

UNIVERSIDAD DE COSTA RICA
SISTEMA DE ESTUDIOS DE POSGRADO

ANÁLISIS DE LA EXPERIENCIA DE USUARIO EN EL DESARROLLO DE
SOFTWARE MEDIANTE VISUALIZACIONES

Trabajo final de investigación aplicada sometido a la consideración de la Comisión del Programa de Posgrado en Computación e Informática para optar al grado y título de Maestría Profesional en Computación e Informática

CARLOS ADRIÁN GÓMEZ SEGURA

Ciudad Universitaria Rodrigo Facio, Costa Rica

2024

Dedicatoria

Primeramente, a Dios por permitirme tener esta oportunidad y ayudarme a seguir adelante. A mi familia por su apoyo incondicional, amor y comprensión en los momentos difíciles. A mi tía Alicia, quien siempre creyó en mí y me inspiró a seguir adelante, su recuerdo vive en mi corazón. Gracias por ser mi luz en el camino hacia este logro.

Agradecimiento

Quisiera expresar mi más sincero agradecimiento a todas aquellas personas que han hecho posible la realización de este trabajo final de graduación. En primer lugar, mi gratitud al profesor Luis Quesada, cuya dirección, apoyo y orientación han sido fundamentales para el desarrollo de este proyecto. Su experiencia y conocimiento han sido una guía invaluable en cada etapa de este proceso.

Asimismo, deseo agradecer a los profesores Marcelo Jenkins y Óscar Alvarado por su disposición a ser los lectores de este trabajo. Sus observaciones y retroalimentación han enriquecido enormemente este proyecto, permitiéndome crecer tanto profesional como personalmente.

No puedo dejar de mencionar a Gustavo López que fue fundamental en el desarrollo del artículo base de este trabajo por brindarme las herramientas, recursos y oportunidades necesarias para llevar a cabo esta investigación.

Hoja de aprobación

Este trabajo final de investigación aplicada fue aceptado por la Comisión del Programa de Posgrado en Computación e Informática de la Universidad de Costa Rica, como requisito parcial para optar al grado y título de Maestría Profesional en Computación e Informática.



Dr. Allan Berrocal Rojas
Representante de la Decana
Sistema de Estudios de Posgrado



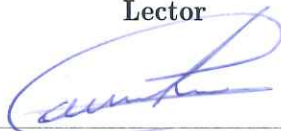
Dr. Luis Quesada Quirós
Profesor Guía



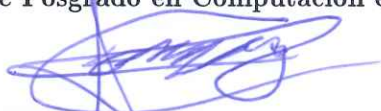
Dr. Marcelo Jenkins Coronas
Lector



Dr. Óscar Alvarado Rodríguez
Lector



Dr. Gustavo López Herrera
Director
Programa de Posgrado en Computación e Informática



Carlos Adrián Gómez Segura
Sustentante

Tabla de contenido

Dedicatoria	i
Agradecimiento	ii
Hoja de aprobación	iii
Tabla de contenido	iv
Resumen en español	vi
Abstract	vii
Lista de cuadros	viii
Lista de figuras	ix
Lista de abreviaturas	x
CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN	1
1.1 Contexto de la propuesta	2
1.2 Objetivos	3
1.3 Preguntas de investigación	3
1.4 Problema	4
1.5 Justificación	6
CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO	8
2.1 Interacción humano computador	8
2.2 Interfaz del usuario	8
2.3 Calidad pragmática y hedónica	9
2.4 Experiencia del usuario	9
2.5 Usabilidad	11
CAPÍTULO III. TRABAJO RELACIONADO	14
CAPÍTULO IV. METODOLOGÍA	16
4.1 Diseño de las visualizaciones	17
4.2 Evaluación de las visualizaciones	22

4.3	Comparación de las visualizaciones	22
4.4	Evaluación y análisis de resultados	25
4.5	Proceso y ejecución de análisis temático	26
CAPÍTULO V. RESULTADOS		32
5.1	Análisis de los resultados de la encuesta	32
5.2	Análisis de los resultados del grupo de focal	32
5.3	Análisis de propuestas de taller de diseño	40
CAPÍTULO VI. CONCLUSIONES		42
CAPÍTULO VII. CRONOGRAMA		44
Referencias		45
ANEXOS		48
8.1	Anexo 1: Artículo presentado en JOCICI 2023	48
8.2	Anexo 2: Acta de participación en la actividad de grupo focal y taller de diseño	57
8.3	Anexo 3: Anotaciones del grupo focal	59
8.4	Anexo 4: Respuestas de los participantes	61
8.5	Anexo 5: Visualizaciones propuestas por los participantes	63
8.6	Anexo 6: Fotos actividad de grupo focal y taller de diseño	66
8.7	Anexo 7: Fotos de diseño en actividad de piloto de la actividad de grupo focal y diseño	70

Resumen en español

Los cuestionarios son herramientas fundamentales para evaluar la calidad y usabilidad del software según la perspectiva del usuario. AttrakDiff y el Cuestionario de Experiencia de Usuario (UEQ) son dos herramientas comunes que miden diferentes aspectos de la experiencia del usuario. Las visualizaciones de UEQ pueden comunicar eficazmente los puntos fuertes y débiles de un producto, pero su interpretación inadecuada puede conducir a opiniones erróneas. Se propuso utilizar técnicas de visualización similares a AttrakDiff para facilitar la comparación de datos y extender el espectro de visualizaciones de UEQ. La investigación busca evaluar objetivamente las nuevas visualizaciones en comparación con las originales mediante un grupo de discusión. En el presente trabajo se utiliza una combinación de métodos de recolección de datos como es encuesta más un grupo de discusión para evaluar la opinión de los usuarios y encuestados. A la vez los datos del grupo de discusión fueron analizados usando la técnica de análisis temático. Los resultados muestran que las nuevas visualizaciones en el cuestionario UEQ es poseen una reacción positiva y favorable entre los participantes del grupo focal, lo que refleja su satisfacción y aceptación con las propuestas. Se valora especialmente la mejora estética, la claridad y la rapidez de las nuevas visualizaciones, que facilitan la presentación y el análisis de los datos de usabilidad de las aplicaciones de software. Sin embargo, se sugiere que las nuevas visualizaciones necesitan ser más validadas y mejoradas, para resolver posibles dudas o problemas que puedan surgir en su aplicación, queda trabajo por hacer debido a la necesidad de incorporar más información y orientación en las visualizaciones, como etiquetas, escalas, colores y estándares, para evitar confusiones o ambigüedades y para facilitar la comparación y la toma de decisiones.

Abstract

Standardized questionnaires are fundamental tools for evaluating software quality and usability from the user's perspective. AttrakDiff and the User Experience Questionnaire (UEQ) are two common tools that measure different aspects of user experience. UEQ visualizations can effectively communicate the strengths and weaknesses of a product, but their inappropriate interpretation can lead to misleading opinions. It is proposed to use visualization techniques similar to AttrakDiff to facilitate data comparison and extend the spectrum of UEQ visualizations. The research seeks to objectively evaluate the new visualizations in comparison to the original ones by means of a focus group. This research uses a combination of data collection methods such as a survey plus a focus group to assess the opinion of users and respondents. At the same time the focus group data were analyzed using the thematic analysis technique. The results show that the new visualizations in the UEQ questionnaire have a positive and favorable reaction among the focus group participants, reflecting their satisfaction and acceptance of the proposals. The aesthetic improvement, clarity and speed of the new visualizations, which facilitate the presentation and analysis of software application usability data, are particularly appreciated. However, it is suggested that the new visualizations need to be further validated and improved, to resolve possible doubts or problems that may arise in their application, work remains to be done due to the need to incorporate more information and guidance in the visualizations, such as labels, scales, colors and standards, to avoid confusion or ambiguities and to facilitate comparison and decision making.

Lista de cuadros

5.1	Resumen de resultados para la pregunta ¿Hasta qué punto está familiarizado con las visualizaciones originales de UEQ, como el gráfico de barras y el diagrama de dispersión? ¿Con qué frecuencia y en qué contextos las utilizaría?	33
5.2	Resumen de resultados para la pregunta ¿Cómo interpreta los resultados de las visualizaciones originales? ¿Qué aspectos le resultan fáciles o difíciles de comprender, comparar o comunicar?	34
5.3	Resumen de resultados para la pregunta ¿Cuáles son tus primeras impresiones sobre las nuevas visualizaciones propuestas, como el gráfico de radar, el mapa térmico y los indicadores? ¿En qué se diferencian de las originales en cuanto a estética, funcionalidad e información?	35
5.4	Resumen de resultados para la pregunta ¿Cómo interpreta los resultados de las nuevas visualizaciones? ¿Qué aspectos le resultan fáciles o difíciles de entender, comparar o comunicar?	36
5.5	Resumen de resultados para la pregunta ¿Cómo apoyan o mejoran las nuevas visualizaciones sus objetivos (dependiendo del área) y retos al utilizar UEQ? ¿Cuáles son los beneficios o inconvenientes de su uso?	38
5.6	Resumen de resultados para la pregunta ¿Qué probabilidades hay de que utilice las nuevas visualizaciones en sus futuros proyectos o presentaciones? ¿Qué factores influirían en su decisión?	40
7.1	Cronograma de actividades	44

Lista de figuras

1.1	Niveles de evaluación de UEQ	4
1.2	Distribución de respuestas de UEQ	5
2.1	Áreas de evaluación de UEQ [1]	11
4.1	Diagrama de metodología	16
4.2	Diagrama de valores medios para las áreas principales	18
4.3	Rectángulo de confianza	19
4.4	Diagrama de valores medios para zonas específicas	19
4.5	Descripción de pares de palabras	20
4.6	Radars de categorías y 3D mayores áreas de evaluación	20
4.7	Distribución de votos de velas para los elementos UEQ	21
4.8	Indicadores	21
4.9	Mapa de calor para distribución de votos	21
4.10	Diagrama de proceso de análisis temático	31
7.1	Diagrama de Gantt para la investigación	44
8.1	Propuesta de diagrama polar	63
8.2	Propuesta de diagrama de burbujas	64
8.3	Propuesta de mapa de rectángulos	65

Lista de abreviaturas

<i>UCR</i>	Universidad de Costa Rica, página 8.1
<i>UEQ</i>	User Experience Questionnaire, página 1
<i>JOCICI</i>	Las Jornadas Costarricenses en Investigación en Computación e Informática (JOCICI), página 3
<i>HCI</i>	Human Computer Interaction o Interacción humano computador
<i>UX</i>	User Experience, página 8
<i>PQ</i>	Calidad pragmática, página 11
<i>HQ – I</i>	Calidad hedónica - Identidad, página 11
<i>HQ – S</i>	Calidad hedónica - Estimulación, página 11
<i>ATT</i>	Atractivo, página 11
<i>UEQ – S</i>	Versión abreviada del Cuestionario de Experiencia de Usuario, página 12

CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

Los cuestionarios estandarizados de usabilidad son herramientas muy utilizadas para evaluar la calidad, usabilidad del software en función del usuario y permiten una medición cuantitativa eficaz de las características del producto [2].

Entre los más populares que existen se encuentra AttrakDiff, que es una herramienta de cuestionario que mide el atractivo percibido, la calidad pragmática, la calidad hedónica y la experiencia de usuario de productos interactivos, consta de 28 pares de adjetivos bipolares, que los usuarios puntúan en una escala de siete puntos [3]. AttrakDiff fue desarrollada por Marc Hassenzahl, Michael Burmester y Franz Koller, investigadores y profesores de interacción humano-computador, experiencia de usuario e ingeniería de usabilidad.

Por otro lado, se encuentra el Cuestionario de Experiencia de Usuario (UEQ), que es uno de los cuestionarios cuyos resultados pueden utilizarse en las pruebas de usabilidad para medir el nivel de experiencia de usuario de un producto. UEQ permite evaluar de forma rápida y práctica la experiencia del usuario con 26 preguntas [4], el mismo ha sido desarrollado por Martin Schrepp, Andreas Hinderks y Jörg Thomaschewski, investigadores del Centro Alemán de Investigación en Inteligencia Artificial (DFKI) y de la Universidad de Ciencias Aplicadas.

Las visualizaciones de UEQ pueden ayudar a comunicar los puntos fuertes y débiles de un producto, compararlo con puntos de referencia, identificar áreas de mejora y supervisar cambios a lo largo del tiempo o en diferentes grupos de usuarios, estas herramientas UEQ ayudan a mapear los valores hedónicos y pragmáticos de un producto y proporcionan múltiples beneficios como resaltar áreas de mejora o mapear múltiples variables de experiencia de usuario en resultados resumidos.

Los datos de UEQ son un conjunto complejo de datos que la herramienta procesa con precisión para proporcionar información, pero las visualizaciones suelen ser complejas y poco intuitivas. Cuando se utilizan correctamente, las visualizaciones de los cuestionarios pueden ser una herramienta eficaz para analizar datos y tomar decisiones precisas sobre un producto. Un uso inadecuado puede dar lugar a opiniones erróneas sobre el producto evaluado. Dicho esto, si los cuestionarios se interpretan de forma inadecuada, pueden dar lugar a resultados poco fiables [5].

Para crear nuevas visualizaciones que puedan abstraer la información de forma efectiva se debe:

- Elegir el tipo de visualización más apropiado y eficaz para la audiencia, el propósito y el mensaje previstos, como gráficos de barras, gráficos de radar, gráficos de caja, mapas de calor, etc.
- Equilibrar los compromisos entre simplicidad y complejidad, claridad y detalle, precisión y estética, e interactividad y accesibilidad de las visualizaciones, en función de las características de los datos, las necesidades de los usuarios y las limitaciones del diseño.

- Garantizar la validez, fiabilidad y comparabilidad de los datos del UEQ y las visualizaciones, siguiendo las directrices y normas para la administración, análisis e interpretación del cuestionario y evitando posibles sesgos, errores o ambigüedades.
- Proporcionar ideas y recomendaciones significativas y prácticas basadas en las visualizaciones del UEQ, contextualizando los resultados, explicando los factores y mecanismos subyacentes y sugiriendo posibles soluciones o alternativas.
- Evaluar el impacto y la utilidad de las visualizaciones de UEQ, recopilando información de las partes interesadas, midiendo los resultados y los indicadores y repitiendo y mejorando las visualizaciones en función de los resultados y las lecciones aprendidas.

AttrakDiff y UEQ comparten características de evaluación como las evaluaciones pragmáticas y hedónicas, ambas utilizan escalas Likert similares. Estos hechos ayudan a traducir los datos de UEQ a visualizaciones similares a las de AttrakDiff.

1.1 Contexto de la propuesta

Esta propuesta nació de un esfuerzo durante el curso teórico llamado Interacción Humano Computador, donde se analizaron los cuestionarios estandarizados y los temas que competen. A partir de este punto, surgió la idea de la extensión y mejoramiento de las visualizaciones de UEQ, con el objetivo de una mejor comprensión y entendimiento de la información recopilada entre partes interesadas en el desarrollo de software: ingenieros de software, diseñadores gráficos y administradores de proyecto.

La diferencia entre el esfuerzo que se realizó durante el curso teórico de Interacción Humano Computador y la presente propuesta de investigación, es la evaluación objetiva entre las nuevas visualizaciones y las visualizaciones originales a través de un grupo de discusión y taller de diseño.

El enfoque propuesto consiste en utilizar técnicas de visualización similares a AttrakDiff, que proporcionan visualizaciones más estandarizadas, facilitando la comparación de datos en diferentes contextos. Las visualizaciones tipo AttrakDiff pueden ayudar a proporcionar una forma más intuitiva y fácil de usar de presentar los datos de experiencia de usuario a los usuarios de la herramienta. A la vez, proponer nuevas visualizaciones para extender el espectro de visualizaciones de UEQ, que ayuden a una mejor comprensión de los datos.

Finalmente, esta propuesta de investigación, es el seguimiento y extensión del artículo de investigación publicado en JOCICI 2023, llamado “*Enhancing UEQ Questionnaire Data Visualizations with AttrakDiff Visualization Techniques*” [6] que se puede ver en el anexo 8.1. Donde se construyeron las visualizaciones utilizando técnicas de AttrakDiff y técnicas novedosas de visualización, a la vez se evaluaron a través de una encuesta. Posteriormente se evaluaron los resultados de esta.

1.2 Objetivos

Los objetivos de la presente investigación cubren tanto las actividades realizadas en durante el desarrollo del artículo de investigación [6] como las actividades desarrolladas en el presente seguimiento y extensión de la investigación previamente realizada.

1.2.1 Objetivo general

Facilitar la visualización y análisis de los datos de la herramienta UEQ entre profesionales de ingeniería de software, diseñadoras gráficos y administradoras de proyectos mediante la comparación de nuevas opciones de visualización inspiradas en la herramienta AttrakDiff y otras estrategias adicionales de visualización.

1.2.2 Objetivos específicos

1. Diseñar visualizaciones de datos para el cuestionario UEQ utilizando técnicas AttrakDiff.
2. Diseñar visualizaciones de datos para el cuestionario UEQ utilizando tipos de gráficos no utilizados en la herramienta oficial de UEQ.
3. Comparar las nuevas visualizaciones que usan técnicas de AttrakDiff y nuevas visualizaciones novedosas, con las representaciones originales de UEQ que provee la herramienta oficial de UEQ.

1.3 Preguntas de investigación

Para cumplir con los objetivos específicos, se plantean las siguientes preguntas de investigación:

1. ¿Cómo pueden diseñarse visualizaciones de datos utilizando técnicas AttrakDiff para representar de manera efectiva los resultados del UEQ?
2. ¿Cuáles son las nuevas visualizaciones de datos para presentar los resultados del UEQ, usando técnicas basadas en AttrakDiff?
3. ¿Cuál es el impacto de las visualizaciones basadas en AttrakDiff y las nuevas visualizaciones propuestas en la evaluación de la experiencia del usuario, según la percepción de entre ingenieros de software, diseñadores gráficos y administradores de proyectos, a través de una encuesta y una comparación a través de un grupo focal?

Las primeras dos preguntas son abordadas en el artículo previo [6], el mismo adjunto en el anexo 8.1.

1.4 Problema

User Experience Questionnaire (UEQ) suele medir seis dimensiones de la experiencia del usuario: atractivo, perspicacia, eficiencia, fiabilidad, estimulación y novedad. Sin embargo, estas dimensiones no son mutuamente excluyentes ni ortogonales y pueden tener interrelaciones e intersecciones conceptuales complejas. Como lo establece Schrepp [1], UEQ está diseñado para medir un constructo multidimensional como la experiencia del usuario, que puede ser difícil de captar en su totalidad debido a su naturaleza subjetiva, el mismo proporciona datos de alto nivel sobre la experiencia del usuario, que pueden no detectar problemas específicos dentro de un producto.

Las expectativas de los usuarios evolucionan con el tiempo, y UEQ debe adaptarse a estos cambios para seguir siendo pertinente y preciso en sus mediciones. Por lo tanto, traducir estos datos a visualizaciones no es tarea fácil a la hora de captar los matices y variaciones de la experiencia del usuario, definitivamente se debe encontrar un formato, nivel de detalle y granularidad adecuados para diferentes propósitos y audiencias, lo cual es un reto [7].

Las visualizaciones de UEQ pueden verse influidas por diversos factores como se puede ver en la figura 1.1, como la elección de escalas, etiquetas, colores, entre otros, que pueden afectar a la interpretación y validez de los resultados [8]. En UEQ utilizar gráficos de barras con sólo colores de fondo degradados y sin descripciones de los ejes, puede ayudar sólo a los usuarios experimentados de la herramienta. Estas visualizaciones plantean algunos retos como es la interpretación de los datos y la curva de aprendizaje que pueden ser difíciles dependiendo de la audiencia.

El diseño y la evaluación de las visualizaciones de UEQ requieren una cuidadosa atención a los supuestos, las limitaciones y las implicaciones de la representación visual, esto debido a que se busca que las nuevas visualizaciones provean nuevos descubrimientos y sean fáciles de interpretar.

Las distintas partes interesadas; ingenieros de software, diseñadores gráficos y administradores de proyecto, pueden tener diferentes intereses y expectativas de las visualizaciones de UEQ, como evaluar áreas específicas de UEQ, identificar puntos fuertes y débiles, comunicar los resultados a los responsables de la toma de decisiones o a los clientes.

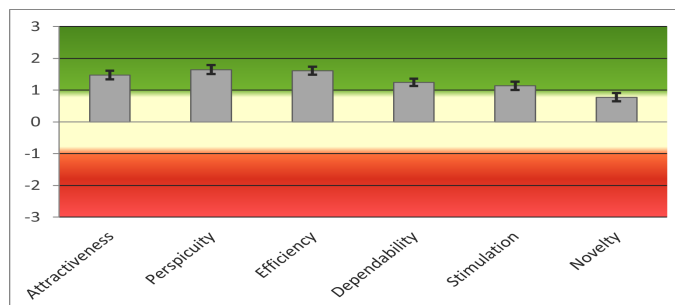


Figura 1.1: Niveles de evaluación de UEQ

Otro caso, de las visualizaciones oficiales de la herramienta UEQ, son los que incluyen demasiada información en una visualización, lo que resulta en visualizaciones demasiado

complejas y difíciles de entender como se muestra en la figura 1.2.

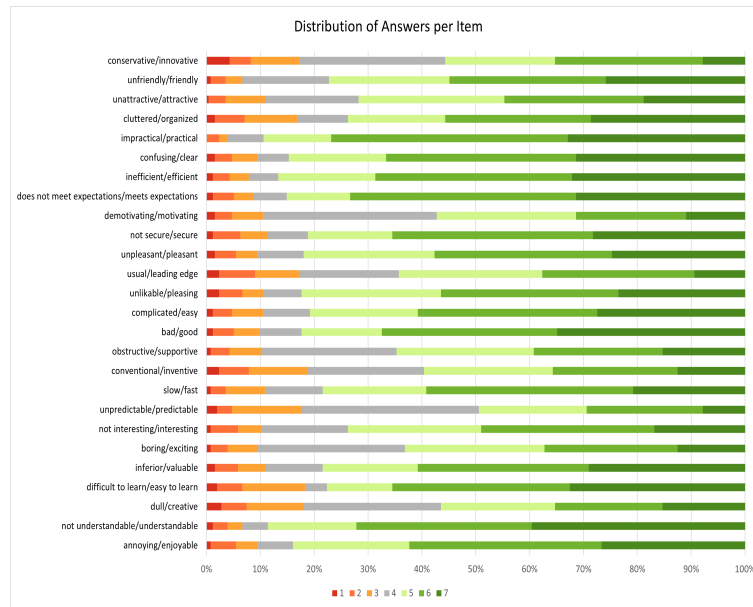


Figura 1.2: Distribución de respuestas de UEQ

1.5 Justificación

UEQ y AttrakDiff son dos cuestionarios estandarizados ampliamente utilizadas para evaluar la experiencia de usuario de productos y servicios digitales [9]. El mapeo de datos UEQ a visualizaciones similares a AttrakDiff puede proporcionar una forma más natural y accesible de representar los datos, lo que resulta en más conocimientos de la experiencia del usuario.

Desde 2017, el cuestionario UEQ ha superado con creces a AttrakDiff en número de usos [9]. Es necesario mejorar la claridad y utilidad de las visualizaciones de UEQ para simplificar el proceso de análisis de datos y detectar áreas en las que se podría rediseñar la experiencia de usuario.

Los ítems del UEQ son bipolares, por lo que tienen adjetivos opuestos en cada extremo de una escala de siete puntos (por ejemplo, aburrido frente a emocionante). Esto requiere una interpretación cuidadosa de las puntuaciones ya que pueden indicar evaluaciones positivas o negativas según el contexto y la dirección de la escala.

Las dimensiones del UEQ no son independientes, lo que significa que pueden estar correlacionadas o influidas entre sí. Por ejemplo, un producto altamente estimulante puede percibirse también como atractivo o novedoso, pero también como complejo. Esto exige tener en cuenta las interrelaciones entre las dimensiones y las compensaciones que pueden darse entre ellas.

Los resultados del UEQ suelen presentarse en forma de gráficos de barras, que pueden ser útiles para mostrar el perfil general y las puntuaciones medias de cada dimensión, sin embargo, pueden no revelar la variabilidad, la distribución o los valores atípicos de los datos. Estos gráficos pueden no transmitir la naturaleza bipolar de los elementos, las correlaciones entre las dimensiones y las diferencias entre los grupos de usuarios.

Mejorar las visualizaciones de UEQ implica encontrar formas de presentar los datos de forma clara y comprensible, al tiempo que se proporciona información detallada y apoyo contextual. Este esfuerzo ayuda a mejorar la comprensión y comunicación de los datos de UEQ mediante el uso de diferentes perspectivas, niveles de detalle y elementos gráficos que resalten los aspectos y patrones relevantes de los datos. De acuerdo con Bateman et al.[10] en su investigación sobre el embellecimiento de las visualizaciones, concluye que embellecer las visualizaciones de datos, no solo las hace más fáciles de consumir, pero también ayudar a mejorar su memorabilidad.

Apoyar la toma de decisiones y la mejora del diseño a partir de los datos de UEQ, proporcionando información práctica, recomendaciones y comentarios que ayuden a los usuarios a identificar los puntos fuertes y débiles de sus productos, a priorizar las áreas de mejora y a evaluar los efectos de sus intervenciones.

Otra ventaja de mapear los datos UEQ a visualizaciones similares a AttrakDiff es que es posible comparar evaluaciones de experiencia de usuario de diferentes productos que utilizan el marco AttrakDiff y compararlas con otras que utilizan procesos UEQ y viceversa.

Para las empresas que utilizan el cuestionario UEQ, la simplificación de los procesos de análisis de datos dará como resultado una mejor visión general del producto. Esto se traduce en una ventaja competitiva al crear productos y servicios más acordes con las necesidades y preferencias de los clientes.

En el ambiente de las industrias, existe la necesidad de métricas cuantitativas de experiencia del usuario, para tomar decisiones informadas sobre el diseño y la usabilidad de los productos. Ampliar y mejorar las visualizaciones de UEQ ayudará a proporcionar información más sólida y cuantificable sobre las experiencias de los usuarios.

Finalmente, la satisfacción del usuario es el pilar de este esfuerzo. Se logra mapear la información de una forma efectiva, a través de las visualizaciones para mejorar la toma de decisiones, es más probable que los usuarios adquieran con un producto, lo que aumenta las ventas y los beneficios. Esto aumenta la validez y fiabilidad general de las evaluaciones de la experiencia de usuario. Se espera que la investigación actual demuestre el valor de mapear los datos de UEQ a las técnicas de visualización Attrak-Diff. Simplificar el análisis de datos y otras visualizaciones propuestas que facilitan el consumo de los datos (especialmente los diseñadores gráficos, ingenieros de software y administradores de proyectos).

Este documento está organizado de la siguiente manera. La sección 3 contiene el marco teórico, en el cual se definen los conceptos necesarios para comprender el contexto de la investigación. La sección 4 expone trabajos relacionados con la presente investigación, en los que denota el uso de los cuestionarios estandarizados, importancia y trabajo para mejora de visualizaciones de experiencia del usuario. La sección 5 explica la metodología con las fases y actividades que se van a realizar para desarrollar la investigación. La sección 7 presenta los resultados de la actividad focal y taller de diseño. La sección 8 detalla las conclusiones finales de la investigación. Finalmente, sección 9 contiene el cronograma de las actividades ejecutadas.

CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO

Existen conceptos clave en esta investigación como son interacción humano computador, experiencia de usuario, usabilidad, interfaz de usuario, calidad pragmática y hedónica, cuestionarios estandarizados de experiencia de usuario. A continuación se describen los siguientes conceptos relacionados:

2.1 Interacción humano computador

Con el desarrollo de nuevos tipos de sistemas interactivos, las empresas y el mundo académico han prestado considerable atención a los complejos fenómenos de comunicación conocidos como interacción humano computador, en los que intervienen tanto seres humanos como sistemas informáticos.

La Interacción Humano-Computador es el campo interdisciplinar que estudia el diseño, la evaluación y el uso de tecnologías interactivas en las que intervienen personas y ordenadores. La HCI se basa en conceptos y métodos de varias disciplinas, como la informática, la psicología, la sociología, el diseño y la ingeniería, para entender cómo interactúan las personas con los ordenadores y cómo crear sistemas fáciles de usar, eficientes y satisfactorios [11].

Uno de los principales objetivos de la HCI es mejorar la usabilidad de los sistemas interactivos, que se refiere al grado en que un sistema puede ser utilizado por usuarios específicos para alcanzar objetivos específicos con eficacia, eficiencia y satisfacción en un contexto de uso específico [12].

La usabilidad puede medirse en función de varios criterios, como la facilidad de aprendizaje, la memorización, la prevención y recuperación de errores, la eficacia, la satisfacción y la accesibilidad. Para garantizar la usabilidad, los investigadores y profesionales de la HCI aplican diversos métodos y técnicas a lo largo del ciclo de vida de desarrollo del sistema, como la investigación de usuarios, el análisis de tareas, la creación de prototipos, la evaluación heurística, las pruebas de usabilidad y la retroalimentación de los usuarios [13].

Otro aspecto importante de la HCI es considerar la experiencia de usuario (UX) de los sistemas interactivos, que se refiere a los aspectos afectivos, emocionales y experienciales del uso de un sistema más allá de su funcionalidad y usabilidad. La UX abarca los sentimientos subjetivos, actitudes, preferencias y expectativas de los usuarios antes, durante y después de utilizar un sistema, así como los factores contextuales que influyen en ellos, como los aspectos sociales, culturales y ambientales. Un pilar importante de la interacción humano computador es la interfaz humano - computador, que se describirá a continuación.

2.2 Interfaz del usuario

La interfaz de usuario (IU) es la parte de un sistema informático que permite a los usuarios interactuar con sus funciones, datos y características. El diseño de la interfaz

de usuario es el proceso de creación y mejora de la interfaz para garantizar que los usuarios puedan utilizarla de forma eficaz y satisfactoria. El diseño de la interfaz de usuario implica varios aspectos, como la disposición, el color, la tipografía, los iconos, la navegación, la retroalimentación y la accesibilidad.

El diseño de la interfaz de usuario no es un proceso estático o lineal, sino dinámico e iterativo que requiere una comunicación y colaboración constantes entre las partes interesadas, como desarrolladores, gestores, clientes y usuarios. En el diseño de la interfaz de usuario también influyen diversos factores, como las tendencias tecnológicas, los estándares de las plataformas, las convenciones del sector y las preferencias estéticas [14].

El diseño de la interfaz de usuario es un aspecto importante del desarrollo de software que afecta a la calidad y el éxito del sistema. Una interfaz de usuario bien diseñada puede mejorar la experiencia del usuario, que es la impresión general y la emoción que sienten los usuarios al interactuar con el sistema. La UX no sólo depende de la usabilidad y funcionalidad de la interfaz, sino también de su estética y atractivo emocional [3]. Una buena experiencia del usuario puede aumentar la satisfacción, fidelidad, confianza y compromiso del usuario.

La experiencia del usuario en las interfaces de usuario pueden verse influidas por diversos elementos de diseño, como la estética, la interactividad, la retroalimentación, la personalización, la narración y la emoción. Para mejorar la experiencia del usuario, los investigadores y profesionales de la HCI aplican diversos métodos y técnicas para comprender las necesidades, motivaciones, emociones y valores de los usuarios [3], así como la evaluación de la calidad pragmática como hedónica.

2.3 Calidad pragmática y hedónica

La calidad pragmática y hedónica son dos dimensiones de la experiencia del usuario que captan la usabilidad y el atractivo de un producto .

La calidad pragmática se refiere al grado en que un producto que satisface los objetivos, necesidades y expectativas del usuario en términos de funcionalidad, eficiencia y fiabilidad [3].

La calidad hedónica se refiere al grado en que un producto proporciona emociones positivas, estimulación, identificación y autoexpresión al usuario [3]. Ambas dimensiones son importantes para la satisfacción del usuario.

Ambos aspectos son cruciales para una evaluación integral de la calidad del producto. En este contexto, la experiencia de usuario (UX) emerge como un concepto clave que engloba estas dos dimensiones.

2.4 Experiencia del usuario

La experiencia de usuario es el proceso de diseño y evaluación de productos que satisfacen las necesidades, expectativas y preferencias de los usuarios, además de proporcionar respuestas emocionales positivas y satisfacción. La experiencia de usuario abarca varios

aspectos, como la usabilidad, la accesibilidad, la estética, la funcionalidad, el rendimiento y la retroalimentación.

La investigación de la experiencia del usuario es la recopilación y el análisis sistemáticos de datos de los usuarios y sus contextos, mediante diversos métodos y herramientas, para informar y mejorar el diseño y la evaluación de la experiencia del usuario. La investigación de UX puede llevarse a cabo en distintas fases del proceso de diseño, como la exploratoria, la generativa, la evaluativa e la iterativa [3].

Las pruebas de usuario pueden ayudar a evaluar la usabilidad y conveniencia de un producto, así como a descubrir las necesidades, preferencias, expectativas y motivaciones de los usuarios. Las pruebas de usuario pueden realizarse de varias formas, como moderadas o no moderadas, en persona o a distancia, cualitativas o cuantitativas [15]. Para medir y evaluar de manera precisa esta experiencia, se utilizan herramientas estandarizadas como los cuestionarios estandarizados.

2.4.1 Cuestionarios estandarizados de experiencia del usuario

Un cuestionario estandarizado de experiencia de usuario es una herramienta de evaluación de la experiencia de usuario que consiste en un conjunto de preguntas normalmente clasificadas en una escala de Likert, que captan distintos aspectos y dimensiones de la experiencia de usuario, como el atractivo, la eficacia, entre otros [16]. Un cuestionario estandarizado puede proporcionar información y conocimientos para mejorar y optimizar la experiencia del usuario.

Existen diferentes métodos e instrumentos para medir la calidad pragmática y hedónica, como cuestionarios, entrevistas, observaciones e indicadores fisiológicos. El *AttrakDiff* se ha validado y aplicado en diversos dominios, como el comercio electrónico, el aprendizaje electrónico, los dispositivos móviles y los juegos [17].

AttrakDiff

Los 28 ítems del cuestionario se agrupan en cuatro dimensiones: calidad pragmática (PQ), calidad hedónica-identidad (HQ-I), calidad hedónica-estimulación (HQ-S) y atractivo (ATT). La PQ refleja en qué medida el producto ayuda al usuario a alcanzar sus objetivos con eficiencia, eficacia y satisfacción. HQ-I refleja hasta qué punto el producto expresa la identidad, la autoimagen y los valores personales del usuario. HQ-S refleja hasta qué punto el producto estimula la curiosidad, la novedad y el desafío del usuario. ATT refleja la impresión general del usuario y su preferencia por el producto [3].

Las cuatro dimensiones pueden representarse en un espacio bidimensional, en el que el eje horizontal representa el continuo pragmático-hedónico y el eje vertical el continuo negativo-positivo. El espacio resultante se divide en cuatro cuadrantes, cada uno de los cuales representa un tipo distinto de experiencia de usuario: deseable (PQ alta y HQ alta), indiferente (PQ baja y HQ baja), rechazante (PQ baja y HQ alta) o pragmática (PQ alta y HQ baja) [17].

User Experience Questionnaire

Otro método para medir la calidad pragmática y hedónica es el Cuestionario de Experiencia de Usuario (UEQ), que consta de 26 ítems de diferencial semántico que evalúan seis aspectos de la experiencia de usuario: atractivo, perspicacia, eficiencia, fiabilidad, estimulación y novedad [4], como se puede ver en la Figura 2.1.

UEQ se ha desarrollado a partir de un modelo teórico de experiencia de usuario que integra aspectos pragmáticos y hedónicos, así como procesos cognitivos y emocionales [5]. UEQ ha sido validado y aplicado en diversos dominios, como aplicaciones web, herramientas de software, apps móviles y realidad virtual.

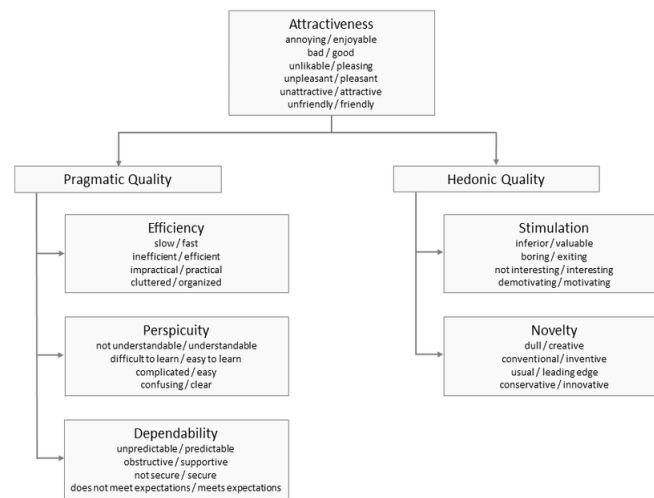


Figura 2.1: Áreas de evaluación de UEQ [1]

Se ha desarrollado una versión abreviada, el UEQ-S, que sólo contiene 8 ítems. UEQ-S es una buena aproximación a los resultados de UEQ para la calidad pragmática y hedónica [18].

Tanto el AttrakDiff como el UEQ proporcionan información útil sobre los puntos fuertes y débiles de un producto en términos de calidad pragmática y hedónica. Sin embargo, también presentan algunas limitaciones, como la necesidad de una muestra de gran tamaño, la influencia de factores contextuales, la subjetividad de las valoraciones de los usuarios y la dificultad de interpretar interacciones complejas entre dimensiones. Por lo tanto, se recomienda complementar estos métodos con otras fuentes de datos, como comentarios cualitativos, indicadores de comportamiento.

La UX y la usabilidad son conceptos estrechamente relacionados en el diseño y desarrollo de productos y servicios. Una buena usabilidad es un componente esencial de una excelente UX.

2.5 Usabilidad

La usabilidad es el grado en que un producto puede ser utilizado por usuarios específicos para alcanzar objetivos específicos con eficacia, eficiencia y satisfacción en un contexto

de uso específico. La evaluación de la usabilidad es el proceso de medición y valoración de la usabilidad a través de diversos métodos, como pruebas, inspección, investigación o análisis [19].

La evaluación de la usabilidad puede ayudar a identificar y mejorar los problemas de usabilidad, aumentar la satisfacción y la lealtad de los usuarios, aumentar la productividad y el rendimiento, reducir los errores y los riesgos y apoyar el diseño y el desarrollo centrados en el usuario [13].

2.5.1 Cuestionarios estandarizados de usabilidad

SUS

La Escala de Usabilidad de Sistemas (SUS) es un cuestionario ampliamente utilizado y validado que mide la usabilidad percibida de un sistema, producto o servicio. La SUS consta de 10 ítems, cada uno de ellos con una escala Likert de cinco puntos que va desde totalmente de acuerdo a totalmente en desacuerdo. Los ítems se redactan alternativamente de forma positiva y negativa para reducir el sesgo de respuesta. La puntuación SUS se calcula sumando y escalando las respuestas para obtener un valor entre 0 y 100, en el que las puntuaciones más altas indican una mayor usabilidad [20]. La puntuación SUS puede interpretarse comparándola con una base de datos normativa de puntuaciones de varios sistemas o rangos de aceptabilidad que correspondan a distintos niveles de usabilidad.

SUS tiene varias ventajas, como ser sencillo, rápido y flexible de administrar, abarcar varios aspectos de la usabilidad y ser sólido y fiable en diferentes contextos y poblaciones. El SUS también puede adaptarse o ampliarse para satisfacer necesidades específicas, como medir la usabilidad de componentes [20]. SUS tiene algunas limitaciones, como ser una medida subjetiva y global que no proporciona información detallada ni diagnóstica, estar influido por factores como las expectativas del usuario y su experiencia previa, y ser poco sensible a los cambios o mejoras en la usabilidad.

UMUX

La Métrica de Usabilidad para la Experiencia de Usuario (UMUX) es un cuestionario que mide la usabilidad y satisfacción percibidas de un sistema, producto o servicio, este consta de cuatro ítems, cada uno con una escala Likert de siete puntos que va desde totalmente de acuerdo a totalmente en desacuerdo. Los ítems se basan en la definición de usabilidad de la norma ISO 9241-11, que incluye eficacia, eficiencia y satisfacción. La puntuación UMUX se calcula promediando las respuestas para obtener un valor entre 1 y 7, donde las puntuaciones más altas indican mayor usabilidad y satisfacción [20].

UMUX tiene varias ventajas, como ser conciso, fácil y barato de administrar, tener una alta correlación con SUS y otras medidas de usabilidad, y ser adecuado tanto para evaluaciones formativas como sumativas. UMUX se puede utilizar para medir la usabilidad y la satisfacción de aspectos específicos de un sistema, o para comparar el rendimiento de diferentes sistemas, pero tiene limitaciones, como ser una medida subjetiva y global que no proporciona información detallada ni diagnóstica, tener una

gama limitada de opciones de respuesta y ser sensible a la redacción y el orden de los ítems [20].

UMUX Lite

UMUX Lite es una versión simplificada del UMUX que mide la usabilidad y la satisfacción percibidas de un sistema, producto o servicio. El UMUX Lite consta de dos ítems, uno para la usabilidad y otro para la satisfacción, cada uno con una escala Likert de siete puntos que va desde totalmente de acuerdo a totalmente en desacuerdo. Los ítems se derivan de los ítems originales del UMUX, pero se modifican para que sean más directos y claros. La puntuación del UMUX Lite se calcula promediando las respuestas para obtener un valor entre 1 y 7, donde las puntuaciones más altas indican mayor usabilidad y satisfacción [20].

UMUX Lite tiene varias ventajas, como ser muy breve, fácil y barato de administrar, tener una alta correlación con UMUX y el SUS, y ser adecuado tanto para evaluaciones formativas como sumativas. UMUX Lite tiene limitaciones, como ser una medida subjetiva y global que no proporciona retroalimentación detallada o información de diagnóstico, tener un rango limitado de opciones de respuesta, ser sensible a la redacción y el orden de los ítems.

CSUQ

El Cuestionario de Usabilidad de Sistemas Informáticos (CSUQ) es un cuestionario que mide la usabilidad y satisfacción percibidas de un sistema, producto informático. El CSUQ consta de 19 ítems, cada uno con una escala Likert de siete puntos que va desde totalmente de acuerdo a totalmente en desacuerdo. Los ítems se agrupan en cuatro subescalas: utilidad del sistema, calidad de la información, calidad de la interfaz y satisfacción general. La puntuación del CSUQ se calcula promediando las respuestas para obtener un valor entre 1 y 7 para cada subescala y para la puntuación global, donde las puntuaciones más altas indican una mayor usabilidad y satisfacción. La puntuación del CSUQ puede interpretarse comparándola con una base de datos normativa de puntuaciones de varios sistemas, o utilizando pruebas estadísticas para examinar las diferencias o relaciones entre subescalas o grupos de usuarios [20].

CSUQ es exhaustivo, fiable y válido, abarcar múltiples dimensiones de usabilidad y satisfacción, y proporcionar información más específica y diagnóstica que las medidas globales a la vez puede personalizarse para satisfacer necesidades específicas el CSUQ pero desventajas como ser relativamente largo y complejo de administrar y analizar, requerir una muestra de gran tamaño para obtener resultados fiables.

Habiendo establecido una comprensión sólida de los conceptos fundamentales como la experiencia de usuario (UX), la usabilidad, y la utilización de cuestionarios estandarizados como el UEQ y el AttrakDiff en el marco teórico, es crucial explorar cómo estas teorías y herramientas se han aplicado en investigaciones previas. La siguiente sección de trabajo relacionado examina estudios anteriores que han investigado la UX y la usabilidad mediante estos cuestionarios, proporcionando un análisis crítico de sus metodologías, hallazgos y contribuciones al campo.

CAPÍTULO III. TRABAJO RELACIONADO

A continuación, se describen algunas investigaciones en las que se estudiaron la relevancia de brindar datos claros a través de visualizaciones, casos de uso de UEQ y las mejoras de visualizaciones.

D'Ignazio et al. [21] analiza cómo las visualizaciones pueden ayudar a los usuarios a comprender, analizar y comunicar grandes datos, en cualquier contexto. El artículo sostiene que las visualizaciones no son solo una forma de presentar datos, sino también de explorarlos, cuestionarlos y criticarlos y que pueden fomentar el compromiso, la curiosidad y la autonomía de los usuarios. La investigación presenta la relevancia de las visualizaciones sencillas y eficientes para una mejor comprensión de los datos recopilados.

Bateman et al. [10] investigan los efectos del embellecimiento visual, como elementos decorativos, colores y formas, en la comprensión y memorización de gráficos. Los autores utilizan una versión modificada de la Escala de Usabilidad del Sistema (SUS) y el Índice de Carga de Tareas (TLX) de la NASA para medir la usabilidad y la carga de trabajo de los gráficos, así como pruebas de recuerdo y valoraciones de preferencia.

Los resultados muestran que el embellecimiento puede mejorar el recuerdo y el compromiso, pero también puede reducir la precisión y la eficacia, dependiendo del tipo, el grado de embellecimiento y de la complejidad de la tarea.

En Li et al. [22], se amplían los estudios anteriores de Bateman [10] y se investigan los efectos del embellecimiento visual teniendo en cuenta distintos límites de tiempo para ver estos gráficos. Los resultados mostraron que el tiempo afectaba a la comprensión y al recuerdo a corto plazo, mientras que el tipo de gráfico afectaba significativamente al recuerdo a corto plazo. Concluyen que el gráfico debe ser conciso, para lograr absorber la mayor cantidad de información en menor tiempo.

López et al. [9] destacan el uso del UEQ y AttrakDiff, como las herramientas que más se han utilizado para medir la experiencia de usuario, especialmente en Europa. Debido al uso del cuestionario UEQ es imprescindible mejorar las visualizaciones proporcionadas, para una mejor comprensión de los datos.

Speicher [23], muestra que el cuestionario AttrakDiff es una medida ampliamente utilizada del atractivo percibido del producto e incluye ítems relacionados con aspectos pragmáticos, hedónicos y simbólicos de la experiencia del producto, que se traduce en datos útiles a través de visualizaciones.

Ramírez [24], presenta un estudio que pretende explorar la experiencia de usuario de los sistemas de gestión del aprendizaje en la educación superior. La investigación utiliza UEQ-S para evaluar el producto, pero muestra sólo un gráfico relacionado con los datos, lo que hace complejo para otros lectores comprender el alcance completo de los datos, esto evidencia la oportunidad de mejora en las visualizaciones de UEQ. Este caso denota la necesidad de proveer alternativas a las visualizaciones originales.

Jhonatan et al. [25] ofrecen un análisis de la experiencia de usuario sobre la satisfacción de los buscadores de empleo (Pencaker) con la aplicación Siker. En el estudio se utilizó el método de UEQ para recopilar datos sobre la satisfacción de los usuarios

con la usabilidad, la utilidad y la experiencia general del usuario de la aplicación. Este puede ser un caso ideal para analizar los datos recopilados para el diseño de las visualizaciones. Refiérase a la sección de Metodología.

El mejoramiento de las visualizaciones de UEQ, no se han tratado mucho en la literatura académica ni en la investigación general. La experiencia del usuario (UX) se ha convertido en un factor crítico para el éxito de los productos y servicios digitales.

A medida que las herramientas de evaluación de experiencia del usuario como UEQ ganan importancia, los investigadores y profesionales buscan constantemente formas de mejorar y ampliar su funcionalidad para adaptarse a la evolución de la tecnología y las necesidades de los usuarios.

Los avances en las técnicas y herramientas de visualización de datos han abierto nuevas posibilidades para presentar información compleja de forma sencilla para el usuario. A medida que aumenta la atención que se presta al diseño centrado en el usuario, surgen necesidades de formas más fáciles de usar y visualmente atractivas de comunicar los conocimientos de experiencia del usuario a una amplia gama de partes interesadas en el desarrollo de software.

La revisión de trabajos relacionados ha destacado diversas metodologías y enfoques que han sido empleados para evaluar y mejorar la experiencia de usuario, visualizaciones y la usabilidad mediante UEQ, pero a la vez problemáticas que poseen las visualizaciones actuales. Estas investigaciones proporcionan una base valiosa y una perspectiva crítica sobre las prácticas y tendencias actuales en el campo. La siguiente sección de metodología detalla el enfoque que adoptaremos en nuestro estudio, describiendo los procedimientos, herramientas y técnicas que utilizaremos para recopilar y analizar datos para las nuevas visualizaciones.

CAPÍTULO IV. METODOLOGÍA

Esta sección describe la metodología que se siguió para alcanzar los objetivos planteados y responder a las preguntas de investigación. La investigación llevó a cabo evaluaciones de las visualizaciones tipo AttrakDiff resultantes de los datos del cuestionario UEQ y otras visualizaciones propuestas.

La Figura 4.1 muestra un resumen de las fases, actividades, métodos y productos asociados a cada objetivo específico.

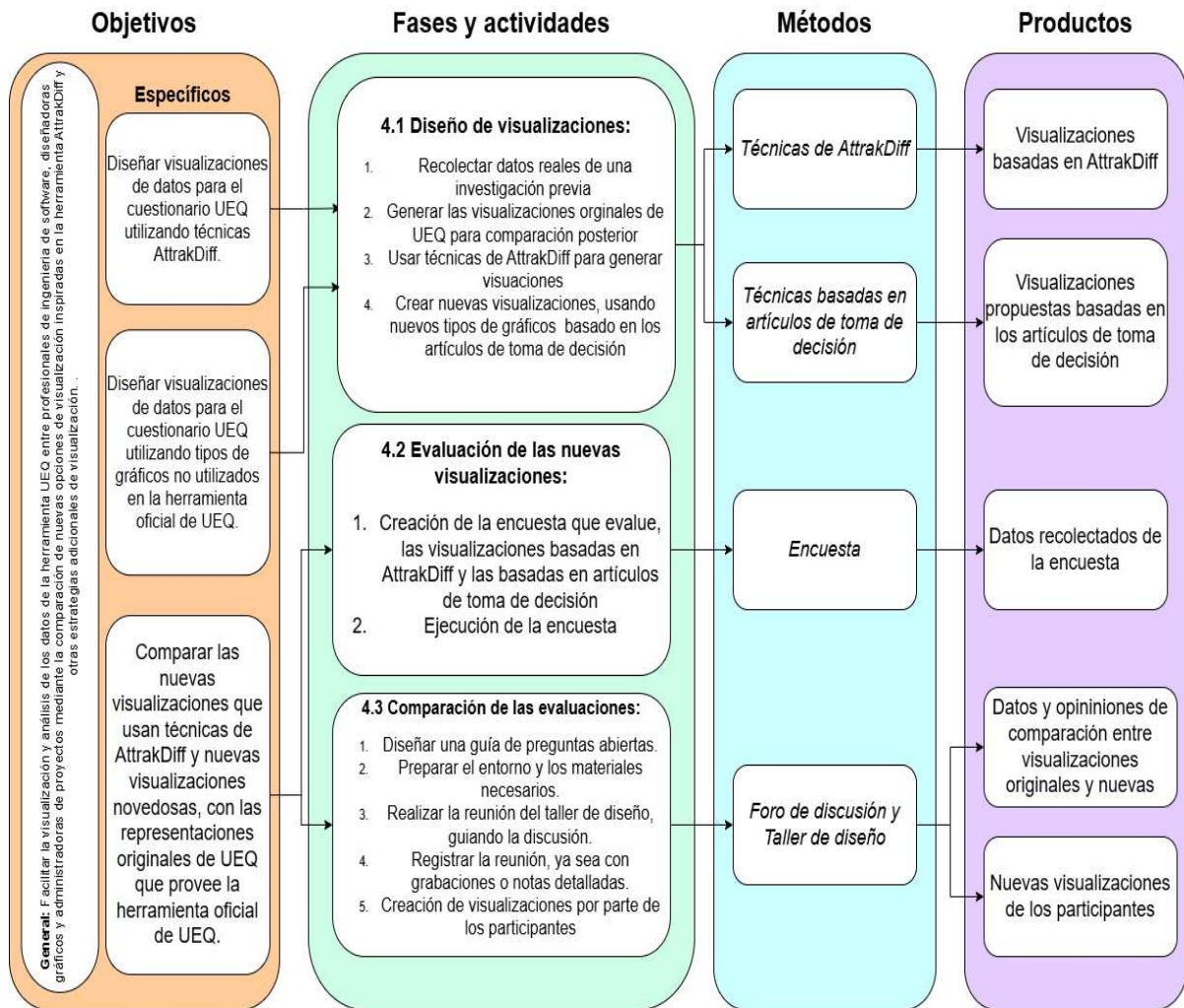


Figura 4.1: Diagrama de metodología

Dado que el objetivo de la investigación es proponer visualizaciones de datos del cuestionario UEQ y UEQ-S para simplificar el análisis de datos y mejorar la toma de decisiones. La metodología se dividió en las siguientes etapas:

4.1 Diseño de las visualizaciones

Parte de esta investigación fue enviada, aceptada y presentada en las V Jornadas Costarricenses de Investigación e Informática (JOCICI) en el artículo [6]. Otra parte de esta investigación fue aceptada por pares a la conferencia AMITIC2024, será presentado en Septiembre 2024. También se puede ver en el anexo 8.1.

4.1.1 Recopilación de datos UEQ de investigaciones anteriores

Para evaluar el valor real de tener visualizaciones tipo AttrakDiff y otras visualizaciones propuestas con datos UEQ, se necesitó un ejemplo de datos para crear los gráficos. El primer paso fue recopilar los datos de una evaluación que proporcione todos los datos crudos utilizando la investigación de Jonathan et al. [25], lo que los hizo fiables para la evaluación y fidedignos para la creación de las visualizaciones.

Una vez se recopilaron los datos, se analizaron con la herramienta en línea UEQ, que calcula automáticamente todos los datos necesarios para las visualizaciones y los muestra en gráficos, lo cual ayudó a identificar ideas y tendencias clave en la experiencia del usuario. Los mismos se tendrán de referencia para las comparaciones.

4.1.2 Generar visualizaciones

El siguiente paso fue mapear los datos del proceso, para crear nuevas visualizaciones. En primer lugar, utilizando las técnicas de visualización AttrakDiff, que permitieron crear un perfil bidimensional del producto basado en las cualidades pragmáticas y hedónicas de las escalas UEQ.

Posteriormente, se diseñaron las nuevas visualizaciones de datos utilizando nuevos tipos de representaciones gráficas que permitan una mejor comprensión de la información y sean basadas en las conclusiones del análisis de datos. Se debe de asegurarse de que las visualizaciones fueran claras, atractivas y transmitan la información deseada con eficacia.

Para este segundo paso, se usaron referencias para la inspiración de las visualizaciones, los siguientes artículos:

1. Decision making and visualizations based on test results [26].
2. Data visualization for strategic decision making [27].
3. Towards Rigorously Designed Preference Visualizations for Group Decision Making [28].
4. Improving Visualization Design for Effective Multi-Objective Decision Making [29].

Los estudios exploran la complejidad de los gráficos y el volumen de datos afectan la calidad de las decisiones en escenarios con múltiples objetivos y compensaciones complejas. A la vez bordan el diseño de visualizaciones para la toma de decisiones grupales, enfocándose en cómo los individuos pueden modelar y comparar sus preferencias para

entender mejor los puntos de vista de los demás. Este cuarteto de artículos presentan visualizaciones como:

1. Mapas de calor, son densos en información y adecuados para resúmenes de alto nivel.
2. Gráficos de distribución de candela que son útiles para identificar tendencias y comparar distribuciones.
3. Los gráficos de radar se recomiendan debido a la capacidad de comparación de datos bajo mismas categorías.
4. Indicadores básicos, para brindar información general de los objetos evaluados.

Estos artículos resaltan la relevancia de las visualizaciones de datos en la toma de decisiones estratégicas y cómo pueden incorporarse en sistemas de evaluación para generar una mejor comprensión y guiar las decisiones críticas. Además, los artículos abordan un tema importante, que forma pilar de esta misma investigación, se trata de la visualización de datos para la toma de decisiones estratégicas, que son críticas ya que implican inversiones significativas y resultados a largo plazo.

Visualizaciones

A manera de resumen del artículo presentado, que se encuentra en el anexo 8.1, las visualizaciones basadas en AttrakDiff que se crearon fueron:

1. Descripción de pares de palabras, figura 4.5.
2. Rectángulo de confianza, figura 4.3.
3. Diagrama de valores medios para las áreas principales, figura 4.2.
4. Diagrama de valores medios para zonas específicas, figura 4.4.

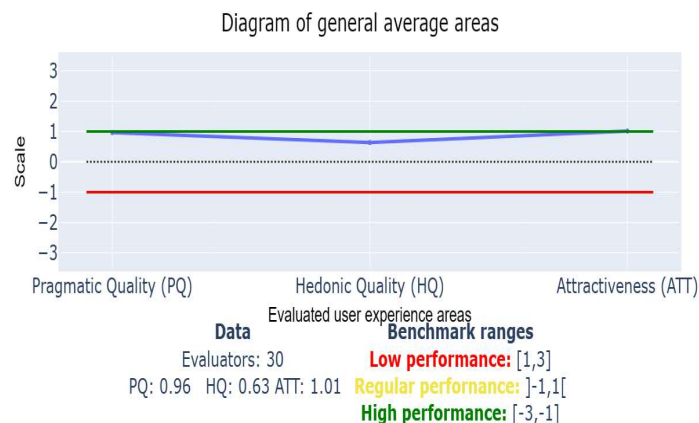


Figura 4.2: Diagrama de valores medios para las áreas principales

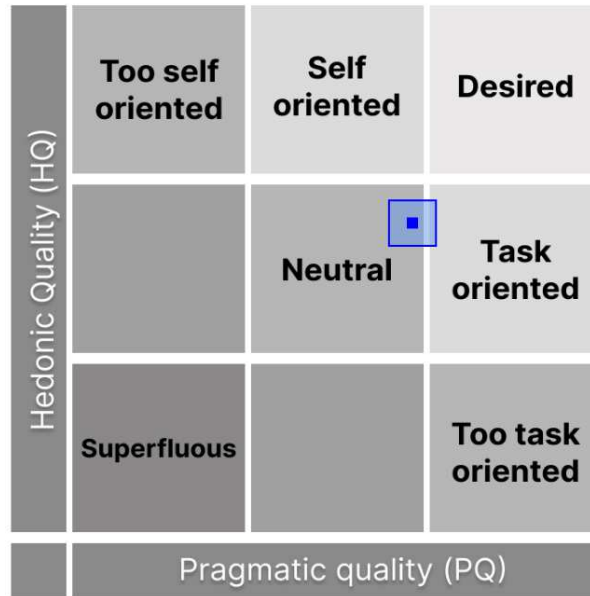


Figura 4.3: Rectángulo de confianza

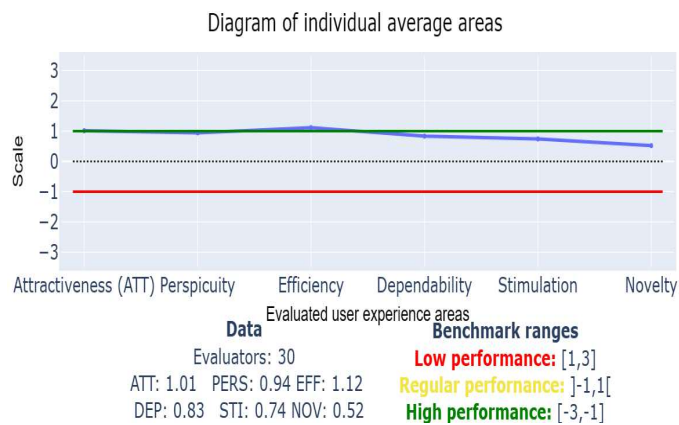


Figura 4.4: Diagrama de valores medios para zonas específicas

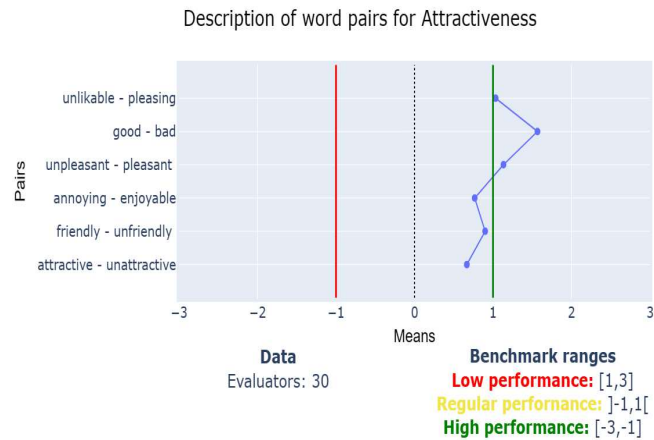


Figura 4.5: Descripción de pares de palabras

Las visualizaciones que se propusieron basadas en los artículos presentados como inspiración son:

1. Radar para todas las áreas evaluadas por UEQ, figura 4.6.
2. Indicadores de evaluación de datos UEQ, figura 4.8.
3. Mapa de calor de la distribución de votos de UEQ, figura 4.9.
4. Distribución de votos de velas para los elementos UEQ, figura 4.7.
5. 3D mayores áreas de evaluación, figura 4.6.

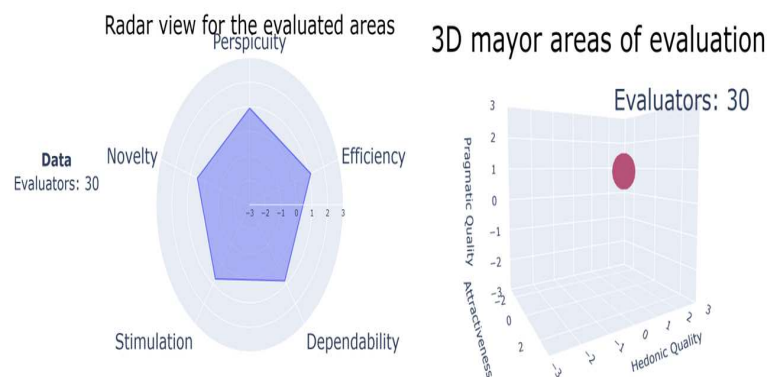


Figura 4.6: Radar de categorías y 3D mayores áreas de evaluación

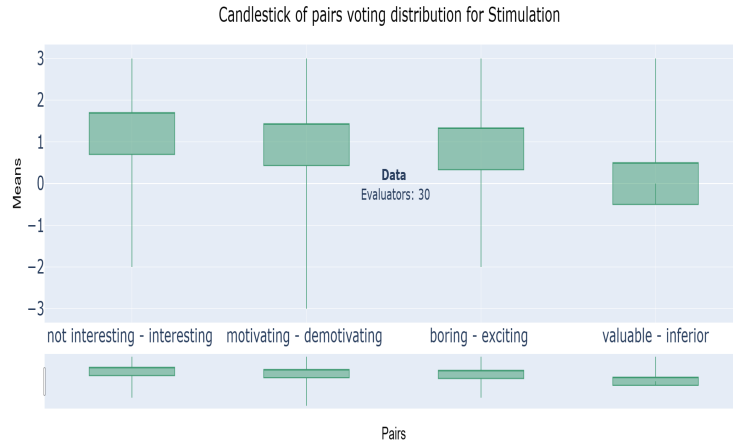


Figura 4.7: Distribución de votos de velas para los elementos UEQ

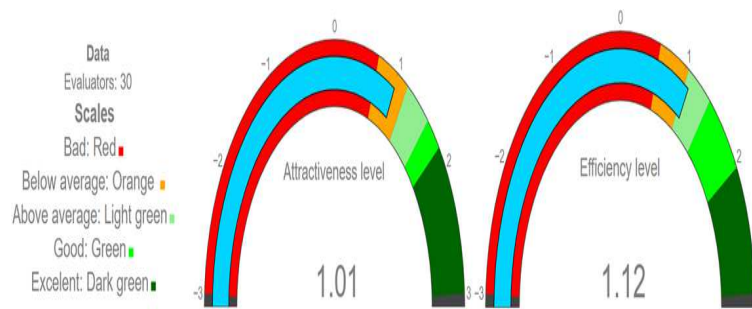


Figura 4.8: Indicadores

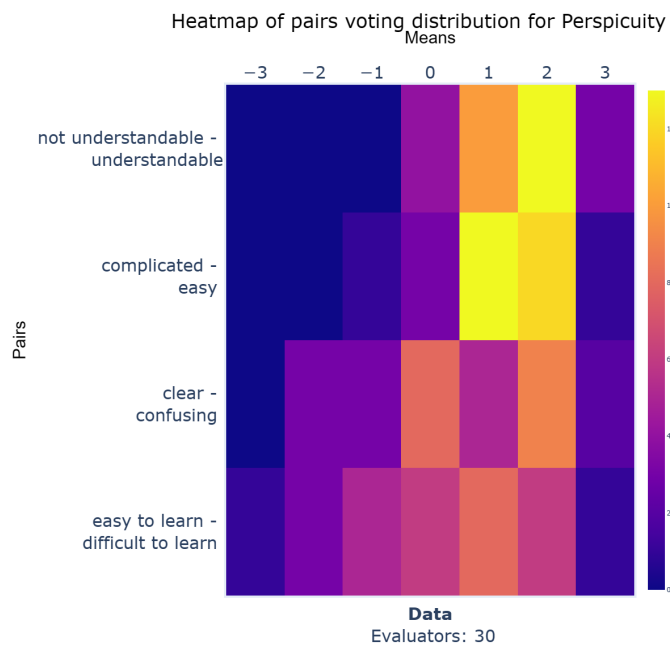


Figura 4.9: Mapa de calor para distribución de votos

4.2 Evaluación de las visualizaciones

Para evaluar las nuevas visualizaciones se administró una encuesta de seguimiento a un nuevo grupo de 23 participantes de la Universidad de Costa Rica que tienen experiencia en el área de ciencias de computación, presentando tanto las visualizaciones mejoradas de AttrakDiff y las nuevas propuestas. Se recopilaron datos cuantitativos sobre las preferencias y la eficacia de los usuarios.

Se determinó que la muestra de 23 participantes es lo suficientemente grande para obtener una muestra representativa dentro del contexto específico de estudiantes de ciencias de la computación. Esto permite obtener una variedad de opiniones y experiencias, lo que permite manejar un grupo de este tamaño es más viable y práctico en términos de tiempo y recursos, especialmente en un entorno académico. También facilita el análisis cualitativo y cuantitativo de los datos recopilados sin resultar abrumador, los participantes comparten un trasfondo común en ciencias de la computación, lo que puede reducir la variabilidad y permitir una evaluación más enfocada en las visualizaciones propuestas.

Características socio demográficas

1. Edad: los estudiantes universitarios se encuentran en el rango de 19 a 23 años.
2. Experiencia en ciencias de computación: llevan por lo menos un año de estudio en el área y han tomado cursos relevantes.
3. Género: la muestra está conformada tanto por mujeres como por hombres.

La encuesta usó la escala de Likert para cada uno de sus ítems y se dividió en 5 áreas:

1. Evaluación general de las visualizaciones basadas en AttrakDiff.
2. Evaluación general de las visualizaciones propuestas.
3. Evaluación específica de los gráficos basados en AttrakDiff.
4. Evaluación específica de los gráficos propuestos.
5. Opinión personal.

Es importante recalcar, que el diseño, resultados y su correspondiente análisis se encuentra en el artículo presentado en la conferencia JOCICI [6] y aceptado en AMITIC2024 además se encuentra en el anexo 8.1.

4.3 Comparación de las visualizaciones

Para la comparación objetiva de las visualizaciones, se planteó ejecutar taller de diseño, que reúna actores de tres áreas específicas: ingeniería de software, diseño gráfico y administración de proyectos. El mismo se dividió en dos actividades principales: actividad

de grupo focal y actividad de diseño de visualizaciones. El objetivo es llevar a cabo una comparación con un grupo de discusión de forma eficaz y es fundamental contar con el siguiente plan estructurado:

1. Se seleccionó cuidadosamente a los participantes que representen a la población con experiencia relevante en la experiencia del usuario, los mismos participantes son de distintas compañías de desarrollo de software.
2. Se elaboró una guía de preguntas que sirva como base para la discusión en el grupo focal para comparación de los dos tipos de visualizaciones.
3. Se prepararon materiales y escenarios para la sesión del grupo de discusión. Utilizar escenarios para presentar las visualizaciones originales de UEQ y las nuevas visualizaciones mejoradas.
4. Se presentó el contexto de la investigación y las visualizaciones originales de UEQ como las nuevas visualizaciones mejoradas, proporcionando el contexto y las explicaciones necesarias.
5. Se facilitó una discusión grupal sobre las percepciones actuales de las visualizaciones de UEQ.
6. Propuso el diseño de visualizaciones al grupo para la representación de datos de UEQ.
7. Se recopiló la retroalimentación de la sesión del grupo de discusión.

4.3.1 Perfil de los participantes del taller de diseño

El taller de diseño reclutó una muestra diversa y representativa de perfiles como ingeniería de software, diseño gráfico y administración de proyectos, teniendo en cuenta factores como la edad, el sexo, la educación, los antecedentes y la experiencia. El taller se aseguró de que los participantes tengan un nivel suficiente de familiaridad e interés en el tema de la experiencia del usuario, estén dispuestos y sean capaces de participar en una discusión constructiva y respetuosa. Los perfiles fueron los siguientes:

1. Administradores de proyectos con experiencia en la gestión de proyectos de experiencia de usuario, que utilice métodos para evaluar y mejorar la usabilidad y la satisfacción de los usuarios de productos.
2. Diseñadores con experiencia en la creación y evaluación de interfaces de usuario. El diseñador debe ser capaz de evaluar los aspectos estéticos, funcionales y emocionales de los tipos de gráficos originales y nuevos. A la vez, proporcionar información sobre sus puntos fuertes, débiles y preferencias.
3. Ingenieros de software con experiencia en el desarrollo e implementación de interfaces de usuario, que utilice métodos para garantizar la calidad y el rendimiento de los productos.

Previo a la ejecución de el taller de diseño, se realizó un piloto del grupo focal con estudiantes de computación de la UCR del grupo de investigación impartido por el profesor Luis Quesada.

En el taller participaron 6 participantes, divididos entre los perfiles anteriores, con el objetivo de comparar las visualizaciones y obtener retroalimentación valiosa, como parte de los resultados. Este grupo pequeño permitió una discusión más profunda y detallada, donde cada participante puede expresar sus opiniones y experiencias de manera exhaustiva a la vez facilitó la interacción y el intercambio de ideas, promoviendo una conversación fluida y rica en contenido. Además es más manejable en términos de logística, moderación y análisis de las discusiones.

Parte de usar un grupo de 6 participantes, es que la dinámica se basó en calidad sobre cantidad, donde la calidad de la retroalimentación obtenida de expertos suele ser más valiosa que la cantidad de participantes, especialmente cuando se trata de profesionales con conocimientos específicos y relevantes. Al incluir 6 profesionales de tres áreas distintas (ingeniería de software, administración de proyectos y diseño gráfico), se aseguró una diversidad de perspectivas, experiencias sin hacer el grupo demasiado grande para manejar y balanceado entre las 3 áreas de perfil profesional.

Las mejores prácticas en la organización de grupos de discusión como lo establece McQuarrie [30], recomiendan entre 6 y 12 participantes para mantener la discusión manejable y efectiva.

Características sociodemográficas

1. Edad: los profesionales se encuentran en el rango de 23 a 26 años.
2. Sexo: se compuso por 3 hombres y 3 mujeres.
3. Experiencia profesional: en promedio poseen 2 años de experiencia en su carrera profesional, y trabajando en esta área de desarrollo de software.
4. Formación académica: los participantes contaban con nivel bachillerato en sus respectivas áreas profesionales.

4.3.2 Tipos de preguntas para el taller de diseño

Los tipos de preguntas para el grupo focal se enfocaron en la utilidad y facilidad de uso percibidas de los nuevos tipos de gráficos, en comparación con los originales, para distintos fines, como identificar puntos fuertes y débiles.

Las preferencias y opiniones de los participantes sobre el diseño, la disposición, los colores, las etiquetas y la interactividad de los nuevos tipos de gráficos y cómo afectan a la legibilidad, claridad y atractivo de las visualizaciones.

Se buscó que los participantes identificaran los retos y dificultades a la hora de interpretar los nuevos tipos de gráficos y cómo podrían abordarse. Las sugerencias y recomendaciones de los participantes para mejorar aún más las visualizaciones de UEQ y para añadir nuevas características que respondan a sus necesidades.

Las preguntas ejecutadas para el grupo focal fueron las siguientes:

1. ¿Hasta qué punto está familiarizado con las visualizaciones originales de UEQ, como el gráfico de barras y el diagrama de dispersión? ¿Con qué frecuencia y en qué contextos las utilizaría?
2. ¿Cómo interpreta los resultados de las visualizaciones originales? ¿Qué aspectos le resultan fáciles o difíciles de comprender, comparar o comunicar?
3. ¿Cuáles son tus primeras impresiones sobre las nuevas visualizaciones propuestas, como el gráfico de radar, el mapa térmico y los indicadores? ¿En qué se diferencian de las originales en cuanto a estética, funcionalidad e información?
4. ¿Cómo interpreta los resultados de las nuevas visualizaciones? ¿Qué aspectos le resultan fáciles o difíciles de entender, comparar o comunicar?
5. ¿Cómo apoyan o mejoran las nuevas visualizaciones sus objetivos (dependiendo del área) y retos al utilizar UEQ? ¿Cuáles son los beneficios o inconvenientes de su uso?
6. ¿Qué probabilidades hay de que utilice las nuevas visualizaciones en sus futuros proyectos o presentaciones? ¿Qué factores influirían en su decisión?

4.3.3 Propuestas de diseño para los participantes

En la segunda parte del taller de diseño, cuando los participantes ya habían tenido el contexto y discutido los temas propuestos en las preguntas anteriores, se realizó una actividad donde los participantes pudieron proponer mejoras y sus propias visualizaciones con datos de UEQ.

Para la actividad, los participantes contaron materiales como papel, lápices de colores, marcadores, entre otros, así pudieron plasmar sus ideas de manera creativa.

4.4 Evaluación y análisis de resultados

Como etapa final, para analizar los resultados de la encuesta y del grupo de discusión, se usó el análisis temático. El análisis temático es un método para identificar, analizar e informar patrones dentro de los datos. Organiza y describe un conjunto de datos de manera rica y, con frecuencia, interpreta diversos aspectos del tema de investigación. El método usado en esta investigación se basa en el artículo “Using thematic analysis in psychology”[31].

El análisis temático permitió explorar cómo los participantes percibieron, evaluaron y compararon las visualizaciones original y nueva de los resultados del UEQ, y qué aspectos del diseño, la funcionalidad y la facilidad de uso influyeron en sus preferencias y opiniones. Los pasos que se ejecutaron en esta etapa fueron los siguientes:

1. Familiarización con los datos: Se transcribieron las grabaciones de audio del grupo de discusión y se leyeron las respuestas de la encuesta y las transcripciones varias veces para obtener una visión general de los datos e identificar ideas iniciales para la codificación.

2. Generación de códigos iniciales: se usó un enfoque deductivo para codificar los datos según las principales preguntas de la investigación y las dimensiones de AttrakDiff (calidad pragmática, calidad hedónica, atractivo). A la vez se usó un enfoque inductivo para codificar los temas y subtemas emergentes que fueran pertinentes para los datos y los objetivos de la investigación.
3. Búsqueda de temas: Se revisaron los códigos y categorías y se agruparon en posibles temas y subtemas que representaban los principales patrones de significado de los datos. Además de un mapa temático, adjuntado en la sección de resultados 5, para visualizar las relaciones y conexiones entre los temas y subtemas y comprobar la coherencia y consistencia.
4. Revisión de los temas: Se refinaron y revisaron los temas y subtemas cotejándolos con los datos y las preguntas de la investigación. También se examinó si los temas reflejaban la diversidad y complejidad de los datos y si eran distintos y significativos. Luego, descartaron, unieron o dividieron algunos temas y subtemas según fuera necesario y cambiar el nombre para que reflejen su esencia.
5. Definición y denominación de los temas: definieron los temas y subtemas finales resumiendo los principales características e implicaciones y aportando ejemplos de los datos para ilustrarlos. También explicaron cómo se relacionaban los temas y subtemas con las preguntas de la investigación y el marco teórico de AttrakDiff y las técnicas novedosas.
6. Presentación de los resultados: se redactó el informe presentando como parte de los resultados en un orden lógico y coherente, apoyarse en pruebas extraídas de los datos. También se discutieron los puntos fuertes y las limitaciones del análisis temático y las implicaciones y recomendaciones para el diseño y la evaluación de visualizaciones de los resultados de UEQ.

4.5 Proceso y ejecución de análisis temático

A continuación se presenta la ejecución del análisis temático para el grupo de discusión que se ejecutó como parte del taller de diseño, junto al diagrama del proceso en la Figura 4.10:

4.5.1 Familiarización con los datos: Respuestas a las preguntas del grupo focal

Estas respuestas forman parte del anexo 8.4.

4.5.2 Generación de Códigos Iniciales

Códigos iniciales extraídos de las respuestas:

1. Familiaridad con Visualizaciones Originales

- a) Uso ocasional

- b) Conocimiento moderado
- c) Uso limitado en empresas

2. Interpretación de Visualizaciones Originales

- a) Dificultad de interpretación
- b) Resultados básicos
- c) Falta de atractivo visual
- d) Información básica

3. Ventajas sobre Nuevas Visualizaciones

- a) Claridad y facilidad de comprensión
- b) Menos recargadas
- c) Rapidez en la comprensión de datos

4. Interpretación sobre Nuevas Visualizaciones

- a) Claridad en áreas de mejora
- b) Comprensión de mínimos y máximos
- c) Necesidad de etiquetas adicionales

5. Impacto en Objetivos y Retos

- a) Datos específicos por área
- b) Facilidad de comprensión
- c) Eficiencia en presentación de datos
- d) Mejora en la toma de decisiones

6. Probabilidad de Uso Futuro

- a) Alta probabilidad de uso
- b) Atractivo visual y rapidez
- c) Necesidad de mejoras

4.5.3 Búsqueda de Temas

Agrupación de códigos en temas potenciales:

1. Familiaridad y Uso de Visualizaciones Originales

- a) Experiencia previa
- b) Conocimiento y uso en el contexto profesional

2. Desafíos y Limitaciones de Visualizaciones Originales

- a) Dificultad de interpretación
- b) Atractivo visual insuficiente
- c) Resultados básicos y poco detallados

3. Ventajas de Nuevas Visualizaciones

- a) Facilidad de comprensión
- b) Claridad y rapidez en la interpretación de datos
- c) Estética mejorada

4. Impacto en el Trabajo y Toma de Decisiones

- a) Mejora en la presentación de datos
- b) Eficiencia en la comunicación de resultados
- c) Apoyo en la toma de decisiones

5. Aceptación y Uso Futuro

- a) Alta disposición a usar nuevas visualizaciones
- b) Factores que influyen en la decisión de uso

4.5.4 Revisión de Temas

Refinamiento de los temas para asegurar coherencia y distinción:

1. **Conocimiento y Uso de Visualizaciones Originales y Nuevas**
2. **Desafíos en la Interpretación de Visualizaciones Originales**
3. **Beneficios de Nuevas Visualizaciones**
4. **Impacto en Eficiencia y Toma de Decisiones**
5. **Adopción y Uso Futuro de Nuevas Visualizaciones**

4.5.5 Definición y Nombramiento de Temas

1. Conocimiento y Uso de Visualizaciones

- a) Describe la familiaridad y el uso de visualizaciones originales y nuevas por los participantes. Algunos participantes han usado las visualizaciones originales de UEQ ocasionalmente en sus proyectos, mientras que otros están familiarizados con ellas pero no las utilizan frecuentemente en sus empresas.

2. Desafíos en la Interpretación de Visualizaciones Originales

- a) Se detalla los problemas encontrados al interpretar las visualizaciones originales de UEQ. Los participantes las encuentran poco intuitivas y difíciles de interpretar, considerándolas básicas y poco atractivas, con falta de elementos visuales sobresalientes.

3. Beneficios de Nuevas Visualizaciones

- a) Se puede destacar las ventajas percibidas de las nuevas visualizaciones propuestas. Los participantes las consideran más limpias, fáciles de entender y estéticamente agradables, permitiendo una interpretación más clara y rápida de los datos.

4. Impacto en Eficiencia y Toma de Decisiones

- a) Se explica cómo las nuevas visualizaciones mejoran la eficiencia y apoyan la toma de decisiones. Los participantes perciben que las nuevas visualizaciones facilitan la comprensión y la comunicación de los resultados.

5. Adopción y Uso Futuro

- a) Tiende a explorar la disposición de los participantes a adoptar las nuevas visualizaciones en sus futuros proyectos y presentaciones. Factores como la claridad, la rapidez en la presentación de datos y la estética influyen positivamente en esta decisión.

4.5.6 Informe de Análisis Temático

Este análisis temático proporciona una visión detallada de cómo las nuevas visualizaciones pueden mejorar la evaluación de la experiencia del usuario y su impacto en el trabajo de los profesionales.

1. Conocimiento y Uso de Visualizaciones

- a) Los participantes tienen un conocimiento y uso moderado de las visualizaciones originales de UEQ. Algunos las usan ocasionalmente en sus proyectos, mientras que otros están familiarizados pero no las utilizan frecuentemente en sus empresas. Las respuestas indican que las visualizaciones originales son conocidas en el ámbito profesional, pero su aplicación práctica es limitada debido a varios factores, como la falta de tiempo y recursos.

2. Desafíos en la Interpretación de Visualizaciones Originales

- a) Las visualizaciones originales son percibidas como poco intuitivas y difíciles de interpretar. Los participantes las consideran básicas y poco atractivas, con falta de elementos visuales sobresalientes que faciliten la interpretación de los datos. Hay una sensación general de que las visualizaciones no logran transmitir de manera efectiva la información necesaria para evaluar la experiencia del usuario.

3. Beneficios de Nuevas Visualizaciones

- a) Las nuevas visualizaciones propuestas son vistas como más limpias, fáciles de entender y estéticamente agradables. Permiten una interpretación más clara y rápida de los datos, destacando las áreas de mejora y los puntos

fuertes. Los participantes aprecian la claridad y la rapidez con la que pueden comprender la información, lo que las hace más efectivas en comparación con las visualizaciones originales.

4. Impacto en Eficiencia y Toma de Decisiones

- a) Las nuevas visualizaciones mejoran la presentación de datos y apoyan una toma de decisiones más eficiente. Los participantes perciben que las nuevas visualizaciones facilitan la comprensión y la comunicación de los resultados. La claridad y la organización de los datos permiten una mejor identificación de áreas de mejora y fortalezas, lo que es crucial para la toma de decisiones en el desarrollo de productos y proyectos.

5. Adopción y Uso Futuro

- a) Los participantes están dispuestos a adoptar las nuevas visualizaciones en sus futuros proyectos. Factores como la claridad, la rapidez en la presentación de datos y la estética influyen positivamente en esta decisión. Sin embargo, algunos mencionan la necesidad de realizar mejoras adicionales para maximizar la efectividad de estas visualizaciones.

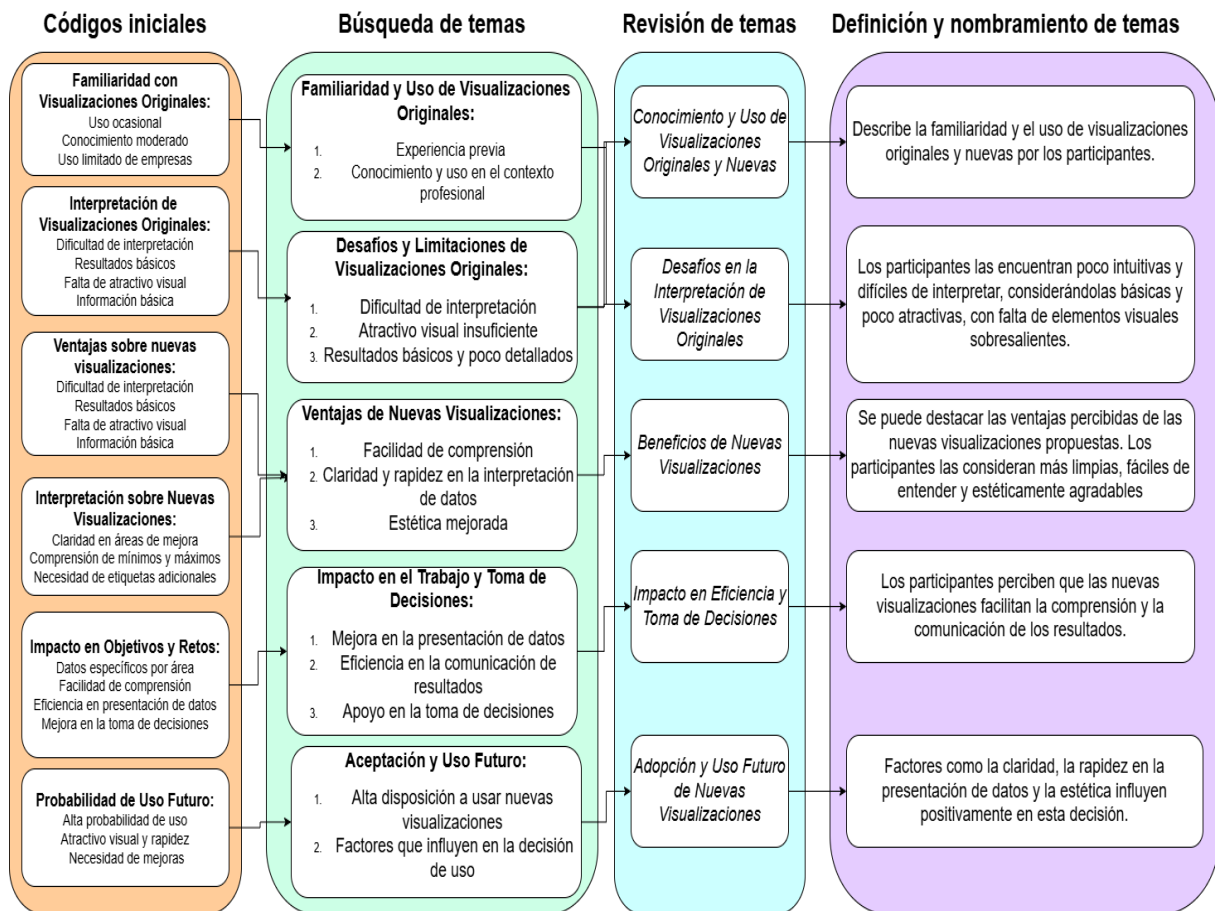


Figura 4.10: Diagrama de proceso de análisis temático

CAPÍTULO V. RESULTADOS

5.1 Análisis de los resultados de la encuesta

Este análisis se encuentra disponible en el anexo 8.1, como parte del artículo presentado [6].

5.2 Análisis de los resultados del grupo de focal

5.2.1 Pregunta 1: ¿Hasta qué punto está familiarizado con las visualizaciones originales de UEQ, como el gráfico de barras y el diagrama de dispersión? ¿Con qué frecuencia y en qué contextos las utilizaría?

El análisis temático de la sección 4.5 y el resumen de la Cuadro 5.1, revela una familiaridad moderada con las visualizaciones UEQ entre los participantes, con un uso variado en contextos de evaluación de usabilidad y diseño. A pesar de la limitada frecuencia de uso, existe un interés en utilizar estas herramientas más frecuentemente y en explorar nuevas visualizaciones que mejoren la comprensión y la toma de decisiones en el contexto de usabilidad de aplicaciones de software.

Las respuestas muestran que hay un nivel de familiaridad variado con las visualizaciones originales de UEQ, desde moderado a bajo, y que no se han usado de forma frecuente ni extensiva. Los contextos en los que se han utilizado o se utilizarían son principalmente para experimentos, revisión, evaluación y propuestas de diseño de aplicaciones de software, tanto internas como externas de la compañía.

Además, se sugiere considerar la integración de estas herramientas en procesos de desarrollo y diseño para fomentar su uso y aplicación práctica. La investigación futura podría explorar específicamente cómo estas nuevas visualizaciones pueden facilitar la evaluación de usabilidad y el diseño centrado en el usuario en diferentes contextos y proyectos.

Los participantes expresan interés y disposición para seguir usando o proponer el uso de UEQ para mejorar la usabilidad de sus productos, pero también sugieren que existen barreras de tiempo, recursos o cultura organizacional que limitan su aplicación. La retroalimentación de los participantes sugiere que hay una necesidad y un interés en herramientas que puedan apoyar de manera efectiva la toma de decisiones en el diseño y la evaluación de la usabilidad, lo que subraya la importancia de continuar desarrollando y refinando visualizaciones en el contexto de UEQ. Este análisis proporciona una base sólida para futuras investigaciones y desarrollo de herramientas en el ámbito de la usabilidad y el diseño de interfaces de usuario.

La inclusión de perspectivas de distintos roles profesionales en el grupo de discusión ha enriquecido la comprensión de las necesidades y preferencias en relación con las visualizaciones de UEQ, lo que puede guiar el desarrollo de soluciones más efectivas y accesibles para una amplia gama de usuarios. Este análisis temático destaca la importancia de desarrollar visualizaciones de UEQ que sean intuitivas, informativas y faciliten

la toma de decisiones en el diseño y evaluación de la usabilidad de aplicaciones de software. Se podría inferir que las visualizaciones originales de UEQ no son suficientemente atractivas, claras o útiles para motivar un uso más frecuente y extensivo, y que hay una oportunidad de mejorarlas para facilitar la toma de decisiones y la comunicación de los resultados.

Código	Frecuencia de uso	Contexto de uso	Conocimiento del tema	Propuesta de uso
1	Par de veces	Experimentos	Moderadamente familiarizado	Lo seguiría usando
2	Una vez	Revisión en el equipo	Menos familiarizado	Lo usaría en el futuro
3	No ha usado	Reportes y estudios de diseño	Conoce del tema	Lo propondría como mejora de desarrollo
4	Sí ha usado	Aplicaciones de la compañía	Moderadamente familiarizado	No lo usaría

Cuadro 5.1: Resumen de resultados para la pregunta ¿Hasta qué punto está familiarizado con las visualizaciones originales de UEQ, como el gráfico de barras y el diagrama de dispersión? ¿Con qué frecuencia y en qué contextos las utilizaría?

5.2.2 Pregunta 2: ¿Cómo interpreta los resultados de las visualizaciones originales? ¿Qué aspectos le resultan fáciles o difíciles de comprender, comparar o comunicar?

En el análisis temático de la sección 4.5 y en la Cuadro 5.2, las respuestas a la pregunta de grupo de discusión revelan una insatisfacción generalizada con las visualizaciones originales del cuestionario UEQ. Los participantes coinciden en que las visualizaciones son poco intuitivas, difíciles de interpretar, básicas, poco atractivas y poco informativas. Estas opiniones sugieren que las visualizaciones originales no cumplen con los objetivos de comunicar eficazmente los resultados de la evaluación de la usabilidad, ni de generar una impresión positiva sobre la misma.

Los participantes señalan algunos aspectos específicos que dificultan la comprensión, la comparación y la comunicación de los resultados. Uno de ellos es la relación entre las escalas, que no se aprecia claramente. Otro es el valor de los colores, que no se entiende ni se explica. Estos elementos pueden generar confusión o ambigüedad en la interpretación de los datos. Además, los participantes expresan que las visualizaciones carecen de elementos visuales que llamen la atención, que destaquen las fortalezas y debilidades, y que brinden más valor a los datos. Estos elementos podrían facilitar la síntesis, el análisis y la presentación de los resultados.

Estas respuestas indican que las visualizaciones originales tienen un bajo impacto visual y cognitivo, y que no aprovechan el potencial de las técnicas gráficas para transmitir información compleja de forma sencilla y atractiva. Por lo tanto, se hace evidente la necesidad de proponer y crear nuevas visualizaciones que mejoren la experiencia de los usuarios del cuestionario UEQ, y que contribuyan a una mejor toma de decisiones sobre la usabilidad de las aplicaciones de software.

Código	Interpretación	Elementos visuales	Valor de datos	Debilidades y fortalezas
1	Poco intuitivos y a veces difíciles de interpretar	Presenta resultados muy básicos	No generan una sensación positiva de la usabilidad	Sí brindan la información necesaria
2	No se aprecia la relación entre las escalas	Se necesitan elementos visuales para que los resultados sean llamativos	Parecen poco armoniosos y poco atractivos	Podría ayudar a brindar más valor a los datos
3	No se entiende el valor de los colores	Parece que la parte donde menos se invirtió fue en las gráficas	Generan una visión muy básica	No se aprecia la relación entre las escalas
4	Ayudan muy poco a ver las debilidades y las fortalezas	Parecen poco armoniosos y poco atractivos	Ayudan muy poco a ver las debilidades y las fortalezas	No se entiende el valor de los colores

Cuadro 5.2: Resumen de resultados para la pregunta ¿Cómo interpreta los resultados de las visualizaciones originales? ¿Qué aspectos le resultan fáciles o difíciles de comprender, comparar o comunicar?

5.2.3 Pregunta 3: ¿Cuáles son tus primeras impresiones sobre las nuevas visualizaciones propuestas, como el gráfico de radar, el mapa térmico y los indicadores? ¿En qué se diferencian de las originales en cuanto a estética, funcionalidad e información?

Como se denota en la Cuadro 5.3, el grupo de discusión mostró una opinión positiva sobre las nuevas visualizaciones propuestas para el cuestionario estandarizado UEQ, destacando sus ventajas en cuanto a estética, funcionalidad e información. Los participantes coincidieron en que las nuevas visualizaciones son más limpias, fáciles de entender y menos aburridas que las originales, lo que implica una mayor atracción visual y una menor carga cognitiva para los usuarios. Además, valoraron que las nuevas visualizaciones se especializan en las áreas específicas del UEQ, como el gráfico de radar, el mapa térmico y los indicadores, lo que permite una mayor profundidad y detalle en el análisis de la usabilidad de las aplicaciones de software.

Asimismo, el grupo de discusión resaltó que las nuevas visualizaciones ofrecen una menor obstrucción de los datos, lo que significa que se eliminan los elementos innecesarios o redundantes que podrían distraer o confundir a los usuarios. Los participantes también apreciaron que las nuevas visualizaciones pueden brindar tanto material para las áreas específicas como para las áreas generales del UEQ, lo que implica una mayor flexibilidad y adaptabilidad a las necesidades y preferencias de los usuarios. Por ejem-

pló, el gráfico de radar puede mostrar una visión global de las dimensiones del UEQ, mientras que el mapa térmico y los indicadores pueden enfocarse en las subdimensiones o los ítems individuales.

Como se denota en el análisis temático de la sección 4.5, el grupo de discusión reconoció que las nuevas visualizaciones cumplen el objetivo de la investigación, que es proponer y crear visualizaciones que ayuden a una mejor toma de decisiones con respecto a la usabilidad de las aplicaciones de software. Los participantes afirmaron que las nuevas visualizaciones ayudan a consumir más rápido la información, lo que implica una mayor eficiencia y efectividad en el proceso de evaluación. Además, indicaron que las nuevas visualizaciones no son tan pesadas de ver, lo que implica una mayor satisfacción y motivación para los usuarios.

Código	Diseño	Funcionalidad	Información
1	Más limpias	Fáciles de entender	Menos obstrucción de datos
2	Fáciles de entender	Especialización en áreas específicas	Brindan material para áreas específicas y generales
3	Menos aburridas	Consumo rápido de información	Ayudan a consumir más rápido la información
4	Menos recargadas	No son pesadas de ver	Cumplen el objetivo de la investigación

Cuadro 5.3: Resumen de resultados para la pregunta ¿Cuáles son tus primeras impresiones sobre las nuevas visualizaciones propuestas, como el gráfico de radar, el mapa térmico y los indicadores? ¿En qué se diferencian de las originales en cuanto a estética, funcionalidad e información?

5.2.4 Pregunta 4: ¿Cómo interpreta los resultados de las nuevas visualizaciones? ¿Qué aspectos le resultan fáciles o difíciles de entender, comparar o comunicar?

El análisis de las respuestas a la pregunta del grupo de discusión, revela que las nuevas visualizaciones tienen una aceptación positiva por parte de los participantes, quienes consideran que facilitan la interpretación de los resultados del cuestionario UEQ y la identificación de las áreas de mejora de la usabilidad de las aplicaciones de software. Los participantes destacan que las nuevas visualizaciones permiten ver la distribución de las opiniones de los evaluados, así como los valores extremos, lo que les da una idea más precisa del nivel de satisfacción o insatisfacción de los usuarios con los diferentes aspectos evaluados.

Sin embargo, también se observan en la Cuadro 5.4 algunas sugerencias de mejora de las nuevas visualizaciones, relacionadas con la inclusión de más etiquetas y puntos de referencia que faciliten la comprensión y la comparación de los datos. Los participantes señalan que algunas visualizaciones carecen de información suficiente para interpretar el significado de los ejes, las escalas o los colores, lo que puede generar confusión

o ambigüedad. Asimismo, indican que sería útil contar con algún criterio o estándar que permita evaluar el rendimiento de las aplicaciones de software en función de los resultados del cuestionario UEQ, y que se refleje en las visualizaciones.

Código	Facilidad de interpretación	Falta de información	Mejora en la visualización de los datos	Optimización de consumo de datos
1	Se puede ver de mejor manera las áreas de mejora que se están evaluando y cuales son las que están bien.	Hacen falta algunas etiquetas pero en general está bien y se entiende el concepto.	Se puede ver de mejor manera las áreas de mejora que se están evaluando y cuales son las que están bien.	Son visualizaciones distintas pero cumplen mejor con la idea de optimización de consumo de datos
2	Se pueden entender donde están la mayoría de la opinión de los evaluados, así como los valores mínimos y máximos		Brinda una versión más clara de los resultados y datos	Brinda una versión más clara de los resultados y datos
3	Brinda una versión más clara de los resultados y datos	Faltan algunos puntos de referencia de los datos pero si se entienden bien las gráficas	Son visualizaciones distintas pero cumplen mejor con la idea de optimización de consumo de datos	Se pueden entender donde están la mayoría de la opinión de los evaluados, así como los valores mínimos y máximos
4	Son visualizaciones distintas pero cumplen mejor con la idea de optimización de consumo de datos			

Cuadro 5.4: Resumen de resultados para la pregunta ¿Cómo interpreta los resultados de las nuevas visualizaciones? ¿Qué aspectos le resultan fáciles o difíciles de entender, comparar o comunicar?

Las nuevas visualizaciones son una propuesta innovadora y mejorada para presentar

los resultados del cuestionario UEQ, que logran captar la atención y el interés de los participantes, y que facilitan la toma de decisiones sobre la usabilidad de las aplicaciones de software. No obstante, se recomienda incorporar algunas mejoras en el diseño y la comunicación de las visualizaciones, para asegurar una mayor claridad, precisión y consistencia de los datos, y para ofrecer una orientación más efectiva a los usuarios de las visualizaciones.

5.2.5 Pregunta 5: ¿Cómo apoyan o mejoran las nuevas visualizaciones sus objetivos (dependiendo del área) y retos al utilizar UEQ? ¿Cuáles son los beneficios o inconvenientes de su uso?

El grupo de discusión expresó una valoración positiva de las nuevas visualizaciones propuestas para el cuestionario estandarizado UEQ, que mide la usabilidad de aplicaciones de software. Los participantes como se ve en la Cuadro 5.5, destacaron que las visualizaciones apoyan o mejoran sus objetivos y retos al utilizar UEQ, desde diferentes perspectivas y áreas de trabajo.

Los diseñadores gráficos, resaltaron que las nuevas visualizaciones les muestran datos específicos por área, como la estética, la claridad o la estimulación, que son relevantes para su trabajo. Además, apreciaron que los colores y gráficas usadas permiten una comprensión más eficiente de los datos, lo que les facilita identificar las fortalezas y debilidades de sus diseños, y proponer soluciones creativas.

Los administradores de proyecto, enfatizaron que las nuevas visualizaciones les facilitan la comprensión de los datos, lo que les ayuda a tener una visión global y detallada del rendimiento y la satisfacción de los usuarios. Asimismo, valoraron que la distribución de los datos de los gráficos les permite consumir la información más eficiente, lo que les ahorra tiempo y recursos, y les permite ajustar y comunicar los objetivos y las expectativas del proyecto.

Los ingenieros de software, subrayaron que las nuevas visualizaciones les ayudan y les permiten tener la información de una forma más fidedigna, lo que les aporta confianza y seguridad en el análisis de los datos. Igualmente, destacaron que las visualizaciones son los nuevos agentes que les permiten una mejor toma de decisiones, ya que les facilitan identificar los problemas y las oportunidades de mejora de las aplicaciones, y priorizar las acciones y las soluciones técnicas.

Código	Comprensión de datos	Eficiencia en la toma de decisiones	Confianza de la información	Facilidad de uso
1	Muestran datos específicos por área	Ayuda y permite tener la información de una forma más fidedigna	Ayuda y permite tener la información de una forma más fidedigna	Facilidad de comprensión de los datos
2	Facilidad de comprensión de los datos	Los colores y gráficas usadas permiten una comprensión más eficiente de los datos	Las visualizaciones son los nuevos agentes que permiten una mejor toma de decisiones	Los colores y gráficas usadas permiten una comprensión más eficiente de los datos
3	Los colores y gráficas usadas permiten una comprensión más eficiente de los datos	La distribución de los datos de los gráficos permiten consumir la información más eficiente	Muestran datos específicos por área	La distribución de los datos de los gráficos permiten consumir la información más eficiente
4	La distribución de los datos de los gráficos permiten consumir la información más eficiente	Las visualizaciones son los nuevos agentes que permiten una mejor toma de decisiones	Facilidad de comprensión de los datos	Muestran datos específicos por área

Cuadro 5.5: Resumen de resultados para la pregunta ¿Cómo apoyan o mejoran las nuevas visualizaciones sus objetivos (dependiendo del área) y retos al utilizar UEQ? ¿Cuáles son los beneficios o inconvenientes de su uso?

5.2.6 Pregunta 6: ¿Qué probabilidades hay de que utilice las nuevas visualizaciones en sus futuros proyectos o presentaciones? ¿Qué factores influirían en su decisión?

El análisis de las respuestas de acuerdo con la Cuadro 5.6, a la pregunta de grupo de discusión sobre la probabilidad de uso de las nuevas visualizaciones en el cuestionario UEQ revela una actitud positiva y favorable hacia las propuestas, así como algunos aspectos que influyen en la decisión de los participantes. Se puede observar que todos los participantes expresaron su intención de utilizar las nuevas visualizaciones en sus futuros proyectos o presentaciones, lo que indica un alto grado de aceptación y satisfacción con las mismas.

Los factores que influyen en la decisión de los participantes son principalmente la estética, la claridad y la rapidez de las nuevas visualizaciones. Los participantes valoran que las nuevas visualizaciones no sean tan recargadas y aburridas como las anteriores, sino que sean atractivas, llamativas y fáciles de consumir. Además, aprecian que las nuevas visualizaciones brinden una presentación de los datos más rápida y sencilla, que facilite la comprensión y la toma de decisiones sobre la usabilidad de las aplicaciones de software. Estos factores coinciden con los objetivos de la investigación de proponer y crear nuevas visualizaciones que mejoren la experiencia de los usuarios del cuestionario UEQ.

Sin embargo, también se puede identificar que algunos participantes expresaron algunas reservas o sugerencias de mejora para las nuevas visualizaciones. Por ejemplo, uno de ellos mencionó que deben realizarse las mejoras correspondientes, sin especificar cuáles, y otro dijo que las usaría pero con experimentos, lo que implica que aún no está totalmente convencido de su eficacia. Estas respuestas sugieren que las nuevas visualizaciones todavía necesitan ser evaluadas y ajustadas para asegurar su calidad y validez, así como para resolver posibles dudas o inconvenientes que puedan surgir en su aplicación. Por lo tanto, se recomienda realizar más pruebas y validaciones de las nuevas visualizaciones con diferentes usuarios y contextos, así como recoger sus opiniones y sugerencias para mejorarlas.

Código	Atractivos	Rapidez	Facilidad	Mejoras necesarias
1	Sí los usaría, debido a que no son tan recargados y aburridos	Sí los usaría, brindan rapidez en la presentación de los datos	Sí los usaría pero deben realizarse las mejoras correspondientes, pero es muy fácil entender los datos	Sí los usaría pero deben realizarse las mejoras correspondientes, pero es muy fácil entender los datos
2	Sí los usaría. son atractivos		Sí los usaría, los propondría porque son fáciles de consumir	Los colores y gráficas usadas permiten una comprensión más eficiente de los datos
3	Sí los usaría pero con experimentos, son llamativos para presentar			La distribución de los datos de los gráficos permiten consumir la información más eficiente

Cuadro 5.6: Resumen de resultados para la pregunta ¿Qué probabilidades hay de que utilice las nuevas visualizaciones en sus futuros proyectos o presentaciones? ¿Qué factores influirían en su decisión?

5.3 Análisis de propuestas de taller de diseño

En el taller de diseño se buscó proponer y crear nuevas visualizaciones para el cuestionario estandarizado UEQ, que mide la usabilidad de aplicaciones de software a partir de seis categorías: atractivo, perspicuidad, eficiencia, dependencia, estimulación y novedad. Se partió de las visualizaciones existentes, los participantes exploraron otras opciones que pudieran complementar o mejorar la presentación y el análisis de los resultados. Se trabajó en equipos multidisciplinarios y se generaron tres propuestas: un mapa de rectángulos, un gráfico polar y un gráfico de burbujas, se encuentran en el Anexo 8.5.

Mapa de rectángulos: esta visualización consiste en representar cada categoría de UEQ como un rectángulo que contiene a su vez otros rectángulos más pequeños que corresponden a los subítems de cada categoría. La ventaja de esta visualización es que permite ver de forma rápida y compacta la distribución y el peso de cada subítem dentro de cada categoría, así como comparar las categorías entre sí según su tamaño. La desventaja de esta visualización es que puede resultar confusa o abrumadora si hay muchos subítems o si los rectángulos tienen colores o etiquetas poco claros. Además, puede dificultar la percepción de las diferencias o similitudes entre los valores de los

subítems, ya que se basa en el área y no en la longitud o la posición de los rectángulos.

Gráfico polar: esta visualización consiste en representar cada categoría de UEQ como un segmento de un círculo, cuya longitud depende del valor promedio de los subítems de cada categoría. La ventaja de esta visualización es que permite ver de forma intuitiva y atractiva la proporción y la relación de cada categoría con respecto al conjunto, así como identificar las fortalezas y debilidades de la usabilidad de la aplicación. La desventaja de esta visualización es que puede generar distorsiones o sesgos visuales al comparar los segmentos, ya que los que están más cerca del centro pueden parecer más pequeños o menos importantes que los que están más cerca del borde. Además, puede ocultar la variabilidad o la dispersión de los valores de los subítems dentro de cada categoría, ya que se basa en el promedio y no en el rango o la distribución de los valores.

Gráfico de burbujas: esta visualización consiste en representar cada categoría de UEQ como una burbuja, cuyo tamaño depende del valor promedio de los subítems de cada categoría, y cuya posición depende de dos dimensiones elegidas previamente, por ejemplo, la importancia y la satisfacción. La ventaja de esta visualización es que permite ver de forma dinámica y flexible la combinación y el equilibrio de diferentes aspectos de la usabilidad de la aplicación, así como explorar diferentes escenarios o hipótesis según las dimensiones elegidas. La desventaja de esta visualización es que puede resultar compleja o ambigua si hay muchas burbujas o si las dimensiones no están bien definidas o justificadas. Además, puede perder precisión o claridad al representar los valores de las categorías, ya que se basa en el área y no en la longitud o la posición de las burbujas.

Definitivamente las tres visualizaciones propuestas tienen sus ventajas y desventajas, y pueden ser útiles o no según el objetivo, el contexto y el público de la investigación. Por lo tanto, se recomienda evaluar y seleccionar las visualizaciones más adecuadas según los criterios de efectividad, eficiencia y atractivo, así como complementarlas con otras visualizaciones o técnicas que permitan profundizar o contrastar los resultados del cuestionario UEQ.

CAPÍTULO VI. CONCLUSIONES

Las visualizaciones originales de UEQ, tal como se implementan actualmente, no logran satisfacer las expectativas de los usuarios en términos de claridad, usabilidad y capacidad para comunicar los resultados de la evaluación de la experiencia del usuario. Los participantes en el estudio las describen como poco intuitivas y difíciles de interpretar. Además, presentan problemas con la relación entre las escalas y la utilización de colores, lo que dificulta la comparación efectiva de los resultados. Se señaló también la falta de elementos visuales que faciliten la comprensión rápida de los datos, lo que impide que estas visualizaciones sean útiles para apoyar la toma de decisiones en procesos de diseño y evaluación. Estas limitaciones resaltan la necesidad de mejorar las visualizaciones originales para adaptarlas a las necesidades actuales de los usuarios y los objetivos del análisis de la experiencia de usuario.

Los resultados de la investigación muestran una fuerte aceptación hacia las nuevas visualizaciones propuestas para el UEQ, tanto en el grupo focal como en la encuesta aplicada. Las nuevas visualizaciones, inspiradas en el modelo AttrakDiff y en otras propuestas, fueron recibidas de manera positiva por los participantes, quienes destacaron su facilidad de uso y comprensión. Los usuarios consideran que estas visualizaciones no solo son más atractivas visualmente, sino que también aportan una mayor efectividad en la comunicación de los resultados. Esto se refleja en el alto grado de confianza que los usuarios expresan respecto a la utilidad de estas visualizaciones, tanto para su aplicación en proyectos individuales como para contribuir a la investigación en dominios específicos relacionados con la experiencia del usuario.

Uno de los hallazgos más importantes es la capacidad de las nuevas visualizaciones para mejorar significativamente la comprensión de los datos de usabilidad. Los participantes destacaron que las nuevas representaciones reducen la carga cognitiva al presentar los resultados de manera más clara y eficiente. Las visualizaciones facilitan la identificación de patrones clave en los datos, permitiendo a los usuarios entender con mayor facilidad las fortalezas y debilidades de las aplicaciones de software evaluadas. En particular, las visualizaciones que destacan los valores extremos y la variabilidad en las respuestas permiten una apreciación más detallada de los factores de usabilidad. Esto no solo ayuda a mejorar el análisis de los datos, sino que también apoya la toma de decisiones informadas en procesos de diseño, ayudando a identificar áreas de mejora específicas para el desarrollo de software.

A pesar de la percepción positiva hacia las nuevas visualizaciones, los participantes identificaron barreras importantes para su adopción en el entorno profesional. Entre estas barreras se encuentran limitaciones de tiempo, recursos y cultura organizacional, que pueden dificultar la implementación de estas herramientas en procesos de desarrollo y diseño. Sin embargo, los participantes mostraron un gran interés en utilizar estas visualizaciones, reconociendo su potencial para mejorar el análisis de la experiencia de usuario y para facilitar la toma de decisiones en contextos de diseño centrado en el usuario. Se recomienda, por lo tanto, integrar estas visualizaciones en las etapas iniciales del ciclo de desarrollo, donde su impacto en la identificación de problemas de usabilidad

podría ser más efectivo.

Las visualizaciones similares a AttrakDiff fueron particularmente bien recibidas por los participantes, quienes las consideran más eficaces para representar los datos de usabilidad en comparación con las visualizaciones originales de UEQ. Estas nuevas visualizaciones se perciben como más fáciles de entender y más útiles para proporcionar nuevas perspectivas sobre los datos. Sin embargo, se destacó la dificultad de trasladar ciertos conceptos, como la calidad hedónica que distingue AttrakDiff (identidad, estimulación), a las visualizaciones de UEQ, ya que este último no maneja estas divisiones de forma explícita. Aunque hay consenso en que estas visualizaciones representan una mejora con respecto a las originales, un segmento de los participantes expresó una postura neutral hacia algunos de los cambios, lo que indica la necesidad de más estudios para optimizar su implementación en diferentes contextos.

Aunque las nuevas visualizaciones fueron generalmente bien recibidas, los participantes sugirieron mejoras específicas para optimizarlas aún más. Entre las recomendaciones se incluyó la incorporación de más etiquetas descriptivas, puntos de referencia claros y criterios de evaluación que faciliten la interpretación de los datos. Estos ajustes son esenciales para aumentar la claridad de las visualizaciones y evitar ambigüedades que podrían surgir en su aplicación práctica. Además, se sugirió mejorar el uso de escalas y colores para hacerlas más consistentes y fáciles de interpretar, lo que facilitaría la comparación de los resultados en diferentes contextos de evaluación. Estas mejoras permitirán que las nuevas visualizaciones no solo sean más estéticas y rápidas de analizar, sino también más precisas y útiles en la toma de decisiones estratégicas.

Las nuevas visualizaciones propuestas no solo mejoran la presentación estética de los datos, sino que también optimizan la rapidez con la que los usuarios pueden analizar los resultados del cuestionario UEQ. Esto es crucial, ya que permite reducir el tiempo que se dedica al análisis de datos sin sacrificar la profundidad del mismo. Sin embargo, la investigación destaca la necesidad de seguir ajustando y evaluando estas visualizaciones, incorporando la retroalimentación recibida de los usuarios. Algunos aspectos, como la incorporación de más estándares visuales y etiquetas que guíen al usuario en la interpretación de los resultados, son áreas clave que requieren mayor atención. También se sugiere continuar explorando cómo estas visualizaciones pueden integrarse mejor en diferentes etapas del ciclo de desarrollo de software, permitiendo que se adapten a las necesidades de distintos tipos de proyectos.

Finalmente, las nuevas visualizaciones propuestas para el cuestionario UEQ fueron bien recibidas tanto en términos de su estética como de su funcionalidad. Los participantes expresaron una alta probabilidad de utilizar estas visualizaciones en su trabajo, ya que las consideran más claras, rápidas y efectivas que las visualizaciones originales. Además, se destaca su capacidad para facilitar la identificación de problemas y oportunidades en la usabilidad de las aplicaciones de software. Sin embargo, para garantizar su calidad y validez, es necesario realizar ajustes basados en la retroalimentación obtenida, como la inclusión de más etiquetas, escalas y puntos de referencia. Estos cambios no solo aumentarán la utilidad de las visualizaciones, sino que también ayudarán a evitar confusiones o interpretaciones ambiguas, apoyando mejor los procesos de toma de decisiones en el ámbito del desarrollo de software centrado en el usuario.

CAPÍTULO VII. CRONOGRAMA

A continuación se muestra el cronograma tentativo de actividades, en el Cuadro 7.1.

No	Actividad	Estado	Trabajo (semanas)
1	Diseñar las nuevas visualizaciones utilizando AttrakDiff y las nuevas propuestas	Completado	3
2	Ejecución de la encuesta para la evaluación de las nuevas visualizaciones	Completado	2
3	Comparación en el taller de diseño, de las nuevas visualizaciones versus las originales	Completado	2
4	Evaluación y análisis de los resultados de los datos recolectados de la encuesta y grupo focal	Completado	2
5	Escritura del TFIA, incluyendo varios ciclos de revisión por parte del comité	Completado	4
6	Defensa del TFIA	Completado	1

Cuadro 7.1: Cronograma de actividades

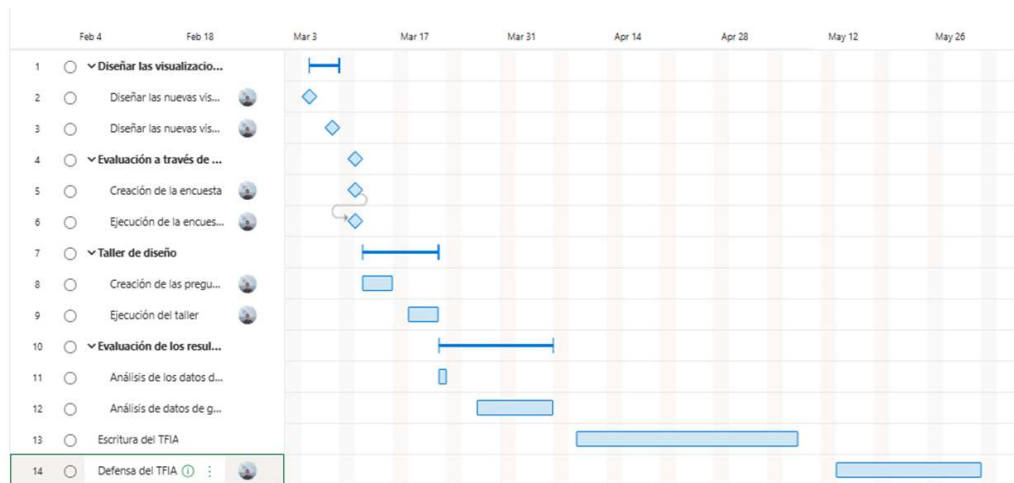


Figura 7.1: Diagrama de Gantt para la investigación

Referencias

- [1] Martin Schrepp, Andreas Hinderks, and Jörg Thomaschewski. Applying the user experience questionnaire (ueq) in different evaluation scenarios. volume 8517 LNCS, 2014.
- [2] Bettina Laugwitz, Theo Held, and Martin Schrepp. Construction and evaluation of a user experience questionnaire. volume 5298 LNCS, 2008.
- [3] Marc Hassenzahl and Noam Tractinsky. User experience - a research agenda. *Behaviour and Information Technology*, 25:91–97, 3 2006.
- [4] Mirza Ramadhani, Sidharta, and Nadya Permata Budhianto. User experience evaluation of surabaya’s freeletics community information system using user experience questionnaire (ueq). In *2022 1st International Conference on Information System & Information Technology (ICISIT)*, pages 244–248, 2022.
- [5] Martin Schrepp, Andreas Hinderks, and Jörg Thomaschewski. Construction of a benchmark for the user experience questionnaire (ueq). *International Journal of Interactive Multimedia and Artificial Intelligence*, 4, 2017.
- [6] Gustavo López Carlos Gómez, Luis Quesada. Enhancing ueq questionnaire data visualizations with attrakdiff visualization techniques. *JOCICI 2023 - IEEE*, 2023.
- [7] Kendall Nicholson. The truthful art: Data, charts and maps for communication. *Technology|Architecture + Design*, 1, 2017.
- [8] Stephen Few. Information dashboard design : Displaying data for at-a-glance monitoring. *O’Reilly Media*, 2006.
- [9] Ignacio Díaz-Oreiro, Gustavo López, Luis Quesada, and Luis Guerrero. Standardized questionnaires for user experience evaluation: A systematic literature review. 2019.
- [10] Scott Bateman, Regan L. Mandryk, Carl Gutwin, Aaron Genest, David McDine, and Christopher Brooks. Useful junk? the effects of visual embellishment on comprehension and memorability of charts. volume 4, 2010.
- [11] Peter Wright. Human-computer interaction, by a dix, j finlay, g abowd, r beale, prentice hall, 1998. *Software: Practice and Experience*, 28, 1998.
- [12] W. ISO. 9241-11. ergonomic requirements for office work with visual display terminals (vdts). *The international organization for standardization*, 11, 1998.
- [13] Jakob Nielsen. *Usability engineering*, pages 45–1–45–21. CRC Press, 1 2004.
- [14] J. Preece, H. Sharp, and Y Rogers. Interaction design: Beyond human–computer interaction. *Interactive Computation: The New Paradigm*, pages 227–254, 2001.
- [15] Jeffrey Rubin and Dana Chisnell. *Handbook Of Usability Testing 2nd Ed.* 2008.

- [16] Ana Cecilia Ten and Freddy Paz. A systematic review of user experience evaluation methods in information driven websites. volume 10288 LNCS, 2017.
- [17] Ignacio Díaz-Oreiro, Gustavo López, Luis Quesada, and Luis A. Guerrero. Ux evaluation with standardized questionnaires in ubiquitous computing and ambient intelligence: A systematic literature review, 2021.
- [18] Andreas Hinderks, Martin Schrepp, and Jörg Thomaschewski. A benchmark for the short version of the user experience questionnaire. 2018.
- [19] Kasper Hornbæk. Current practice in measuring usability: Challenges to usability studies and research. *International Journal of Human Computer Studies*, 64, 2006.
- [20] James R. Lewis. Measuring perceived usability: The csuq, sus, and umux. *International Journal of Human-Computer Interaction*, 34, 2018.
- [21] Catherine D’Ignazio and Rahul Bhargava. Approaches to building big data literacy. 2015.
- [22] Huiyang Li and Nadine Moacdieh. Is chart junk useful? an extended examination of visual embellishment. volume 2014-January, pages 1516–1520. Human Factors and Ergonomics Society Inc., 2014.
- [23] Maximilian Speicher. So, how can we measure ux? *Interactions*, 30, 2023.
- [24] José Ramírez García. Estudio de la experiencia de usuario en los sistemas de gestión del aprendizaje. *IE Revista de Investigación Educativa de la REDIECH*, 12, 2021.
- [25] Edward Jhonatan and Kholiq Budiman. User experience analysis of satisfaction of job seekers (pencaker) in the city of semarang manpower department in using the siker application using the user experience questionnaire (ueq) method. *Journal of Advances in Information Systems and Technology*, 3:42–54, 9 2022.
- [26] Per Erik Strandberg, Wasif Afzal, and Daniel Sundmark. Decision making and visualizations based on test results. In *Proceedings of the 12th ACM/IEEE International Symposium on Empirical Software Engineering and Measurement, ESEM ’18*, New York, NY, USA, 2018. Association for Computing Machinery.
- [27] Angela Shen-Hsieh and Mark Schindl. Data visualization for strategic decision making. In *Case Studies of the CHI2002|AIGA Experience Design FORUM, CHI ’02*, page 1–17, New York, NY, USA, 2002. Association for Computing Machinery.
- [28] Emily Hindalong, Jordon Johnson, Giuseppe Carenini, and Tamara Munzner. Towards rigorously designed preference visualizations for group decision making. In *2020 IEEE Pacific Visualization Symposium (PacificVis)*, pages 181–190, 2020.
- [29] Bianchi Dy, Nazim Ibrahim, Ate Poorthuis, and Sam Joyce. Improving visualization design for effective multi-objective decision making. *IEEE Transactions on Visualization and Computer Graphics*, 28(10):3405–3416, 2022.

- [30] Edward F. McQuarrie, David W. Stewart, and Prem N. Shamdasani. Focus groups: Theory and practice. *Journal of Marketing Research*, 28, 1991.
- [31] Virginia Braun and Victoria Clarke. Using thematic analysis in psychology. *Qualitative Research in Psychology*, 3(2), 2006.

ANEXOS

8.1 Anexo 1: Artículo presentado en JOCICI 2023

Título: Enhancing UEQ Questionnaire Data Visualizations with AttrakDiff Visualization Techniques

Autores: Carlos Gómez Segura, Luis Quesada, Gustavo López

Conferencia: JOCICI 2023 (Presentado) AMITIC 2024 (Aceptado y presentado)

Enhancing UEQ Questionnaire Data Visualizations with AttrakDiff Visualization Techniques

Carlos Gómez Segura

Universidad de Costa Rica

San José, Costa Rica

carlos.gomezsegura@ucr.ac.cr

Gustavo López

Universidad de Costa Rica

San José, Costa Rica

gustavo.lopezherrera@ucr.ac.cr

Luis Quesada

Universidad de Costa Rica

San José, Costa Rica

luis.quesada@ucr.ac.cr

Oscar Alvarado

Universidad de Costa Rica

San José, Costa Rica

luis.quesada@ucr.ac.cr

Abstract—The User Experience Questionnaire (UEQ) is a commonly used instrument for assessing user experience. Nevertheless, its visualizations have the opportunity to provide more insights to designers and practitioners (D&P). Therefore, we studied with software engineering and design professionals how adapting AttrakDiff visualization techniques and proposing complementary visualization alternatives can improve their experience while analyzing UEQ data representations via surveys and a focus group. According to our findings, participants responded favorably to AttrakDiff-like visualizations and highlighted the ability of our proposals to portray UEQ data accurately. Additionally, participants in a sizable majority agreed that the AttrakDiff-like visualizations and our alternative proposals successfully captured user experience data in the UEQ context. Finally, our results showed that the new proposed visuals were simple to comprehend, participants praised their clarity and comprised an enhancement in contrast with the traditional UEQ visualizations.

Index Terms—UEQ, Visualizations, AttrakDiff, User experience evaluation, Questionnaires

I. INTRODUCTION

Questionnaires are a commonly used tool for the user-driven assessment of software quality and usability. They allow an efficient quantitative measurement of product features [1]. UEQ and AttrakDiff are two widely used standardized surveys for assessing the user experience of digital products and services [2].

On the one hand, Hassenzahl, Burmester, and Koller proposed AttrakDiff in 2003 consisting of 28 items, where each item is constructed by a 7-point semantic differential [3]. AttrakDiff can measure the user experience when using various kinds of products, including software designs.

On the other hand, UEQ is a questionnaire whose results can be used in usability testing to measure the level of user experience of a product or a system. UEQ enables fast and practical user experience evaluation with 26 questions [4]. Interestingly, researchers also developed a shorter version called UEQ-S which contains only 8 items, being a good approximation of the traditional UEQ results for pragmatic and hedonic quality [5].

According to Bateman et al [6], in their research on beautifying visualizations, they conclude that beautifying data visualizations not only makes them easier to consume but also helps improve their memorability.

Both UEQ tools help mapping hedonic and pragmatic values of a product and provide multiple benefits like highlighting areas for improvement or mapping multiple user experience variables in summarized results. Having said that, if the questionnaires are interpreted or used inappropriately, it may result in unreliable or invalid results [7]. When used properly, visualizations from UEQ questionnaires can be an effective tool for analyzing data and making accurate decisions about a product or design.

A. Relevance

Since 2017, the UEQ questionnaire has far surpassed AttrakDiff in number of uses [2]. Researchers should improve the clarity and utility of the UEQ visualizations to transform the data analysis process into a simpler process and to identify areas where designers and practitioners can redesign the user experience. Enhancing UEQ visualizations involves finding ways to present the data clearly and understandably, but also providing detailed information and contextual support.

Mapping UEQ data to AttrakDiff-like visualizations can provide a more natural and approachable way of representing data, resulting in more insights for designers and practitioners to improve the user experience. The clarity and utility of the UEQ visualizations need to be improved to make the data analysis process simpler and spot areas where the user experience could be redesigned.

One advantage of mapping UEQ data to AttrakDiff-like visualizations is that it is possible to compare user experience evaluations of different products that use AttrakDiff framework and compare them to others that use UEQ processes and vice versa. This increases the overall validity and reliability of user experience ratings.

For example, simplifying the data analysis processes in companies that use UEQ tools will result in a more insightful overview of the product, leading to a competitive advantage by creating products and services that are more in line with customer requirements and preferences. As a final benefit, user satisfaction where users are more likely to stick with a product or service, which boosts sales and profits.

In the academic area, there are multiple evaluations using UEQ tools [8]–[10], then simplifying the data analysis processes and visualizations, will result in more efficient evaluations and improved suggestions for evaluated software.

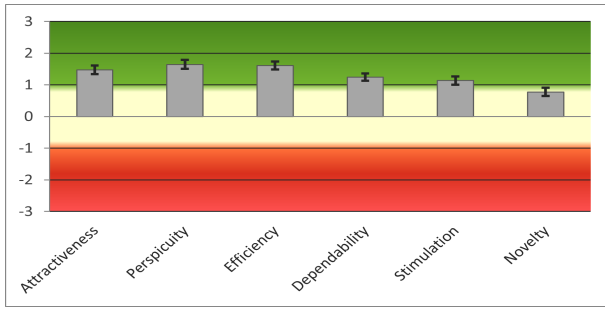


Fig. 1. UEQ visualizations

B. Challenges

User Experience Questionnaire (UEQ) typically measures six dimensions of user experience: attractiveness, insight, efficiency, reliability, stimulation and novelty [4]. However, these dimensions are neither mutually exclusive nor orthogonal and can have complex conceptual interrelationships and intercessions. Therefore, it is not easy to visualize them the nuances and variations of the user experience.

There are some challenges associated with UEQ visualizations. UEQ visualizations can be complex to interpret, and the learning curve can be difficult depending on the audience. UEQ items are bipolar, so they have opposite adjectives at each end of a seven-point scale (e.g., boring vs. exciting). This requires careful interpretation of the scores and visualizations as they may indicate positive or negative evaluations depending on the context and direction of the scale.

Therefore, if UEQ visualizations are not created correctly, they can be deceptive and may not accurately reflect the data. As shown in Figure 1, in UEQ using bar charts with just gradient background colors and with no axis descriptions, can help only experimented users of the tool.

For example, as shown in Figure 1, UEQ uses bar charts with gradient background colors and no axis descriptions, characteristics that tend to help only experimented users. UEQ results tend to include a lot of information in one single visualization, which results in overly complex and difficult-to-understand visuals.

As an example, Ramírez [9], presents a study that aims to explore the user experience of learning management systems in higher education. The research uses UEQ-S to evaluate the product but shows just one chart related to the data, which makes complex for other readers to understand the complete scope of the data, this evidences the opportunity for improvement in UEQ visualizations.

Our approach to these limitations with UEQ is to use AttrakDiff-like visualization techniques, which provides more standardized visualizations, making it easier to compare data across different contexts. AttrakDiff-like visualizations can help provide a more intuitive and user-friendly way of presenting UEQ data.

AttrakDiff and UEQ present various similarities that support our proposal. For instance, they share evaluation characteristics such as pragmatic and hedonic evaluations. Additionally, they

Likert scales as their input strategy. These facts evident how UEQ data can be translated to AttrakDiff-like visualizations.

The current research demonstrates the value of mapping UEQ data to AttrakDiff visualization techniques to simplify data analysis. Moreover, we test complementary visualizations strategies to enhance decision-making and standardize visualizations in UEQ contexts.

The remaining sections of the paper are organized as follows: Section II presents the related work. Section III outlines the methodology and evaluations conducted to test the proposed approach. The results obtained from these evaluations are presented in Section IV. Finally, Section V summarizes the essential findings and their implications.

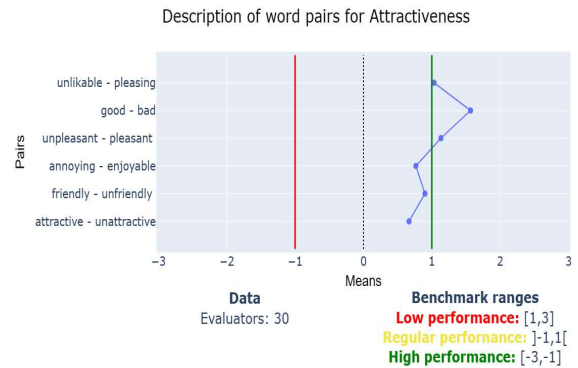


Fig. 2. Average values for pairs sample for attractiveness

II. RELATED WORK

D'Ignazio et al. [11] discusses how visualizations can help users understand, analyze, and communicate big data, in any context. The article argues that visualizations are not only a way to present data, but also a way to explore, question, and critique data, and that they can foster user engagement, curiosity, and empowerment. The research presents the relevance of simple and efficient visualizations to enhance better understanding of recollected data.

Similarly, Bateman et al. [6] investigate the effects of visual embellishment, such as decorative elements, colors, and shapes, on graph comprehension and memorization. The authors use a modified version of the System Usability Scale (SUS) and the NASA Task Load Index (TLX) to measure the usability and workload of graphics, as well as recall tests and preference ratings. This finding elevates the importance of having clear and attractive data in charts in order to perform better decisions.

Li et al. [12], expands the earlier studies by Bateman [6] were extended and the effects of visual embellishment were investigated by taking into account different time limits for viewing these graphs. The results showed that time affected comprehension and short-term recall, while the type of graph significantly affected short-term recall. They conclude that the graphic should be concise, in order to absorb the most information in the shortest amount of time.

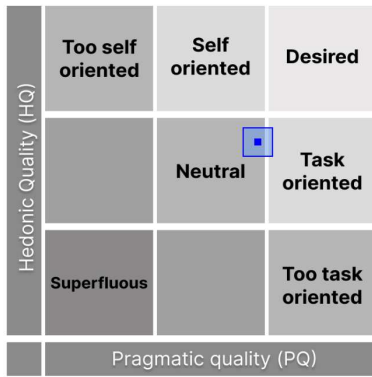


Fig. 3. Confidence chart

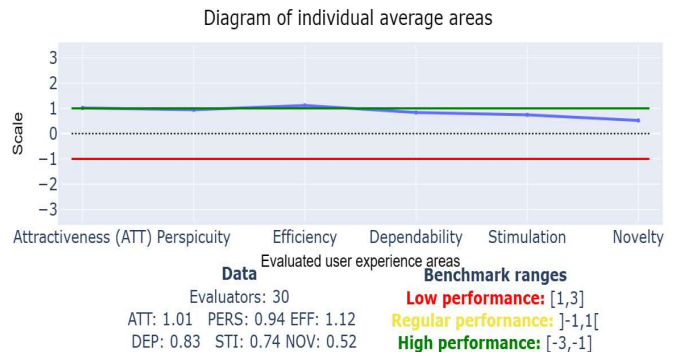


Fig. 5. Average values specific

Speicher [13], shows how AttrakDiff questionnaire is a widely used measure of perceived product attractiveness. It includes items related to pragmatic, hedonic, and symbolic aspects of product experience, which gets translated into useful data through visualizations.

López et al. [2] highlight the use of the User Experience Questionnaire and AttrakDiff, as popular tools to measure user experience, especially in European countries. Therefore, improving UEQ visualizations using AttrakDiff as inspiration is imperative for a better understanding of the data.

provides all the raw data from the investigation which makes it reliable for the evaluation.

Jhonatan et al. [14] provides a user experience analysis of job searchers' (Pencaker) satisfaction with the Siker application. The User Experience Questionnaire (UEQ) approach was utilized in the study to collect data on user satisfaction with the application's usability, usefulness, and overall user experience.

After recollecting the data, we analyzed the UEQ data utilizing the UEQ online tool, which automatically calculates all the necessary data for the visualizations and displays it in charts.

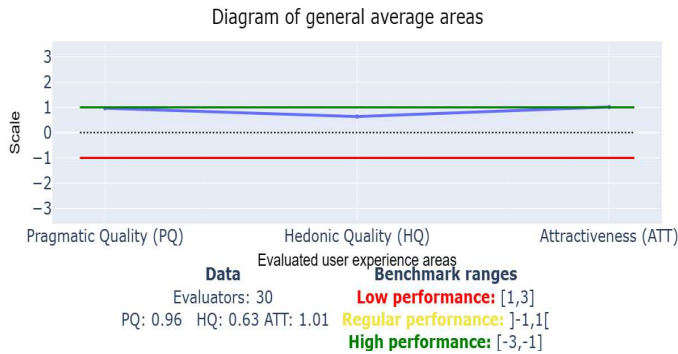


Fig. 4. Average values general

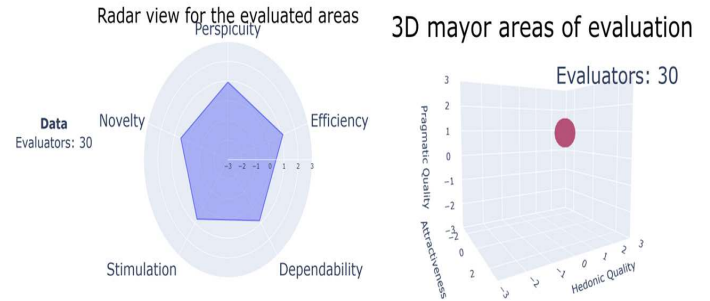


Fig. 6. Radar chart for categories and 3D chart for three main areas

III. METHODOLOGY

The research conducted assessments of the resulting AttrakDiff-like visualizations of the UEQ questionnaire data and other proposed visualizations.

Since the focus of the research is to improve UEQ and UEQ-S questionnaire data visualizations to simplify data analysis and enhance decision making. The methodology was split in the next stages:

A. Recollect UEQ data from a previous research

We needed UEQ sample data to evaluate the real value of having AttrakDiff-like visualizations and other proposed visualizations with UEQ data. The first step was to recollect data from this evaluation [14], the reason is that the research

B. Generating visualizations

After collecting the data, we processed it to create new visualizations. First, we used AttrakDiff visualization techniques to create a two-dimensional profile of the product or service based on the pragmatic and hedonic qualities of the UEQ scales. The AttrakDiff-like visualizations that we created were:

- 1) Description of word pairs, figure 2.
- 2) Confidence rectangle (portfolio-presentation), figure 3.
- 3) Diagram of average values for main areas, figure 4.
- 4) Diagram of average values for specific areas, figure 5.

The proposed visualizations to be created are:

- 1) Radar for all the UEQ evaluated areas, figure 6.
- 2) Indicators of UEQ data evaluation, figure 7.
- 3) Heatmap voting distribution for UEQ items, figure 8.
- 4) Candlestick voting distribution for UEQ items, figure 9

5) 3D mayor areas of evaluation, figure 6

We also took inspiration from previous research for our complementary visualizations:

- 1) Decision making and visualizations based on test results [15].
- 2) Data visualization for strategic decision making [16].
- 3) Towards Rigorously Designed Preference Visualizations for Group Decision Making [17].
- 4) Improving Visualization Design for Effective Multi-Objective Decision Making [18].

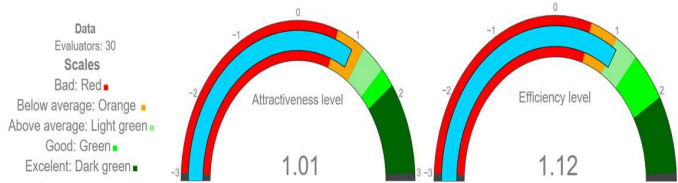


Fig. 7. Indicators for categories Attractiveness and Efficiency samples

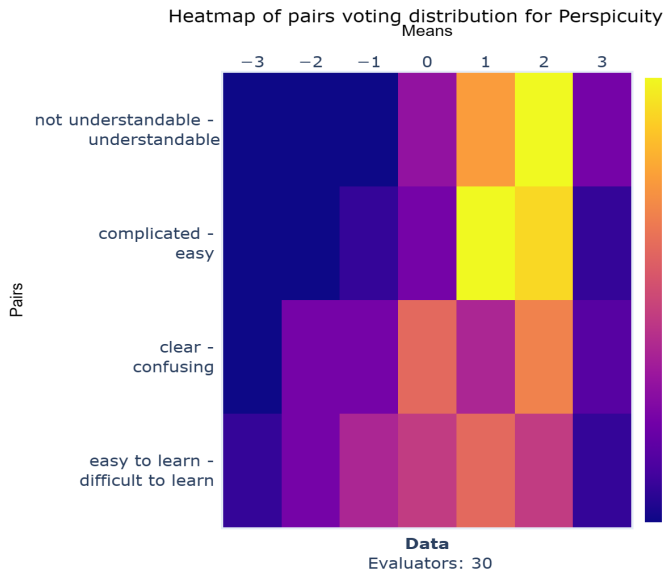


Fig. 8. Heatmap for voting distribution Perspicuity sample

C. Evaluating the visualizations

The visualizations were evaluated in two different phases:

We evaluated the visualizations in two different phases:

1) *First phase*: To evaluate the new visualizations, we administered a survey to 23 software engineering students from the our university who had experience in the area of computer science. In this evaluation, we presented both the improved AttrakDiff visualizations and the new proposals.

Our survey had 20 items, divided into 5 different evaluation areas: 1) AttrakDiff-like, 2) Proposed visualizations, 3) Specific chart for AttrakDiff-like charts, 4) Specific chart for proposed charts, and 5) Personal opinion. We evaluated them all using Likert scales.

Specifically, items we included in the survey were:

- 1) The AttrakDiff-like visualizations: (1) effectively represent the user experience data, (2) are easy to understand, (3) provided new insights into the user experience data, (4) improve my understanding of the user experience data, (5) provide an improvement to the previous UEQ visualizations
- 2) The confidence rectangle, Diagram of average values (general and specific) and Description of word pairs provide an improvement to the previous UEQ visualizations.
- 3) The new Proposed visualizations: (1) effectively represent the user experience data, (2) are easy to understand, (3) provided new insights into the user experience data, (4) improve my understanding of the user experience data, (5) provide an improvement to the previous UEQ visualizations.
- 4) Indicators, heatmap of pair voting distribution, candlestick of pair voting distribution, radar of evaluated areas and 3D mayor areas of evaluation provide an improvement to the previous UEQ visualizations.
- 5) Personal opinion: (1) I would prefer to use the new visualizations of the UEQ data in future studies, (2) I am likely to recommend the new visualizations to other researchers or practitioners in the field of HCI.

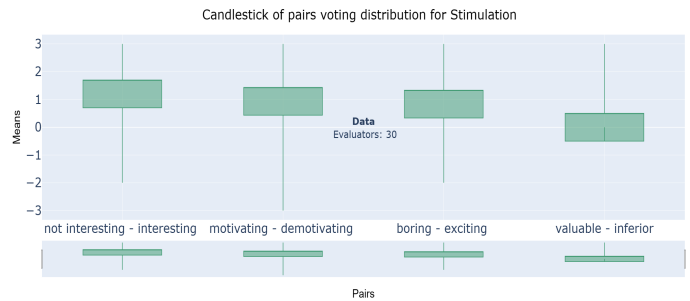


Fig. 9. Candlestick for voting distribution

2) *Second phase*: We also organized a focus group to bring together stakeholders from three specific areas and collect their opinions: software engineering, graphic design, and project management. We collected their age, gender, education, background, and experience.

Our focus group ensured that participants had a sufficient level of familiarity and interest in user experience, and were willing and able to engage in constructive and respectful discussion. The resulting recruitment for our focus group resulted in two project managers, two graphic designers, and two software engineers. On table I, its presented the demographics for the focus group.

We guided this focus group with the following questions:

The questions executed for the focus group were as follows:

- 1) To what extent are you familiar with the original UEQ visualizations, such as the bar chart and scatter plot? How often and in what contexts would you use them?

Demographic Characteristics	Description
Age	The professionals are in the age range of 23 to 26 years.
Gender	Comprised of 3 men and 3 women.
Professional Experience	On average, they have 2 years of experience in their professional careers, specifically working in the field of software development.
Academic Background	The participants have a bachelor's degree in their respective professional fields.

TABLE I
DEMOGRAPHIC CHARACTERISTICS OF PARTICIPANTS

- 2) How do you interpret the results of the original visualizations, and what aspects do you find easy or difficult to understand, compare, or communicate?
- 3) What are your first impressions of the proposed new visualizations, such as the radar chart, heat map and gauges, and how do they differ from the originals in terms of aesthetics, functionality and information?
- 4) How do you interpret the results of the new visualizations, and what aspects do you find easy or difficult to understand, compare or communicate?
- 5) How do the new visualizations support or enhance your goals (depending on the area) and challenges in using UEQ? What are the benefits or drawbacks of using them?
- 6) How likely are you to use the new visualizations in your future projects or presentations, and what factors would influence your decision?

D. Analyzing results

We analyzed using statistical inference from the data obtained from the survey to determine the validity and reliability of the proposed visualizations. At the same time, we analyzed the feasibility of implementing those visualizations in the official UEQ online tool.

As a final step, we used thematic analysis for the focus group to explore how participants perceived, evaluated, and compared the original and new visualizations of the UEQ results, and what aspects of design, functionality, and usability influenced their preferences and opinions. The method used in this research is based on the article "Using thematic analysis in psychology" [19].

IV. RESULTS

A. Survey results

According to Figure 10, 67.7% of the polled individuals agreed that the AttrakDiff-like visualizations effectively represent the user experience data. The 33.3% of the respondents strongly agreed with this statement.

Similarly, 75% of the polled individuals agreed that the visualizations are easy to understand. The majority of the participants found the AttrakDiff-like visualizations to be

clear and understandable, facilitating their interpretation and analysis of the user experience data.

A 66.7% of our sample agreed that the visualizations provided new insights into the user experience data. 16.7% of the respondents strongly agreed with this statement. These results indicates that a significant portion of the participants found the AttrakDiff-like visualizations valuable in uncovering fresh perspectives about user experience.

A 100% of our participants agreed that the visualizations improved their understanding of the user experience data. This finding implies that every individual who took part in the poll found the AttrakDiff-like visualizations effective in enhancing their comprehension.

Moreover, 91.7% of the individuals agreed that the AttrakDiff-like visualizations are an improvement over the original UEQ visualizations. Among them, 50% agreed, while 41.7% strongly agreed.

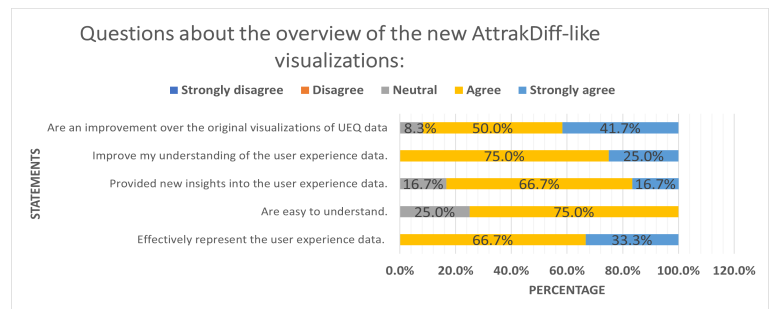


Fig. 10. Overview AttrakDiff like visualizations evaluation

According to the Figure 11:

- 1) **Confidence rectangle:** while 50% of the polled individuals hold a neutral opinion regarding how better the Confidence Rectangle visualization was compared to the original UEQ visualizations, 41% of the respondents agreed that there is an improvement. An 8% of the participants strongly agreed with the enhancement. These results indicate a lack of consensus among the participants regarding the effectiveness of the Confidence Rectangle visualization, with an almost equal number of individuals expressing neutral opinions as those who agree or strongly agree with the improvement.
- 2) **Diagram of Average Values:** 63.6% of polled individuals agreed that there is an improvement in the Diagram of Average Values visualization, while another 18.2% of the participants strongly agreed with the improvement. The majority of the participants (63.6%) perceived an enhancement in the Diagram of Average Values visualization, while 18.2% of the respondents hold a neutral opinion. Additionally, a notable portion strongly agrees with the improvement, indicating a positive reception overall.
- 3) **Description of word pairs:** 41% of the polled individuals agreed that there is an improvement in the Description of Word Pairs visualization. 25% of the

respondents also agreed with the improvement. However, 33% of the participants hold a neutral stance toward the improvement. These findings demonstrate a divided opinion among the participants, with a significant number expressing neutrality and a relatively smaller proportion agreeing with the enhancement.

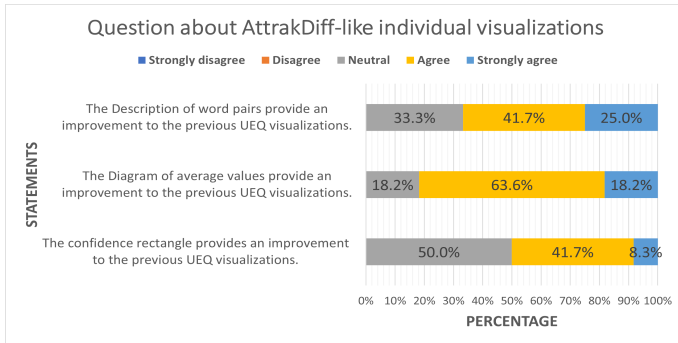


Fig. 11. Individual AttrakDiff like visualizations evaluation

According to Figure 12, 66.7% of the polled individuals agreed that the new visualizations effectively represent the user experience data. Additionally, 33.3% of the respondents strongly agree with this statement. These findings show that there was a significant consensus among the participants that the new visualizations displayed correctly the user experience data, with the majority of them agreeing. Moreover, 75% of the polled individuals agree that the new visualizations were easy to understand. Also, 25% of the respondents agreed with this statement.

The findings show how participants had a favorable opinion of the new visualizations and considered them easy to understand. 66.7% of the individuals agreed that the new visualizations provided new insights into the user experience data. Another 16.7% of the respondents strongly agreed with this statement. However, 16.7% of the participants expressed a neutral opinion on the insights for new visualizations.

These findings suggest that a significant majority recognize the value of the new visualizations in offering fresh perspectives and understanding of the user experience data. Although, there is a small proportion that remains neutral in this regard.

A 58.3% of the polled individuals agreed that the new visualizations improve their understanding of the user experience data, and 25% of the respondents strongly agreed with this statement. The 16.7% of the participants expressed a neutral opinion.

Finally, 58.3% of polled individuals agreed that the new visualizations are an improvement over the original UEQ and AttrakDiff visualizations. Additionally, 16.7% of the respondents expressed a neutral stance. The findings suggest a positive reception among the majority, perceiving the new visualizations as an enhancement over the previous visualizations, with a proportion remaining neutral.

According with the Figure 13 here are some insights from the new proposed visualizations.

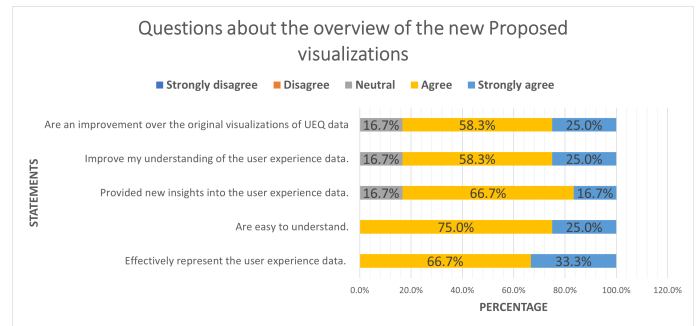


Fig. 12. Overview Proposed visualizations evaluation

- 1) **Indicators:** The 83.3% of the polled individuals agreed that there is an improvement in the indicators compared to the original UEQ visualizations. 8.3% of the respondents strongly agree with the enhancement, while 8.3% of the participants hold a neutral opinion. These results indicate a strong consensus among the participants, with a large majority expressing an agreement with the improvement in the indicators.
- 2) **Heatmap of pair voting distribution:** 41% of the polled individuals hold a neutral opinion regarding the Heatmaps of Pair Voting Distribution visualization. While 33% of the respondents agree that there is an improvement, 25% of the participants strongly agree with the enhancement. These findings suggest a split opinion among the participants, with a significant proportion expressing neutrality, but a sizable portion also agreeing or strongly agreeing with the improvement in the heatmap.
- 3) **Candlestick of pair voting distribution:** 41% of the individuals hold a neutral opinion regarding the candlestick of pair voting distribution visualization. 41% of the respondents agreed that there is an improvement, while 16.7% of the participants strongly agreed with the enhancement. These results indicate a divided opinion among the participants, with an equal number expressing neutrality or agreement, and a smaller portion strongly agreeing with the improvement in the candlestick visualization.
- 4) **3D mayor areas of evaluation:** 18.3% of the polled individuals disagreed with the 3D Mayor Areas of Evaluation visualization. nevertheless, 45% of the respondents agreed that there is an improvement, while 36.4% of the participants strongly agree with the enhancement. Interestingly, in this case there is a majority that disagrees with the improvement.
- 5) **Radar of evaluated areas:** 30% of the polled individuals hold a neutral opinion regarding the radar of evaluated areas visualization. 40% of the respondents agreed that there is an improvement while 30% of the participants strongly agree with the enhancement. The results indicate a balanced response among the participants, with equal proportions expressing neutrality,

agreement, and strong agreement with the improvement in the radar visualization.

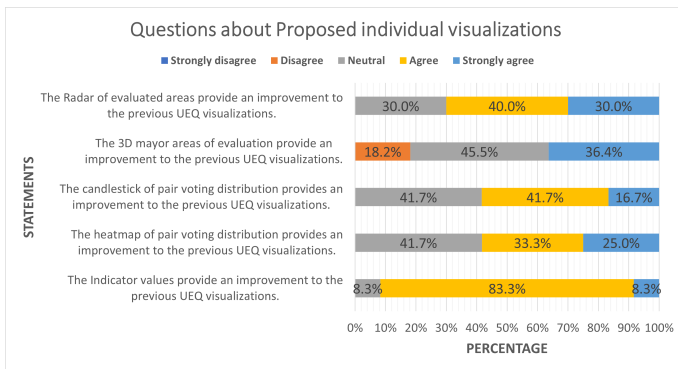


Fig. 13. Individual proposed visualizations evaluation

Regarding the personal actions after checking the visualizations, Figure 14 has some insights. 41.7% of participants agreed they preferred to utilize the updated UEQ data visualizations in future investigations and another 41.7% strongly agreed with this assertion. Only 16.7% of those polled were undecided. These results show that a considerable majority (83.4%) of participants either agree or strongly agree that they would use the new visualizations in future research, indicating a high degree of preference for these representations.

Similarly, 33.3% of participants agreed they would suggest the new visuals to other HCI researchers and another 33.3% strongly support this suggestion. Only 33.3% of those polled have a neutral opinion in this context. According to our findings, participants (66.6%) mostly either agreed or strongly agreed with recommending the new visuals to other academics in the area, indicating a good endorsement of these visualizations.

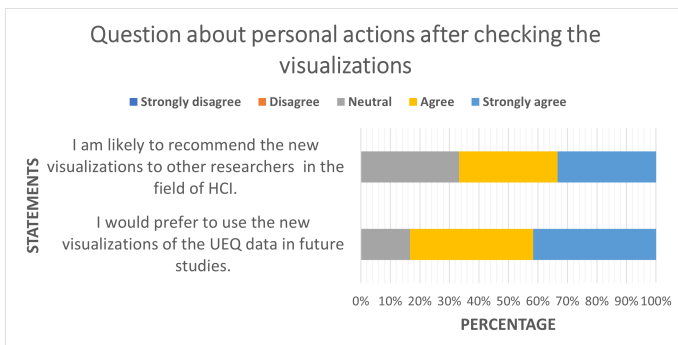


Fig. 14. Personal perspectives for new visualizations

B. Focus group results

The focus group showed a positive opinion about the new visualizations proposed for the standardized UEQ questionnaire, highlighting their aesthetics, functionality, and information advantages. Participants agreed that the new visualizations are cleaner, easier to understand, and less boring than the

original ones, implying a greater visual attraction and a lower cognitive load for users.

The analysis of the responses to the focus group question also revealed that the new visualizations have a positive acceptance by the participants, who consider that they facilitate the interpretation of the UEQ questionnaire results and the identification of areas for improvement in the usability of software applications.

It seems the factors that influenced the participants' decision were mainly the aesthetics, clarity, and speed of the new visualizations. Participants appreciated that the new visualizations are not as cluttered and boring as the previous ones, and that they are attractive, eye-catching, and easy to consume. In addition, they appreciated that the new visualizations provide a faster and simpler presentation of data, which facilitates understanding and decision-making on the usability of software applications. These factors coincide with the research objectives of proposing and creating new visualizations that enhance the user experience of the UEQ questionnaire.

Finally the new visualizations are an innovative and improved approach to presenting the results of the UEQ questionnaire, which manage to capture the attention and interest of the participants and facilitate decision-making on the usability of software applications. However, it is recommended to incorporate some improvements in the design and communication of the visualizations, to ensure greater clarity, accuracy, and consistency of the data, and to provide more effective guidance to the users of the visualizations.

V. CONCLUSION AND FUTURE WORK

According with the results of the survey and focus group, the original UEQ visualizations do not seem to meet the needs and preferences of users, who demand more effective and accessible tools for understanding and communicating usability results.

Our survey results show that respondents strongly approve our new UEQ data visualizations proposals derived from AttrakDiff and other complementary strategies. They also show how respondents expressed a high degree of acceptance and confidence in the effectiveness and usefulness of the new visualizations, both for individual use and for advancing research in specific domains.

The focus group participants, coming from different fields of work, stated that the visualizations provide them with relevant and reliable information for their objectives and challenges, and facilitate communication, creativity and decision making. Visualizations definitely provide clearer and more accurate data on the usability of applications, and help them to address the problems and opportunities of their work from a global and detailed perspective.

From our study, it is possible to conclude that the new UEQ visualizations are adequate to communicate the results of the usability evaluation, and generate a good impression of usability. Participants perceived UEQ them as intuitive, easy to interpret, attractive, and informative. Compared to the original UEQ visualizations that are not sufficiently intuitive,

informative, or useful to facilitate decision-making and communication of results. Therefore, new visualizations are needed to support design and usability evaluation in different UEQ-related contexts and projects, and determine how they can contribute to user-centered design.

We found positive feedback on our new proposed visualizations for UEQ, which our participants described as cleaner, easier, and more insightful than the original ones. Our new visualizations specialized in the specific and general areas of UEQ, allowing for greater detail and flexibility in studying the usability of software applications. Also, the new visualizations eliminated unnecessary or redundant elements, which increased efficiency, effectiveness, and user satisfaction. The participants suggested to improve some aspects of the design and communication of the visualizations, such as the inclusion of more labels, benchmarks, and evaluation criteria, to increase their comprehensibility and usefulness.

Finally, we found a favorable intention to use the new visualizations in the UEQ questionnaire among the focus group participants, reflecting their satisfaction and acceptance of the proposals. The aesthetic improvement, clarity, and speed of the new visualizations, which facilitated the presentation and analysis of software application usability data, were particularly appreciated. However, it is suggested that the new visualizations need to be further validated and improved, to resolve possible doubts or problems that may arise in their application, work remains to be done due to the need to incorporate more information and guidance in the visualizations, such as labels, scales, colors, and standards, to avoid confusion or ambiguities and to facilitate comparison and decision making. There is a challenge in mapping the hedonic quality from the AttrakDiff (Identity, Stimulation) to UEQ because UEQ does not manage this division explicitly.

For future work, we propose to present our new visualizations to the UEQ authors with the goal of integrating them into their online tool.

REFERENCES

- [1] Bettina Laugwitz, Theo Held, and Martin Schrepp. Construction and evaluation of a user experience questionnaire. volume 5298 LNCS, 2008.
- [2] Ignacio Díaz-Oreiro, Gustavo López, Luis Quesada, and Luis Guerrero. Standardized questionnaires for user experience evaluation: A systematic literature review. 2019.
- [3] Ignacio Díaz-Oreiro, Gustavo López, Luis Quesada, and Luis A. Guerrero. Ux evaluation with standardized questionnaires in ubiquitous computing and ambient intelligence: A systematic literature review, 2021.
- [4] Mirza Ramadhani, Sidharta, and Nadya Permata Budhianto. User experience evaluation of surabaya's freeletics community information system using user experience questionnaire (ueq). In *2022 1st International Conference on Information System & Information Technology (ICISIT)*, pages 244–248, 2022.
- [5] Andreas Hinderks, Martin Schrepp, and Jörg Thomaschewski. A benchmark for the short version of the user experience questionnaire. 2018.
- [6] Scott Bateman, Regan L. Mandryk, Carl Gutwin, Aaron Genest, David McDine, and Christopher Brooks. Useful junk? the effects of visual embellishment on comprehension and memorability of charts. volume 4, 2010.

- [7] Martin Schrepp, Andreas Hinderks, and Jörg Thomaschewski. Construction of a benchmark for the user experience questionnaire (ueq). *International Journal of Interactive Multimedia and Artificial Intelligence*, 4, 2017.
- [8] Ika Asti Astuti, Lilis Dwi Farida, and Tonny Hidayat. Measuring the ux of mobile application attendance lectures feature using short-user experience questions (ueq-s). In *2021 3rd East Indonesia Conference on Computer and Information Technology (EIConCIT)*, pages 286–291, 2021.
- [9] José Ramírez García. Estudio de la experiencia de usuario en los sistemas de gestión del aprendizaje. *IE Revista de Investigación Educativa de la REDIECH*, 12, 2021.
- [10] Mirza Ramadhani, Sidharta, and Nadya Permata Budhianto. User experience evaluation of surabaya's freeletics community information system using user experience questionnaire (ueq). In *2022 1st International Conference on Information System & Information Technology (ICISIT)*, pages 244–248, 2022.
- [11] Catherine D'Ignazio and Rahul Bhargava. Approaches to building big data literacy. 2015.
- [12] Huiyang Li and Nadine Moacdieh. Is "chart junk" useful? an extended examination of visual embellishment. volume 2014-January, pages 1516–1520. Human Factors an Ergonomics Society Inc., 2014.
- [13] Maximilian Speicher. So, how can we measure ux? *Interactions*, 30, 2023.
- [14] Edward Jhonatan and Kholiq Budiman. User experience analysis of satisfaction of job seekers (pencaker) in the city of semarang manpower department in using the siker application using the user experience questionnaire (ueq) method. *Journal of Advances in Information Systems and Technology*, 3:42–54, 9 2022.
- [15] Per Erik Strandberg, Wasif Afzal, and Daniel Sundmark. Decision making and visualizations based on test results. In *Proceedings of the 12th ACM/IEEE International Symposium on Empirical Software Engineering and Measurement, ESEM '18*, New York, NY, USA, 2018. Association for Computing Machinery.
- [16] Angela Shen-Hsieh and Mark Schindl. Data visualization for strategic decision making. In *Case Studies of the CHI2002—AIGA Experience Design FORUM*, CHI '02, page 1–17, New York, NY, USA, 2002. Association for Computing Machinery.
- [17] Emily Hindalong, Jordon Johnson, Giuseppe Carenini, and Tamara Munzner. Towards rigorously designed preference visualizations for group decision making. In *2020 IEEE Pacific Visualization Symposium (PacificVis)*, pages 181–190, 2020.
- [18] Bianchi Dy, Nazim Ibrahim, Ate Poorthuis, and Sam Joyce. Improving visualization design for effective multi-objective decision making. *IEEE Transactions on Visualization and Computer Graphics*, 28(10):3405–3416, 2022.
- [19] Virginia Braun and Victoria Clarke. Using thematic analysis in psychology. *Qualitative Research in Psychology*, 3(2), 2006.

8.2 Anexo 2: Acta de participación en la actividad de grupo focal y taller de diseño

Bitácora de participación

Grupo de discusión y taller de diseño

El presente documento certifica que las personas que firman a continuación participaron activamente en el grupo de discusión y taller de diseño sobre el tema Análisis de la experiencia de usuario en el desarrollo de software mediante visualizaciones, realizado el día 13 de abril de 2024, de 5:00 p.m. a 7:00 p.m. de forma presencial.

- Nombre: Gabriel Solórzano Cheta Firma: G. Sol
- Nombre: Pamela Torres Rodríguez Firma: PT
- Nombre: Luis Jair Cordero B. Firma: Jair
- Nombre: Paolo Blanco Niñez Firma: Paolo Blanco N.
- Nombre: Datasha Sánchez Firma: DS
- Nombre: Uvisian Venegas M. Firma: Uvenegas

8.3 Anexo 3: Anotaciones del grupo focal

	Pregunta 1	Pregunta 2	Pregunta 3	Pregunta 4	Pregunta 5	Pregunta 6
Participante 1	En general, los hemos usado para exponerlos y revisiones en el equipo. Los hemos usado un par de veces pero no tenemos tiempo	Poco intuitivos y a veces difíciles de interpretar. No se aprecia la relación entre los eucabos	Son más limpias. Fáciles de entender y menos abarrotadas	Se puede ver de mejor manera las áreas de mejora y las que están bien.	Muestran datos específicos por área	Si los usaría. No son tan recargados / abarrotados.
Participante 2	Conoce del tema y lo han visto con los reportes y estudios de diseño. Lo han usado una vez, lo usaría para los apps de compañía.	Presenta resultados más básicos. Se necesitan en elementos visuales para que los resultados sean llamativos.	Fáciles de entender. Se especializan como en las áreas específicas.	Se pueden entender donde están la mayoría de opinión con sus min/max	Facilidad de comprender los datos	Si los usaría. Son atractivos
Participante 3	Está moderadamente familiarizado con UEA donde han hecho pequeño ejercicio para evaluar la viabilidad.	No generan una sensación positiva de la usabilidad. Parece que la parte donde menos se movió fue en las gráficas.	Menos distribución de datos. Menos recargados que las originales.	Hacen falta algunas etiquetas pero en general está bien y se entiende el concepto	Las colores y gráficas usadas permiten una comprensión más eficiente de los datos.	Si los usaría. Rapidez de presentación de datos
Participante 4	Menos familiarizado pero conoce Atlassian y otros equipos. Ha asistido a sesiones de aprendizaje pero no los ha usado, si los usaría.	Si brindan la información necesaria, pero podría ayudar a brindar más valor a los datos	Pueden brindar tanto material para las áreas a como puede brindar una vista generalizada.	Faltan algunos puntos de referencia de los datos pero se entienden los resultados	La distribución de los datos en la gráficas permiten consumir la información fácilmente.	Los usaría pero se deben hacer mejoras. Facilidad de entender datos
Participante 5	Si los ha usado de ayudarlo a evaluar las propuestas de diseño. Les usa y les seguiría usando	Parecen poco armoniosas, y poco atractivas. Generan una visión muy básica	Ayudan a consumir más rápido la información	Brinda una versión más clara de los datos y resultados	Ayuda y permiten tener la información de una forma más fidedigna	Si los usaría pero con experimentos. Son llamativos
Participante 6	Conoce del tema sin embargo en la compañía que está no los usan. Pero lo propondría como mejora del proceso de desarrollo.	No se entiende el valor de los colores. Ayudan muy poco a ver las debilidades y fortalezas.	Cumple con el objetivo de la investigación. Mas son tan pesadas para ver.	Son visualizaciones distintas pero cumplen mejor la idea de mejorar la consumo de datos	Las visualizaciones son básicamente las nuevas. agentes que permiten una mejor toma de decisiones.	Los propondría pero si los usaría. Fáciles de consumir.

8.4 Anexo 4: Respuestas de los participantes

Pregunta 1: ¿Hasta qué punto está familiarizado con las visualizaciones originales de UEQ, como el gráfico de barras y el diagrama de dispersión? ¿Con qué frecuencia y en qué contextos las utilizaría?

1. En general, lo hemos usado para experiencia y revisión en el equipo. Lo he usado un par de veces, pero no tenemos tanto tiempo como para usarlo a profundidad.
2. Conoce del tema y los han visto en reportes y estudios de diseño. Lo han usado una vez, lo usaría para para las apps de la compañía
3. Esta moderadamente familiarizado con UEQ donde lo han hecho un pequeño ejercicio para evaluar la usabilidad.
4. Menos familiarizado pero conoce AttrakDiff y otros equipos que lo usan. Ha asistido a sesiones de aprendizaje pero no las ha usado, sí las usaría.
5. Sí las ha usado. Te ayudan a evaluar las propuestas de diseño. Las usa y las seguirá usando.
6. Conoce del tema sin embargo en la compañía que está no las usan pero la pondría como mejora del proceso de desarrollo.

Pregunta 2: ¿Cómo interpreta los resultados de las visualizaciones originales? ¿Qué aspectos le resultan fáciles o difíciles de comprender, comparar o comunicar?

1. Poco intuitivos y a veces difíciles de interpretar, no se aprecia la relación entre las escalas.
2. Presenta resultados muy básicos. Se necesitan elementos visuales sobresalientes para que los resultados sean llamativos.
3. No generan una sensación positiva de la usabilidad. Parece que la parte donde menos se invirtió fue en las gráficas.
4. Sí brindan la información necesaria, pero podrían ayudar a brindar más valor a los datos.
5. Parecen poco armoniosas y poco atractivos. Generan una visión muy básica.
6. No se entiende el valor de los colores. Ayudan muy poco a ver las debilidades y fortalezas.

Pregunta 3: ¿Cuáles son tus primeras impresiones sobre las nuevas visualizaciones propuestas, como el gráfico de radar, el mapa térmico y los indicadores? ¿En qué se diferencian de las originales en cuanto a estética, funcionalidad e información?

1. Son más limpias. Fáciles de entender y menos aburridas.
2. Fáciles de entender. Se especializan como en el áreas específicas.
3. Menos obstrucción de los datos, lo que lo hace menos recargados que los originales.
4. Pueden brindar tanto material para las áreas generales de UEQ a como puede brindar una vista generalizada.
5. Ayudan a consumir más rápido la información.
6. Cumple con el objetivo de la investigación. No son tan pesadas para ver.

Pregunta 4: ¿Cómo interpreta los resultados de las nuevas visualizaciones? ¿Qué aspectos le resultan fáciles o difíciles de entender, comparar o comunicar?

1. Se puede ver de mejor manera las áreas de mejora y las que están bien.
2. Se pueden entender donde están la mayoría de opinión con sus mínimos y máximos.

3. Hace falta algunas etiquetas pero en general está bien y se entiende el concepto.
4. Faltan algunos puntos de referencia de los datos pero se entiende los resultados.
5. Brinda una versión más clara de los datos y los resultados.
6. Son visualizaciones distintas pero cumplen mejor las idea de mejorar el consumo de los datos.

Pregunta 5: ¿Cómo apoyan o mejoran las nuevas visualizaciones sus objetivos (dependiendo del área) y retos al utilizar UEQ? ¿Cuáles son los beneficios o inconvenientes de su uso?

1. Muestran datos específicos por área.
2. Facilidad de comprender los datos.
3. Los colores y gráficos usadas permiten una comprensión más eficiente de los datos
4. La distribución de los datos en las gráficas permite consumir la información fácilmente.
5. Ayuda y permie tener la información de una forma más fidedigna.
6. Las visualizaciones son básicamente los nuevos agentes que permiten una mejor toma de decisiones.

Pregunta 6: ¿Qué probabilidades hay de que utilice las nuevas visualizaciones en sus futuros proyectos o presentaciones? ¿Qué factores influirían en su decisión?

1. Sí lo usaría. No son tan recargados o aburridos.
2. Sí las usaría, son atractivos.
3. Sí las usaría, debido a la rapidez de presentación de los datos.
4. Loas usaría pero se deben hacer la mejoras pertinentes, pero brinda facilidad para entender los datos.
5. Sí los usaría pero con experimentos, son llamativos.
6. Los propondría pero sí los usaría, debido a que son fáciles de consumir.

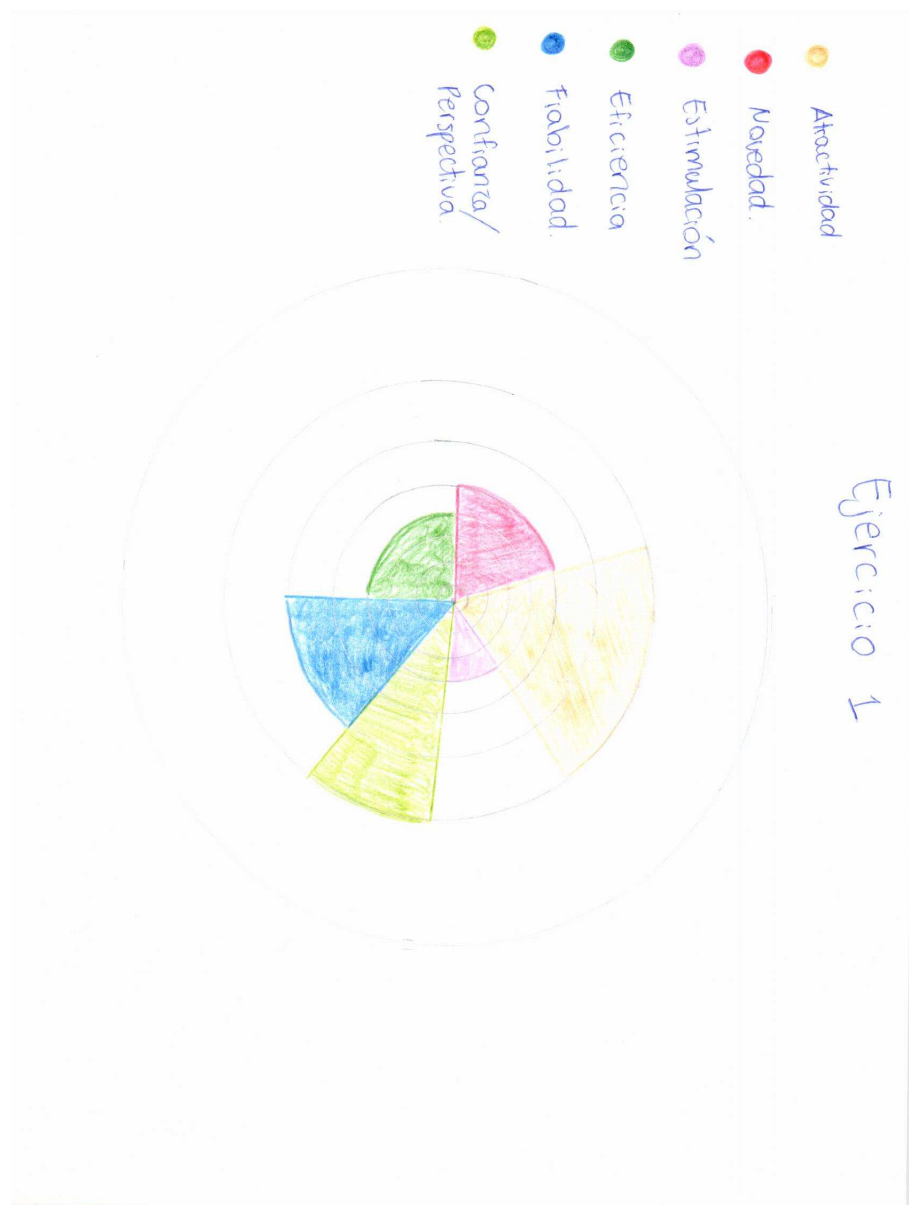
8.5 Anexo 5: Visualizaciones propuestas por los participantes

Figura 8.1: Propuesta de diagrama polar

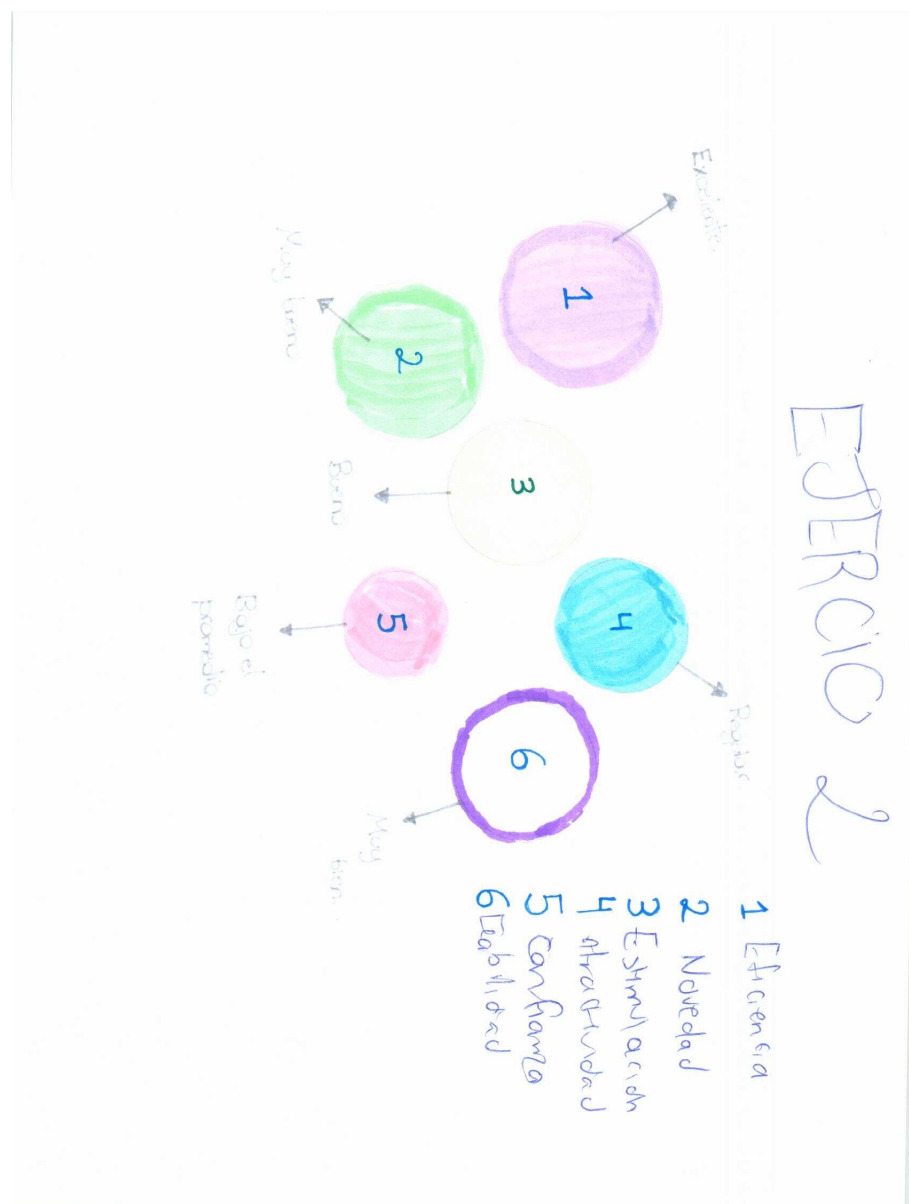


Figura 8.2: Propuesta de diagrama de burbujas

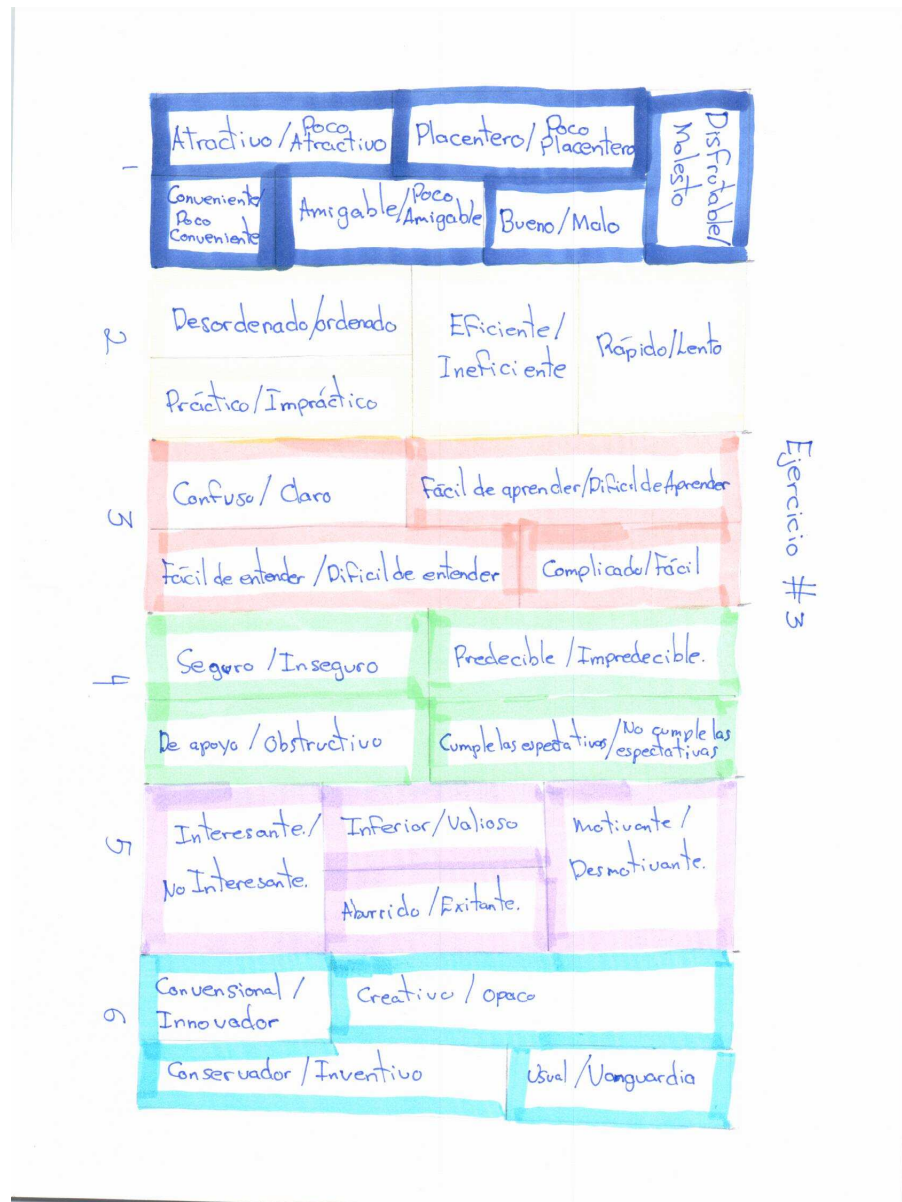


Figura 8.3: Propuesta de mapa de rectángulos

8.6 Anexo 6: Fotos actividad de grupo focal y taller de diseño









8.7 Anexo 7: Fotos de diseño en actividad de piloto de la actividad de grupo focal y diseño

