intuición al utilizar el producto	x	x	x	x	
La comprensión al interactuar el producto	x	x		x	Mismo que al utilizar
La facilidad de uso del producto	x	x		x	
La comodidad al utilizar el producto			x	x	
La seguridad al utilizar el producto	x	x	x	x	Conjugar
La aplicación de índices de prevención para la seguridad al utilizar el producto	x	x		x	
La interacción al utilizar el producto	x	x	x	x	Conjugar
Grado de dificultades mentales generadas al utilizar el producto	x	x	x	x	
Grado de esfuerzos mentales generados al utilizar el producto	x	x	x	x	
Estrés generado al utilizar el producto	x	x	x	x	
Carga física al interactuar con el producto	x	x	x	x	

Anexo G: Clasificación en categorías de tipos de producto

Joyería	Bolsos	Calzado	Electrónica	Juguetes	Decoración del hogar	Escolares
Collar	Bolso de mano	Tenis	Bocina	Electrónicos	Cojines	Lápiz
Pulsera	Bolso de hombro	Deportivos	Computadoras	Mecánicos	Cortinas	Pluma
Aretes	Bolsos cruzados	Huaraches	Laptop	Estáticos	Mural	Papel
Broches	Cartera	Zapatos casuales	Mouse	Dinámicos	Marcos	Cuadernos
Muebles	Monedero	Zapatos formales	Teclado	Bebés	Floreros	Tijeras
Oficina	Mochilas	Zapatos altos	Accesorios para móviles y tabletas	Niños	Alfombras	Colores
Jardín	Riñoneras	Botas	Tablet	Juveniles	Figuras	Marcadores
Sala	Maletas	Flats	Impresoras	Adolescentes	Porta velas	Archivero
Comedor	Relojes	Electrodomésticos	Escáner	Adultos	Macetas	Pegamento
Recamara	De pared	Licuadoras	Teléfonos de casa	Ancianos	Jarrones	Cutter
Sillas de comedor	De mesa	Procesadoras	Celulares	Herramienta	Papelería	Compás
Silla de escritorio	De mano	Microondas	Video juegos	Manuales	Almohadas	Artesanías
Mesas	De bolsillo	Hornos	Televisiones	Mecánicas	Cobijas	Tazas
Mesa de centro	De madera	Batidoras	Estéreo	De montaje	Sábanas	Ollas
Sofás	De metal	Ollas	Reproductores de música	De sujeción	Vehículos	Platos
Armarios	De plástico	Extractores	Micrófonos	De golpe	Monociclo	Decoraciones
Buros	Resistentes al agua	Cafeteras	Audífonos	De unión	Bicicleta	Joyería
Almacenamientos	Pulsómetros	Purificadores de agua	Iluminación	De medición	Triciclo	Bolsos
Librerías	Inteligentes	Planchas	Lámparas de mesa	De corte	Motocicleta	Ropa
Estanterías	Baño	Aspiradoras	Lámparas de pie	De trazo	Cuatrimoto	Barro
Muebles de medios	Escudado	Purificador de aire	Lámparas de techo	Accesorios	Carro	Piedra
Cómodas	Lavamanos	Ventiladores	Lámparas de pared	Almacenamientos	Camioneta	Textiles
Espejos	Grifos	Tostadoras	Decorativas	Línea blanca	Troca	Fibras
Escritorio	Duchas	Parrillas	Interior	Lavadoras	Camión	Biomédicos
Empaques	Almacenamientos	Calentones	Exterior	Secadoras	Óptico	Instrumentos Biomédicos
De cartón	Accesorios		Instrumente musicales	Cocinas integrales	Lentes metálicos	Equipos Biomédicos
De plástico	Cortinas		Viento	Refrigerador	De plástico	Material Biomédicos
De textiles	Toallas		Cuerda	Aires acondicionados	De madera	
De papel			Percusión		Graduados	
Metálicos			Electrónicos		De sol	
De vidrios					Estuches	
De madera					Accesorios	

Anexo H. Diseño de cuestionarios

Anexo H1. Cuestionario: comparación por pares de factores de usabilidad

Cuestionario: Comparación por pares de factores de usabilidad

El presente cuestionario fue diseñado para determinar el grado de importancia de los factores relacionados con la usabilidad que se tienen que tomar en cuenta en el diseño de **PRODUCTOS ELECTRÓNICOS** (Ejemplo: **ratón inalámbrico, teclado, bocinas, Laptop, entre otros**). Por favor se le pide contestar con la mayor seriedad posible, pues su participación hará que esta investigación sea la base para el desarrollo de un índice de usabilidad.

Nombre:	Edad:	Género:
Especialidad de estudios:	Años de práctica en el diseño:	

Este cuestionario sobre la importancia de comparación. La siguiente sección se asignarán por medio de una X el grado de importancia para comparar los factores de usabilidad con respecto a otro, asimismo, con las agrupaciones de los factores. Por medio de términos lingüísticos, escala en grises y signos se identifica el grado de importancia del factor principal contra el factor secundario (+ significa que el factor principal tiene más importancia en comparación con el secundario (flechas negras) y - que el factor principal tiene menos importancia con el otro (flechas grises).	El grado de importancia se asignará de acuerdo con las siguientes opciones: Moderadamente más importante que, Fuertemente más importante que, Moderadamente más importante que, Débilmente más importante que e Igualmente importante que, o bien, débilmente menos importante que, Moderadamente menos importante que, Fuertemente menos importante que o Absolutamente menos importante que. Es decir, si el X factor es Absolutamente más importante que Y factor; marcar la casilla correspondiente.
---	---

	← Absolutamente más importante	Fuertemente más importante	Moderadamente más importante	Débilmente más importante	+ Igualmente importante	= Débilmente menos importante	Moderadamente menos importante	Fuertemente menos importante	→ Absolutamente menos importante
¿Qué tan importante es el Olor en comparación con el Sabor ?			X						

Importancia de comparación entre factores de ESTÉTICA del producto									
	← Absolutamente más importante	Fuertemente más importante	Moderadamente más importante	Débilmente más importante	+ Igualmente importante	= Débilmente menos importante	Moderadamente menos importante	Fuertemente menos importante	→ Absolutamente menos importante
¿Qué tan importante es la Forma en comparación con el Color del producto?									
¿Qué tan importante es la Forma en comparación con el Brillo del producto?									
Forma vs con el Tamaño del producto									
Forma vs la Innovación del producto									
Forma vs Apariencia visual del producto									
Color vs al Brillo del producto									
Color vs el Tamaño del producto									
Color vs la Innovación del producto									
Color vs Apariencia visual del producto									
Brillo vs el Tamaño del producto									
Brillo vs Innovación del producto									
Brillo vs Apariencia visual del producto									
Tamaño vs Innovación del producto									
Tamaño vs Apariencia visual del producto									
Innovación vs Apariencia visual del producto									

Importancia de comparación entre factores de CALIDAD del producto										
	←					+		-		→
	Absolutamente más importante	Fuertemente más importante	Moderadamente más importante	Débilmente más importante	Igualmente importante	Débilmente menos importante	Moderadamente menos importante	Fuertemente menos importante	Absolutamente menos importante	
La Calidad del Acabado del producto vs Calidad del Material utilizado										
La Calidad del Acabado del producto vs Calidad de las funciones tecnológicas y/o mecánicas del producto										
La Calidad del Acabado del producto vs Resistencia al tipo de clima										
La Calidad del Acabado del producto vs Resistencia a golpes										
Material utilizado vs Calidad de las funciones tecnológicas y/o mecánicas del producto										
Material utilizado vs Resistencia al tipo de clima										
Material utilizado vs Resistencia a golpes										
Calidad de las funciones tecnológicas y/o mecánicas del producto vs Resistencia al tipo de clima										
Calidad de las funciones tecnológicas y/o mecánicas del producto vs Resistencia a golpes										
Resistencia al tipo de clima vs Resistencia a golpes										

Importancia de comparación entre factores de FUNCIONALIDAD del producto										
	←						+		-	→
	Absolutamente más importante	Fuertemente más importante	Moderadamente más importante	Débilmente más importante	Igualmente importante	Débilmente menos importante	Moderadamente menos importante	Fuertemente menos importante	Absolutamente menos importante	
Efectividad al completar las tareas vs Eficiencia en cuanto al tiempo de interacción										
Efectividad al completar las tareas vs Utilidad del producto										
Efectividad al completar las tareas vs Accesibilidad al uso										
Efectividad al completar las tareas vs Accesibilidad al agarre										
Efectividad al completar las tareas vs Rendimiento al uso constante										
Efectividad al completar las tareas vs Intuición al utilizar el producto										
Efectividad al completar las tareas vs Facilidad de uso										
Efectividad al completar las tareas vs Comodidad al utilizar el producto										
Efectividad al completar las tareas vs Seguridad al utilizar el producto										
Efectividad al completar las tareas vs Interacción al utilizar el producto										
Efectividad al completar las tareas vs el Bajo nivel de carga mental										
Efectividad al completar las tareas vs el Bajo nivel de carga física										
Eficiencia en cuanto al tiempo de interacción vs Utilidad del producto										
Eficiencia en cuanto al tiempo de interacción vs Accesibilidad al uso										

Eficiencia en cuanto al tiempo de interacción vs Accesibilidad al agarre									
Eficiencia en cuanto al tiempo de interacción vs Rendimiento al uso constante									
Eficiencia en cuanto al tiempo de interacción vs Intuición al utilizar el producto									
Eficiencia en cuanto al tiempo de interacción vs Facilidad de uso									
Eficiencia en cuanto al tiempo de interacción vs Comodidad al utilizar el producto									
Eficiencia en cuanto al tiempo de interacción vs Seguridad al utilizar el producto									
Eficiencia en cuanto al tiempo de uso vs Interacción al utilizar el producto									
Eficiencia en cuanto al tiempo de interacción vs Bajo nivel de carga mental									
Eficiencia en cuanto al tiempo de interacción vs Bajo nivel de carga física									
Utilidad del producto vs Accesibilidad al uso									
Utilidad del producto vs Accesibilidad al agarre									
Utilidad del producto vs Rendimiento al uso constante									
Utilidad del producto vs Intuición al utilizar el producto									
Utilidad del producto vs Facilidad de uso									
Utilidad del producto vs Comodidad al utilizar el producto									
Utilidad del producto vs Seguridad al utilizar el producto									
Utilidad del producto vs Interacción al utilizar el producto									
Utilidad del producto vs Bajo nivel de carga mental									
Utilidad del producto vs Bajo nivel de carga física									
Accesibilidad al uso vs Accesibilidad al agarre									
Accesibilidad al uso vs Rendimiento al uso constante									
Accesibilidad al uso vs Intuición al utilizar el producto									
Accesibilidad al uso vs Facilidad de uso									
Accesibilidad al uso vs Comodidad al utilizar el producto									
Accesibilidad al uso vs Seguridad al utilizar el producto									
Accesibilidad al uso vs Interacción									
Accesibilidad al uso vs Bajo nivel de carga mental									
Accesibilidad al uso vs Bajo nivel de carga física									
Accesibilidad al agarre vs Rendimiento al uso constante									
Accesibilidad al agarre vs Intuición									
Accesibilidad al agarre vs Facilidad de uso									
Accesibilidad al agarre vs Comodidad al utilizar el producto									

Accesibilidad al agarre vs Seguridad al utilizar el producto									
Accesibilidad al agarre vs Interacción									
Accesibilidad al agarre vs Bajo nivel de carga mental									
Accesibilidad al agarre vs Bajo nivel de carga física									
Rendimiento al uso constante vs Intuición									
Rendimiento al uso constante vs Facilidad de uso									
Rendimiento al uso constante vs Comodidad al utilizar el producto									
Rendimiento al uso constante vs Seguridad al utilizar el producto									
Rendimiento al uso constante vs Interacción									
Rendimiento al uso constante vs Bajo nivel de carga mental									
Rendimiento al uso constante vs Bajo nivel de carga física									
Intuición vs Facilidad de uso									
Intuición vs Comodidad al utilizar el producto									
Intuición vs Seguridad al utilizar el producto									
Intuición vs Interacción									
Intuición vs Bajo nivel de carga mental									
Intuición vs Bajo nivel de carga física									
Comodidad al utilizar el producto vs Seguridad al utilizar el producto									
Comodidad al utilizar el producto vs Interacción									
Comodidad al utilizar el producto vs Bajo nivel de carga mental									
Comodidad al utilizar el producto vs Bajo nivel de carga física									
Seguridad al utilizar el producto vs Interacción									
Seguridad al utilizar el producto vs Bajo nivel de carga mental									
Seguridad al utilizar el producto vs Bajo nivel de carga física									
Interacción con el producto vs Bajo nivel de carga mental									
Interacción con el producto vs Bajo nivel de carga física									
Bajo nivel de carga mental vs Bajo nivel de carga física									

Importancia de comparación entre agrupaciones										
	←				+		=			→
	Absolutamente más importante	Fuertemente más importante	Moderadamente más importante	Débilmente más importante	Igualmente importante		Débilmente menos importante	Moderadamente menos importante	Fuertemente menos importante	Absolutamente menos importante
Pensando en la usabilidad del producto. ¿Qué importancia tiene la Funcionalidad contra la Calidad del producto?										
Pensando en la usabilidad del producto. ¿Qué importancia tiene la Funcionalidad contra la Estética del producto?										
Pensando en la usabilidad del producto. ¿Qué importancia tiene la Calidad contra la Estética ?										

Comentarios

Anexo H2-A: Rango de diseño

Cuestionario: Evaluación del producto - Rango de diseño
El presente cuestionario fue diseñado para determinar el valor de los factores relacionados con la usabilidad que se tienen que tomar en cuenta en el diseño de producto. Por favor se le pide contestar con la mayor seriedad posible, pues su participación hará que esta investigación sea la base para el desarrollo de un índice de usabilidad.

Nombre:	Edad:	Género: F - M	
Especialidad de estudios:	Años de práctica en el diseño:		

El siguiente cuestionario es para calificar el Rango de diseño (lo deseado - lo que se espera del diseño del producto) . Enfocado en la categoría de PRODUCTOS ELECTRÓNICOS , Ejemplo: ratón inalámbrico, teclado, bocinas, Laptop, entre otros. El cual esta seccionado en 3 apartados: estética, calidad y funcionalidad del producto.
--

Marcar con una <u>X</u> a según el nivel de calificación asignada en cuanto la MÍNIMA deseable sobre lo que el producto debería de tener.

En criterios con respecto a la ESTÉTICA DEL PRODUCTO		N/A	Pobre	Regular	Bueno	Muy bueno	Excelente
¿Qué calificación mínima deseable debería tener el producto con respecto a su forma?							
¿Qué calificación mínima deseable debería tener el producto con respecto a su color?							
¿Qué calificación mínima deseable debería tener el producto con respecto a la intensidad del brillo utilizado en el producto?							
¿Qué calificación mínima deseable debería tener el producto con respecto al tipo de textura?							
¿Qué calificación mínima deseable debería tener el producto con respecto al tamaño?							
¿Qué calificación mínima deseable debería tener el producto con respecto a la apariencia visual del producto ante el mercado (tendencia)?							
¿Qué calificación mínima deseable debería tener el producto con respecto a la innovación de la tecnología utilizada en el diseño?							

En criterios con respecto a la <u>CALIDAD DEL PRODUCTO</u> en cuanto a la interacción	N/A	Pobre	Regular	Bueno	Muy bueno	Excelente
¿Qué calificación mínima deseable debería tener el producto con respecto a la calidad del acabado?						
¿Qué calificación mínima deseable debería tener el producto con respecto a la calidad del material utilizado?						
¿Qué calificación mínima deseable debería tener el producto con respecto a la calidad de las funciones tecnológicas y/o mecánicas del producto?						
¿Qué calificación mínima deseable debería tener el producto con respecto a la calidad en cuanto a la resistencia al tipo de clima?						
¿Qué calificación mínima deseable debería tener el producto con respecto a la calidad en cuanto a la resistencia de los golpes?						

En criterios con respecto a la <u>FUNCIONALIDAD DEL PRODUCTO</u>	N/A	Pobre	Regular	Bueno	Muy bueno	Excelente
¿Qué calificación mínima deseable debería tener el producto con respecto a la efectividad en la conexión?						
¿Qué calificación mínima deseable debería tener el producto con respecto a la eficiencia al interactuar con él?						
¿Qué calificación mínima deseable debería tener el producto con respecto a la utilidad?						
¿Qué calificación mínima deseable debería tener el producto con respecto a la accesibilidad al botón de encendido y apagado?						
¿Qué calificación mínima deseable debería tener el producto con respecto a la accesibilidad al utilizarlo (botones, alcances, tacto en la pantalla, interfaz, entre otros)?						
¿Qué calificación mínima deseable debería tener el producto con respecto a la accesibilidad del agarre al utilizarlo?						
¿Qué calificación mínima deseable debería tener el producto con respecto al rendimiento del uso constante (baterías, carga, vínculo entre la conexión de aparatos, pantalla, entre otros)?						
¿Qué calificación mínima deseable debería tener el producto con respecto a la intuición al utilizarlo?						
¿Qué calificación mínima deseable debería tener el producto con respecto a la facilidad de uso?						
¿Qué calificación mínima deseable debería tener el producto con respecto a la comodidad al utilizarlo?						
¿Qué calificación mínima deseable debería tener el producto con respecto a las medidas de prevención para la seguridad al utilizarlo (conexiones, cables, circuitos, entre otros)?						
¿Qué calificación mínima deseable debería tener el producto con respecto a la interacción?						
¿Qué calificación mínima deseable debería tener el producto con respecto al grado de satisfacción de la carga mental al utilizarlo (estrés, cansancio emocional, ansiedad, esfuerzos mentales, entre otros)?						
¿Qué calificación mínima deseable debería tener el producto con respecto al grado de satisfacción de la carga física al utilizarlo (movimientos, posiciones, esfuerzos físicos, cansancio físico, entre otros)?						

Comentarios

Favor de guardar cambios, gracias.

Anexo H3-B: Rango del sistema

Cuestionario: Evaluación del producto - Rango del sistema

El presente cuestionario fue diseñado para determinar el valor de los factores relacionados con la usabilidad que se tienen que tomar en cuenta en el diseño de producto. Por favor se le pide contestar con la mayor seriedad posible, pues su participación hará que esta investigación sea la base para el desarrollo de un índice de usabilidad.

Nombre:	Edad:	Género: F - M	Especialidad de estudios:
Años de práctica en el diseño:	Productos a evaluar:		

El siguiente cuestionario es para calificar **el Rango de sistema (lo que tiene el diseño del producto) de los productos A, B y C.**
Para poder contestar este cuestionario es importante primero seguir el procedimiento que se encuentra en el paso 3, y después comenzar con la calificación de cada producto.

Marcar con una X la casilla según el nivel de calificación asignada en cuanto a lo que el producto tiene.

En criterios considerando la <u>estética del producto</u>			Productos	N/A	Pobre	Regular	Bueno	Muy bueno	Excelente
¿Qué calificación le asigna al producto con respecto a la forma?			A						
			B						
			C						
¿Qué calificación le asigna al producto con respecto al color utilizado?			A						
			B						
			C						
¿Qué calificación le asigna al producto con respecto a la intensidad del brillo en el producto?			A						
			B						
			C						
¿Qué calificación le asigna al producto con respecto al tipo de textura?			A						
			B						
			C						
¿Qué calificación le asigna al producto con respecto al tamaño?			A						
			B						
			C						
¿Qué calificación le asigna al producto con respecto a la apariencia visual ante el mercado (tendencia)?			A						
			B						
			C						
¿Qué calificación le asigna al producto con respecto a la innovación de la tecnología utilizada?			A						
			B						
			C						
En criterios en base a la <u>calidad del producto</u>			Productos	N/A	Pobre	Regular	Bueno	Muy bueno	Excelente
¿Qué calificación le asigna con respecto a la calidad del acabado del producto?			A						
			B						
			C						
¿Qué calificación le asigna con respecto a la calidad del material utilizado en el producto?			A						
			B						
			C						
¿Qué calificación le asigna con respecto a la calidad de la función tecnológica y/o mecánica del producto?			A						
			B						
			C						
¿Qué calificación le asigna al producto con respecto a la calidad en cuanto a la resistencia al tipo de clima?			A						
			B						
			C						
¿Qué calificación le asigna con respecto a la calidad en cuanto a la resistencia de los golpes en el producto?			A						
			B						
			C						

En criterios con respecto a la <u>funcionalidad del producto</u>	Productos	N/A	Pobre	Regular	Bueno	Muy bueno	Excelente
¿Qué calificación le asigna con respecto a la efectividad en la conexión del producto a otro medio?	A						
	B						
	C						
¿Qué calificación le asigna con respecto a la eficiencia en cuanto al tiempo invertido al interactuar con el producto?	A						
	B						
	C						
¿Qué calificación le asigna con respecto a la utilidad del producto?	A						
	B						
	C						
¿Qué calificación le asigna con respecto a la accesibilidad al botón de encendido y apagado del producto?	A						
	B						
	C						
¿Qué calificación le asigna con respecto a la accesibilidad al utilizar el producto (botones, alcances, tacto en la pantalla, interfaz, entre otros)?	A						
	B						
	C						
¿Qué calificación le asigna con respecto a la accesibilidad del agarre al utilizar el producto?	A						
	B						
	C						
¿Qué calificación le asigna con respecto al rendimiento del producto en cuanto al uso (baterías, carga, vínculo entre la conexión de aparatos, pantalla, entre otros)?	A						
	B						
	C						
¿Qué calificación le asigna con respecto a la intuición al utilizar el producto?	A						
	B						
	C						
¿Qué calificación le asigna con respecto a la facilidad de uso del producto?	A						
	B						
	C						
¿Qué calificación le asigna con respecto a la comodidad al utilizar el producto?	A						
	B						
	C						
¿Qué calificación le asigna con respecto a las medidas de prevención para la seguridad al utilizar el producto (conexiones, cables, circuitos, entre otros)?	A						
	B						
	C						
¿Qué calificación le asigna con respecto a la facilidad de interacción al utilizar el producto?	A						
	B						
	C						
¿Qué calificación le asigna con respecto al grado de satisfacción de la carga mental al utilizar el producto (estrés, cansancio emocional, ansiedad, esfuerzos mentales entre otros)?	A						
	B						
	C						
¿Qué calificación le asigna con respecto al grado de satisfacción de la carga física al utilizar el producto (movimientos, posiciones, esfuerzos físicos, cansancio físico, entre otros)?	A						
	B						
	C						

Comentarios

Favor de guarda cambios y reenviar el archivo al correo dónde le lleo.	
Muchas gracias por su tiempo y su aportación para esta investigación.	

Anexo I: Procedimiento del método AHP

Anexo I1: AHP aplicado a las agrupaciones de usabilidad del producto

Factores principales - Agrupaciones

Medias geométricas

RIBC			
	Estética	Calidad	Funcionalidad
Estética	1.00	0.11	0.14
Calidad	9.00	1.00	0.14
Funcionalidad	7.00	7.00	1.00

JLHA			
	Estética	Calidad	Funcionalidad
Estética	1.00	0.20	0.20
Calidad	5.00	1.00	1.00
Funcionalidad	5.00	1.00	1.00

AAMM			
	Estética	Calidad	Funcionalidad
Estética	1.00	0.14	0.20
Calidad	7.00	1.00	0.33
Funcionalidad	5.00	3.00	1.00

DCS			
	Estética	Calidad	Funcionalidad
Estética	1.00	0.20	0.33
Calidad	5.00	1.00	0.20
Funcionalidad	3.00	5.00	1.00

COBA			
	Estética	Calidad	Funcionalidad
Estética	1.00	0.33	0.14
Calidad	3.00	1.00	0.20
Funcionalidad	7.00	5.00	1.00

Medias geométricas			
	Estética	Calidad	Funcionalidad
Estética	1.000	0.183	0.193
Calidad	5.431	1.000	0.285
Funcionalidad	5.165	3.500	1.000

Paso 2: Matrices

Paso 2.1: Matriz de comparación por pares de criterio

	Estética	Calidad	Funcionalidad
Estética	1.000	0.183	0.193
Calidad	5.431	1.000	0.285
Funcionalidad	5.165	3.500	1.000
SUMA	11.596	4.683	1.478

Paso 2.2: Matriz de normalización

	Estética	Calidad	Funcionalidad
Estética	0.086	0.039	0.130
Calidad	0.468	0.214	0.193
Funcionalidad	0.445	0.747	0.677

Paso 2.3: Matriz de vector

Agrupaciones	Vector promedio
Estética	0.09
Calidad	0.29
Funcionalidad	0.62
SUMA	1.000

Razón de consistencia

Agrupaciones		
1.00	0.18	0.19
5.43	1.00	0.28
5.16	3.50	1.00

Vector	
0.09	
0.29	
0.62	

Paso 5,2		CR Factores principales		
	0.258801303	CI	0.14	
	0.932155211	RI	0.525	
	2.083937097	CR	0.261803439	<0,10
Delta max	3.27			

Anexo I2: AHP aplicado de factores de Estética

Agrupación de Estética

Paso 1: Medias geométricas

RIBC							
	Forma	Color	Brillo	Textura	Tamaño	Apariencia	Innovación
Forma	1.00	7.00	7.00	5.00	5.00	0.20	0.20
Color	0.14	1.00	5.00	1.00	0.20	0.11	0.11
Brillo	0.14	0.20	1.00	0.14	0.14	0.14	0.11
Textura	0.20	1.00	7.00	1.00	0.20	0.20	0.33
Tamaño	0.20	5.00	7.00	5.00	1.00	0.20	0.14
Apariencia	5.00	9.00	7.00	5.00	5.00	1.00	0.14
Innovación	5.00	9.00	9.00	3.00	7.00	7.00	1.00

AAMM							
	Forma	Color	Brillo	Textura	Tamaño	Apariencia	Innovación
Forma	1.00	7.00	7.00	5.00	5.00	7.00	1.00
Color	0.14	1.00	5.00	1.00	0.20	1.00	0.14
Brillo	0.14	0.20	1.00	0.20	0.20	1.00	0.14
Textura	0.20	1.00	5.00	1.00	0.20	0.14	0.14
Tamaño	0.20	5.00	5.00	5.00	1.00	7.00	1.00
Apariencia	0.14	1.00	1.00	7.00	0.14	1.00	0.20
Innovación	1.00	7.00	7.00	7.00	1.00	5.00	1.00

COBA							
	Forma	Color	Brillo	Textura	Tamaño	Apariencia	Innovación
Forma	1.00	7.00	9.00	7.00	7.00	0.33	0.20
Color	0.14	1.00	0.33	0.33	0.33	0.14	0.20
Brillo	0.11	3.00	1.00	0.33	0.33	0.14	0.11
Textura	0.14	3.00	3.00	1.00	0.14	0.33	0.33
Tamaño	0.14	3.00	3.00	7.00	1.00	0.20	0.14
Apariencia	3.00	7.00	7.00	3.00	5.00	1.00	0.14
Innovación	5.00	5.00	9.00	3.00	7.00	7.00	1.00

JLHA							
	Forma	Color	Brillo	Textura	Tamaño	Apariencia	Innovación
Forma	1.00	9.00	9.00	5.00	5.00	0.20	0.20
Color	0.11	1.00	5.00	0.20	0.20	0.11	0.11
Brillo	0.11	0.20	1.00	0.11	0.14	0.14	0.11
Textura	0.20	5.00	9.00	1.00	0.20	0.14	0.14
Tamaño	0.20	5.00	7.00	5.00	1.00	0.20	0.14
Apariencia	5.00	9.00	7.00	7.00	5.00	1.00	0.14
Innovación	5.00	9.00	9.00	7.00	7.00	7.00	1.00

DCS							
	Forma	Color	Brillo	Textura	Tamaño	Apariencia	Innovación
Forma	1.00	9.00	7.00	0.20	1.00	0.33	5.00
Color	0.11	1.00	0.20	0.33	5.00	0.14	1.00
Brillo	0.14	5.00	1.00	1.00	1.00	0.33	0.33
Textura	5.00	3.00	1.00	1.00	0.14	0.14	0.14
Tamaño	1.00	0.20	1.00	7.00	1.00	0.14	0.14
Apariencia	3.00	7.00	3.00	7.00	7.00	1.00	1.00
Innovación	0.20	1.00	3.00	7.00	7.00	1.00	1.00

Medias geométricas							
	Forma	Color	Brillo	Textura	Tamaño	Apariencia	Innovación
Forma	1.000	7.740	7.740	2.809	3.876	0.498	0.525
Color	0.129	1.000	1.525	0.465	0.421	0.189	0.203
Brillo	0.129	0.654	1.000	0.253	0.266	0.248	0.144
Textura	0.356	2.141	3.936	1.000	0.174	0.180	0.199
Tamaño	0.258	2.371	3.743	5.720	1.000	0.380	0.210
Apariencia	2.002	5.245	4.004	5.524	2.627	1.000	0.225
Innovación	1.904	4.904	6.871	4.988	4.743	4.435	1.000

Paso 2: Matrices

Paso 2.1: Matriz de comparación por pares de criterios

	Forma	Color	Brillo	Textura	Tamaño	Apariencia	Innovación
Forma	1.000	7.740	7.740	2.809	3.876	0.498	0.525
Color	0.129	1.000	1.525	0.465	0.421	0.189	0.203
Brillo	0.129	0.654	1.000	0.253	0.266	0.248	0.144
Textura	0.356	2.141	3.936	1.000	0.174	0.180	0.199
Tamaño	0.258	2.371	3.743	5.720	1.000	0.380	0.210
Apariencia	2.002	5.245	4.004	5.524	2.627	1.000	0.225
Innovación	1.904	4.904	6.871	4.988	4.743	4.435	1.000
SUMA	5.778	24.055	28.819	20.759	13.107	6.930	2.506

Paso 2.2: Matriz de normalización

	Forma	Color	Brillo	Textura	Tamaño	Apariencia	Innovación
Forma	0.173	0.322	0.269	0.135	0.296	0.072	0.209
Color	0.022	0.042	0.053	0.022	0.032	0.027	0.081
Brillo	0.022	0.027	0.035	0.012	0.020	0.036	0.057
Textura	0.062	0.089	0.137	0.048	0.013	0.026	0.079
Tamaño	0.045	0.099	0.130	0.276	0.076	0.055	0.084
Apariencia	0.346	0.218	0.139	0.266	0.200	0.144	0.090
Innovación	0.330	0.204	0.238	0.240	0.362	0.640	0.399

Paso 2.3: Matriz de vectores

Estética	Vector promedio	Agregando el valor de la agrupación de Estética	
		Estética	Peso
Forma	0.211	Forma	0.019
Color	0.040	Color	0.004
Brillo	0.030	Brillo	0.003
Textura	0.065	Textura	0.006
Tamaño	0.109	Tamaño	0.010
Apariencia	0.201	Apariencia	0.018
Innovación	0.345	Innovación	0.031
SUMA	1.000	SUMA	0.090

Razón de consistencia

Estética							Vector	
1.000	7.740	7.740	2.809	3.876	0.498	0.525	0.211	
0.129	1.000	1.525	0.465	0.421	0.189	0.203	0.040	
0.129	0.654	1.000	0.253	0.266	0.248	0.144	0.030	
0.356	2.141	3.936	1.000	0.174	0.180	0.199	0.065	
0.258	2.371	3.743	5.720	1.000	0.380	0.210	0.109	
2.002	5.245	4.004	5.524	2.627	1.000	0.225	0.201	
1.904	4.904	6.871	4.988	4.743	4.435	1.000	0.345	

CR Estética			
1.637993147	CI	0.18	
0.296848963	RI	1.34	
0.228120752	CR	0.13	<0,10
0.467167717			
0.890057101			
1.674665013			
2.88			
Delta max		8.07	

Anexo I3: AHP aplicado de factores de Calidad

Agrupación de Calidad

Medias geométricas

RIBC					
	Acabado	Material	Funciones	Resistencia al clima	Resistencia a golpes
Acabado	1.00	0.14	0.14	0.14	0.14
Material	7.00	1.00	0.14	0.20	0.20
Funciones	7.00	7.04	1.00	7.00	3.00
Resistencia al clima	7.00	5.00	7.00	1.00	0.20
Resistencia a golpes	7.00	5.00	0.33	5.00	1.00

AAMM					
	Acabado	Material	Funciones	Resistencia al clima	Resistencia a golpes
Acabado	1.00	0.33	0.20	0.20	0.20
Material	3.00	1.00	0.20	1.00	1.00
Funciones	5.00	5.00	1.00	5.00	1.00
Resistencia al clima	5.00	1.00	0.20	1.00	1.00
Resistencia a golpes	5.00	1.00	1.00	1.00	1.00

COBA					
	Acabado	Material	Funciones	Resistencia al clima	Resistencia a golpes
Acabado	1.00	1.00	0.20	0.20	0.20
Material	1.00	1.00	0.14	0.33	1.00
Funciones	5.00	7.00	1.00	5.00	5.00
Resistencia al clima	5.00	3.00	0.20	1.00	1.00
Resistencia a golpes	5.00	1.00	0.20	1.00	1.00

JLHA					
	Acabado	Material	Funciones	Resistencia al clima	Resistencia a golpes
Acabado	1.00	1.00	0.20	1.00	0.20
Material	1.00	1.00	0.20	0.33	0.33
Funciones	5.00	5.00	1.00	5.00	1.00
Resistencia al clima	1.00	3.00	0.20	1.00	0.20
Resistencia a golpes	5.00	3.00	1.00	5.00	1.00

DCS					
	Acabado	Material	Funciones	Resistencia al clima	Resistencia a golpes
Acabado	1.00	9.00	7.00	5.00	5.00
Material	0.11	1.00	7.00	7.00	7.00
Funciones	0.14	0.14	1.00	7.00	7.00
Resistencia al clima	0.20	0.14	0.14	1.00	7.00
Resistencia a golpes	0.20	0.14	0.14	0.14	1.00

Medias geométricas					
	Acabado	Material	Funciones	Resistencia al clima	Resistencia a golpes
Acabado	1.000	0.841	0.380	0.491	0.356
Material	1.185	1.000	0.355	0.686	0.857
Funciones	2.627	2.813	1.000	5.720	2.537
Resistencia al clima	2.036	1.451	0.381	1.000	0.775
Resistencia a golpes	2.809	1.163	0.394	1.288	1.000

Paso 2: Matriz de comparación por pares de criterios

Paso 2.1

	Acabado	Material	Funciones tecnológicas y/o mecánicas	Resistencia al clima	Resistencia a golpes
Acabado	1.000	0.841	0.380	0.491	0.356
Material	1.185	1.000	0.355	0.686	0.857
Funciones tecnológicas y/o mecánicas	2.627	2.813	1.000	5.720	2.537
Resistencia al clima	2.036	1.451	0.381	1.000	0.775
Resistencia a golpes	2.809	1.163	0.394	1.288	1.000
SUMA	9.657	7.268	2.510	9.186	5.524

Paso 2.2: Matriz de normalización

	Acabado	Material	Funciones tecnológicas y/o mecánicas	Resistencia al clima	Resistencia a golpes
Acabado	0.104	0.116	0.152	0.053	0.064
Material	0.123	0.138	0.141	0.075	0.155
Funciones tecnológicas y/o mecánicas	0.272	0.387	0.398	0.623	0.459
Resistencia al clima	0.211	0.200	0.152	0.109	0.140
Resistencia a golpes	0.291	0.160	0.157	0.140	0.181

Paso 2.3: Matriz de vector

Calidad	Vector promedio
Acabado	0.098
Material	0.126
Funciones tecnológicas y/o mecánicas	0.428
Resistencia al clima	0.162
Resistencia a golpes	0.186
SUMA	1.000

Agregando el valor de la agrupación de Calidad	
Calidad	Valor
Acabado	0.03
Material	0.04
Funciones tec y/o mec.	0.12
Resistencia al clima	0.05
Resistencia a golpes	0.05
SUMA	0.29

Razón de consistencia

Calidad - matriz1					Vector - Matriz 2
1.00	0.84	0.38	0.49	0.36	0.098
1.18	1.00	0.36	0.69	0.86	0.126
2.63	2.81	1.00	5.72	2.54	0.428
2.04	1.45	0.38	1.00	0.78	0.162
2.81	1.16	0.39	1.29	1.00	0.186

CR Calidad		
0.512374403	CI	0.11
0.664647501	RI	1.115
2.439432085	CR	0.101517674
		<0,10
		0.85
		0.98
Delta max		5.45

Anexo I4: AHP aplicado a los factores de funcionalidad

Agrupación de Funcionalidad Medias geométricas

RIBC														
	Efectividad	Eficiencia	Utilidad	Accesibilidad al botón	Accesibilidad al utilizarlo	Accesibilidad al agarre	Rendimiento	Intuición	Facilidad uso	Comodidad	Seguridad	Interacción	B.N.Carga mental	B.N.Carga física
Efectividad	1.00	3.00	1.00	0.20	0.20	5.00	1.00	5.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00
Eficiencia	0.33	1.00	0.33	1.00	1.00	3.00	1.00	5.00	3.00	5.00	3.00	3.00	5.00	5.00
Utilidad	1.00	3.00	1.00	5.00	5.00	7.00	3.00	3.00	3.00	5.00	3.00	3.00	5.00	5.00
Accesibilidad al botón	5.00	1.00	0.20	1.00	1.00	1.00	3.00	0.33	0.33	1.00	0.33	0.20	5.00	5.00
Accesibilidad al utilizarlo	5.00	1.00	0.20	1.00	1.00	7.00	1.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	5.00	5.00
Accesibilidad al agarre	0.20	0.33	0.14	1.00	0.14	1.00	0.20	0.20	0.20	3.00	3.00	0.20	0.30	0.30
Rendimiento	1.00	1.00	0.33	0.33	1.00	5.00	1.00	7.00	1.00	5.00	3.00	5.00	5.00	5.00
Intuición	0.20	0.20	0.33	3.00	0.33	5.00	0.14	1.00	3.00	1.00	0.20	1.00	5.00	5.00
Facilidad uso	0.33	0.33	0.33	3.00	0.33	0.20	1.00	0.33	1.00	3.00	3.00	1.00	5.00	5.00
Comodidad	0.33	0.20	0.20	1.00	0.33	0.33	0.20	1.00	0.33	1.00	0.20	3.00	5.00	5.00
Seguridad	0.33	0.33	0.33	3.00	0.33	0.30	0.33	5.00	0.33	5.00	1.00	7.00	7.00	7.00
Interacción	0.33	0.33	0.33	5.00	0.33	5.00	0.20	1.00	1.00	0.33	0.14	1.00	7.00	5.00
B.N.Carga mental	0.33	0.20	0.20	0.20	0.20	3.00	0.20	0.20	0.20	0.20	0.14	0.14	1.00	5.00
B.N.Carga física	0.33	0.20	0.20	0.20	0.20	3.00	0.20	0.20	0.20	0.20	0.14	0.20	0.20	1.00

AAMM														
	Efectividad	Eficiencia	Utilidad	Accesibilidad al botón	Accesibilidad al utilizarlo	Accesibilidad al agarre	Rendimiento	Intuición	Facilidad uso	Comodidad	Seguridad	Interacción	B.N.Carga mental	B.N.Carga física
Efectividad	1.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	5.00	5.00	1.00	5.00	3.00	3.00	3.00	3.00
Eficiencia	0.33	1.00	5.00	5.00	5.00	3.00	1.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	5.00	0.20
Utilidad	0.33	0.20	1.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	1.00	1.00	0.33	0.33	0.33	0.20
Accesibilidad al botón	0.33	0.20	0.33	1.00	1.00	1.00	3.00	0.33	0.33	1.00	3.00	0.20	3.00	3.00
Accesibilidad al utilizarlo	0.33	0.20	0.33	1.00	1.00	0.33	0.33	0.20	0.33	0.20	0.20	3.00	3.00	3.00
Accesibilidad al agarre	0.33	0.33	0.33	1.00	3.00	1.00	0.33	3.00	1.00	1.00	0.33	3.00	3.00	0.33
Rendimiento	0.20	1.00	0.33	0.33	3.00	3.00	1.00	0.33	0.33	0.33	0.20	0.20	0.20	3.00
Intuición	0.20	0.33	0.33	3.00	5.00	0.33	3.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.33	3.00	3.00
Facilidad uso	1.00	0.33	1.00	3.00	3.00	1.00	3.00	1.00	1.00	3.00	3.00	1.00	3.00	3.00
Comodidad	0.20	0.33	1.00	1.00	5.00	1.00	3.00	1.00	0.33	1.00	0.20	0.33	3.00	3.00
Seguridad	0.33	0.33	3.00	0.33	5.00	3.00	5.00	1.00	0.33	5.00	1.00	5.00	5.00	7.00
Interacción	0.33	0.33	3.00	5.00	0.33	0.33	5.00	3.00	1.00	3.00	0.20	1.00	3.00	3.00
B.N.Carga mental	0.33	0.20	3.00	0.33	0.33	0.33	0.20	0.33	0.33	0.33	0.20	0.33	1.00	1.00
B.N.Carga física	0.33	5.00	5.00	0.33	0.33	3.00	0.33	0.33	0.33	0.33	0.14	0.33	1.00	1.00

COBA														
	Efectividad	Eficiencia	Utilidad	Accesibilidad al botón	Accesibilidad al utilizarlo	Accesibilidad al agarre	Rendimiento	Intuición	Facilidad uso	Comodidad	Seguridad	Interacción	B.N.Carga mental	B.N.Carga física
Efectividad	1.00	3.00	1.00	5.00	5.00	7.00	3.00	3.00	1.00	7.00	0.11	3.00	5.00	5.00
Eficiencia	0.33	1.00	0.20	0.20	0.20	0.14	5.00	3.00	1.00	7.00	0.14	1.00	3.00	3.00
Utilidad	1.00	5.00	1.00	7.00	5.00	7.00	3.00	5.00	3.00	7.00	0.14	5.00	5.00	5.00
Accesibilidad al botón	0.20	5.00	0.14	1.00	1.00	1.00	3.00	0.33	1.00	1.00	0.33	1.00	5.00	5.00
Accesibilidad al utilizarlo	0.20	5.00	0.20	1.00	1.00	3.00	0.20	1.00	0.20	1.00	0.11	0.20	0.20	0.20
Accesibilidad al agarre	0.14	7.00	0.14	1.00	0.33	1.00	0.14	0.14	0.14	0.20	0.11	0.14	0.14	0.14
Rendimiento	0.33	0.20	0.33	0.33	5.00	7.00	1.00	5.00	1.00	7.00	0.14	1.00	3.00	3.00
Intuición	0.33	0.33	0.20	3.00	1.00	7.00	0.20	1.00	1.00	7.00	0.11	1.00	1.00	1.00
Facilidad uso	1.00	1.00	0.33	1.00	5.00	7.00	1.00	1.00	1.00	3.00	5.00	1.00	7.00	7.00
Comodidad	0.14	0.14	0.14	1.00	1.00	5.00	0.14	0.14	0.33	1.00	0.11	0.20	0.14	0.14
Seguridad	9.00	7.00	7.00	3.00	9.00	9.00	7.00	9.00	0.20	9.00	1.00	7.00	7.00	7.00
Interacción	0.33	1.00	0.20	1.00	5.00	7.00	1.00	1.00	1.00	5.00	0.14	1.00	1.00	1.00
B.N.Carga mental	0.20	0.33	0.20	0.20	5.00	7.00	0.33	1.00	0.14	7.00	0.14	1.00	1.00	1.00
B.N.Carga física	0.20	0.33	0.20	0.20	5.00	7.00	0.33	1.00	0.14	7.00	0.14	1.00	1.00	1.00

JLHA														
	Efectividad	Eficiencia	Utilidad	Accesibilidad al botón	Accesibilidad al utilizarlo	Accesibilidad al agarre	Rendimiento	Intuición	Facilidad uso	Comodidad	Seguridad	Interacción	B.N.Carga mental	B.N.Carga física
Efectividad	1.00	5.00	0.20	0.20	1.00	0.20	1.00	0.20	0.14	0.14	0.20	0.20	0.14	0.20
Eficiencia	0.20	1.00	1.00	3.00	5.00	1.00	1.00	0.20	0.20	0.20	0.20	1.00	9.00	0.33
Utilidad	5.00	1.00	1.00	0.33	0.33	0.20	1.00	0.33	0.33	0.20	0.20	0.20	0.14	0.20
Accesibilidad al botón	5.00	0.20	3.00	1.00	1.00	1.00	3.00	1.00	0.33	1.00	3.00	0.20	1.00	1.00
Accesibilidad al utilizarlo	1.00	0.20	3.00	1.00	1.00	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	1.00	0.20	0.20
Accesibilidad al agarre	5.00	1.00	5.00	1.00	5.00	1.00	0.20	0.20	1.00	0.20	0.14	1.00	0.20	0.20
Rendimiento	1.00	1.00	1.00	3.00	5.00	5.00	1.00	1.00	0.33	0.20	0.20	1.00	0.20	0.20
Intuición	5.00	5.00	3.00	1.00	5.00	5.00	1.00	1.00	0.20	0.20	0.20	5.00	0.20	0.20
Facilidad uso	7.00	5.00	3.00	3.00	5.00	1.00	3.00	5.00	1.00	1.00	3.00	1.00	0.20	0.33
Comodidad	7.00	5.00	5.00	1.00	5.00	5.00	5.00	5.00	1.00	1.00	5.00	5.00	5.00	5.00
Seguridad	5.00	5.00	5.00	0.33	5.00	7.00	5.00	5.00	0.33	0.20	1.00	5.00	0.20	0.20
Interacción	5.00	1.00	5.00	5.00	1.00	1.00	1.00	0.20	1.00	0.20	0.20	1.00	0.20	0.20
B.N.Carga mental	7.00	0.11	7.00	1.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	0.20	5.00	5.00	1.00	1.00
B.N.Carga física	5.00	3.00	5.00	1.00	5.00	5.00	5.00	5.00	3.00	0.20	5.00	5.00	1.00	1.00

DCS														
	Efectividad	Eficiencia	Utilidad	Accesibilidad al botón	Accesibilidad al utilizarlo	Accesibilidad al agarre	Rendimiento	Intuición	Facilidad uso	Comodidad	Seguridad	Interacción	B.N.Carga mental	B.N.Carga física
Efectividad	1.00	3.00	7.00	5.00	5.00	5.00	5.00	3.00	5.00	3.00	3.00	5.00	1.00	1.00
Eficiencia	0.33	1.00	0.20	3.00	0.33	3.00	3.00	0.33	0.20	1.00	0.33	3.00	1.00	3.00
Utilidad	0.14	5.00	1.00	1.00	1.00	0.33	0.33	0.20	5.00	5.00	7.00	5.00	1.00	0.33
Accesibilidad al botón	0.20	0.33	1.00	1.00	1.00	1.00	3.00	0.20	0.33	1.00	0.33	0.20	0.14	0.14
Accesibilidad al utilizarlo	0.20	3.00	1.00	1.00	1.00	0.33	1.00	3.00	5.00	3.00	5.00	3.00	1.00	0.33
Accesibilidad al agarre	0.20	0.33	3.00	1.00	3.00	1.00	1.00	3.00	1.00	3.00	5.00	3.00	3.00	3.00
Rendimiento	0.20	0.33	3.00	0.33	1.00	1.00	1.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	3.00	3.00
Intuición	0.33	3.00	5.00	5.00	0.33	0.33	0.20	1.00	0.20	0.20	0.20	0.33	0.33	0.33
Facilidad uso	0.20	5.00	0.20	3.00	0.20	1.00	0.20	5.00	1.00	3.00	3.00	1.00	1.00	1.00
Comodidad	0.33	1.00	0.20	1.00	0.33	0.33	0.20	5.00	0.33	1.00	1.00	3.00	1.00	1.00
Seguridad	0.33	3.00	0.14	3.00	0.20	0.20	0.20	2.00	0.33	1.00	1.00	3.00	1.00	1.00
Interacción	0.20	0.33	0.20	5.00	0.33	0.33	0.20	3.00	1.00	0.33	0.33	1.00	3.00	3.00
B.N.Carga mental	1.00	1.00	1.00	7.00	1.00	0.33	0.33	3.00	1.00	1.00	1.00	0.33	1.00	3.00
B.N.Carga física	1.00	0.33	3.00	7.00	3.00	0.33	0.33	3.00	1.00	1.00	1.00	0.33	0.33	1.00

Medias geométricas														
	Efectividad	Eficiencia	Utilidad	Accesibilidad al botón	Accesibilidad al utilizarlo	Accesibilidad al agarre	Rendimiento	Intuición	Facilidad uso	Comodidad	Seguridad	Interacción	B.N.Carga mental	B.N.Carga física
Efectividad	1.00	3.323	1.332	1.246	1.719	2.537	2.371	2.141	1.163	2.139	0.901	1.933	1.449	1.552
Eficiencia	0.299	1.000	0.581	1.552	1.105	1.308	1.719	1.243	0.815	1.838	0.610	1.933	3.680	1.243
Utilidad	0.748	1.719	1.000	2.032	1.900	1.575	1.549	1.243	1.715	2.036	0.722	1.377	1.032	0.801
Accesibilidad al botón	0.801	0.581	0.490	1.000	1.000	1.000	3.000	0.373	0.412	1.000	0.798	0.276	1.605	1.605
Accesibilidad al utilizarlo	0.581	0.903	0.524	1.000	1.000	0.855	0.421	0.815	0.723	0.815	0.581	1.401	0.903	0.723
Accesibilidad al agarre	0.393	0.759	0.631	1.000	1.161	1.000	0.285	0.552	0.491	0.815	0.599	0.761	0.598	0.385
Rendimiento	0.421	0.581	0.641	0.513	2.371	3.500	1.000	2.251	0.886	1.631	0.611	1.380	1.125	1.933
Intuición	0.465	0.800	0.800	2.667	1.222	1.803	0.443	1.000	0.654	0.775	0.245	0.886	0.998	0.998
Facilidad uso	0.857	1.222	0.579	2.408	1.377	1.070	1.125	1.525	1.000	2.408	3.323	1.000	1.838	2.032
Comodidad	0.465	0.542	0.491	1.000	1.222	1.222	0.611	1.288	0.412	1.000	0.466	1.243	1.605	1.605
Seguridad	1.101	1.628	1.375	1.241	1.715	1.625	1.631	3.393	0.299	2.141	1.000	5.165	2.178	2.330
Interacción	0.514	0.514	0.723	3.624	0.709	1.307	0.725	1.125	1.000	0.800	0.193	1.000	1.660	1.552
B.N.Carga mental	0.686	0.271	0.966	0.621	1.105	1.628	0.465	0.998	0.542	0.621	0.458	0.599	1.000	1.719
B.N.Carga física	0.642	0.800	1.246	0.621	1.377	2.531	0.514	0.998	0.490	0.621	0.428	0.642	0.581	1.000

Paso 2: Matrices
Paso 2.1: Matriz de comparación por pares de criterios

	Efectividad	Eficiencia	Utilidad	Accesibilidad - botones	Accesibilidad al utilizarlo	Accesibilidad agarre	Rendimiento	Intuición	Facilidad de uso	Comodidad	Seguridad	Interacción	Carga mental	Carga física
Efectividad	1.00	3.32	1.33	1.25	1.72	2.54	2.37	2.14	1.16	2.14	0.90	1.93	1.45	1.55
Eficiencia	0.30	1.00	0.58	1.55	1.11	1.31	1.72	1.24	0.82	1.84	0.61	1.93	3.68	1.24
Utilidad	0.75	1.72	1.00	2.03	1.90	1.58	1.55	1.24	1.72	2.04	0.72	1.38	1.03	0.80
Accesibilidad - botones	0.80	0.58	0.49	1.00	1.00	1.00	3.00	0.37	0.41	1.00	0.80	0.28	1.60	1.60
Accesibilidad al utilizarlo	0.58	0.90	0.52	1.00	1.00	0.86	0.42	0.82	0.72	0.82	0.58	1.40	0.90	0.72
Accesibilidad agarre	0.39	0.76	0.63	1.00	1.16	1.00	0.28	0.55	0.49	0.82	0.60	0.76	0.60	0.38
Rendimiento	0.42	0.58	0.64	0.51	2.37	3.50	1.00	2.25	0.89	1.63	0.61	1.38	1.12	1.93
Intuición	0.47	0.80	0.80	2.67	1.22	1.80	0.44	1.00	0.65	0.78	0.24	0.89	1.00	1.00
Facilidad de uso	0.86	1.22	0.58	2.41	1.38	1.07	1.12	1.53	1.00	2.41	3.32	1.00	1.84	2.03
Comodidad	0.46	0.54	0.49	1.00	1.22	1.22	0.61	1.29	0.41	1.00	0.47	1.24	1.60	1.60
Seguridad	1.10	1.63	1.38	1.24	1.72	1.63	1.63	3.39	0.30	2.14	1.00	5.16	2.18	2.33
Interacción	0.51	0.51	0.20	3.62	0.71	1.31	0.72	1.12	1.00	0.80	0.19	1.00	1.66	1.55
Carga mental	0.69	0.27	0.97	0.62	1.11	1.63	0.47	1.00	0.54	0.62	0.46	0.60	1.00	1.72
Carga física	0.64	0.80	1.25	0.62	1.38	2.53	0.51	1.00	0.49	0.62	0.43	0.64	0.58	1.00
SUMA	8.97	14.64	10.85	20.53	18.98	22.96	15.86	18.95	10.60	18.64	10.93	19.60	20.25	19.48

Paso 2.2: Matriz de normalización

	Efectividad	Eficiencia	Utilidad	Accesibilidad - botones	Accesibilidad al utilizarlo	Accesibilidad agarre	Rendimiento	Intuición	Facilidad de uso	Comodidad	Seguridad	Interacción	Carga mental	Carga física
Efectividad	0.111	0.227	0.123	0.061	0.091	0.110	0.150	0.113	0.110	0.115	0.082	0.099	0.072	0.080
Eficiencia	0.033	0.068	0.053	0.076	0.058	0.057	0.108	0.066	0.077	0.099	0.056	0.099	0.182	0.064
Utilidad	0.083	0.117	0.092	0.099	0.100	0.069	0.098	0.066	0.162	0.109	0.066	0.070	0.051	0.041
Accesibilidad - botones	0.089	0.040	0.045	0.049	0.053	0.044	0.189	0.020	0.039	0.054	0.073	0.014	0.079	0.082
Accesibilidad al utilizarlo	0.065	0.062	0.048	0.049	0.053	0.037	0.027	0.043	0.068	0.044	0.053	0.072	0.045	0.037
Accesibilidad agarre	0.044	0.052	0.058	0.049	0.061	0.044	0.018	0.029	0.046	0.044	0.055	0.039	0.030	0.020
Rendimiento	0.047	0.040	0.059	0.025	0.125	0.152	0.063	0.119	0.084	0.088	0.056	0.070	0.056	0.099
Intuición	0.052	0.055	0.074	0.130	0.064	0.079	0.028	0.053	0.062	0.042	0.022	0.045	0.049	0.051
Facilidad de uso	0.095	0.083	0.053	0.117	0.073	0.047	0.071	0.080	0.094	0.129	0.304	0.051	0.091	0.104
Comodidad	0.052	0.037	0.045	0.049	0.064	0.053	0.039	0.068	0.039	0.054	0.043	0.063	0.079	0.082
Seguridad	0.123	0.111	0.127	0.060	0.090	0.071	0.103	0.179	0.028	0.115	0.091	0.264	0.108	0.120
Interacción	0.057	0.035	0.018	0.177	0.037	0.057	0.046	0.059	0.094	0.043	0.018	0.051	0.082	0.080
Carga mental	0.077	0.018	0.089	0.030	0.058	0.071	0.029	0.053	0.051	0.033	0.042	0.031	0.049	0.088
Carga física	0.072	0.055	0.115	0.030	0.073	0.110	0.032	0.053	0.046	0.033	0.039	0.033	0.029	0.051

Paso 2.3: Matriz de vector

Funcionalidad	Vector promedio	Agregando el valor de la agrupación de Funcionalidad	
		Funcionalidad	Valor
Efectividad	0.110	Efectividad	0.068
Eficiencia	0.078	Eficiencia	0.049
Utilidad	0.087	Utilidad	0.054
Accesibilidad - botones	0.062	Accesibilidad - botones	0.038
Accesibilidad al utilizarlo	0.050	Accesibilidad al utilizarlo	0.031
Accesibilidad agarre	0.042	Accesibilidad agarre	0.026
Rendimiento	0.077	Rendimiento	0.048
Intuición	0.058	Intuición	0.036
Facilidad de uso	0.100	Facilidad de uso	0.062
Comodidad	0.055	Comodidad	0.034
Seguridad	0.114	Seguridad	0.070
Interacción	0.061	Interacción	0.038
Carga mental	0.051	Carga mental	0.032
Carga física	0.055	Carga física	0.034
SUMA	1.00	SUMA	0.62

Razón de consistencia

Funcionalidad														Vector
1.00	3.32	1.33	1.25	1.72	2.54	2.37	2.14	1.16	2.14	0.90	1.93	1.45	1.55	0.11
0.30	1.00	0.58	1.55	1.11	1.31	1.72	1.24	0.82	1.84	0.61	1.93	3.68	1.24	0.08
0.75	1.72	1.00	2.03	1.90	1.58	1.55	1.24	1.72	2.04	0.72	1.38	1.03	0.80	0.09
0.80	0.58	0.49	1.00	1.00	1.00	3.00	0.37	0.41	1.00	0.80	0.28	1.60	1.60	0.06
0.58	0.90	0.52	1.00	1.00	0.86	0.42	0.82	0.72	0.82	0.58	1.40	0.90	0.72	0.05
0.39	0.76	0.63	1.00	1.16	1.00	0.28	0.55	0.49	0.82	0.60	0.76	0.60	0.38	0.04
0.42	0.58	0.64	0.51	2.37	3.50	1.00	2.25	0.89	1.63	0.61	1.38	1.12	1.93	0.08
0.47	0.80	0.80	2.67	1.22	1.80	0.44	1.00	0.65	0.78	0.24	0.89	1.00	1.00	0.06
0.86	1.22	0.58	2.41	1.38	1.07	1.12	1.53	1.00	2.41	3.32	1.00	1.84	2.03	0.10
0.46	0.54	0.49	1.00	1.22	1.22	0.61	1.29	0.41	1.00	0.47	1.24	1.60	1.60	0.05
1.10	1.63	1.38	1.24	1.72	1.63	1.63	3.39	0.30	2.14	1.00	5.16	2.18	2.33	0.11
0.51	0.51	0.20	3.62	0.71	1.31	0.72	1.12	1.00	0.80	0.19	1.00	1.66	1.55	0.06
0.69	0.27	0.97	0.62	1.11	1.63	0.47	1.00	0.54	0.62	0.46	0.60	1.00	1.72	0.05
0.64	0.80	1.25	0.62	1.38	2.53	0.51	1.00	0.49	0.62	0.43	0.64	0.58	1.00	0.06

CR Funcionalidad		
1.675896083	CI	0.09
1.199542606	RI	1.57
1.328333086	CR	0.059399806 <0,10
0.957889901		
0.76215895		
0.633595412		
1.147180839		
0.873466564		
1.554639759		
0.827712309		
1.737011446		
0.94733897		
0.759291414		
0.808292704		
Delta max		15.21235004

Anexo J: Valores difusos de Resultados de expertos para el Rango de sistema

	RIBC			JLHA			AAMM			DCS			COBA		
	Estética														
	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C
Forma	Bueno	Muy bueno	Bueno	Bueno	Regular	Bueno	Regular	Bueno	Muy bueno	Pobre	Bueno	Regular	Pobre	Muy bueno	Bueno
Color	Regular	Bueno	Muy bueno	Muy bueno	Muy bueno	Regular	Pobre	Bueno	Bueno	Pobre	Bueno	Excelente	Pobre	Excelente	Bueno
Brillo	Pobre	Bueno	Muy bueno	Bueno	Bueno	Regular	Pobre	Bueno	Bueno	Pobre	Bueno	Regular	Bueno	Excelente	Bueno
Textura	Pobre	Bueno	Muy bueno	Muy bueno	Muy bueno	Excelente	Regular	Muy bueno	Muy bueno	Pobre	Bueno	Muy bueno	Muy bueno	Excelente	Muy bueno
Tamaño	Bueno	Bueno	Regular	Muy bueno	Bueno	Muy bueno	Bueno	Bueno	Bueno	Regular	Bueno	Pobre	Muy bueno	Muy bueno	Bueno
Apariencia	Muy bueno	Muy bueno	Regular	Muy bueno	Excelente	Muy bueno	Regular	Bueno	Muy bueno	Pobre	Muy bueno	Muy bueno	Pobre	Excelente	Muy bueno
Innovación	Regular	Regular	Regular	Bueno	Excelente	Muy bueno	Regular	Bueno	Muy bueno	Pobre	Muy bueno	Excelente	Pobre	Bueno	Bueno
	Calidad														
	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C
Acabado	Pobre	Bueno	Bueno	Bueno	Muy bueno	Excelente	Pobre	Bueno	Bueno	Regular	Muy bueno	Excelente	Pobre	Muy bueno	Bueno
Material	Regular	Bueno	Bueno	Regular	Regular	Regular	Pobre	Muy bueno	Muy bueno	Pobre	Bueno	Muy bueno	Pobre	Bueno	Regular
Funciones	Muy bueno	Muy bueno	Muy bueno	Bueno	Excelente	Muy bueno	Regular	Bueno	Bueno	Bueno	Muy bueno	Pobre	Pobre	Bueno	Muy bueno
Resist. clima	Regular	Bueno	Bueno	Regular	Regular	Regular	Regular	Bueno	Bueno	Pobre	Pobre	Pobre	Excelente	Excelente	Excelente
Resist. golpes	Regular	Regular	Bueno	Regular	Pobre	Pobre	Pobre	Bueno	Muy bueno	Pobre	Regular	Regular	Pobre	Bueno	Bueno
	Funcionalidad														
	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C
Efectividad	Alto	Alto	Alto	Mediano	Mediano	Bajo	Muy Bajo	Bajo	Bajo	Mediano	Mediano	Muy Bajo	Muy Bajo	Alto	Alto
Eficiencia	Alto	Alto	Alto	Mediano	Mediano	Mediano	Bajo	Mediano	Mediano	Mediano	Muy alto	Muy Bajo	Alto	Alto	Muy Bajo
Utilidad	Muy bueno	Muy bueno	Muy bueno	Bueno	Regular	Bueno	Bueno	Muy bueno	Muy bueno	Bueno	Muy bueno	Pobre	Regular	Bueno	Muy bueno
Accesibilidad al botón	Bueno	Pobre	Bueno	Regular	Muy bueno	Muy bueno	Pobre	Pobre	Regular	Pobre	Bueno	Pobre	Pobre	Excelente	Pobre
Accesibilidad al utilizarlo	Bueno	Muy bueno	Regular	Muy bueno	Muy bueno	Regular	Regular	Bueno	Bueno	Bueno	Bueno	Pobre	Muy bueno	Muy bueno	Pobre
Accesibilidad al agarrar	Bueno	Muy bueno	Excelente	Muy bueno	Muy bueno	Regular	Bueno	Bueno	Bueno	Bueno	Muy bueno	Pobre	Bueno	Muy bueno	Muy bueno
Rendimiento	Muy bueno	Muy bueno	Muy bueno	Bueno	Bueno	Bueno	Regular	Bueno	Excelente	Bueno	Muy bueno	Bueno	Muy bueno	Muy bueno	Bueno
Intuición	Muy bueno	Bueno	Muy bueno	Muy bueno	Muy bueno	Bueno	Bueno	Bueno	Regular	Bueno	Bueno	Pobre	Muy bueno	Muy bueno	Pobre
Facilidad uso	Muy bueno	Regular	Bueno	Muy bueno	Bueno	Muy bueno	Regular	Bueno	Bueno	Regular	Muy bueno	Pobre	Muy bueno	Muy bueno	Regular
Comodidad	Pobre	Regular	Muy bueno	Muy bueno	Bueno	Bueno	Regular	Bueno	Bueno	Bueno	Muy bueno	Pobre	Bueno	Bueno	Muy bueno
Seguridad	Muy bueno	Pobre	Muy bueno	Bueno	Bueno	Bueno	Bueno	Bueno	Excelente	Bueno	Bueno	Pobre	Muy bueno	Muy bueno	Bueno
Interacción	Bueno	Bueno	Bueno	Muy bueno	Bueno	Bueno	Regular	Bueno	Bueno	Bueno	Bueno	Pobre	Bueno	Muy bueno	Regular
B.N.Carga mental	Alto	Alto	Alto	Alto	Alto	Mediano	Bajo	Mediano	Bajo	Bajo	Bajo	Muy Bajo	Alto	Alto	Alto
B.N.Carga física	Muy Bajo	Mediano	Alto	Alto	Alto	Mediano	Bajo	Mediano	Bajo	Mediano	Mediano	Mediano	Alto	Alto	Alto

Sustitución de términos lingüísticos a valores difusos

	RIBC			JLHA			AAMM			DCS			COBA		
	Estética														
	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C
Forma	(0.4, 0.55, 0.7)	(0.6, 0.75, 0.9)	(0.4, 0.55, 0.7)	(0.4, 0.55, 0.7)	(0.2, 0.35, 0.5)	(0.4, 0.55, 0.7)	(0.2, 0.35, 0.5)	(0.4, 0.55, 0.7)	(0.6, 0.75, 0.9)	(0.0, 0.00, 0.3)	(0.4, 0.55, 0.7)	(0.2, 0.35, 0.5)	(0.0, 0.00, 0.3)	(0.6, 0.75, 0.9)	(0.4, 0.55, 0.7)
Color	(0.2, 0.35, 0.5)	(0.4, 0.55, 0.7)	(0.6, 0.75, 0.9)	(0.6, 0.75, 0.9)	(0.6, 0.75, 0.9)	(0.2, 0.35, 0.5)	(0.0, 0.00, 0.3)	(0.4, 0.55, 0.7)	(0.4, 0.55, 0.7)	(0.0, 0.00, 0.3)	(0.4, 0.55, 0.7)	(0.8, 1.00, 1.0)	(0.0, 0.00, 0.3)	(0.8, 1.00, 1.0)	(0.4, 0.55, 0.7)
Brillo	(0.0, 0.00, 0.3)	(0.4, 0.55, 0.7)	(0.6, 0.75, 0.9)	(0.4, 0.55, 0.7)	(0.4, 0.55, 0.7)	(0.2, 0.35, 0.5)	(0.0, 0.00, 0.3)	(0.4, 0.55, 0.7)	(0.4, 0.55, 0.7)	(0.0, 0.00, 0.3)	(0.4, 0.55, 0.7)	(0.2, 0.35, 0.5)	(0.4, 0.55, 0.7)	(0.8, 1.00, 1.0)	(0.4, 0.55, 0.7)
Textura	(0.0, 0.00, 0.3)	(0.4, 0.55, 0.7)	(0.6, 0.75, 0.9)	(0.6, 0.75, 0.9)	(0.6, 0.75, 0.9)	(0.8, 1.00, 1.0)	(0.2, 0.35, 0.5)	(0.6, 0.75, 0.9)	(0.6, 0.75, 0.9)	(0.0, 0.00, 0.3)	(0.4, 0.55, 0.7)	(0.6, 0.75, 0.9)	(0.6, 0.75, 0.9)	(0.8, 1.00, 1.0)	(0.6, 0.75, 0.9)
Tamaño	(0.4, 0.55, 0.7)	(0.4, 0.55, 0.7)	(0.2, 0.35, 0.5)	(0.6, 0.75, 0.9)	(0.4, 0.55, 0.7)	(0.6, 0.75, 0.9)	(0.4, 0.55, 0.7)	(0.4, 0.55, 0.7)	(0.4, 0.55, 0.7)	(0.2, 0.35, 0.5)	(0.4, 0.55, 0.7)	(0.0, 0.00, 0.3)	(0.6, 0.75, 0.9)	(0.6, 0.75, 0.9)	(0.4, 0.55, 0.7)
Apariencia	(0.6, 0.75, 0.9)	(0.6, 0.75, 0.9)	(0.2, 0.35, 0.5)	(0.6, 0.75, 0.9)	(0.8, 1.00, 1.0)	(0.6, 0.75, 0.9)	(0.2, 0.35, 0.5)	(0.4, 0.55, 0.7)	(0.6, 0.75, 0.9)	(0.0, 0.00, 0.3)	(0.6, 0.75, 0.9)	(0.6, 0.75, 0.9)	(0.0, 0.00, 0.3)	(0.8, 1.00, 1.0)	(0.6, 0.75, 0.9)
Innovación	(0.2, 0.35, 0.5)	(0.2, 0.35, 0.5)	(0.2, 0.35, 0.5)	(0.4, 0.55, 0.7)	(0.8, 1.00, 1.0)	(0.6, 0.75, 0.9)	(0.2, 0.35, 0.5)	(0.4, 0.55, 0.7)	(0.6, 0.75, 0.9)	(0.0, 0.00, 0.3)	(0.6, 0.75, 0.9)	(0.8, 1.00, 1.0)	(0.0, 0.00, 0.3)	(0.4, 0.55, 0.7)	(0.4, 0.55, 0.7)
	Calidad														
	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C
Acabado	(0.0, 0.00, 0.3)	(0.4, 0.55, 0.7)	(0.4, 0.55, 0.7)	(0.4, 0.55, 0.7)	(0.6, 0.75, 0.9)	(0.8, 1.00, 1.0)	(0.0, 0.00, 0.3)	(0.4, 0.55, 0.7)	(0.4, 0.55, 0.7)	(0.2, 0.35, 0.5)	(0.6, 0.75, 0.9)	(0.8, 1.00, 1.0)	(0.0, 0.00, 0.3)	(0.6, 0.75, 0.9)	(0.4, 0.55, 0.7)
Material	(0.2, 0.35, 0.5)	(0.4, 0.55, 0.7)	(0.4, 0.55, 0.7)	(0.2, 0.35, 0.5)	(0.2, 0.35, 0.5)	(0.2, 0.35, 0.5)	(0.0, 0.00, 0.3)	(0.6, 0.75, 0.9)	(0.6, 0.75, 0.9)	(0.0, 0.00, 0.3)	(0.4, 0.55, 0.7)	(0.6, 0.75, 0.9)	(0.0, 0.00, 0.3)	(0.4, 0.55, 0.7)	(0.2, 0.35, 0.5)
Funciones	(0.6, 0.75, 0.9)	(0.6, 0.75, 0.9)	(0.6, 0.75, 0.9)	(0.4, 0.55, 0.7)	(0.8, 1.00, 1.0)	(0.6, 0.75, 0.9)	(0.2, 0.35, 0.5)	(0.4, 0.55, 0.7)	(0.4, 0.55, 0.7)	(0.4, 0.55, 0.7)	(0.6, 0.75, 0.9)	(0.0, 0.00, 0.3)	(0.0, 0.00, 0.3)	(0.4, 0.55, 0.7)	(0.6, 0.75, 0.9)
Resist. clima	(0.2, 0.35, 0.5)	(0.4, 0.55, 0.7)	(0.4, 0.55, 0.7)	(0.2, 0.35, 0.5)	(0.2, 0.35, 0.5)	(0.2, 0.35, 0.5)	(0.2, 0.35, 0.5)	(0.4, 0.55, 0.7)	(0.4, 0.55, 0.7)	(0.0, 0.00, 0.3)	(0.0, 0.00, 0.3)	(0.0, 0.00, 0.3)	(0.8, 1.00, 1.0)	(0.8, 1.00, 1.0)	(0.8, 1.00, 1.0)
Resist. golpes	(0.2, 0.35, 0.5)	(0.2, 0.35, 0.5)	(0.4, 0.55, 0.7)	(0.2, 0.35, 0.5)	(0.0, 0.00, 0.3)	(0.0, 0.00, 0.3)	(0.0, 0.00, 0.3)	(0.4, 0.55, 0.7)	(0.6, 0.75, 0.9)	(0.0, 0.00, 0.3)	(0.2, 0.35, 0.5)	(0.2, 0.35, 0.5)	(0.0, 0.00, 0.3)	(0.4, 0.55, 0.7)	(0.4, 0.55, 0.7)
	Funcionalidad														
	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C
Efectividad	(0.5,0.75,1)	(0.5,0.75,1)	(0.5,0.75,1)	(0.3,0.5,0.7)	(0.3,0.5,0.7)	(0,0.25,0.5)	(0.0, 0.00, 0.3)	(0,0.25,0.5)	(0,0.25,0.5)	(0.3,0.5,0.7)	(0.3,0.5,0.7)	(0.0, 0.00, 0.3)	(0.0, 0.00, 0.3)	(0.5,0.75,1)	(0.5,0.75,1)
Eficiencia	(0.5,0.75,1)	(0.5,0.75,1)	(0.5,0.75,1)	(0.3,0.5,0.7)	(0.3,0.5,0.7)	(0.3,0.5,0.7)	(0,0.25,0.5)	(0.3,0.5,0.7)	(0.3,0.5,0.7)	(0.3,0.5,0.7)	(0.7,1,1)	(0.0, 0.00, 0.3)	(0.5,0.75,1)	(0.5,0.75,1)	(0.0, 0.00, 0.3)
Utilidad	(0.6, 0.75, 0.9)	(0.6, 0.75, 0.9)	(0.6, 0.75, 0.9)	(0.4, 0.55, 0.7)	(0.2, 0.35, 0.5)	(0.4, 0.55, 0.7)	(0.4, 0.55, 0.7)	(0.6, 0.75, 0.9)	(0.6, 0.75, 0.9)	(0.4, 0.55, 0.7)	(0.6, 0.75, 0.9)	(0.0, 0.00, 0.3)	(0.2, 0.35, 0.5)	(0.4, 0.55, 0.7)	(0.6, 0.75, 0.9)
Accesibilidad al botón	(0.4, 0.55, 0.7)	(0.0, 0.00, 0.3)	(0.4, 0.55, 0.7)	(0.2, 0.35, 0.5)	(0.6, 0.75, 0.9)	(0.6, 0.75, 0.9)	(0.0, 0.00, 0.3)	(0.0, 0.00, 0.3)	(0.2, 0.35, 0.5)	(0.0, 0.00, 0.3)	(0.4, 0.55, 0.7)	(0.0, 0.00, 0.3)	(0.0, 0.00, 0.3)	(0.8, 1.00, 1.0)	(0.0, 0.00, 0.3)
Accesibilidad al usuario	(0.4, 0.55, 0.7)	(0.6, 0.75, 0.9)	(0.2, 0.35, 0.5)	(0.6, 0.75, 0.9)	(0.6, 0.75, 0.9)	(0.2, 0.35, 0.5)	(0.2, 0.35, 0.5)	(0.4, 0.55, 0.7)	(0.4, 0.55, 0.7)	(0.4, 0.55, 0.7)	(0.4, 0.55, 0.7)	(0.0, 0.00, 0.3)	(0.6, 0.75, 0.9)	(0.6, 0.75, 0.9)	(0.0, 0.00, 0.3)
Accesibilidad al agarre	(0.4, 0.55, 0.7)	(0.6, 0.75, 0.9)	(0.8, 1.00, 1.0)	(0.6, 0.75, 0.9)	(0.6, 0.75, 0.9)	(0.2, 0.35, 0.5)	(0.4, 0.55, 0.7)	(0.4, 0.55, 0.7)	(0.4, 0.55, 0.7)	(0.4, 0.55, 0.7)	(0.6, 0.75, 0.9)	(0.0, 0.00, 0.3)	(0.4, 0.55, 0.7)	(0.6, 0.75, 0.9)	(0.6, 0.75, 0.9)
Rendimiento	(0.6, 0.75, 0.9)	(0.6, 0.75, 0.9)	(0.6, 0.75, 0.9)	(0.4, 0.55, 0.7)	(0.4, 0.55, 0.7)	(0.4, 0.55, 0.7)	(0.2, 0.35, 0.5)	(0.4, 0.55, 0.7)	(0.8, 1.00, 1.0)	(0.4, 0.55, 0.7)	(0.6, 0.75, 0.9)	(0.4, 0.55, 0.7)	(0.6, 0.75, 0.9)	(0.6, 0.75, 0.9)	(0.4, 0.55, 0.7)
Intuición	(0.6, 0.75, 0.9)	(0.4, 0.55, 0.7)	(0.6, 0.75, 0.9)	(0.6, 0.75, 0.9)	(0.6, 0.75, 0.9)	(0.4, 0.55, 0.7)	(0.4, 0.55, 0.7)	(0.4, 0.55, 0.7)	(0.2, 0.35, 0.5)	(0.4, 0.55, 0.7)	(0.4, 0.55, 0.7)	(0.0, 0.00, 0.3)	(0.6, 0.75, 0.9)	(0.6, 0.75, 0.9)	(0.0, 0.00, 0.3)
Facilidad uso	(0.6, 0.75, 0.9)	(0.2, 0.35, 0.5)	(0.4, 0.55, 0.7)	(0.6, 0.75, 0.9)	(0.4, 0.55, 0.7)	(0.6, 0.75, 0.9)	(0.2, 0.35, 0.5)	(0.4, 0.55, 0.7)	(0.4, 0.55, 0.7)	(0.2, 0.35, 0.5)	(0.6, 0.75, 0.9)	(0.0, 0.00, 0.3)	(0.6, 0.75, 0.9)	(0.6, 0.75, 0.9)	(0.2, 0.35, 0.5)
Comodidad	(0.0, 0.00, 0.3)	(0.2, 0.35, 0.5)	(0.6, 0.75, 0.9)	(0.6, 0.75, 0.9)	(0.4, 0.55, 0.7)	(0.4, 0.55, 0.7)	(0.2, 0.35, 0.5)	(0.4, 0.55, 0.7)	(0.4, 0.55, 0.7)	(0.4, 0.55, 0.7)	(0.6, 0.75, 0.9)	(0.0, 0.00, 0.3)	(0.4, 0.55, 0.7)	(0.4, 0.55, 0.7)	(0.6, 0.75, 0.9)
Seguridad	(0.6, 0.75, 0.9)	(0.0, 0.00, 0.3)	(0.6, 0.75, 0.9)	(0.4, 0.55, 0.7)	(0.4, 0.55, 0.7)	(0.4, 0.55, 0.7)	(0.4, 0.55, 0.7)	(0.4, 0.55, 0.7)	(0.8, 1.00, 1.0)	(0.4, 0.55, 0.7)	(0.4, 0.55, 0.7)	(0.0, 0.00, 0.3)	(0.6, 0.75, 0.9)	(0.6, 0.75, 0.9)	(0.4, 0.55, 0.7)
Interacción	(0.4, 0.55, 0.7)	(0.4, 0.55, 0.7)	(0.4, 0.55, 0.7)	(0.6, 0.75, 0.9)	(0.4, 0.55, 0.7)	(0.4, 0.55, 0.7)	(0.2, 0.35, 0.5)	(0.4, 0.55, 0.7)	(0.4, 0.55, 0.7)	(0.4, 0.55, 0.7)	(0.4, 0.55, 0.7)	(0.0, 0.00, 0.3)	(0.4, 0.55, 0.7)	(0.6, 0.75, 0.9)	(0.2, 0.35, 0.5)
B.N.Carga mental	(0.5,0.75,1)	(0.5,0.75,1)	(0.5,0.75,1)	(0.5,0.75,1)	(0.5,0.75,1)	(0.3,0.5,0.7)	(0,0.25,0.5)	(0.3,0.5,0.7)	(0,0.25,0.5)	(0.3,0.5,0.7)	(0.3,0.5,0.7)	(0.0, 0.00, 0.3)	(0.5,0.75,1)	(0.5,0.75,1)	(0.5,0.75,1)
B.N.Carga física	(0.0, 0.00, 0.3)	(0.3,0.5,0.7)	(0.5,0.75,1)	(0.5,0.75,1)	(0.5,0.75,1)	(0.3,0.5,0.7)	(0,0.25,0.5)	(0.3,0.5,0.7)	(0,0.25,0.5)	(0.3,0.5,0.7)	(0.3,0.5,0.7)	(0.3,0.5,0.7)	(0.5,0.75,1)	(0.5,0.75,1)	(0.5,0.75,1)

Anexo K: Medias aritméticas de valores difusos de los productos A, B y C – Rango de diseño en base a expertos

Anexo K1: Producto A

Calificación asignada de la evaluación - Producto A																		
Estética																Resultado		
Forma	0.4	0.4	0.2	0.0	0.0	0.55	0.55	0.35	0	0	0.7	0.7	0.5	0.3	0.3	0.2	0.29	0.5
Color	0.2	0.6	0.0	0.0	0.0	0.35	0.75	0.00	0	0	0.5	0.9	0.3	0.3	0.3	0.16	0.22	0.46
Brillo	0.0	0.4	0.0	0.0	0.4	0	0.55	0.00	0	0.55	0.3	0.7	0.3	0.3	0.7	0.16	0.22	0.46
Textura	0.0	0.6	0.2	0.0	0.6	0	0.75	0.35	0	0.75	0.3	0.9	0.5	0.3	0.9	0.28	0.37	0.58
Tamaño	0.4	0.6	0.4	0.2	0.6	0.55	0.75	0.55	0.35	0.75	0.7	0.9	0.7	0.5	0.9	0.44	0.59	0.74
Apariencia	0.6	0.6	0.2	0.0	0.0	0.75	0.75	0.35	0	0	0.9	0.9	0.5	0.3	0.3	0.28	0.37	0.58
Innovación	0.2	0.4	0.2	0.0	0.0	0.35	0.55	0.35	0	0	0.5	0.7	0.5	0.3	0.3	0.16	0.25	0.46

Calidad																Resultado		
Acabado	0.0	0.4	0.0	0.2	0.0	0	0.55	0	0.35	0	0.3	0.7	0.3	0.5	0.3	0.12	0.18	0.42
Material	0.2	0.4	0.0	0.0	0.0	0.35	0.35	0	0	0	0.5	0.5	0.3	0.3	0.3	0.12	0.14	0.38
Funciones	0.6	0.6	0.2	0.4	0.0	0.75	0.55	0.35	0.55	0	0.9	0.7	0.5	0.7	0.3	0.36	0.44	0.62
Resist. clima	0.2	0.4	0.2	0.0	0.8	0.35	0.35	0.35	0	1	0.5	0.5	0.5	0.3	1	0.32	0.41	0.56
Resist. golpes	0.2	0.4	0.0	0.0	0.0	0.35	0.35	0	0	0	0.5	0.5	0.3	0.3	0.3	0.12	0.14	0.38

Funcionalidad																Resultado		
Efectividad	0.5	0.3	0.0	0.3	0.0	0.75	0.50	0	0.5	0	1	0.7	0.3	0.7	0.3	0.22	0.35	0.6
Eficiencia	0.5	0.3	0.0	0.3	0.5	0.75	0.50	0.25	0.5	0.75	1	0.7	0.5	0.7	1	0.32	0.55	0.78
Utilidad	0.6	0.4	0.4	0.4	0.2	0.75	0.55	0.55	0.55	0.35	0.9	0.7	0.7	0.7	0.5	0.4	0.55	0.7
Accesibilidad al botón	0.4	0.2	0.0	0.2	0.0	0.55	0.35	0	0	0	0.7	0.5	0.3	0.3	0.3	0.16	0.18	0.42
Accesibilidad al utilizarlo	0.4	0.6	0.2	0.4	0.6	0.55	0.75	0.35	0.55	0.75	0.7	0.9	0.5	0.7	0.9	0.44	0.59	0.74
Accesibilidad al agarre	0.4	0.6	0.4	0.4	0.4	0.55	0.75	0.55	0.55	0.55	0.7	0.9	0.7	0.7	0.7	0.44	0.59	0.74
Rendimiento	0.6	0.4	0.2	0.4	0.6	0.75	0.55	0.35	0.55	0.75	0.9	0.7	0.5	0.7	0.9	0.44	0.59	0.74
Intuición	0.6	0.6	0.4	0.2	0.6	0.75	0.75	0.55	0.55	0.75	0.9	0.9	0.7	0.7	0.9	0.48	0.67	0.82
Facilidad uso	0.6	0.6	0.2	0.2	0.6	0.75	0.75	0.35	0.35	0.75	0.9	0.9	0.5	0.5	0.9	0.44	0.59	0.74
Comodidad	0.0	0.6	0.2	0.2	0.4	0	0.75	0.35	0.55	0.55	0.3	0.9	0.5	0.7	0.7	0.28	0.44	0.62
Seguridad	0.6	0.4	0.4	0.4	0.6	0.75	0.55	0.55	0.55	0.75	0.9	0.7	0.7	0.7	0.9	0.48	0.63	0.78
Interacción	0.4	0.6	0.2	0.4	0.4	0.55	0.75	0.35	0.55	0.55	0.7	0.9	0.5	0.7	0.7	0.4	0.55	0.7
B.N.Carga mental	0.5	0.5	0.0	0.0	0.5	0.75	0.75	0.25	0.25	0.75	1	1.0	0.5	0.5	1	0.3	0.55	0.8
B.N.Carga física	0.0	0.5	0.0	0.3	0.5	0	0.75	0.25	0.5	0.75	0.3	1.0	0.5	0.7	1	0.26	0.45	0.7

Anexo K2: Producto B

Calificación asignada de la evaluación - Producto B																		
Estética																Resultado		
Forma	0.6	0.2	0.4	0.4	0.6	0.75	0.35	0.55	0.55	0.75	0.9	0.5	0.7	0.7	0.9	0.44	0.59	0.74
Color	0.4	0.6	0.4	0.4	0.8	0.55	0.75	0.55	0.55	1	0.7	0.9	0.7	0.7	1	0.52	0.68	0.8
Brillo	0.4	0.4	0.4	0.4	0.8	0.55	0.55	0.55	0.55	1	0.7	0.7	0.7	0.7	1	0.48	0.64	0.76
Textura	0.4	0.6	0.6	0.4	0.8	0.55	0.75	0.75	0.55	1	0.7	0.9	0.9	0.7	1	0.56	0.72	0.84
Tamaño	0.4	0.4	0.4	0.4	0.6	0.55	0.55	0.55	0.55	0.75	0.7	0.7	0.7	0.7	0.9	0.44	0.59	0.74
Apariencia	0.6	0.8	0.4	0.6	0.8	0.75	1.00	0.55	0.75	1	0.9	1.0	1	0.9	1	0.64	0.81	0.96
Innovación	0.2	0.8	0.4	0.6	0.4	0.35	1.00	0.55	0.75	0.55	0.5	1.0	1	0.9	0.7	0.48	0.64	0.82

Calidad																Resultado		
Acabado	0.4	0.6	0.4	0.6	0.6	0.55	0.75	0.55	0.75	0.75	0.7	0.9	0.7	0.9	0.9	0.52	0.67	0.82
Material	0.4	0.2	0.6	0.4	0.4	0.55	0.35	0.75	0.55	0.55	0.7	0.5	0.9	0.7	0.7	0.4	0.55	0.7
Funciones	0.6	0.8	0.4	0.6	0.4	0.75	1.00	0.55	0.75	0.55	0.9	1.0	0.7	0.9	0.7	0.56	0.72	0.84
R. clima	0.4	0.2	0.4	0.0	0.8	0.55	0.35	0.55	0	1	0.7	0.5	0.7	0.3	1	0.36	0.49	0.64
R. golpes	0.2	0.0	0.4	0.2	0.4	0.35	0.00	0.6	0.35	0.55	0.5	0.3	0.7	0.5	0.7	0.24	0.36	0.54

Funcionalidad																Resultado		
Efectividad	0.50	0.30	0.00	0.30	0.50	0.75	0.50	0.25	0.50	0.75	1.00	0.70	0.50	0.70	1.00	0.32	0.55	0.78
Eficiencia	0.5	0.3	0.3	0.7	0.5	0.75	0.5	0.5	1	0.75	1	0.7	0.7	1	1	0.46	0.7	0.88
Utilidad	0.6	0.2	0.6	0.6	0.4	0.75	0.35	0.75	0.75	0.55	0.9	0.5	0.9	0.9	0.7	0.48	0.63	0.78
Accesibilidad al bóton	0	0.6	0	0.4	0.8	0	0.75	0	0.55	1	0.3	0.9	0.3	0.7	1	0.36	0.46	0.64
Accesibilidad al utilizarlo	0.6	0.6	0.4	0.4	0.6	0.75	0.75	0.55	0.55	0.75	0.9	0.9	0.7	0.7	0.9	0.52	0.67	0.82
Accesibilidad al agarre	0.6	0.6	0.4	0.6	0.6	0.75	0.75	0.55	0.75	0.75	0.9	0.9	0.7	0.9	0.9	0.56	0.71	0.86
Rendimiento	0.6	0.4	0.4	0.6	0.6	0.75	0.55	0.55	0.75	0.75	0.9	0.7	0.7	0.9	0.9	0.52	0.67	0.82
Intuición	0.4	0.6	0.4	0.4	0.6	0.55	0.75	0.55	0.55	0.75	0.7	0.9	0.7	0.7	0.9	0.48	0.63	0.78
Facilidad uso	0.2	0.4	0.4	0.6	0.6	0.35	0.55	0.55	0.75	0.75	0.5	0.7	0.7	0.9	0.9	0.44	0.59	0.74
Comodidad	0.2	0.4	0.4	0.6	0.4	0.35	0.55	0.55	0.75	0.55	0.5	0.7	0.7	0.9	0.7	0.4	0.55	0.7
Seguridad	0.0	0.4	0.4	0.4	0.6	0	0.55	0.55	0.55	0.75	0.3	0.7	0.7	0.7	0.9	0.36	0.48	0.66
Interacción	0.4	0.4	0.4	0.4	0.6	0.55	0.55	0.55	0.55	0.75	0.7	0.7	0.7	0.7	0.9	0.44	0.59	0.74
B.N.Carga mental	0.5	0.5	0.3	0.0	0.5	0.75	0.75	0.5	0.25	0.75	1	1.0	0.7	0.5	1	0.36	0.6	0.84
B.N.Carga física	0.3	0.5	0.3	0.3	0.5	0.5	0.75	0.5	0.5	0.75	0.7	1.0	0.7	0.7	1	0.38	0.6	0.82

Anexo K3: Producto C

Calificación asignada de la evaluación - Producto C																		
Estética																Resultado		
Forma	0.4	0.4	0.6	0.2	0.4	0.55	0.55	0.75	0.35	0.55	0.7	0.7	0.9	0.5	0.7	0.4	0.55	0.7
Color	0.6	0.2	0.4	0.8	0.4	0.75	0.35	0.55	1	0.55	0.9	0.5	0.7	1	0.7	0.48	0.64	0.76
Brillo	0.6	0.2	0.4	0.2	0.4	0.75	0.35	0.55	0.35	0.55	0.9	0.5	0.7	0.5	0.7	0.36	0.51	0.66
Textura	0.6	0.8	0.6	0.6	0.6	0.75	1	0.75	0.75	0.75	0.9	1	0.9	0.9	0.9	0.64	0.8	0.92
Tamaño	0.2	0.6	0.4	0.0	0.4	0.35	0.75	0.55	0	0.55	0.5	0.9	0.7	0.3	0.7	0.32	0.44	0.62
Apariencia	0.2	0.6	0.6	0.6	0.6	0.35	0.75	0.75	0.75	0.75	0.5	0.9	0.9	0.9	0.9	0.52	0.67	0.82
Innovación	0.2	0.6	0.6	0.8	0.4	0.35	0.75	0.75	1	1	0.5	0.9	0.9	1	0.7	0.52	0.77	0.8

Calidad																Resultado		
Acabado	0.4	0.8	0.4	0.8	0.4	0.55	1.00	0.55	1	1	0.7	1.0	0.7	1	0.7	0.56	0.82	0.82
Material	0.4	0.2	0.6	0.6	0.2	0.55	0.35	0.75	0.75	0.75	0.7	0.5	0.9	0.9	0.5	0.4	0.63	0.7
Funciones	0.6	0.6	0.4	0.0	0.6	0.75	0.75	0.55	0	0	0.9	0.9	0.7	0.3	0.9	0.44	0.41	0.74
Resist. clima	0.4	0.2	0.4	0.0	0.8	0.55	0.35	0.55	0	0	0.7	0.5	0.7	0.3	1	0.36	0.29	0.64
Resist. golpes	0.4	0.0	0.6	0.2	0.4	0.55	0	0.75	0.35	0.35	0.7	0.3	0.9	0.5	0.7	0.32	0.4	0.62

Funcionalidad																Resultado		
Efectividad	0.5	0.0	0.0	0.0	0.5	0.75	0.25	0.25	0	0.75	1	0.5	0.5	0.3	1	0.2	0.4	0.66
Eficiencia	0.5	0.3	0.3	0.0	0.0	0.75	0.50	0.5	0	0	1	0.7	0.7	0.3	0.3	0.22	0.35	0.6
Utilidad	0.6	0.4	0.6	0.0	0.6	0.75	0.55	0.75	0	0.75	0.9	0.7	0.9	0.3	0.9	0.44	0.56	0.74
Accesibilidad al botón	0.4	0.6	0.2	0.0	0.0	0.55	0.75	0.35	0	0	0.7	0.9	0.5	0.3	0.3	0.24	0.33	0.54
Accesibilidad al utilizarlo	0.2	0.2	0.4	0.0	0.0	0.35	0.35	0.55	0	0	0.5	0.5	0.7	0.3	0.3	0.16	0.25	0.46
Accesibilidad al agarre	0.8	0.2	0.4	0.0	0.6	1	0.35	0.55	0	0.75	1	0.5	0.7	0.3	0.9	0.4	0.53	0.68
Rendimiento	0.6	0.4	0.8	0.4	0.4	0.75	0.55	1	0.55	0.55	0.9	0.7	1	0.7	0.7	0.52	0.68	0.8
Intuición	0.6	0.4	0.2	0.2	0.0	0.75	0.55	0.35	0	0	0.9	0.7	0.5	0.3	0.3	0.28	0.33	0.54
Facilidad uso	0.4	0.6	0.4	0.0	0.2	0.55	0.75	0.55	0	0.35	0.7	0.9	0.7	0.3	0.5	0.32	0.44	0.62
Comodidad	0.6	0.4	0.4	0.0	0.6	0.75	0.55	0.55	0	0.75	0.9	0.7	0.7	0.3	0.9	0.4	0.52	0.7
Seguridad	0.6	0.4	0.8	0.0	0.4	0.75	0.55	1	0	0.55	0.9	0.7	1	0.3	0.7	0.44	0.57	0.72
Interacción	0.4	0.4	0.4	0.0	0.2	0.55	0.55	0.55	0	0.35	0.7	0.7	0.7	0.3	0.5	0.28	0.4	0.58
B.N.Carga mental	0.5	0.3	0.0	0.0	0.5	0.75	0.50	0.25	0	0.75	1	0.7	0.5	0.3	1	0.26	0.45	0.7
B.N.Carga física	0.5	0.3	0.0	0.3	0.5	0.75	0.50	0.25	0.5	0.75	1	0.7	0.5	0.7	1	0.32	0.55	0.78

Anexo L: Valores difusos del Rango del Sistema sobre los resultados de los usuarios

Atributos	Producto A				Producto B				Producto C			
	1er número difuso	2do número difuso	3er número difuso	Resultado	1er número difuso	2do número difuso	3er número difuso	Resultado	1er número difuso	2do número difuso	3er número difuso	Resultado
Forma	0.39	0.53	0.68	(0.39,0.53,0.68)	0.50	0.66	0.78	(0.50,0.66,0.78)	0.41	0.55	0.69	(0.41,0.55,0.69)
Color	0.44	0.59	0.72	(0.44,0.59,0.72)	0.46	0.60	0.74	(0.46,0.60,0.74)	0.53	0.68	0.80	(0.53,0.68,0.80)
Brillo	0.41	0.56	0.70	(0.41,0.56,0.70)	0.44	0.58	0.72	(0.44,0.58,0.72)	0.50	0.53	0.68	(0.50,0.53,0.58)
Textura	0.37	0.51	0.66	(0.37,0.51,0.66)	0.47	0.62	0.75	(0.47,0.62,0.75)	0.43	0.58	0.72	(0.43,0.58,0.72)
Tamaño	0.36	0.49	0.65	(0.36,0.49,0.65)	0.46	0.61	0.75	(0.46,0.61,0.75)	0.28	0.39	0.57	(0.28,0.39,0.57)
Apariencia_visual	0.43	0.57	0.72	(0.43,0.57,0.72)	0.49	0.64	0.77	(0.49,0.64,0.77)	0.45	0.59	0.71	(0.45,0.59,0.71)
Innovación	0.28	0.40	0.58	(0.28,0.40,0.58)	0.47	0.62	0.76	(0.47,0.62,0.76)	0.55	0.71	0.82	(0.55,0.71,0.82)
Acabado	0.38	0.52	0.67	(0.38,0.52,0.67)	0.47	0.62	0.75	(0.47,0.62,0.75)	0.48	0.63	0.77	(0.48,0.63,0.77)
Material	0.31	0.43	0.60	(0.31,0.43,0.60)	0.47	0.62	0.76	(0.47,0.62,0.76)	0.49	0.64	0.77	(0.49,0.64,0.77)
Función_tec&mec	0.43	0.57	0.72	(0.43,0.57,0.72)	0.50	0.65	0.78	(0.50,0.65,0.78)	0.45	0.60	0.74	(0.45,0.60,0.74)
R.clima	0.30	0.43	0.60	(0.30,0.43,0.60)	0.37	0.52	0.67	(0.37,0.52,0.67)	0.39	0.53	0.68	(0.39,0.53,0.68)
R.golpes	0.17	0.25	0.47	(0.17,0.25,0.47)	0.33	0.47	0.63	(0.33,0.47,0.63)	0.44	0.59	0.73	(0.44,0.59,0.73)
Efectividad	0.40	0.64	0.84	(0.40,0.64,0.84)	0.40	0.64	0.83	(0.40,0.64,0.83)	0.37	0.60	0.79	(0.37,0.60,0.79)
Eficiencia	0.39	0.62	0.78	(0.39,0.62,0.78)	0.40	0.64	0.84	(0.40,0.64,0.84)	0.28	0.49	0.71	(0.28,0.49,0.71)
Utilidad	0.53	0.69	0.81	(0.53,0.69,0.81)	0.54	0.70	0.82	(0.54,0.70,0.82)	0.42	0.57	0.71	(0.42,0.57,0.71)
Accesibilidad_botón	0.40	0.54	0.69	(0.40,0.54,0.69)	0.48	0.63	0.75	(0.48,0.63,0.75)	0.41	0.55	0.70	(0.41,0.55,0.70)
Accesibilidad_utilizar	0.46	0.61	0.75	(0.46,0.61,0.75)	0.51	0.66	0.79	(0.51,0.66,0.79)	0.35	0.48	0.64	(0.35,0.48,0.64)
Facilidad_agarre	0.36	0.49	0.65	(0.36,0.49,0.65)	0.50	0.65	0.78	(0.50,0.65,0.78)	0.33	0.44	0.62	(0.33,0.44,0.62)
Rendimiento	0.37	0.50	0.66	(0.37,0.50,0.66)	0.44	0.59	0.73	(0.44,0.59,0.73)	0.46	0.61	0.74	(0.46,0.61,0.74)
Intuición	0.59	0.76	0.86	(0.59,0.76,0.86)	0.53	0.69	0.81	(0.53,0.69,0.81)	0.29	0.41	0.59	(0.29,0.41,0.59)
Facilidad_uso	0.55	0.71	0.83	(0.55,0.71,0.83)	0.55	0.72	0.83	(0.55,0.72,0.83)	0.32	0.45	0.62	(0.32,0.45,0.62)
Comodidad	0.32	0.43	0.61	(0.32,0.43,0.61)	0.48	0.64	0.76	(0.48,0.64,0.76)	0.31	0.42	0.60	(0.31,0.42,0.60)
Seguridad	0.48	0.64	0.76	(0.48,0.64,0.76)	0.48	0.64	0.77	(0.48,0.64,0.77)	0.48	0.63	0.77	(0.48,0.63,0.77)
Interacción	0.47	0.64	0.77	(0.47,0.64,0.77)	0.52	0.68	0.80	(0.52,0.68,0.80)	0.35	0.48	0.64	(0.35,0.48,0.64)
Carga_mental	0.28	0.51	0.72	(0.28,0.51,0.72)	0.38	0.61	0.81	(0.38,0.61,0.81)	0.24	0.44	0.66	(0.24,0.44,0.66)
Carga_física	0.33	0.55	0.74	(0.33,0.55,0.74)	0.36	0.59	0.79	(0.36,0.59,0.79)	0.26	0.47	0.68	(0.26,0.47,0.68)

Anexo M: Resultados del CIUT de usuarios

Anexo M1: CIUT del producto A – Usuarios

Producto							
A							
Atributos	Área común	Área del sistema	CIU	WAHP - Nivel 2	CIU - Nivel 2 (CIUN2) (CIU*Nivel 2)	WAHP - Nivel 1	CIU - Nivel 1 (CIUN1) (CIUN2*Nivel 1)
A111 - Forma	0.094	0.1464	0.639182891719043	0.21	0.135	0.09	0.011
A112 - Color	0.1142	0.1389	0.28248394861855	0.04	0.011	0.09	0.001
A113 - Brillo	0.1176	0.1468	0.319963908006849	0.03	0.010	0.09	0.001
A114 - Textura	0.0924	0.1491	0.690315500867385	0.06	0.045	0.09	0.004
A115 - Tamaño	0.088	0.1479	0.749046623574408	0.11	0.082	0.09	0.007
A116 - Apariencia	0.1151	0.1421	0.30401872111055	0.20	0.061	0.09	0.005
A117 - Innovación	0.0993	0.1513	0.607546364688363	0.34	0.209	0.09	0.018
A121 - Acabado	0.0918	0.1444	0.653504683473363	0.10	0.064	0.29	0.019
A122 - Material	0.0732	0.1461	0.997040624519456	0.13	0.126	0.29	0.037
A123 - Funciones	0.1012	0.1443	0.511862009796888	0.43	0.219	0.29	0.064
A124 - Resistencia al clima	0.0751	0.15	0.998077687868971	0.16	0.162	0.29	0.047
A125 - Resistencia a golpes	0.0356	0.1474	2.04978737812867	0.19	0.381	0.29	0.111
A131 - Efectividad	0.1234	0.2228	0.852406838190614	0.11	0.094	0.62	0.059
A132 - Eficiencia	0.0836	0.1942	1.21596835333831	0.08	0.095	0.62	0.059
A133 - Utilidad	0.1163	0.1389	0.256195502508174	0.09	0.022	0.62	0.014
A134 - Accesibilidad al botón	0.0969	0.1457	0.588432306649431	0.06	0.037	0.62	0.023
A135 - Accesibilidad al utilizarlo	0.1094	0.1466	0.422272365341255	0.05	0.021	0.62	0.013
A136 - Accesibilidad al agarre	0.087	0.1455	0.741931847059556	0.04	0.031	0.62	0.019
A137 - Rendimiento	0.0457	0.1473	1.68849135997778	0.08	0.130	0.62	0.081
A138 - Intuición	0.1227	0.1362	0.150591454349166	0.06	0.009	0.62	0.005
A139 - Facilidad uso	0.117	0.1371	0.228720041308459	0.10	0.023	0.62	0.014
A1310 - Comodidad	0.0735	0.1442	0.972255009517096	0.05	0.053	0.62	0.033
A1311 - Seguridad	0.0845	0.1413	0.741738219164393	0.11	0.084	0.62	0.052
A1312 - Interacción	0.09	0.15	0.736965594166206	0.06	0.045	0.62	0.028
A1313 - Nivel de Carga mental	0.0607	0.2164	1.83393207757113	0.05	0.094	0.62	0.059
A1314 - Nivel de Carga física	0.0748	0.2023	1.43538614467065	0.06	0.079	0.62	0.049
CIUT							0.834

Anexo M2: CIUT del producto B – Usuarios

Producto							
B							

Anexo M3: CIUT del producto C – Usuarios

Producto							
C							
Atributos	Área común	Área del sistema	CIU	WAHP - Nivel 2	CIU - Nivel 2 (CIUN2) (CIU*Nivel 2)	WAHP - Nivel 1	CIU - Nivel 1 (CIUN1) (CIUN2*Nivel 1)
A111 - Forma	0.0966	0.1428	0.563900885193327	0.21	0.119	0.09	0.010
A112 - Color	0.1212	0.1351	0.156637975852734	0.04	0.006	0.09	0.001
A113 - Brillo	0.0739	0.0923	0.320756283499623	0.03	0.010	0.09	0.001
A114 - Textura	0.1062	0.1491	0.489496491479289	0.06	0.032	0.09	0.003
A115 - Tamaño	0.0648	0.1434	1.14597930581728	0.11	0.125	0.09	0.011
A116 - Apariencia	0.1072	0.1297	0.274873573793927	0.20	0.055	0.09	0.005
A117 - Innovación	0.1223	0.1342	0.133960267672797	0.34	0.046	0.09	0.004
A121 - Acabado	0.1121	0.1443	0.364285021685771	0.10	0.036	0.29	0.010
A122 - Material	0.1099	0.1366	0.313766097340859	0.13	0.040	0.29	0.012
A123 - Funciones	0.1077	0.1459	0.437961633373683	0.43	0.187	0.29	0.055
A124 - Resistencia al clima	0.0952	0.1468	0.624818489535269	0.16	0.101	0.29	0.030
A125 - Resistencia a golpes	0.1074	0.1474	0.456742531109657	0.19	0.085	0.29	0.025
A131 - Efectividad	0.0976	0.2096	1.10268566397456	0.11	0.121	0.62	0.076
A132 - Eficiencia	0.0527	0.2127	2.01294516632346	0.08	0.158	0.62	0.098
A133 - Utilidad	0.1011	0.1449	0.519274597653915	0.09	0.045	0.62	0.028
A134 - Accesibilidad al botón	0.0981	0.1446	0.559742510731879	0.06	0.035	0.62	0.022
A135 - Accesibilidad al utilizarlo	0.0859	0.1466	0.771155066995348	0.05	0.039	0.62	0.024
A136 - Accesibilidad al agarre	0.077	0.1455	0.918088802213383	0.04	0.039	0.62	0.024
A137 - Rendimiento	0.0752	0.1395	0.891460555038913	0.08	0.069	0.62	0.043
A138 - Intuición	0.0731	0.1537	1.07217385373833	0.06	0.062	0.62	0.038
A139 - Facilidad uso	0.0792	0.1503	0.924272673836755	0.10	0.092	0.62	0.057
A1310 - Comodidad	0.073	0.1454	0.994058900152215	0.05	0.054	0.62	0.034
A1311 - Seguridad	0.0828	0.1413	0.771058792834614	0.11	0.088	0.62	0.055
A1312 - Interacción	0.0389	0.1465	1.91305860432342	0.06	0.117	0.62	0.073
A1313 - Nivel de Carga mental	0.0415	0.21	2.3392060863192	0.05	0.120	0.62	0.075
A1314 - Nivel de Carga física	0.0482	0.2088	2.11501666033992	0.06	0.116	0.62	0.073
						CIUT	0.884