

UNIVERSIDAD PRIVADA ANTENOR ORREGO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA DE COMPUTACIÓN Y
SISTEMAS



TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO DE COMPUTACIÓN Y SISTEMAS

PRINCIPIOS Y TÉCNICAS DE LA VISUALIZACIÓN DE DATOS EN
LA USABILIDAD DE INTERFACES GRÁFICAS DE USUARIO

Línea de Investigación: Técnicas y Diseño para mejorar la Usabilidad de Software

AUTOR:

Br. Julio Cesar Ríos Sánchez

ASESOR:

Mg. Jorge Piminchumo Flores

TRUJILLO - PERÚ,

2019

Fecha de Sustentación: 28/11/2019

UNIVERSIDAD PRIVADA ANTENOR ORREGO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA DE COMPUTACIÓN Y
SISTEMAS



TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO DE COMPUTACIÓN Y SISTEMAS

PRINCIPIOS Y TÉCNICAS DE LA VISUALIZACIÓN DE DATOS EN
LA USABILIDAD DE INTERFACES GRÁFICAS DE USUARIO

Línea de Investigación: Técnicas y Diseño para mejorar la Usabilidad de Software

AUTOR:

Br. Julio Cesar Ríos Sánchez

ASESOR:

Mg. Jorge Piminchumo Flores

TRUJILLO - PERÚ,

2019

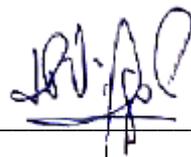
Fecha de Sustentación: 28/11/2019

**TESIS: “PRINCIPIOS Y TÉCNICAS DE LA VISUALIZACIÓN DE DATOS EN LA
USABILIDAD DE INTERFACES GRÁFICAS DE USUARIO”**

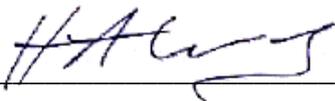
Elaborado por:



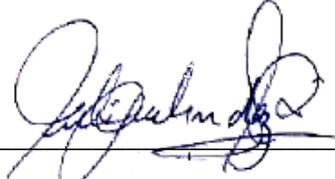
Br. Julio Cesar Ríos Sánchez



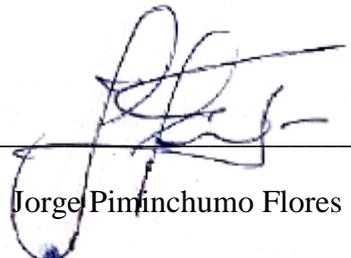
Liliana Patricia Vigo Pereyra
Presidente
CIP: 70724



Heber Gerson Abanto Cabrera
Secretario
CIP: 106421



Karla Vannesa Meléndez Revilla
Vocal
CIP: 120097



Jorge Piminchumo Flores
Asesor
CIP: 137153

PRESENTACIÓN

Señores Miembros del Jurado:

De conformidad con los requisitos estipulados en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad Privada Antenor Orrego y el Reglamento de Grados y Títulos de la Facultad de Ingeniería, para obtener el Título Profesional de Ingeniero de Computación y Sistemas, sometemos a vuestra consideración la Tesis titulada:

“PRINCIPIOS Y TÉCNICAS DE LA VISUALIZACIÓN DE DATOS EN LA USABILIDAD DE INTERFACES GRÁFICAS DE USUARIO”

Este trabajo de investigación, es fruto del esfuerzo del autor en el que se deja constancia los conocimientos y experiencias adquiridas a lo largo de la formación profesional, complementado además con el apoyo y orientación del asesor y las revisiones del jurado calificador.

Atentamente,

Br. Julio Cesar Ríos Sánchez

DEDICATORIA

A Dios, por iluminarme en este largo camino que aún falta recorrer, por darme fuerza y perseverancia para salir adelante y continuar con mis objetivos trazados.

A mis padres Wilfredo e Isabel por su gran amor y apoyo incondicional, sus sabios consejos y porque nunca dejaron de luchar para ver a mis hermanos y a mí salir adelante.

A mis hermanos por estar siempre en los buenos y malos momentos, y por confiar en mí, guiándome con sus buenas experiencias.

A mi familia y amigos por el apoyo e interés que me dieron para el bienestar personal y familiar.

El Autor.

AGRADECIMIENTO

Agradezco infinitamente a mis padres quienes depositaron sus esfuerzos y esperanzas en mí desde el inicio hasta la actualidad, gracias a ellos soy lo que soy hoy por hoy. Los amo infinitamente y estaré eternamente agradecido.

A mi profesor el Ing. Jorge Piminchumo Flores por su asesoramiento profesional a lo largo del desarrollo de esta tesis, quien me proporcionó ideas, guías y el soporte necesario.

El Autor.

TABLA DE CONTENIDO

COFACULTAD DE INGENIERÍA.....	1
PRESENTACIÓN.....	5
DEDICATORIA	6
AGRADECIMIENTO.....	7
TABLA DE CONTENIDO.....	8
ÍNDICE DE FIGURAS.....	10
ÍNDICE DE TABLAS	11
RESUMEN.....	12
ABSTRACT.....	13
I. INTRODUCCIÓN	14
II. MARCO TEÓRICO.....	21
2.1. COMUNICACIÓN VISUAL	21
2.2. VISUALIZACIÓN DE DATOS	21
2.2.1. Algoritmos de pensamiento visual	24
2.2.2. Principios.....	29
2.3. ANÁLISIS VISUAL, DATOS, INFORMACIÓN Y GUIANÁLISIS VISUAL	33
2.3.1. Análisis Visual	33
2.3.2. Visualización de Datos vs Visualización de Información.....	33
2.3.3. Visualización de datos vs GUI.....	34
2.4. PROPUESTA DE MODELOS DE VISUALIZACION DE DATOS	33
2.5. COMPARATIVA DE MODELOS	33
III. MATERIALES Y MÉTODOS	42
3.1. MATERIAL Y PROCEDIMIENTO	42
3.1.1. Variables y Operación de Variables	42
3.1.1.1. Variable:.....	42
3.1.1.2. Operacionalización de Variables:	44
IV. PROPUESTA METODOLÓGICA Y CASO DE ESTUDIO	47
4.1. FORMULACIÓN DE LA PROPUESTA.....	47
4.2. FASES Y ETAPAS DE LA PROPUESTA METODOLÓGICA	47
4.2.1. FASE 1: Preparación de los datos.....	48
4.2.2. FASE 2: Representación de datos.....	52

4.2.3.	FASE 3: Determinación de técnicas de interacción	62
4.3.	CASO DE ESTUDIO	69
4.3.1.	Introducción	69
4.3.2.	Ámbito y problema del caso de estudio	70
4.3.3.	FASE 1: Preparación de los datos	72
4.3.4.	FASE 2 : Representación de datos	73
4.3.5.	FASE 3: Determinación de técnicas de interacción	77
V.	RESULTADOS	81
5.1.	ASPECTOS PREVIOS	81
5.2.	CONTRASTACIÓN DE LA HIPÓTESIS	81
5.3.	ANÁLISIS DE RESULTADOS	85
5.4.	DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS	86
5.5.	TRABAJOS FUTUROS	86
VI.	CONCLUSIONES	87
VII.	RECOMENDACIONES	89
VIII.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	90
	ANEXOS	92
	ANEXO 01: EVALUACIÓN DE USABILIDAD	92
	ANEXO 02: RESULTADOS PRE TEST	95
	ANEXO 03: RESULTADOS POS TEST	97

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Pintura Rupestre Neandertales	21
Figura 2. Propuesta metodológica	48
Figura 3. Estructura de la información	48
Figura 4. Elementos de la pregunta	49
Figura 5. Representación de la Información.....	53
Figura 6. Diagrama de Sankey	54
Figura 7. Histograma	55
Figura 8. Treemap.....	55
Figura 9. Diagrama Chord	56
Figura 10. Streamgraph	56
Figura 11. Bubble Map.....	57
Figura 12. Color Monocromático, Análogo y Complementario	59
Figura 13. Color complementario partido, Triádicos y Tetrádicos	60
Figura 14. Ejemplo de relación binaria	63
Figura 15. Relación binaria en una aplicación web.....	64
Figura 16. Interacción unaria.....	65
Figura 17. Interacción unaria - activación de una opción.....	65
Figura 18. Interacción unaria - selección de una sub opción.....	66
Figura 19. Interacción Mixta	66
Figura 20. Interacción mixta - selección elemento de un objeto visual.....	67
Figura 21. Acceso al Sistema Comercial - Modulo de reclamos.....	71
Figura 22. Reporte estándar de presentación de información para toma de decisiones	72
Figura 23. Determinación del color	75
Figura 24. Muestra de color institucional predominante	76
Figura 25. Selección de Triada por regla cromática.....	76
Figura 26. Bosquejo de la nueva interfaz GUI.....	78
Figura 27. Implementación de la interfaz.....	79
Figura 28. Diseño Estadístico.....	82
Figura 29. Gráfica de Gauss al 95% y 17 gl.....	85

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Propuestas de visualización de datos.....	41
Tabla 2 <i>Diseño de técnica de recolección de datos</i>	42
Tabla 3 <i>Población y Muestra</i>	42
Tabla 4 <i>Prueba y tipo de muestreo</i>	42
Tabla 5 <i>Pronombres interrogativos más utilizados</i>	50
Tabla 6 <i>Identificar Variables</i>	50
Tabla 7. <i>Características de las variables</i>	51
Tabla 8 Tipología de variables	57
Tabla 9. <i>Color predominante</i>	60
Tabla 10 Regla cromática	60
Tabla 11 <i>Tipo de fuente</i>	61
Tabla 12 Uso de fuente.....	62
Tabla 13 <i>Selección de tipo de interacción</i>	67
Tabla 14 <i>Selección del tipo de Interfaz</i>	68
Tabla 15 <i>Evaluación del mensaje - Lista de verificación</i>	69
Tabla 16 <i>Ejemplos de identificación de variables</i>	73
Tabla 17 <i>Características de las variables</i>	73
Tabla 18. Selección de artefactos de visualización	74
Tabla 19 <i>Tipología de variables</i>	74
Tabla 20 Color institucional de SEDALIB S.A.	75
Tabla 21 <i>Regla Cromática SEDALIB S.A.</i>	76
Tabla 22 Código RGB de la triada seleccionada.....	76
Tabla 23 <i>Selección de fuente</i>	77
Tabla 24 <i>Selección de forma de interacción</i>	77
Tabla 25 <i>Aplicación del checklist a la nueva interfaz</i>	80
Tabla 26 <i>Distribución de usuarios por agencia</i>	81
Tabla 27 Matriz de indicadores de evaluación de la usabilidad	82
Tabla 28 <i>Resultados del pretest</i>	83
Tabla 29 <i>Resultados del postest</i>	83
Tabla 30 <i>Resultados de la prueba T</i>	85

RESUMEN

En esta investigación pre-experimental, los principios y técnicas de visualización de datos se utilizaron para diseñar una propuesta metodológica para diseñar interfaces gráficas de usuario con el fin de mejorar la usabilidad.

Los algoritmos de procesamiento visual y los principales de visualización de datos fueron tomados para diseñar la propuesta metodológica, luego el módulo de reportes estadísticos del sub sistema de reclamos del cliente que pertenece al sistema comercial de la empresa SEDALIB S.A. fue tomado como un estudio de caso. Posteriormente una muestra de 18 usuarios pertenecientes a cinco sedes de la empresa fue seleccionada para llevar a cabo la evaluación de la usabilidad mediante el diseño de pre test y pos test.

La propuesta metodológica diseñada demostró ser una forma eficaz para mejorar la usabilidad de interfaces gráficas de usuario relacionadas del módulo bajo investigación, según los resultados la mejora de la usabilidad no se debe al azar sino a la hipótesis planteada.

ABSTRACT

In this pre-experimental research, the principles and techniques of data visualization were used to design a methodological proposal to design graphical user interfaces in order to improve the usability.

The visual processing algorithms and data visualization principals were taken to design the methodological proposal. The statistical report module of the sub system of customer complaints system which belongs to de commercial systems of Sedalib SA was taken as a case study. Subsequently a sample of 18 users belonging to five enterprise headquarters was taken to conduct the usability assessment with the pretest and posttest design.

This methodological proposal designed was shown to be an effective way of improving the usability of graphic user interfaces related with module under research; the improvement of usability is not due to the random but to the hypothesis raised.

I. INTRODUCCIÓN

Las interfaces usuario son los elementos más importantes para los usuarios de un sistema de software, tal como lo describe Myers (1993) es la única parte del sistema que es visible a los usuarios y esto, desde el punto de vista técnico demanda un esfuerzo importante, según Van der Beer et al (2001) en términos de líneas de código representa alrededor del 59%. Todo sistema es modificado y perfeccionado constantemente, requieren de un constante mantenimiento, según el 20% de los costos es atribuible a aspectos técnicos dejando la diferencia a relacionados con problemas no técnicos y usuarios del sistema. Según el mismo estudio el 64% son problemas asociados a la usabilidad. Desde nuestra perspectiva, estos datos de por sí nos indican que cualquier intención asociada a mejorar la usabilidad de los sistemas no sólo reduciría los costos sino también mejoran el cumplimiento eficiente de las tareas en las que está envuelta la interfaz de usuario.

De otro lado, una de las áreas de gran importancia en este momento está asociado con la ciencia de datos, en especial con aquellos asociados al procesamiento y visualización de datos (data visualization) y visualización de datos interactiva (interactive data visualization), disciplinas emergentes que tienen como intención mejorar la presentación de datos de manera que se maximice las capacidades cognitivas de las personas en términos de entendimiento de la información y desde nuestro enfoque, toma de decisiones.

Tal como lo señala Santa María (2014), la visualización de datos y patrones es una forma de entender las tendencias descritas, utilizando las capacidades cognitivas. Para entender los conceptos de visualización de datos se requiere del entendimiento de la cognición y psicología humana. Respecto a la primera, es de interés entender que la cognición humana está vinculada con la comprensión y el recuerdo, estos dos están íntimamente entrelazados. Tal y como se describe en la psicología de la cognición humana. Para efectos de nuestro trabajo es necesario la comprensión visual y el recuerdo de la misma.

Desde el punto de vista de la investigación científica, en el campo de la visualización de la información y la ciencia del razonamiento analítico se ha propuesto la ciencia del análisis visual que tiene como objeto de estudio el de mejorar el procesamiento y comprensión de la información. Al respecto los trabajos en este ámbito y en especial asociados a la educación superior, muestran que las tendencias en el crecimiento de los datos educativos es abrumador; esta sobrecarga de información, genera problemas tales como la pérdida en la percepción de los datos, lo cual imposibilita contar con la información adecuada disponible en el momento oportuno para mejorar la calidad y eficacia de la educación, esto como consecuencia de la comprensión del comportamiento de la información de naturaleza académica de los estudiantes y como consecuencia posibilitaría mejorar la calidad en la toma de decisiones vinculadas con la práctica educativa, tal como lo afirma. (Géryk, 2012)

El análisis visual involucra la representación visual que tiene como propósito básico el de interpretar de manera eficiente lo que es una visión, lo más fácil posible. Se han propuesto una serie de técnicas para la visualización de datos asociados con diferentes situaciones y que posibilitan la transmisión de información a diferentes niveles de comprensión, esto es un medio para mejorar la comprensión de la información desde un punto de vista visual.

Desde este punto de vista es necesario el planteamiento de un modelo que permita construir soluciones que maximicen el uso de estas técnicas con el objeto de mejorar la usabilidad de las interfaces gráficas a fin de comprensión de los datos y por ende facilitar la mejora en la toma de decisiones.

Respecto de las interfaces gráficas, si bien es cierto ha sido estudiado ampliamente, Si realizamos un análisis de las soluciones encontramos que las interfaces gráficas utilizadas exigen un alto dominio de la naturaleza de las operaciones para comprender el significado numérico o gráfico de los reportes procesados.

Muchos factores influyen en la percepción visual de una interfaz de usuario, (por ejemplo, la cultura, el género, la discapacidad visual). En general, los investigadores y diseñadores de GUI tienen estos factores de manera aislada, sin tener en cuenta el

impacto en la percepción visual del usuario. En la mayoría de soluciones de software, los usuarios necesitan interactuar con mayor información y con más componentes de interfaz gráfica de usuario, que puede ser convenientemente mostrado al mismo tiempo en una sola pantalla. Esta necesidad es dictada por factores pragmáticos, tecnológicos y humanos.

Los mecanismos de interfaces gráficas de usuario tradicionales para hacer frente a los conceptos de visualización de datos, presentan la información en movimiento a través de paginaciones, barra de desplazamiento, wizard, etc; o información espacialmente particionada a través de ventanas, menús, etc.

Aunque estos mecanismos son estándar en casi todas las interfaces de usuario introduce una discontinuidad entre la información que se muestra en diferentes momentos y lugares. El trabajo de Grudin (2001), sostiene que la discontinuidad puede causar cargas cognitivas y mecánicas para el usuario, quien debe asimilar mentalmente la estructura general del espacio de la información y su ubicación en ella, y manipular los controles para navegar a través de él.

Hoy en día, los usuarios de cualquier sistema interactivo poseen una riqueza de información muy superior en comparación a generaciones anteriores. Es decir, los usuarios han adquirido mayor conocimiento de ciertos procesos y conductas interactivas sobre cualquier plataforma tecnológica que le permiten desenvolverse razonablemente bien en la intención de búsqueda y obtención de la información. Esto refuerza el hecho de que los usuarios están constantemente discriminando la información necesaria y relevante que perciben del entorno de manera pasiva o activa.

Los componentes visuales de una interfaz gráfica de usuario comunican información que puede ser percibida e interpretada consciente e inconscientemente por parte de los usuarios, pero que sí influyen en su conducta de respuesta, porque la información adquirida a partir de la experiencia vivida facilita el reconocimiento acortando la conducta de respuesta, al contrario de lo que podría pasar si el usuario tuviera que analizar la información que no reconoce en su experiencia cultural de memoria.

Entre los trabajos de investigación que respaldan nuestra investigación, se tiene a nivel internacional el trabajo de Minguillón (2017), de la Universidad de Cataluña, la cual lleva por título: “Introducción a la Visualización de Datos”, que tiene por objetivo, comprender qué es una visualización, los antecedentes históricos previos a la situación actual de abundancia de datos y tecnologías, el uso de visualizaciones interactivas para manipular y analizar dichos datos, así como los elementos que componen una visualización y determinan, tanto objetiva como subjetivamente, su percepción por parte del usuario final de la visualización, cuyo resultado se materializa en saber que este trabajo demuestra un lenguaje sencillo para entender conceptos básicos referidos a la visualización de datos.

Se cuenta con el trabajo de Pérez (2015), con el trabajo titulado: “Supervisión de Análisis de Procesos de dinámica mediante principios y técnicas de visualización”, la cual tiene el objetivo de revisar los algoritmos de aprendizaje automático de datos susceptible de ser utilizados de herramientas de analítica visual, como por ejemplo técnicas de reducción de dimensiones con los que se pueda obtener proyecciones de datos; revisar los fundamentos de la visualización, que determinen las maneras más intuitivas de representar la información y, cuya conclusión es la demostración de proyecciones visuales para el análisis de datos reales.

Es interesante el trabajo de Pérez (2015) con la investigación “Diseño del sistema de control de realimentado e interfaz gráfica de usuario para un robot de 3 grados de libertad con microcontroladores y software SCADA”, la cual tiene el objetivo de diseñar el sistema de control realimentado por medio de microcontroladores y sensores analógicos para un mecanismo de 3 grados de libertad de configuración cartesiana, así como la interfaz gráfica de usuario para dicho mecanismo; la que concluye en la importancia de la interfaz de usuario la cual sirvió para establecer la comunicación entre el software scada y los circuitos integrados.

El trabajo de investigación de Vélez, se titula: “Directrices para el diseño de interfaz de usuario de aplicaciones interactivas en televisión digital”, la cual tiene por objetivo: determinar un conjunto de directrices y normas tanto generales como específicas a seguir durante la fase de análisis de requerimientos y posterior proceso de diseño e

implementación de la interfaz de una aplicación interactiva para televisión digital; la cual arriba a la siguiente conclusión: que en el desarrollo del presente estudio se procedió a analizar y definir al telespectador y la presencia que tendrían los contenidos de TV en un futuro sobre diferentes plataformas de interacción y la funcionalidad y utilidad que éstas podrían ofrecerle, considerando que el telespectador ecuatoriano además de poseer características físicas y psicológicas que tiene en común y comparte con otros seres humanos a través de las cuales es posible definir parámetros ergonómicos aplicables a cualquier individuo, es un individuo con características sociales únicas y específicas dentro de un mundo tecnológicamente globalizado. Lo cual permitió determinar qué es lo que los telespectadores podrían esperar de la televisión, como interactuarían con ella y cuál sería su comportamiento frente al conjunto de ventajas que ésta nueva tecnología digital en los medios de comunicación audiovisual está en la capacidad de ofrecerle.

Carrión, con su investigación titulada: “Estándar de usabilidad para la interfaz gráfica de usuario en los proyectos de desarrollo de software”, cuyo objetivo es: que busca la usabilidad, es importante porque los desarrolladores y usuarios tendrán un producto de calidad, que cumple sus expectativas de uso e interacción; concluyendo en que las aplicaciones Web que se encuentran en funcionamiento en la actualidad tienen una interfaz gráfica poco intuitiva, haciendo que los usuarios no exploten al máximo las aplicaciones y el acceso a sus servicios aún está limitado por complementos tecnológicos como plugins necesarios o por el incumplimiento de los parámetros de accesibilidad Web; la aplicación del estándar de usabilidad en el desarrollo de interfaces gráficas para aplicaciones Web, permite a desarrolladores tener aplicaciones útiles y fáciles de usar por cualquier usuario.

A partir de los párrafos anteriores podemos concluir que las investigaciones en el campo de la visualización de datos y las interfaces gráficas de usuario aun es insipiente por tanto suponemos que un trabajo que proponga una directriz de construcción de interfaces gráficas de usuario mediadas por principios y técnicas de la visualización de datos, favorece la usabilidad de las misma y como consecuencia de ella posibilitar una mejora en la comprensión de la información y toma de decisiones.

Conocida la realidad problemática se plantea la siguiente interrogante: ¿Cómo utilizar los principios y técnicas de la visualización de datos que favorezcan la usabilidad de interfaces gráficas de usuario?

Una respuesta tentativa a esta interrogante nos lleva a plantear nuestra hipótesis de investigación como que: “*la elaboración de una propuesta metodológica que utilice los principios y técnicas de visualización de datos favorece la usabilidad de interfaces gráficas de usuario*”; por tanto y para completar nuestro sistema de hipótesis, la nula niega esta afirmación. Probar la hipótesis demanda la definición de objetivos, para nuestro trabajo,

El objetivo general se planteó como: “Elaborar una propuesta metodológica que utiliza principios y técnicas de visualización de datos que favorezcan la usabilidad de interfaces graficas de usuario”, teniendo como objetivos específicos:

- Investigar los principios y técnicas de la visualización de datos.
- Investigar las técnicas, métodos e instrumentos en la construcción de interfaces graficas de usuario.
- Ejemplificar mediante un caso de estudio el uso y aplicación de la propuesta metodológica.
- Evaluar estadísticamente el efecto la propuesta en la usabilidad de las interfaces gráficas de usuario en el caso de estudio.

En relación a los aportes, nuestra investigación, pretende proporcionar un conjunto de criterios que ayude al profesional a desarrollar conocimientos y habilidades en la construcción de interfaces gráficas de usuario basado en los principios y técnicas de la visualización de datos con el objeto de mejorar la usabilidad de las interfaces gráficas de usuario relacionadas con la explotación de la información. Del mismo modo, sentar bases sólidas para trabajos futuros en el área de interacción de usuario y visualización de datos.

Para facilitar la lectura de nuestra investigación, el documento se ha dividido en cinco capítulos. En el primer capítulo se detallan las características del problema objeto de

investigación, la hipótesis planteada y los objetivos que se pretende alcanzar. El segundo capítulo denominado marco teórico presenta la información necesaria para comprender los fundamentos y referentes conceptuales y teóricos. El tercer capítulo describe los métodos y materiales aplicados en nuestro estudio, en el cuarto capítulo se elabora una propuesta metodológica junto con ella un caso de estudio que ejemplifica su uso. En el quinto capítulo se somete a una verificación estadística los resultados de la propuesta elaborada, se realizan las discusiones pertinentes y sugerimos otras investigaciones que tomen como base este trabajo. Finalmente presentamos las conclusiones y recomendaciones.

II. MARCO TEÓRICO

2.1. COMUNICACIÓN VISUAL

El ser humano ha utilizado desde tiempos remotos los dibujos para comunicarse con sus pares. En este sistema de comunicación se utiliza como medio de transmisión las imágenes o representaciones gráficas para comunicar ideas, experiencias o eventos de interés. Algunas manifestaciones tangibles de esta forma de comunicación lo podemos encontrar en los pictogramas encontrados en las Cuevas de Altamira y los jeroglíficos Egipcios hasta los ideogramas de señales de tránsito en los tiempos modernos.



Figura 1. Pintura Rupestre Neandertales

Fuente: (National Geographic, 2017)

El mundo de la infografía es usada por la gente para significar diferentes cosas pero en muchos casos la infografía y la visualización de datos son consideradas sinónimos. Pero el diseñador de infografía reconoce que son diferentes cosas.

2.2. VISUALIZACIÓN DE DATOS

La visualización de datos son representaciones visuales de valores numéricos que permiten comprender los datos de manera rápida y con poco esfuerzo. Fue el Dr. Tufte, pionero de la visualización moderna, que afirmó que “De todos los métodos

para analizar y comunicar información estadística, las gráficas de datos bien diseñadas son usualmente la forma más simple y al mismo tiempo la más poderosa”

Viegas y Wattenberg (2011) dicen en *How to make data look sexy* que la visualización ideal no sólo debe comunicar con claridad, sino que también debe estimular la participación y la atención de espectador.

Tal como lo indica Vicente (2011), la visualización de datos es una disciplina transversal, que utiliza el inmenso poder de comunicación de las imágenes para explicar de manera comprensible las relaciones de significado, causa y dependencia que se puede encontrar entre las grandes masas de información, generados por los procesos científicos y sociales. Surge en el ámbito científico, hace dos décadas, y combina tanto técnicas como estrategias de la estadística, diseño gráfico y de interacción, y el análisis computacional para crear un nuevo modelo de comunicación más adecuado y esclarecedor para la era de la complejidad emergente.

Según Tufte y Few, sostienen que la visualización no debe incluir “Gráficos Basura” esto significa que se debe mostrar datos en un formato visual, de la forma más clara posible, sin ningún tipo de distractores. Este punto de vista tiene también el apoyo de estudios de laboratorio de psicología, que muestran que las visualizaciones sencillas y claras son más fáciles de entender. Los resultados sugieren también que la cuantificación de recordación, esto es el recuerdo, es un indicador general de la utilidad de la información, un paso esencial para determinar cómo diseñar visualizaciones efectivas, tal como lo señala (Borkin, 2013).

A partir de las hipótesis por Tufte y Few, creemos que, es necesario contar con una serie de directrices y técnicas que permitan la construcción de visualizaciones que cumplan con los atributos que ellos describen. En nuestra revisión bibliográfica se ha encontrado que la visualización, al ser transversal, está vinculada con un amplio abanico de áreas y disciplinas de aplicación. Por tanto estas directrices y técnicas son de naturaleza diversa. Al respecto, Santa María (2014), sostiene que la visualización de datos es un campo interdisciplinario en el que influyen ámbitos como la comunicación visual, el diseño gráfico, teoría informacional y el estudio de interfaces de usuario. Vicente (2011) agrega además que la visualización de datos

combina estrategias y técnicas de la disciplina estadística, el diseño gráfico y de interacción, y el análisis computacional.

Siguiendo con las ideas expuestas, Cristanchi (2014) propone un sistema de clasificación de gráficos para datos cuantitativos llamado “La Rueda Gráfica”, que tiene como intención servir de mapa visual para orientar a diseñadores a construir visualizaciones de datos efectivas. Esta herramienta agrupa distintos tipos de gráficos, según la relación de unión de los datos que se desea mostrar. Para la autora las relaciones entre datos a mostrar pueden ser: (1) De tipo evolutivo que muestra datos que cambian a lo largo del tiempo y evidencia fluctuaciones, crecimientos o ausencia de cambios, (2) de tipo comparativo que evalúa categorías que muestra proporciones, rankings contextos y jerarquías, (3) de composición que muestra partes que forman un todo, (4) de tipo geoespacial con el que se muestran datos de contenido geográfico, (5) de distribución que muestra frecuencias de datos repetidos, valores medios, desviaciones y fuera de rango, y finalmente, (6) de relación que evidencian o no conexiones intersecciones, conexiones, vacíos y grupos entre datos.

Por su parte, Few propone una serie de preceptos que tienen como fin ayudar a entender y diseñar las formas eficaces de presentar información cuantitativa de carácter general; utilizando un tipo correcto de gráfico para proporcionar un mensaje claro. Genéricamente sus preceptos se pueden agrupar en un proceso de selección y otro de construcción. Con el primero se pretende: (1) Determinar el mensaje e identificar los datos necesarios a comunicar al público que satisfaga sus necesidades de información. Con el segundo se debe: (2) Determinar el tipo de gráfica o tabla o ambas a usar, (3) Determinar el medio para codificar los valores ya sea de tipo cuantitativo o cualitativo, (4) Determinar la ubicación de cada variable dentro del gráfico, (5) Determinar el mejor diseño para los objetos, y finalmente (6) Priorizar los objetos.

Fry (2008) sostiene que dada la complejidad de los datos usados para proporcionar una solución significativa, se requiere de conocimientos de diversos campos, tales como, la estadística, la minería de datos, y el diseño gráfico. Estas disciplinas se deben conciliar como partes de un mismo proceso (creación de una solución de

visualización de datos) que hagan uso eficiente de los conocimientos y técnicas de las disciplinas descritas al fin de comunicar de la forma más eficaz posible. (Fry, 2008), establece un proceso que une las disciplinas individuales, poniendo el foco y la consideración de cómo los datos se entienden desde el punto de vista de cada campo individual. Este proceso está conformado por 8 actividades que incluyen: (1) la adquisición de datos obtenidos de alguna fuente física o electrónica, (2) Analizar la cantidad de datos y establecer una estructura para transmitirla en algún formato, (3) Filtrar los datos al fin de obtener los más relevantes y necesarios para la visualización, (4) Aplicar técnicas estadísticas, matemáticas y minería de datos al procesamiento, (5) Definir la forma básica de representación del conjunto de datos, (6) Refinar a través de técnicas de diseño gráfico para mejorar la legibilidad, (7) Definir un esquema de interacción con los datos o conjunto de ellos en función al punto de vista del usuario.

La visualización de datos involucra la interacción con los mismos, al respecto Muzammil y Sarwar (2011) sostienen que se requiere de estrategias de interacción que apoyen la escalabilidad y la complejidad de la visualización de datos. Según los autores hay pasos importantes que se deben de considerar una estrategia de interacción en el diseño de visualización. Los pasos que sugiere incluyen: (1) la selección interactiva de las entidades de los datos (conjunto de datos) extraídos a partir de un gran volumen de datos de manera indirecta o directa, (2) ajustar dinámicamente una cantidad de información a mostrar; mostrándolas en una o más estructuras seleccionadas por el usuario, (3) permitir al usuario ajustar dinámicamente la cantidad de información a mostrar, incrementándola o disminuyéndola, y focalizándola en la información de interés; y (4) reordenamiento o mapeo que permiten al usuario personalizar mapas de su propia elección para mejorar la comprensión de la información.

2.2.1. Algoritmos de pensamiento visual

Ware (2004) en su artículo *Visual Thinking Algorithms for Visualization of Social Media Memes, Topics, and Communities*, presenta una aplicación de los primeros principios de una metodología de diseño centrándose en el factor humano llamado *Algoritmos de Pensamiento Visual (VTA)* con el fin de diseñar patrones de diseño para instancias y composiciones de visualizaciones

interactivas, especificando las interacciones epistémicas y evaluar la idoneidad de diseños para tareas particulares.

Ware (2004) define a VTA como una herramienta para el diseño de visualizaciones interactivas describiendo las operaciones hombre-máquina y el sistema cognitivo, representando las fortalezas y limitaciones del sistema visual humano y procesamiento cognitivo.

2.2.1.1. Componentes de algoritmos de pensamiento visual

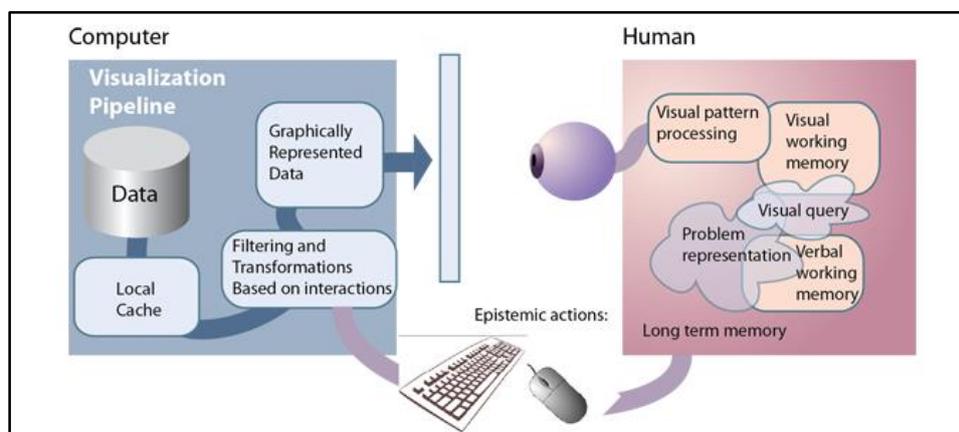


Figura N° 1 Componentes de algoritmos de pensamiento visual

Fuente: (Ware, 2004)

a) Consultas Visuales

Las Consultas Visuales son componentes de todos los algoritmos de pensamiento visual, esto es, “Construcciones Cognitivas”. En una consulta visual, se identifica problemas de componentes que tienen posibles soluciones sobre la base de la búsqueda patrón visual. Para iniciar una consulta visual, un patrón se especifica cognitivamente, que si se encuentran en la pantalla contribuirá a la solución de un problema.

Un aspecto de un problema se transforma cognitivamente de manera que se pueda avanzar usando un patrón de búsqueda visual. Por ejemplo, la búsqueda de una relación en un diagrama de red social implicará visualmente trazando una línea que une dos nodos. Las Consultas Visuales

proporcionan un método para razonar acerca de los problemas clave de la representación de datos.

b) Operaciones perceptivas y cognitivas

Estos incluyen la conversión de una parte de un problema en una consulta visual, añadiendo mentalmente tanto las imágenes y los atributos de un símbolo percibido u otra característica. Operaciones cognitivas incluyen decisiones como terminar una búsqueda visual cuando se encuentra un elemento. Un cuello de botella clave en el procesamiento cognitivo es la capacidad de memoria de trabajo visual, por lo que las situaciones donde los límites de la memoria de trabajo visuales pueden conducir a trastornos cognitivos.

c) Procesamiento de patrón visual

Un patrón visual es el objetivo de una consulta visual. El objetivo del diseño gráfico es eficiente para asegurar que los datos se asignan en forma gráfica de tal manera que todas las consultas visuales probables pueden ser ejecutadas de manera eficiente. La mayoría de los problemas de diseño complejos implican compensaciones; por lo tanto, las asignaciones de patrones visuales para consultas más frecuentes o más importantes deberían ser más relevante.

d) Carga de Memoria de trabajo

La capacidad de la memoria de trabajo visual, se supone que es, a lo sumo 4 patrones simples o formas si los patrones son previamente desconocidos. Si los patrones son bien conocidos, un analista experto puede recordar muchos más, así como patrones más complejos.

e) Acciones epistémicas

Son acciones destinadas a buscar información. Incluyen los movimientos del ratón para seleccionar objetos de datos, haciendo que se revelan más acerca de sus atributos, y zoom para navegar a través de un espacio de datos. Se trata de una ampliación al concepto inicial descrito por Kirsh y Magio. Esta propuesta va más allá de las manipulaciones del entorno para incluir acciones que en realidad no cambian el medio ambiente, pero, sin embargo, son ejecutados para adquirir conocimientos. Estos incluyen movimientos de los ojos o la cabeza para recoger información detallada de las diferentes partes de una pantalla.

f) Externalizar

Estos son los casos en que una persona ahorra un poco de conocimiento adquirido, poniéndolo en el mundo, por ejemplo, mediante la adición de anotaciones a una visualización, o control de las cajas para indicar que cierta información se considera importante o irrelevante.

g) Computación Interacción

Esto incluye todas las partes de un algoritmo de pensamiento visual que se ejecutan en un computador. De particular importancia para VTDPs son cálculos que cambian rápidamente cómo se muestra la información. Esto puede ser tan simple como el zoom o cambiar el rango de los datos que se muestra debido a la interacción del usuario.

h) La máquina virtual VTDP

Al pensar en sistemas interactivos, es útil considerar la máquina virtual simple, se ilustra en la Figura N° 1. Este contiene una tubería de visualización simple, así como los componentes clave de procesamiento perceptual y cognitivo. Muy a menudo, una

ganancia en eficiencia cognitiva se puede lograr desplazando parte de la carga de trabajo de la memoria de trabajo visual por medio de cálculos simples y métodos interactivos. Los elementos básicos de la máquina virtual pensamiento visual se muestran a continuación.

2.2.1.2. Diseño del Pensamiento Visual

Ware (2004) en su libro *Visual Thinking for Design* define al pensamiento visual como una serie de actos de la atención, conduciendo los movimientos oculares y sintonizándolos con nuestros patrones de descubrimiento. Estos actos de atención se llaman consultas visuales, y la comprensión de cómo funcionan las consultas visuales nos puede hacer mejores diseñadores.

4.1.2 Patrones de Diseño Pensamiento Visual (VTDP)

VTDP se basan parte en una construcción previa desarrollada por Ware (2004) llamados algoritmos de pensamiento visual (VTA). VTDPs representan una ampliación de este concepto original con un cambio en el énfasis. VTDPs son métodos para describir la combinación del proceso cognitivo y hombre-máquina que se ejecutan cuando se utiliza conceptos de visualización de datos en interfaces gráficas de usuario como herramientas cognitivas.

VTDP toman su inspiración de los patrones de diseño de Alexander (1997) dirigido a arquitectos y de los patrones de diseño desarrollados por la ingeniería de software Gamma (1995). Aunque una considerable investigación ha demostrado que los principios perceptivos y cognitivos se pueden aplicar útilmente al diseño de visualización interactiva, este conocimiento sólo se aplica en la práctica si un diseñador particular ha tomado un interés en la investigación pertinente. VTDPs están destinadas a proporcionar un método estructurado accesible para combinar el conocimiento

acerca de los métodos de interacción y visualización de diseños junto con principios cognitivos y perceptuales.

VTDPs proporcionan un método para tomar en cuenta los aspectos perceptivos y cognitivos cuellos de botella especialmente clave en el proceso de pensamiento visual, tales como limitada capacidad de memoria de trabajo visual. También proporcionan una forma de razonar acerca de los problemas semióticos en términos de percepción a través del concepto de la consulta visual. También incorpora un conjunto común de técnicas interactivas utilizados en la visualización y sugiere la forma en que pueden ser utilizados por separado o en combinación.

Las visualizaciones son herramientas para razonar acerca de los datos y para ser eficaces, deben apoyar las actividades del pensamiento visual. Parte de esto es asegurar que los datos se asignan a la pantalla de tal manera que los patrones informativos están disponibles para resolver consultas visuales relativas a la tarea cognitiva. Esto requiere búsqueda de la representación gráfica con las capacidades de visualización humana.

2.2.2. Principios asociados a la visualización de datos

La visualización de datos busca explotar de manera eficaz todas las capacidades del cerebro y en especial de la corteza visual que está encargada del primer paso hacia el proceso cognoscitivo, que llamamos “percepción”, con el objetivo de encontrar patrones.

2.2.2.1. Atributos Preatentivos

En base a estas premisas proponemos referenciar el estudio que realiza Ware (2004) en el laboratorio de investigación de visualización de datos en la Universidad de New Hampshire destacando un bloque de principios para la construcción básica del proceso de visualización de datos llamada “atributos preatentivos”,

estos atributos son los que perciben inmediatamente nuestros ojos cuando estamos en un proceso de visualización, estos pueden ser percibidos en menos de 10 milisegundos, incluso antes de que hagamos un esfuerzo consciente para notarlos. Aquí presentamos una lista de los atributos preatentivos:

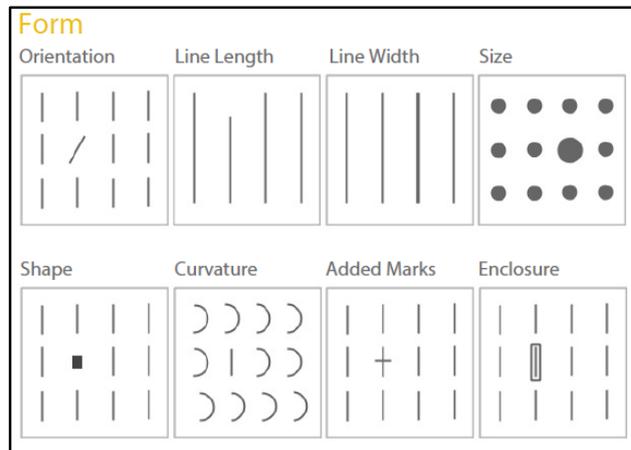


Figura N° 2 Atributos preatentivos de forma
Fuente: (Ware, 2004)

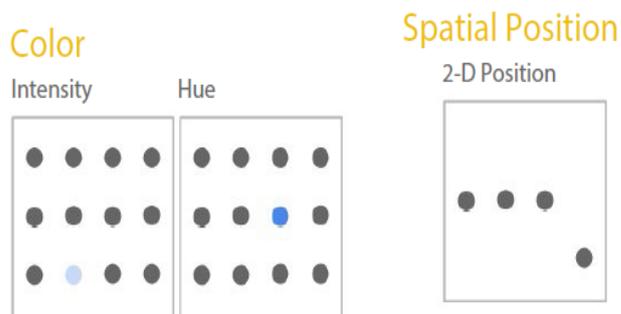


Figura N° 3 Atributos preatentivos de color y posición espacial
Fuente: (Ware, 2004)

Estos atributos entran en juego cuando analizamos cualquier visualización. De esta lista, únicamente “Posición” y “Longitud” pueden ser utilizadas para percibir los datos cuantitativos con precisión. Los otros atributos son útiles para percibir otros tipos de datos, que no pueden ser medibles, tales como datos categóricos, o relacionales. Mientras que los atributos preatentivos son los que identificamos de inmediato al visualizar, no es lo único que percibimos. Existen otros patrones que se forman a través de un análisis perceptivo.

2.2.2.2. Patrones Analíticos

Si los atributos preatentivos son los alfabetos del lenguaje visual, los patrones analíticos son las palabras que se forman utilizando estos alfabetos.

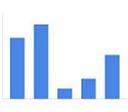
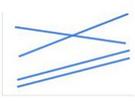
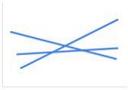
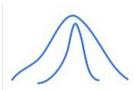
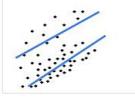
Pattern	Example	Pattern	Example
High, low and in between		Non-intersecting and intersecting	
Going up, going down and remaining flat		Symmetrical and skewed	
Steep and gradual		Wide and narrow	
Steady and fluctuating		Clusters and gaps	
Random and repeating		Tightly and loosely distributed	
Straight and curved		Normal and abnormal	

Figura N° 4 Patrones Analíticos

Fuente: (Few, Data Visualization for Human Perception., 2014)

2.2.2.3. Principios Gestalt

Los atributos preatentivos y los patrones analíticos nos permiten procesar la información visual. Sin embargo, al momento de elaborar las visualizaciones muchas veces queremos resaltar ciertos patrones sobre otros. En estos casos, los principios de la Gestalt son útiles.

Los principios de la Gestalt describen como nuestra mente organiza elementos individuales en grupos. Podemos utilizar estos principios para resaltar los patrones que son importantes, y restan importancia a otros patrones. La imagen de abajo ilustra los principios de la Gestalt que son pertinentes para la visualización.

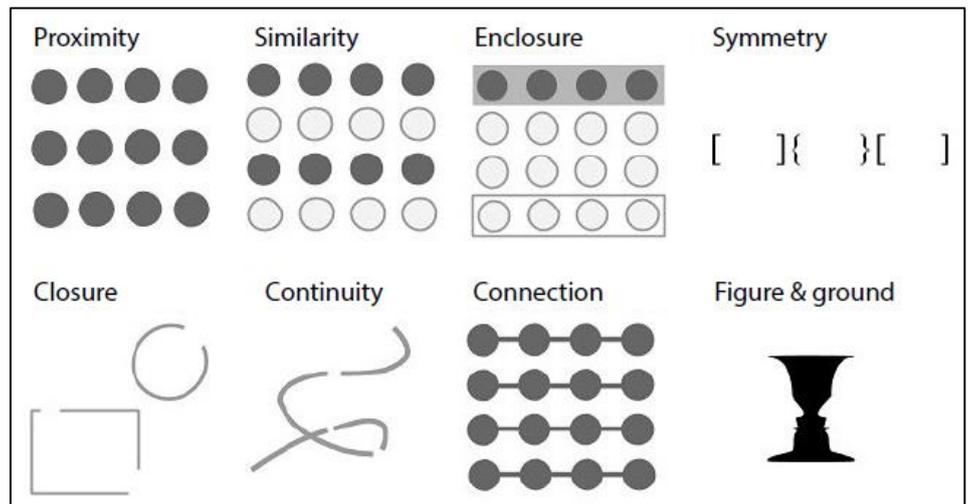


Figura N° 5. Principios Gestalt

Fuente: (Ware, 2004)

Lo que podemos apreciar o darnos cuenta de cada una de las ilustraciones que intentan descubrir el cómo percibimos los patrones, formas y la organización en lo que visualizamos.

- a) Proximidad: Los objetos que están juntos son percibidos como grupo
- b) Semejanza: Los objetos que comparten atributos similares (por ejemplo, color o forma) se perciben como un grupo.
- c) Recinto: Los objetos que parecen tener un límite alrededor de ellos (por ejemplo, formado por una línea o área de color común) se perciben como un grupo.
- d) Cierre: Las líneas que circundan superficie son, en iguales circunstancias, captadas más fácilmente como unidad o figura, que aquellas otras que se unen entre sí.
- e) Simetría: Vemos tres pares de corchetes simétricos en lugar de seis soportes individuales.
- f) Continuidad: Vemos una trayectoria continua en lugar de tres arbitrarias.
- g) **Conexión**: Agrupamiento de puntos conectados como pertenecientes a un mismo grupo.

- h) **Figura y Fondo:** Establece el hecho de que el cerebro no puede interpretar un objeto como figura o fondo al mismo tiempo. Dependiendo de la percepción del objeto será la imagen a observar.

2.3. ANÁLISIS VISUAL, DATOS, INFORMACIÓN Y GUI ANÁLISIS VISUAL

2.3.1. Análisis Visual

El Análisis Visual es definido por Thomas y Kristin como la ciencia del razonamiento analítico que demanda la asistencia y el apoyo de interfaces visuales interactivas, cuyos métodos continua el autor, permiten y en especial facilitan la toma decisiones, combinando flexibilidad, creatividad, el conocimiento humano y las enormes capacidades de almacenamiento y procesamiento de datos de las computadoras los que analizar con mayor profundidad y detalle problemas complejos.

Esta ciencia del razonamiento analítico proporciona un marco en el razonamiento en la cual se puede construir para un análisis de amenazas, prevención y respuesta.

El Análisis Visual se esfuerza por facilitar el proceso de razonamiento analítico mediante la creación de software que maximiza la capacidad humana para percibir, comprender y razonar sobre datos y situaciones complejas y dinámicas. Debe basarse en una comprensión del proceso de razonamiento, así como un entendimiento del principio cognitivo y perceptual subyacente, para proporcionar interacciones de misión adecuados que permiten a los analistas tener un verdadero discurso con su información. El objetivo es facilitar la alta calidad del juicio humano con una inversión de tiempo limitado de los analistas.

2.3.2. Visualización de Datos vs Visualización de Información

La visualización de información se centra en la interrelación que permite al usuario transformar y sintetizar una determinada cantidad de información a partir de una base de datos mientras que la visualización de datos se orienta a la

representación y análisis visual de esos datos tratados en gráficos estadísticos, cartografías temática, etc (Friendly, 2009). Es decir, la visualización de datos se orienta a la representación gráfica, mientras que la visualización de información lo hace hacia el proceso de comunicación por medio de la representación gráfica.

2.3.3. Visualización de datos vs GUI

Según Bonsiepe (1998), una interfaz gráfica es la especificación de lo que él llama *look & feel*, que es el proceso de unión entre usuario y utensilios a través de la percepción visual, es decir, la implicación por parte del usuario, interactuando con los objetos convencionales del producto y está construida con elementos visuales en forma de ventanas, íconos, menús y pulsadores, los cuales constituyen una realidad.

Spence (2001), la visualización de datos involucra una actividad cognitiva y conlleva a la construcción de modelos internos en la mente. Según Fry (2008), tiene su importancia en la capacidad de ayudar a las personas a “ver” cosas que no han sido previamente entendidas en forma de datos abstractos.

Thissen (2003) menciona la importancia de las *leyes de Gestalt* y su aplicación al diseño para GUI, y en general al diseño de GUI, se basa en un *diseño centrado al usuario*; por lo tanto, otras características son consideradas, más allá de la mera visualización de datos que este directamente relacionada en el proceso de diseño de interfaces. En particular, los pasos que conciernen al diseño para GUI según este autor son:

1. Determinación del usuario y sus metas con respecto al producto de diseño

Este paso tiene como base el modelo ontológico de Bonsiepe (1998) y su fuerte es la aplicación del método de “personas” de Cooper (2006).

2. Orientación y Navegación

Involucra la definición de las necesidades en los diferentes tipos de usuarios, agrupamiento de la información, diseño de metáforas visuales, definición de elementos de navegación, visitas guiadas y orientaciones visuales.

3. Información

Consiste en seleccionar la tipografía para GUI, la forma en que se sintetizará el texto para la fácil lectura en este medio, así como el diseño iconográfico y selección de elementos multimediáticos en la interfaz.

4. Diagramación en GUI

El diseñador debe tomar decisión de cómo componer los diferentes elementos en la GUI tomando en cuenta aspectos como el escaneo visual, la aplicación de las leyes Gestalt, psicología del color, etc.

5. Interacción

Entender la comunicación entre la interfaz y el usuario en forma reactiva, además de considerar la *ley de Fitt*.

6. Emoción

Explica que en toda interfaz existe un meta mensaje que deriva de la comunicación implícita de la interfaz hacia el usuario.

7. Interculturalidad

Debe incluirse en el diseño para GUI aspectos de identidad y cultura, así como de manifestaciones culturales, lo cual reafirma que el diseño es centrado en el usuario.

2.4. PROPUESTAS DE MODELOS DE VISUALIZACION DE DATOS

El diseño, al contrario que el arte, necesita de un fin práctico lo encuentra ante todo en cuatro requisitos: ser funcional, significativo, concreto y tener un componente social.

Michael Erlhoff, 1987

2.4.1. Propuesta De Tufte

El autor (Tufte, 1997) en su trabajo “*visual and statistical thinking: display of evidence for making decisions*”, plantea - a partir del trabajo detectivesco que realizó Jon Snow respecto a la enfermedad del cólera - una forma de analizar y mostrar datos de manera clara y lógica, tomando en cuenta los siguientes aspectos:

a) **Colocar los datos en un contexto apropiado para evaluar la causa y el efecto.**

En este estadio los datos colectados deben ser organizados y presentados a fin de mostrar una posible relación de causa y efecto. Usar series temporales no necesariamente muestra una relación de causa-efecto, el paso de tiempo es una variable explicativa pobre y en algunos casos inútil. Por ejemplo, si Snow hubiese tomado los datos de las víctimas del cólera y los hubiese organizado en función del tiempo, a lo más el resultado obtenido sería una cronología de epidemias y cantidad de muertos y no una relación causal. La estrategia utilizar mapa que muestra relación entre las víctimas de cólera y su cercanía a uno de los pozos de abastecimiento proporciona una relación causa-efecto más que suficiente, como consecuencia pudo establecer una estrategia de como intervenir y detener la epidemia.

b) **Realizar una comparación cuantitativa.**

El segundo aspecto a tomar en cuenta es la respuesta a la pregunta básica y fundamental ¿Qué se compara con qué?, esto es el análisis estadístico. En el estudio de Jon Snow, investigar la experiencia de las víctimas del cólera es solo una parte de la búsqueda de evidencia creíble; Para comprender completamente la causa de la epidemia también se requiere un análisis de aquellos que escaparon de la enfermedad. Como resultado, el mapa presentó varias pistas interesantes para la comparación entre los vivos y los muertos, pistas visibles fueron una cervecería en la que al estar ubicada en la zona de la epidemia algunos de los trabajadores al no tomar alguna y consumir cerveza como reemplazo no resultaron infectado por el agente patógeno, así mismo al entrevistar al trabajador de la fábrica que enviaba agua de la bomba contaminada a otro lado de la ciudad presentándose en ésta la

epidemia fue evidencia suficiente para determinar que el foco de infección se encontraba en la bomba.

c) Considerar explicaciones alternativas y casos contrarios.

En este apartado considerar que pese a las investigaciones que informan y argumenta los hallazgos pueden enfrentar amenazas a sus conclusiones tales como las como explicaciones alternativas y casos contrarios que pudieran aparecer. Sin embargo, la credibilidad en la recolección de datos no debe significar deshacerse de las inconsistencias que pudieran aparecer durante la investigación.

d) Evaluar los posibles errores en los números reportados en gráficos.

La credibilidad de los datos numéricos presentados en los artefactos creados (tablas, mapas o imágenes) debe ser presentada de forma cuidadosa e íntegra. Por ejemplo, en el análisis que realizó Snow atiende a las fuentes y las consecuencias de los errores en la recopilación de datos. En particular, la credibilidad de los mapas de cólera surge de detalles suplementarios en el texto, ya que la imagen, la palabra y el número se combinan para presentar la evidencia y presentar el argumento. Los comentarios detallados sobre posibles errores anotado tanto el mapa como la tabla, tranquilizan a los lectores sobre el cuidado e integridad del trabajo estadístico que produjo los gráficos.

Para tuft la construcción de un data display – *data visualization* - debe estar guiado por el principio científico “*realizar comparaciones controladas*” y que la arquitectura del mismo debe estar vinculado con el pensamiento cuantitativo y la calidad del diseño; este último crece en función de la calidad intelectual. Estos principios duales, tanto para razón sobre la evidencia estadística como el diseño de gráficos estadísticos incluyen:

- a) Documentar las fuentes y las características de los datos.
- b) Efectuar comparaciones estadísticas – que compara con que – hasta que se tenga una explicación clara y coherente.
- c) Demostrar mecanismos de causa-efecto.

- d) Expresar estos mecanismos de manera cuantitativa
- e) Reconocer la naturaleza multivariada del problema analizado
- f) Inspeccionar y evaluar explicaciones alternativas.

2.4.2. Propuesta De Stephen Few

El autor (Few, Information Dashboard Design, 2006), sostiene que, para mostrar los datos de manera efectiva, se debe entender sobre la percepción visual, usando del cuerpo de la investigación científica aquellos hallazgos factibles aplicarse directamente al diseño del tablero. Esto es determinar qué funciona, qué no funciona y por qué funciona. Su propuesta se basa en tres aspectos, la memoria de corto plazo, la Encodificación visual de datos para percepción rápida y los principios de la Gestalt para la percepción visual.

a) Límites de la memoria de corto plazo

Los ojos son los mecanismos sensoriales a través de los cuales la luz ingresa y es traducida por las neuronas en impulsos eléctricos que se transmiten al cerebro, y es allí donde se produce el proceso de dar sentido a lo que registran nuestros ojos, por tanto, se ve con el cerebro, no con los ojos.

Los recuerdos almacenan información desde el momento en que se observa algo, continúan a medida que procesamos conscientemente la información y finalmente se acumulan durante años en un área de almacenamiento permanente donde la información permanece lista para usar si alguna vez se necesita, hasta que se acceda a esa información. La memoria a corto plazo es donde reside la información durante el procesamiento consciente. Las cosas más importantes que debe saber sobre la memoria a corto plazo son:

- Es temporal.
- Una parte de ella está dedicada a la información visual.
- Tiene una capacidad de almacenamiento limitada.

Esta memoria puede almacenar de tres a nueve fragmentos de información visual a la vez. Cuando su capacidad está llena, para que algo nuevo sea almacenado, esta información pasa a la memoria a corto plazo o simplemente

es eliminado por completo (olvidado). Lo que constituye un "fragmento" de información visual varía según la naturaleza de los objetos que estamos viendo, los aspectos de su diseño y nuestra familiaridad con ellos. Por ejemplo, los números individuales en un tablero se almacenan como fragmentos discretos, pero un patrón gráfico bien diseñado, como el patrón formado por una o más líneas en un gráfico de líneas, puede representar una gran cantidad de información como un solo fragmento. Esta es una de las grandes ventajas de los gráficos (cuando se usa de manera adecuada y hábilmente diseñada) sobre el texto. Basado en estas premisas el autor sugiere que, por ejemplo, los paneles de control deben diseñarse de manera que admitan una agrupación óptima de la información para que pueda ser percibida y entendida de manera más eficiente, en grandes bloques visuales.

La capacidad limitada de la memoria a corto plazo también es la razón por la cual la información que pertenece en conjunto nunca debe fragmentarse en múltiples paneles, y no se debe requerir el desplazamiento para verlo todo. Una vez que la información ya no es visible, a menos que sea uno de los pocos fragmentos de información almacenados en la memoria a corto plazo, ya no está disponible. Si se desplaza o retrocede la página para verlo nuevamente, pierde el acceso a lo que estaba viendo más recientemente. Sin embargo, mientras todo lo que necesite permanezca dentro del alcance de la vista en un solo tablero, puede intercambiar rápidamente información dentro y fuera de la memoria de corto plazo a gran velocidad.

b) Encodificación visual de datos para una percepción rápida

El procesamiento pre-atentivo es la primera etapa de la percepción visual que ocurre rápidamente por debajo del nivel de conciencia, se ajusta para detectar un conjunto específico de atributos visuales. Este procesamiento ocurre antes de la atención visual y sobresalen en una escena visual. Las propiedades o artefactos que tienen procesamiento preatentivo cumplen tres características principales: (1) no requieren de focalización de la atención, (2) es independiente del número de distractores y (3) la identificación ocurre dentro de los primeros 250 milisegundos. Por otro lado, el procesamiento atento es secuencial y, por lo tanto, mucho más lento.

En *Visualización de la información: Percepción para el diseño*, Colin Ware, sugiere que los atributos preatentivos de la percepción visual se pueden organizar en cuatro categorías: color, forma, posición espacial y movimiento.

Estos atributos

Visuales se puede aplicar conscientemente al diseño del tablero de comando o un artefacto visual para agrupar o resaltar información, o para codificar información cuantitativa. Detalles adicionales de estos atributos se trataron en el punto 2.2.2.1

c) Principios de la Gestalt de la percepción visual.

En 1912, la Escuela de Psicología Gestalt comenzó sus fructíferos esfuerzos para comprender cómo percibimos el patrón, la forma y la organización en lo que vemos. El término alemán "gestalt" simplemente significa "patrón". Estos investigadores reconocieron que organizamos lo que vemos de manera particular en un esfuerzo por darle sentido.

Su trabajo resultó en una colección de principios de percepción de la Gestalt que revela esas características visuales que nos inclinan a agrupar objetos. Estos principios todavía se mantienen hoy como descripciones precisas y útiles de la percepción visual, y ofrecen varias ideas útiles que podemos aplicar directamente en nuestros diseños de tablero para vincular datos intencionalmente, separar datos o hacer que algunos datos se destaquen del resto. Examinaremos los siguientes seis principios: (1) proximidad, (2) cierre, (3) similitud, (4) continuidad, (5) Recinto y (6) conexión. El detalle de estos principios se ha tratado en el punto 2.2.2.1

2.5. COMPARATIVA DE MODELOS

Los modelos presentados en el apartado anterior, muestran una serie de recomendaciones para el proceso de creación de interfaces gráficas de usuario. Desde nuestro punto de vista, estas recomendaciones pueden ser agrupadas en tres aspectos: (1) la preparación de los datos, (2) la representación de los datos y (3) técnicas de interacción con la interfaz gráfica

de usuario. La siguiente tabla resume las técnicas y las fases que nuestra propuesta considera y se desarrollara en el apartado 4.2 de este estudio.

Tabla 1. Propuestas de visualización de datos

PROPUESTA	TAREA	FASE DE LA PROPUESTA
E. Tufte	Documentar las fuentes y las características de los datos.	Preparacion de datos
	Forzar de insistentemente en comparaciones estadísticas – qué se compara con qué.	Preparacion de datos
	Demostrar mecanismos de causa-efecto.	Preparacion de datos
	Expresar estos mecanismos de manera cuantitativa	Representacion de datos
	Reconocer la naturaleza multivariada del problema analizado	Representacion de datos
	Inspeccionar y evaluar explicaciones alternativas.	Representacion de datos
S. Few	Límites de la memoria de corto plazo	Tecnicas de Interaccion
	Encodificacion visual de datos para una percepción rápida	Tecnicas de Interaccion
	Principios de la Gestalt de la percepción visual	Tecnicas de Interaccion

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. MATERIAL Y PROCEDIMIENTO

a) Procedimiento

Tabla 2 *Diseño de técnica de recolección de datos*

Diseño de Investigación	Modelo	Técnica
Pre Experimental (Pre Test y Post Test)	Analítico	Observación Test de Usabilidad

b) Población y Muestra

Tabla 3 *Población y Muestra*

POBLACIÓN	MUESTRA
Usuarios del módulo de reclamos del sistema de comercialización de SEDALIB S.A.	18 usuarios del módulo de reclamos del sistema de comercialización de SEDALIB S.A.

c) Diseño de prueba y tipo de muestreo

Tabla 4 *Prueba y tipo de muestreo*

Diseño de la Prueba	Tipo de Muestreo
<ul style="list-style-type: none">• Diseño de Pre Test y Post test.• Evaluación a través de una escala de valoración.	<ul style="list-style-type: none">• Empírico Intencional.

G: Usuarios del módulo de reclamos del sistema de comercialización de SEDALIB S.A.

O₁: Pre test.

X: Propuesta metodológica.

O₂: Post test.

G: O ₁ X O ₂

3.1.1. Variables y Operación de Variables

3.1.1.1. Variable:

- Independiente: Propuesta metodológica que utiliza Principios y técnicas de la visualización de datos.
- Dependiente: Usabilidad de interfaces gráficas de usuario.

3.2. METODOLOGIA

Para el desarrollo de este proyecto de investigación se utilizará la metodología conformada por las siguientes fases:

- a) Revisar información bibliográfica sobre visualización de datos e interfaces graficas de usuario
- b) Analizar las prácticas de construcción de interfaces graficas.
 - Técnicas de recolección de datos: Evaluación documental y entrevistas
 - Instrumento: Cuestionario y listas de verificación
- c) Elaborar la propuesta metodológica para construir interfaces graficas de usuario, utilizando los principios y técnicas de la visualización de datos
 - Técnicas de recolección de datos: Análisis bibliográfico, evaluación documental.
 - Instrumento: Matriz de valoración y lista de verificación
- d) Determinar un caso de estudio para desarrollar y evaluar el desempeño de la propuesta metodológica.
- e) Aplicar la herramienta y analizar los resultados mediante la técnica estadística de pre y post test.
- f) Brindar conclusiones y recomendaciones en base a los resultados obtenidos.

3.2.1.1. Operacionalización de Variables:

MATRIZ DE OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES					
	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA DE MEDICIÓN
VARIABLE INDEPENDIENTE: Propuesta metodológica que utiliza principios y técnicas de visualización de datos	Esta propuesta tiene por finalidad proporcionar un conjunto de criterios que ayude a los usuarios a desarrollar conocimientos y habilidades en la construcción de interfaces gráficas de usuario utilizando principios y técnicas de la visualización de datos.	Se usó el Cuestionario de evaluación de usabilidad de interfaces gráficas de usuario, cada ítem se ha ponderado en una escala del 1 al 5, siendo 1 el nivel de puntaje más bajo y 5 el puntaje más alto.	– Carga cognitiva.	– Organización del contenido. – Comprensión del contenido.	Cuantitativa discreta
	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA DE MEDICIÓN
VARIABLE DEPENDIENTE: Usabilidad de interfaces gráficas de usuario	Consiste en proporcionar un entorno visual sencillo para permitir la comunicación con el sistema operativo de una máquina o computador, utilizando un conjunto de imágenes y objetos gráficos para representar la información y acciones disponibles en la interfaz.	Se usó el Cuestionario de evaluación de usabilidad de interfaces gráficas de usuario, cada ítem se ha ponderado en una escala del 1 al 5, siendo	– Operación del sistema.	– Navegabilidad. – Interactividad. – Accesibilidad. – Sistema de Indicación. – Desempeño del sistema.	Cuantitativa discreta

		1 el nivel de puntaje más bajo y 5 el puntaje más alto.	<ul style="list-style-type: none"> - Información del usuario. - Apariencia. - Intuición. 	<ul style="list-style-type: none"> - Fiabilidad del sistema. - Retroalimentación (feedback). - Búsqueda de Información. - Apariencia. - Color. - Intuición. 	
--	--	---	---	---	--

Técnica: Encuesta

Instrumento: Cuestionario y listas de verificación

Técnicas de Recolección de datos

IV. PROPUESTA METODOLÓGICA Y CASO DE ESTUDIO

4.1. FUNDAMENTACION DE LA PROPUESTA

La visualización es una de las características más importantes que tienen las representaciones visuales, propiedad comunicativa muy importante y poderosa para ser facilitar el entendimiento del mensaje. El ser humano la ha usado desde siempre, tal como apuntáramos en el marco teórico, para hacer perdurar los mensajes a partir de determinados lenguajes decodificados por la vista.

4.2. FASES Y ETAPAS DE LA PROPUESTA METODOLÓGICA

Si toda visualización es entendida como un producto cuya finalidad es transmitir información relevante, entonces, podemos elaborar una propuesta sustentada en dos modelos.

El primer modelo se basará en la de la escuela de Offenbach (Gros; 1984) (Bürdek; 2005), para entender los tres niveles de complejidad de todo artefacto funcional, que agrupa dos grandes procesos de selección y otro de construcción. Nuestra propuesta usa este análisis taxonómico de la visualización de datos, cuyo primer nivel de tipo sintáctico se orienta a los datos, un segundo, de tipo semántico orientado a la información, y un tercero de tipo pragmático orientado a la interacción.

Entendiendo que la visualización de datos cambia el equilibrio hacia un mayor uso la percepción visual, principalmente los principios de la percepción de Gestalt; se requiere un modelo que su base sea este principio, por ende se elabora el modelo procedimental basándose en una serie de preceptos de Stephen Few(2014); que tiene como fin ayudar a entender y diseñar las formas más eficaces de presentar la información cuantitativa.

La imagen muestra nuestra propuesta teniendo en cuenta primero como base, la propuesta de Offenbach y segundo siguiendo los preceptos de Stephen Few (2014).



Figura 2 Propuesta metodológica

Fuente: Elaboración propia

4.2.1. FASE 1: Preparación de los datos

El primer paso para que una información visual sea fácilmente entendible, es que su procesamiento visual sea ordenado e intuitivo. Se trata de estructurarla, de definir puntos de entrada, de coordinar y agrupar los elementos para guiar la atención del usuario y de facilitar al usuario la interpretación de aquello a lo que está atendiendo en cada momento.

A continuación, en la Figura N° 3 se muestra la ruta que permite definir la estructura mencionada la cual, posteriormente servirá para representarla en las interfaces graficas de usuario.



Figura 3. Estructura de la información

Fuente: Elaboración propia

A. Definir el mensaje

Todo proceso comunicativo ya sea verbal o visual transmite un mensaje, el cual debe de ser definido de manera clara y sencilla, para que el receptor - que es el objeto que recibe el mensaje – lo entienda. Para esto se tiene que tener en cuenta los siguientes puntos:

Definir pregunta. - Es necesario establecer un límite o alcance de lo que se busca conocer, para lo cual es necesario definir una pregunta o interrogante la que posteriormente será respondida por los datos.

La pregunta por lo general indaga por información relevante para los actores de una organización. Para precisar la interrogante es necesario tener en cuenta tanto los elementos de la pregunta como la característica de la respuesta.

- **Elementos de una pregunta:** Una pregunta bien formulada tiene en cuenta tres elementos: el pronombre interrogativo que representará el objeto, la clase y el complemento. Una pregunta siempre empieza con un pronombre interrogativo. Por ejemplo, para una empresa en telecomunicaciones es necesario saber: *¿Cuáles son las llamadas realizadas desde un mismo punto?*. La descomposición de la pregunta en sus tres elementos quedaría tal como se muestra a continuación.



Figura 4. Elementos de la pregunta

Fuente: Elaboración propia

- **Característica de la respuesta:** La respuesta a la pregunta debe ser de *naturaleza amplia*, para cumplir con este requisito es importante que inicie con pronombres interrogativos, pues estos son los que indagan por información que es desconocida en el momento de su formulación. Aquellos pronombres que

indagan por una respuesta corta deben evitarse, pues la respuesta da como resultado una unidad o átomo de información. Algunos ejemplos de pronombres de este tipo son como ¿Cuánto?, ¿Dónde?, ¿Cuándo?, ejemplos opuestos a estos últimos son: ¿Cómo?, ¿Qué?, ¿Por qué?, ¿Cuáles? Las diferentes entre ambos son fácilmente deducibles.

En la Tabla N° 4 se puede revisar ejemplos de pronombres interrogativos más usados.

Tabla 5 Pronombres interrogativos más utilizados

Pronombre Interrogativo	Ejemplo
¿Cuáles?	¿Cuáles son los videos más populares por países, ciudad, sexo, edad, categoría, por tiempo?
¿Qué?	¿Qué impacto tiene el cambio climático en la sociedad?
¿Cómo?	¿Cómo se relacionan los seres vivos?
¿Por qué?	¿Porque las aves pueden volar?

Fuente: Elaboración propia

B. Identificar las variables

Las variables son los pilares de la interfaz gráfica de usuario, las identificaciones de las variables se establecen a partir de la pregunta, para esto se utilizan conectores en la pregunta como, por ejemplo: en un, por.

Tabla 6 Identificar Variables

EJEMPLO	VARIABLES
----------------	------------------

¿Qué impacto tiene el cambio climático en la sociedad en un periodo de tiempo, por rango de edad, por sexo?	<ul style="list-style-type: none"> • En un periodo de tiempo • Por Rango de edad • Por Sexo
---	---

Fuente: Elaboración propia

C. Identificar las características de las variables

Las características de las variables permitirán definir el puente hacia la construcción de las interfaces gráficas de usuario, para esto en un primer punto se tendrá en cuenta si las variables son estáticas, si tendrán datos dentro de un rango determinado o si son dinámicas, si no tienen rango determinado es decir pueden tomar cualquier valor. El segundo punto es una consecuencia del primero ya que si una variable es definida como estática se clasificará como independiente o si es definida como dinámica se clasificará como dependiente. El valor que pueda tomar una variable independiente no será proporcional de otra variable, lo contrario ocurre con una variable dependiente, que su valor será proporcional de otra variable; esta proporcionalidad será afectada por medio de interacción con la interfaz gráfica de usuario.

Tabla 7. Características de las variables

Mensaje		Relación	
Los videos más populares por países, ciudad, sexo, edad, categoría, por tiempo.		Evolución .- Tiempo Geografía.- Países , Ciudad	
Agrupación	Variables	Características	
		Estática/Dinámica	Independiente/Dependiente
Demografía	Ciudad	E	I
	País	E	I
Características	Sexo	E	I
	Edad	E	I
	Categoría de video	D	D

Fuente: Elaboración propia

- a. **Evolución.** Para mostrar datos que cambian a lo largo del tiempo y hacer evidentes: fluctuaciones, crecimientos lineales o exponenciales, estacionalidad. O la ausencia de cambios.
- b. **Comparación.** Para evaluar categorías y mostrar proporciones, rankings, contexto y jerarquías.
- c. **Composición.** Para mostrar las partes que forman un todo.
- d. **Geoespacial.** Para presentar datos geográficos.
- e. **Distribución.** Para enseñar con qué frecuencia se agrupan los datos, por ejemplo, los valores más repetidos, los valores medios, las desviaciones y los valores fuera de rango (outliers).
- f. **Relación.** Para evidenciar la existencia o inexistencia de la correlación de los datos, intersecciones, conexiones, vacíos (huecos) y grupos.

4.2.2. FASE 2: Representación de datos

En un mundo en el que una imagen vale más que mil palabras, la visualización de datos está destinada a convertirse en una forma de consumo de información mucho más rápida y sencilla que nos permite ahorrar tiempo y esfuerzos a la hora de acceder a los datos que nos interesan.

Las visualizaciones son herramientas para razonar acerca de los datos y para ser eficaces, deben apoyar las actividades del pensamiento visual. Parte de esto es asegurar que los datos se asignen adecuadamente a la pantalla de tal manera que los patrones informativos estén disponibles para resolver consultas visuales relativas a la tarea cognitiva.

Cuando los investigadores de visualización hablan de escala, normalmente quieren decir el manejo de grandes conjuntos de datos. Buscando maneras de dibujar grandes gráficos, explorando espacios a altas dimensiones, y bases de datos de visualización con miles de millones de filas.

Para transmitir el mensaje definido en la fase anterior es necesario un sistema de comunicación, de tal modo que posea una sola interpretación, que permita

comunicar gran cantidad de información de manera eficaz. Las orientaciones que se ofrecen en esta fase permitirán:

- Elegir de manera efectiva la técnica de visualización de datos para grandes conjuntos de datos.
- Comunicar un mensaje.
- Definir una estructura visual para el mensaje definido.

A continuación se muestra la ruta que permite transmitir el mensaje que se definió en la fase anterior.

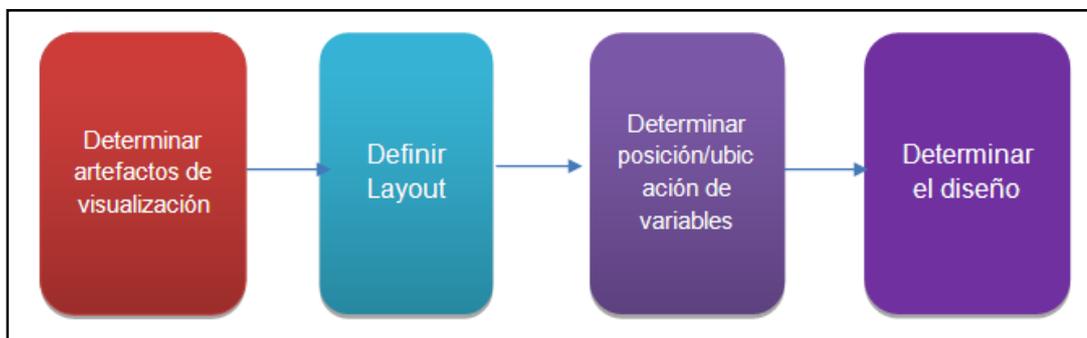


Figura 5. Representación de la Información

Fuente: Elaboración propia

A. Seleccionar artefactos de visualización

Con los datos creciendo constantemente en volumen y diversidad, los usuarios necesitan herramientas analíticas que le ayuden a manejar el torrente creciente de información. Las técnicas de visualización de datos junto con las modernas herramientas de software de Inteligencia de Negocios, permiten crear elementos gráficos e interactivos que muestran ese ingente volumen de información subyacente de forma óptima para su comprensión y que incluso pueden poner en evidencia relaciones causa-efecto escondidas en esa abundancia.

El objetivo de este paso es elegir la forma visual más apropiada o idónea dependiendo de la función que cada gráfico tenga.

a) Comparación

Sankey Diagram

Esta técnica muestra flujos y cantidad, en proporción a los otros. La anchura de las flechas o líneas se utilizan para mostrar sus magnitudes, por lo que cuanto más grande es la flecha mayor es la cantidad de flujo. El color puede ser usado para dividir el diagrama en diferentes categorías o que muestra la transición de un estado del proceso a otro.

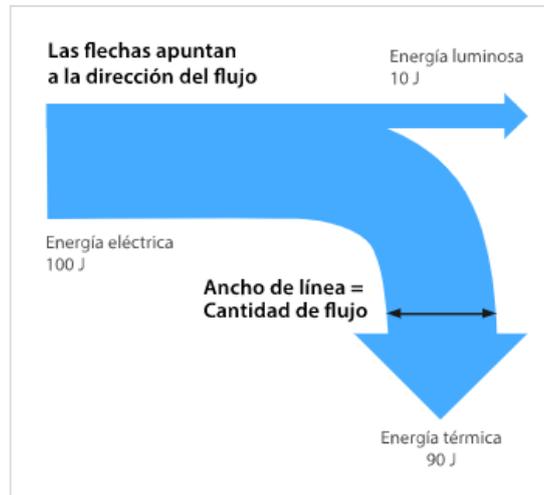


Figura 6. Diagrama de Sankey
Fuente: sankeyflowshow

b) Distribución

Histograma

Un histograma visualiza la distribución de datos a través de un periodo de tiempo determinado con intervalo o continúa. Cada barra en un histograma representa la frecuencia tabulados en cada intervalo. El área total del histograma es igual al número de datos.

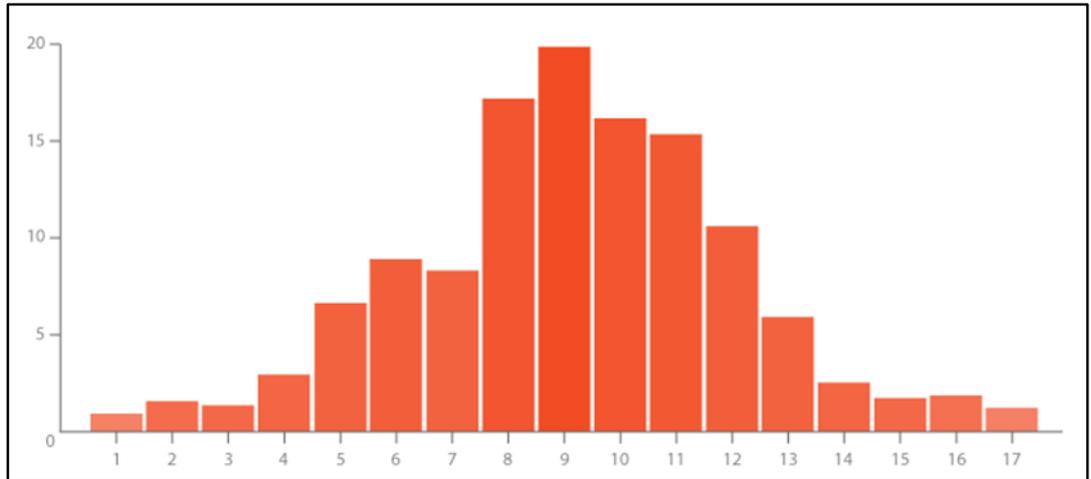


Figura 7. Histograma
Fuente: Elaboración Propia

c) **Composición**

Treemap

Treemaps son una forma alternativa de visualizar la estructura jerárquica de un diagrama de árbol mientras que cada categoría se le asigna un área rectangular con sus rectángulos sub categorías anidadas dentro de ella. Cuando se asigna una cantidad a una categoría, su tamaño área se muestra en proporción a la cantidad y al resto de las cantidades dentro de la misma categoría padre en una relación de parte a todo.



Figura 8. Treemap
Fuente: Elaboración Propia

d) **Relación**

Chord Diagram

Este tipo de diagrama visualiza las interrelaciones entre las entidades. Las conexiones entre las entidades muestran que comparten algo en común. Esto hace que los diagramas de cuerdas sea ideal para comparar las similitudes dentro de un conjunto de datos o entre los diferentes grupos de datos.

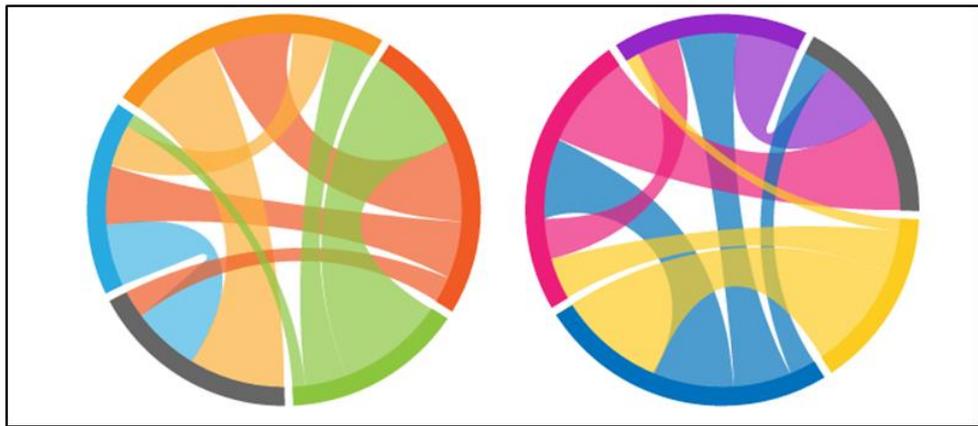


Figura 9. Diagrama Chord

Fuente: Elaboración Propia

e) **Evolución**

Streamgraph

Este tipo de grafico es eficaz para la visualización de grandes conjuntos de datos a un público masivo. Proporciona un análisis matemático de cómo se relaciona este grafico en capas a los gráficos apilados tradicionales.

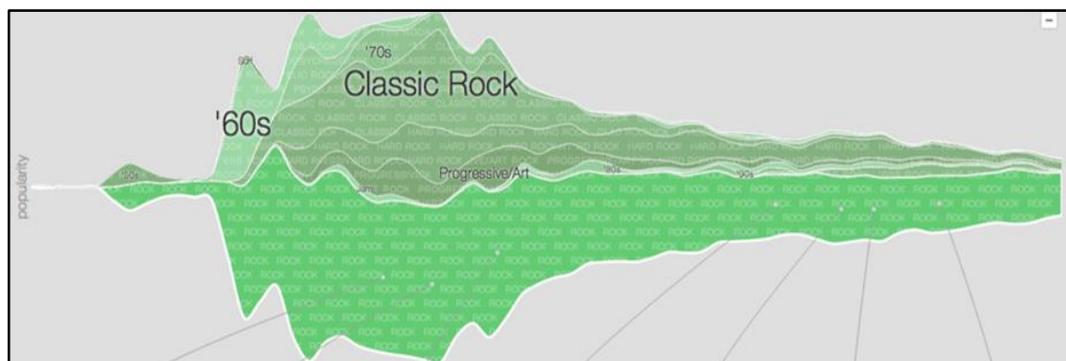


Figura 10. Streamgraph

Fuente: Google

f) **Geográfica**

Bubble Map

Con este mapa de datos, los círculos se muestran en una región geográfica designada con el área del círculo es proporcional a su valor en el conjunto de datos, es bueno para comparación de proporciones en regiones geográficas, Sin embargo el gran defecto con Burbble Map es cuando las burbujas son demasiado grandes y pueden superponer otras burbujas y regiones en el mapa, por lo que esto debe tenerse en cuenta cuando se utiliza este diagrama.

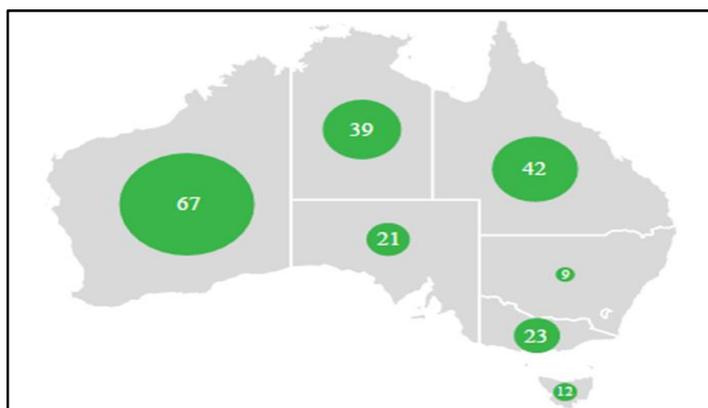


Figura 11. Bubble Map
Fuente: Elaboración propia

B. Determinar la tipología de variables

De manera general las variables tienen distintas formas de clasificarse, para los propósitos de nuestro trabajo, las variables se han definido en cuatro tipos. Cada una de ellas puede desempeñar un rol de variable dependiente o independiente según corresponda con la naturaleza del trabajo. Para considerar el tipo de variable a usar debe tomarse en cuenta el apartado de preparación de datos. Los tipos de variables y sus tipos de operaciones lógico-aritmético se muestran en la siguiente tabla.

Tabla 8 Tipología de variables

Tipología		Tipos de Operaciones		
Nominal	Igualdad	Desigualdad		
Ordinal	Igualdad	Desigualdad	Lógica	
Interválica	Igualdad	Desigualdad	Lógica	Diferencia

Fuente: Elaboración propia

Las variables de tipo nominal corresponden a la asignación de una etiqueta o nombre de la variable, como por ejemplo la variable sexo. La cual tiene tan solo dos valores, masculino y femenino, y ésta no tiene un orden establecido y tampoco debieran de tenerlo porque su función es posibilitar una clasificación. Las variables de tipo ordinal tienen valores que implican y posibilitan un ordenamiento de sus valores. Por ejemplo, una variable de tipo Nivel de Estudios tendría como valores, Primaria, Secundaria y Superior, estos valores de por sí, denotan un orden entre ellos. Una variable interválica denota que los valores que puede asumir una variable se encuentra entre rangos. Por ejemplo una variable denominada edad puede obtener valores en función a razón, entre 0-5, 6-11,11-16,16-20, etc.

Las variables de tipo razón, su valores numéricos normalmente expresan una relación entre dos variables, una proporción o un valor porcentual. Así por ejemplo podemos encontrar una variable denominada índice de masa corporal como una relación entre el peso y la talla de una persona. Otro ejemplo pudiera ser la cantidad porcentual de aprobados y desaprobados de un curso.

Una operación de igualdad o desigualdad, pretende encontrar si el valor de dos variables objeto de comparación tiene el mismo o diferente valor. Una operación lógica, normalmente compara si una variable tiene un valor inferior o superior respecto a otra. Una operación de diferencia pretende obtener el valor final luego de efectuarse una operación de resta. Y la operación porcentual indaga por el valor numérico porcentual obtenido por la relación de dos variables.

C. Seleccionar atributos del diseño

Determinación del color: El color de ayudar a concentrar la atención del usuario en los componentes de la interacción y en especial a los datos. La elección apropiada del o los colores determinará la facilidad para entender con facilidad el mensaje. Una de las herramientas que ayuda a seleccionar es la rueda de color Sir.

Isaac Newton, en ella podemos identificar tipos de reglas monocromáticas de color, tal como se describe en los siguientes apartados.

Los colores de regla cromática monocromáticos (MO): son difíciles de usar de manera efectiva para efectos comunicativos. Si no hay otra elección, la literatura sugiere, usar una escala de color y sombras para establecer contrastes.

Los colores de regla cromática análoga (AN): proporcionan un mecanismo para establecer predominancia de unos conceptos o ideas frente a otros, para hacerlo usarlo de manera efectiva se sugiere utilizar la rueda de color.

Los colores de regla cromática complementaria (CO): proporcionan un amplio rango de contrastes, sin embargo, agregar más colores puede distraer la atención a ideas o conceptos que no son de gran interés o importancia resaltar.

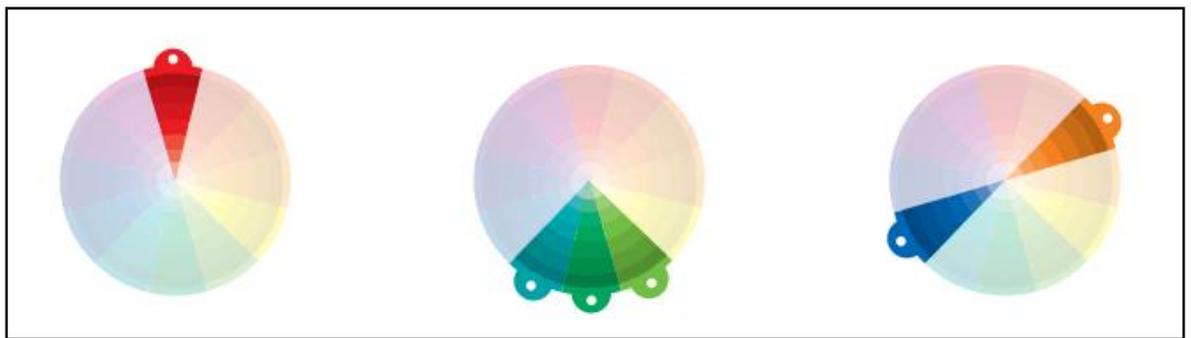


Figura 12. Color Monocromático, Análogo y Complementario

Fuente: Slideologi – Nancy Duarte (Duarte, Slide:ology: The Art and Science of Creating Great Presentations, 2008)

Los colores de regla cromática complementaria partida (CP): tienen un alto contraste visual y por tanto la tensión visual es mínima si se compara contra aquellos puramente complementarios. Esto facilita focalizar el o los mensajes a resaltar.

Los colores de regla cromática triádica (TR): Son los tres colores equidistantes en la rueda de color permiten imágenes con un alto interés visual. Para resaltar un mensaje o imagen frente a otros se puede optar por agregar una sombra oscura en alguno de ellos, por tanto es el que resalta frente a los demás.

Los colores de regla cromática tetrádica (TT): Son aquellos que resultan de la elección de dos pares de colores complementarios en la rueda de color. Del mismo

modo que los tríadicos el interés y contraste visual es alto, por tanto se sugiere elegir un color predominante y los demás como apoyo. Las técnicas de sombra para el color principal y difuminación de los colores de apoyo favorecen la impresión visual.

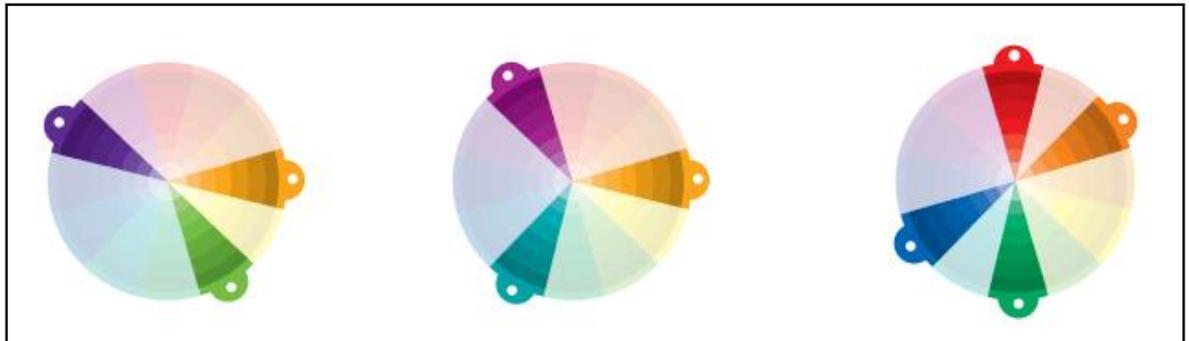


Figura 13. Color complementario partido, Tríadicos y Tetrádicos

Fuente: Slideologi – Nancy Duarte (Duarte, Slide:ology: The Art and Science of Creating Great Presentations, 2008)

Según la teoría de diseño recomienda que la elección de color debiera estar en relación con los receptores del mensaje, el mensaje que se desea comunicar, la organización a la cual representa y la postura del emisor respecto del mensaje a comunicar.

Para efectos de nuestro propósito de estudio, esto es la construcción de interfaces gráficas, se sugiere que la elección de color debe estar en relación con los colores institucionales de la organización, por tanto este color es el dirimente en la rueda de color.

Las siguientes tablas son de ayuda a la elección de color:

Tabla 9. Color predominante

	R	G	B
Color Institucional Predominante			

Fuente: Elaboración propia

Tabla 10 Regla cromática

Regla cromática	Mo	An	Co	Cp	Tr	Tt



Fuente: Elaboración propia

Atributos de los textos: Los títulos, las leyendas y otros textos que requiera la interface deben ser fácilmente comprensible, la tipografía, el tamaño y el color de cada uno de estos de ayudar junto con la combinación de colores a dirigir el foco de atención a los datos. El texto debe ser el necesario y suficiente para que la visualización resulte por sí misma explicativa.

La conveniencia de un tipo de tipografía sobre otra, respecto a la legibilidad o facilidad de lectura, sigue en debate y discusión, los resultados de muchos estudios no han sido concluyentes. Para (Duarte, Resonate: Present Visual Stories that Transform Audiences, 2013) los textos de tipo San Serif son los más fáciles de leer. Otra de las recomendaciones que brinda es que los textos deben agregar valor y significado al contenido. Además, la autora le ha asignado el atributo de personalidad a cada una de las fuentes, un resumen de su propuesta se muestra a continuación.

Tabla 11 Tipo de fuente

TIPO	FUENTE	PERSONALIDAD
SERIF	Georgia	formal, práctico
	Times New Roman	profesional, tradicional
	Courier	plano,
SAN SERIF	Arial	estable, conformista
	Tahoma	joven, plano
	Century Gothic	feliz, elegante

Fuente: Elaboración propia

Un aspecto de vital importancia en el diseño tiene que ver con la forma de cómo se combina, escala, tabula y espacia las fuentes, así como, el alineamiento, este último, ayuda a magnificar y amplificar un diseño.

Respecto a la selección de las fuentes, según la autora, sugiere no combinar más de dos fuentes. Una para encabezados y títulos y otra para bloques de texto. Si se desea enfatizar, sostiene, que se puede realizar haciendo uso del color y la cursiva. La elección de la fuente primaria y secundaria se debe hacer con cuidado teniendo en mente la legibilidad del mensaje. Finalmente, argumente, que seleccionar una sola fuente, también valida.

Tabla 12 Uso de fuente

FUENTE	USO
<<fuente>>	Fuente Principal
<<fuente>>	Fuente Secundaria

Fuente: Elaboración propia

4.2.3. FASE 3: Determinación de técnicas de interacción

Como todo artefacto, exige por parte de la persona que interacciona, la capacidades fisiológico-cognitivas mínimas, para poder interpretar adecuadamente los signos, y poder realizar acciones efectivas sobre la propia interfaz.

Desde el punto de vista semiótico-sintáctico, la dimensión física del artefacto, implica por parte del sujeto que interacciona, el uso de interfaces humanos, que comuniquen la parte física de la interfaz con la parte simbólica de la misma. Desde el punto de vista semiótico-pragmático, la dimensión simbólica del artefacto, implica por parte del sujeto que interacciona, el uso y conocimiento de las gramáticas visuales, uso de capacidades para poder realizar codificaciones significativas en el contexto interactivo. Este contexto interactivo, involucra una dimensión nueva para los signos, que deben ser aprendidos y asociados a funcionalidades concretas, y ser distinguidos de signos análogos que carecen de dicha tipología de funcionalidades en el mismo contexto.

Las interfaces gráficas están actualmente abiertas a los procesos de adecuación o personalización, permitiendo que el usuario modifique aspectos visuales del interfaz de modo que la pueda adaptar a sus gustos. Este proceso convierte a la interfaz de algún modo en un objeto con identidad propia, maleable y dispuesta para el consumo estético. Estas propiedades acercan el interfaz a objetos interactivos de

ocio, como juguetes con los que podemos interactuar y a través de los que poder acceder a ciertas informaciones.

A. Seleccionar formas de Interacción

De manera general se puede clasificar las técnicas de interacción en tres tipologías.

Interacción Binaria:

Aquellas en las que los artefactos de visualización de datos están separados de los artefactos de interacción, es decir, existe un panel de visualización para los primeros y otro para la manipulación para los segundos. A esta forma de interacción la denominamos binaria.

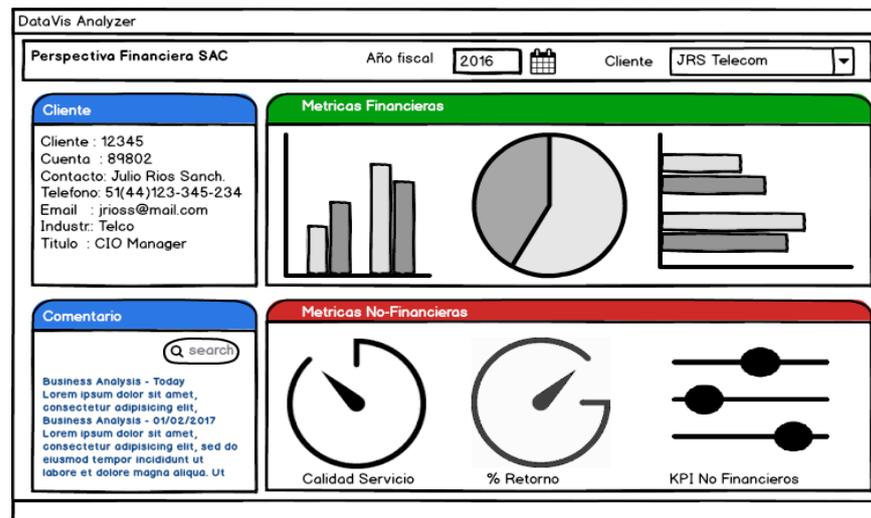


Figura 14. Ejemplo de relación binaria

Fuente: Elaboración propia

En la imagen, el panel superior controla los parámetros de la información que se visualiza en el panel de información. El comportamiento de estos últimos es estático en el sentido de que no es posible manipularlos. Si bien es cierto que los controles mostrados en el ejemplo anterior son clásicos, con las tecnologías recientes basadas en Java Script también se puede implementar esta forma de trabajo. En el ejemplo que sigue el panel de control contiene gráficos que representan aspectos de clasificación biométrica, emocional, entre otros. Estos sirven como controles para filtrar las imágenes que se presentan en el panel de visualización.

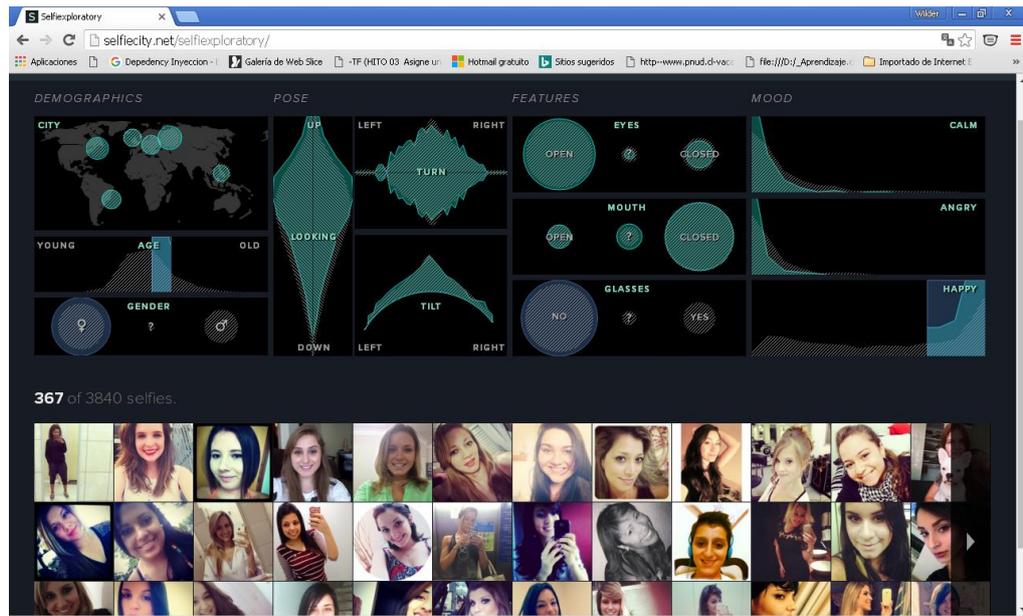


Figura 15. Relación binaria en una aplicación web
Fuente: Selfiecity.

Interacción Unaria:

En la segunda forma de interacción ocurre cuando los artefactos de visualización por sí mismo llegan a ser funcionalmente artefactos de controles, los que su comportamiento de otros artefactos de visualización asociada la información bajo manipulación. En este tipo de interacción no hay una clara separación entre los artefactos de control y de visualización, por tanto, a diferencia del anterior artefacto de visualización tiene un comportamiento dinámico. Esta forma de interacción la denominamos unaria.

En el ejemplo que se muestra a continuación, se visualiza la línea de tiempo relativo a los géneros musicales, desde su aparición y evolución en el tiempo. Muchos de ellos a medida que pasa el tiempo van fusionándose con otros y dan paso a una nueva forma de expresión musical.

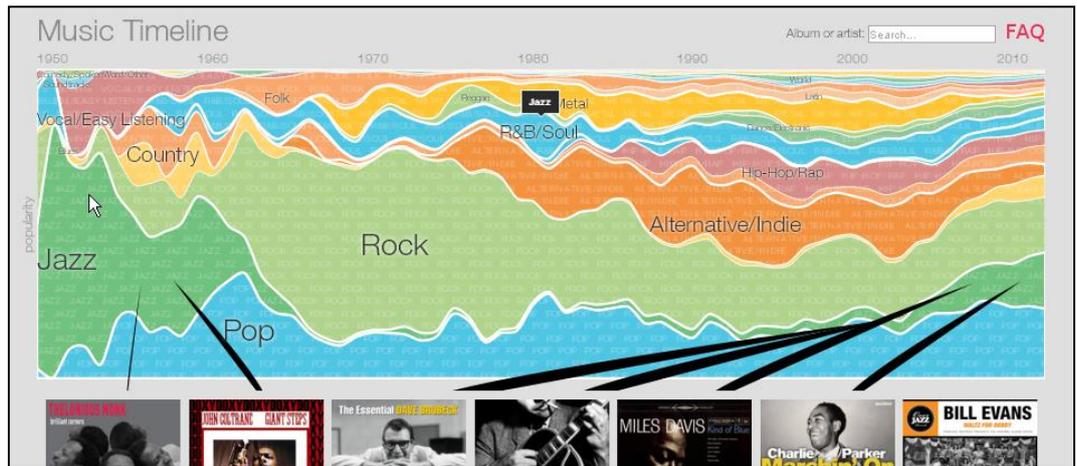


Figura 16. Interacción unaria
Fuente: Google

En esta interfaz al seleccionar el género musical Jazz, se muestra la lista de álbumes filtrados para este género, los demás géneros dejan de visualizarse y al mismo tiempo se muestra las sub clasificaciones o categorías de éste.

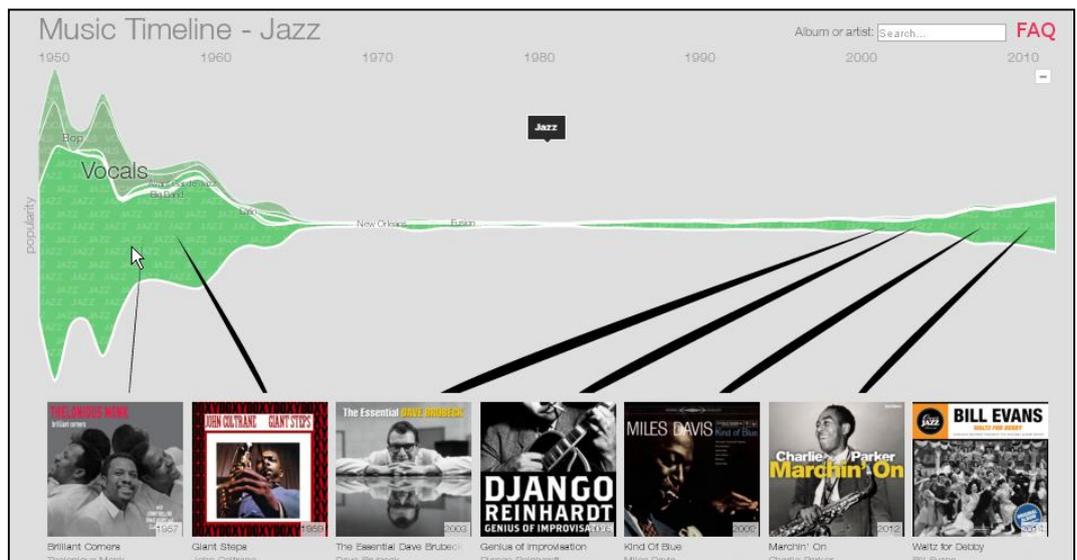


Figura 17. Interacción unaria - activación de una opción
Fuente: Google

Las posibilidades del filtrado continúan hasta que ya no hay más sub clasificaciones o géneros. El gráfico adjunto muestra la clasificación Jazz y luego BOP y los álbumes respectivos de este género.

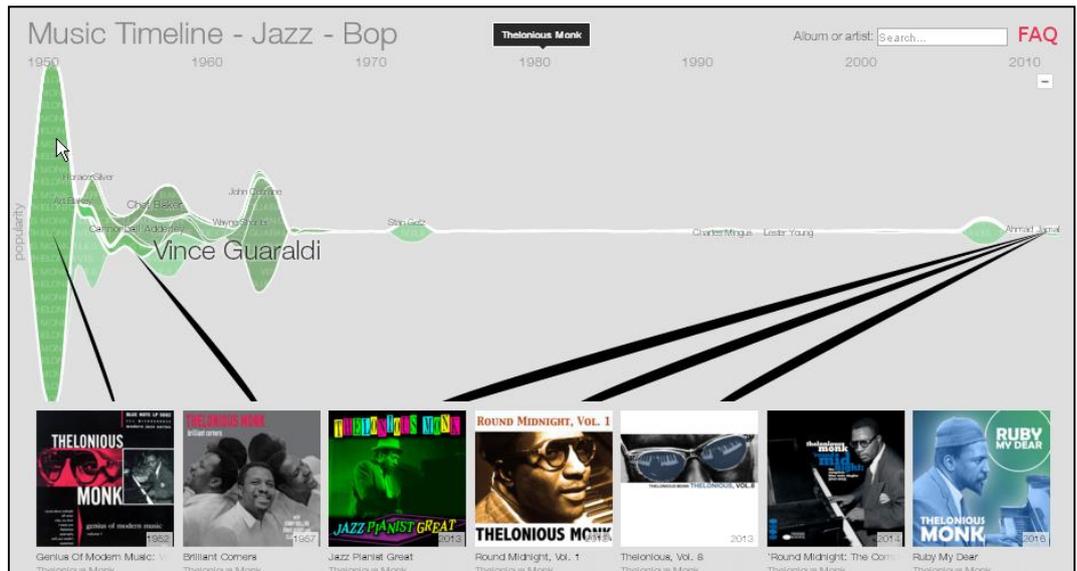


Figura 18. Interacción unaria - selección de una sub opción
 Fuente: Google

Interacción Mixta:

La tercera forma de interacción, es un enfoque de tipo mixto. Es decir, la interfaz gráfica de usuario implementa una combinación de los dos enfoques anteriores, esto significa que la interfaz presenta un panel de control de interacción y al mismo tiempo posibilita utilizar los artefactos de visualización como controles para afectar la visualización del objeto y los asociados a la información que manipula este control. A esta forma de interacción la denominamos mixta.

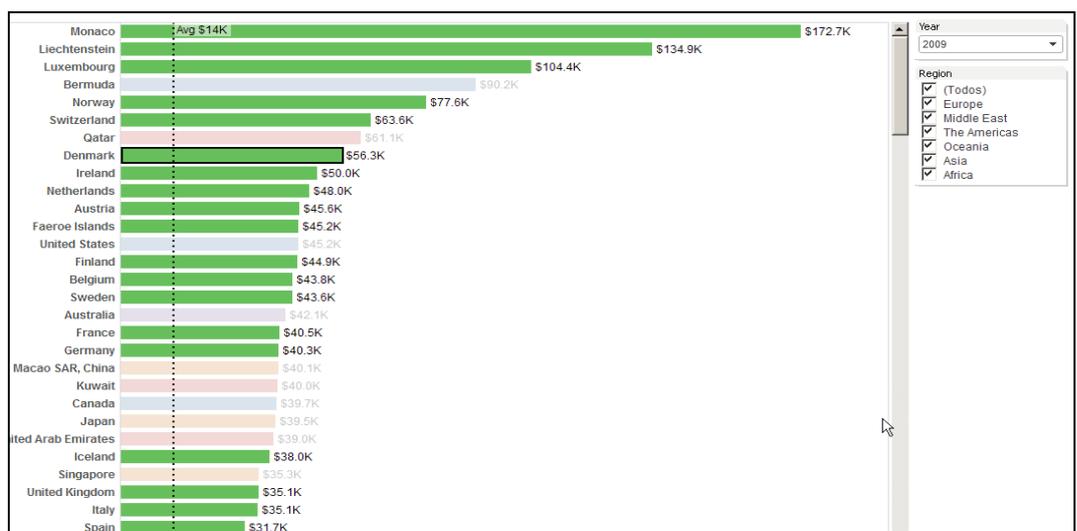


Figura 19. Interacción Mixta
 Fuente: Elaboración propia

En la gráfica siguiente al seleccionar uno de los países, automáticamente todos aquellos que pertenecen a la misma región del país seleccionado quedan resaltadas dejan las demás como no importantes a visualizar.

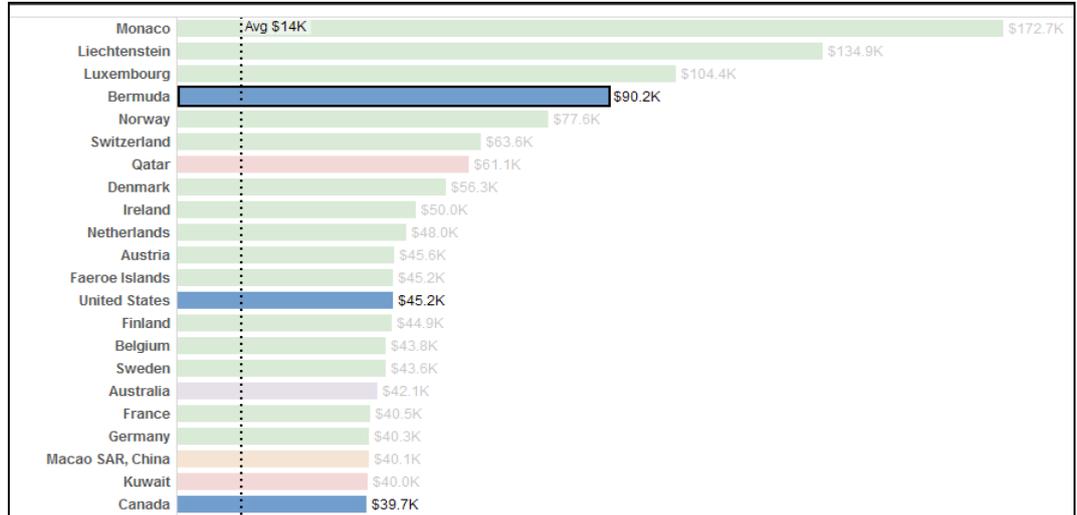


Figura 20. Interacción mixta - selección elemento de un objeto visual

Fuente: Elaboración propia

Desde nuestro punto de vista, la elección de una u otra forma de interacción debiera de analizarse con cuidado a fin de posibilitar claridad, facilidad en la comunicación de la información.

Finalmente, y a efectos de facilitar el foco de atención en el diseño, se sugiere utilizar la siguiente tabla para indicar la forma de interacción seleccionada para un diseño específico.

Tabla 13 Selección de tipo de interacción

Forma de interacción	<input type="checkbox"/> Binaria	<input type="checkbox"/> Unaria	<input type="checkbox"/> Mixta
----------------------	----------------------------------	---------------------------------	--------------------------------

Fuente: Elaboración propia

A. Bosquejar la interfaz gráfica

Se define el esquema de distribución de los elementos del diseño, solo puede existir un sector independiente (estático), en este sector se ubicaran las

variables independientes; el resto dependerá de los otros sectores; esto significa que será dinámico.

La distribución de este esquema debe tener en cuenta las propiedades perceptivas de los usuarios, para esto se aplica la ley de cierre de Gestalt que permite establecer límites a los objetos mediante un cierre, así quede definido que pertenece a un grupo de elementos.

B. Implementar la Interfaz

Una vez definido la etapa anterior se procede a la implementación, las herramientas de diseño y programación quedan a libre elección del diseñador.

Las posibilidades de tecnologías de implementación son amplias y dependerá del tipo de solución que se vaya a implementar, esto es, si es una solución de escritorio, web, móvil o combinaciones de algunas o todas.

Tabla 14 Selección del tipo de Interfaz

Tipo de interface	<input type="checkbox"/> Escritorio	<input type="checkbox"/> Web	<input type="checkbox"/> Móvil
-------------------	-------------------------------------	------------------------------	--------------------------------

Fuente: Elaboración propia

C. Evaluar el Mensaje

En esta última etapa se debemos preguntarnos. Si la solución implementada satisface las necesidades de comunicación del mensaje. El checklist que se proporciona a continuación puede ayudarnos a validar el producto final obtenido.

Tabla 15 Evaluación del mensaje - Lista de verificación

Checklist - Autoevaluación del Mensaje		
N°	Criterio	Si/No
1	¿La descripción del o los mensajes son claros y precisos?	
2	¿Las variables determinan la información que se desea obtener?	
3	¿La interfaz logra comunicar información?	
4	¿Es fácilmente comprensible la información?	
5	¿Las posiciones de los elementos estáticos y dinámicos son idóneas?	
6	¿Existen algún elemento que distraiga el foco de atención?	

Fuente: Elaboración propia

4.3. CASO DE ESTUDIO

4.3.1. Introducción

A fin de facilitar una guía para poner en práctica la propuesta y al mismo tiempo para lograr nuestros objetivos específicos 4 y 5. Se ha tomado como caso de estudio la problemática de la Empresa de Servicios de Agua Potable y Alcantarillado de La Libertad Sociedad Anónima - SEDALIB S.A. Entidad de derecho público para el suministro de agua y saneamiento de la ciudad de Trujillo. SEDALIB S.A. para la prestación de los servicios de saneamiento, SEDALIB S.A., se ciñe a los dispuesto en la Ley General de Servicios de Saneamiento y su Reglamento, la Ley de la Superintendencia Nacional de Servicios de Saneamiento y su Reglamento y la normatividad específica emitida por la Superintendencia, así como las normas relativas a la calidad del agua, emitida por el Ministerio de Salud o por otras entidades, así como su Reglamento de prestación de servicios aprobado por la Superintendencia.

La empresa es responsable de prestar el servicio a las provincias de Trujillo, Ascope, Pacasmayo y Chepén con sus respectivos distritos. Además, tiene como objetivo satisfacer la demanda y expectativas de los clientes en

términos de cantidad y calidad tanto en el servicio de agua para consumo humano recolección, tratamiento y disposición final de las aguas residuales.

Para satisfacer las demandas de servicio de calidad, la empresa tiene el área de atención al cliente, que se encarga de recepcionar, canalizar y dar solución a los problemas o reclamos que puedan presentarse desde la solicitud, abastecimiento y finalización del servicio. Los procesos y sus tareas se llevan a cabo mediante el uso de sistemas de información con procesos automatizados y semi automatizados los que coadyuvan al cumplimiento de los objetivos del área.

Este caso de estudio toma como referencia la problemática asociada a las interfaces gráficas desde el punto de vista del programador y usuario final con relación a los datos e información relativos a reclamos que los usuarios realizan a la empresa por el servicio suministrado.

4.3.2. Ámbito y problema del caso de estudio

Las operaciones de la Empresa SEDALIB S.A. están sujetas a las normas y reglamentos de la Superintendencia Nacional de Servicios de Saneamiento, y que de acuerdo al Decreto Supremo N° 017-2001-PCM de la Presidencia del Consejo de Ministros le otorga facultades a esta superintendencia cuyo texto a la letra dice: “SUNASS ejerce sus funciones supervisora, reguladora, normativa, fiscalizadora y sancionadora, y de solución de reclamos respecto a las actividades que involucran la prestación de servicios de saneamiento, dentro del ámbito de su competencia, cautelando en forma imparcial y objetiva, los intereses del Estado, de los inversionistas y del usuario”. Al respecto y conforme a sus atribuciones el Consejo Directivo a emitido una la resolución N° 066-2006-SUNASS-CD en la que aprueba el Reglamento General de Reclamos de Usuarios de Servicios de Saneamiento y Documento de Análisis de Impacto Regulatorio, el mismo que declara el proceso, los procedimientos y los mecanismos de resolución de reclamos de los usuarios a los que SEDALIB S.A. está sujeto a cumplir.

La empresa SEDALIB S.A. en concordancia con sus atribuciones y en cumplimiento de sus obligaciones ha diseñado sistemas de información que apoya a su quehacer. Respecto al ámbito de reclamos la institución cuenta con un sistema web el cual automatiza las tareas y procedimientos de acuerdo a la norma. Desde el punto de vista técnico, el sistema de información, es de carácter transaccional, es decir, su diseño obedece a la necesidad de registrar los eventos asociados a los reclamos y elaboración de estadísticas vinculadas las mismas. Sin embargo, estas últimas son poco intuitivas y luego de procesar los reportes, éstos no presentan toda la información necesaria que facilite el entendimiento de los eventos locales, globales e históricos. La imagen mostrada muestra las sucesivas operaciones a realizar hasta ingresar en el módulo de reportes del Sistema Comercial Web.



Figura 21. Acceso al Sistema Comercial - Módulo de reclamos
Fuente: SEDALIB S.A.

Las estadísticas de resumen llegan a ser de vital importancia para determinar análisis histórico comparativo, evolución de reclamos, montos monetarios objeto de reclamos, etc. Toda esta información no lo proporciona ninguno de los reportes emitidos, uno de los más usados, muestra, incluso información incompleta y no procesada.

orptlistresumenreclamos2 - Google Chrome
www.sedalib.com.pe:8282/prdgestioncomercial/servlet/orptlistresumenreclamos2?RR4c

orptlistresumenreclamos2 1 / 1

Empresa: 1 SEDALIB S.A.--
Oficina: 0
Desde: 01/02/16 hasta 23/02/17

DISTRIBUCION DE RECIBOS RECLAMADOS

Anteriores -->	0,00
201512 -->	0,00
201601 -->	0,00
201602 -->	0,00

CATEGORIA DE RECLAMO	Ingresados		Cerrados				Pendientes	
	Cantidad	Soles	Cantidad	Soles	Cantidad	Soles	Cantidad	Soles
OPERACIONAL - OPERACIONAL								
Filtraciones								
1 FILTRACION AGUAS EXTERNAS	2	0,00	0	0,00	2	0,00	0	0,00
Problema en el Servicio de Agua Potable								
1 FUGA EN CONEX DOMICILIARIA	11	0,00	10	0,00	1	0,00	0	0,00
COMERCIAL - RELATIVO A LA FACTURACION								
Problemas en Regimen de Facturacion y Nivel de Consumo								
1 CONSUMO MEDIDO	24977	0,00	20303	0,00	304	0,00	4370	0,00
2 CONSUMO PROMEDIO	5271	0,00	4577	0,00	84	0,00	610	0,00
3 ASIGNACION DE CONSUMOS	2279	0,00	2126	0,00	26	0,00	127	0,00
4 CONSUMO NO FACTURADO OPORTUNAM.	7	0,00	6	0,00	0	0,00	1	0,00
5 CONSUMO NO REALIZADO X SERV CERRA	701	0,00	533	0,00	14	0,00	154	0,00
6 CONSUMO DE USUARIO ANTERIOR	31	0,00	16	0,00	1	0,00	14	0,00
7 CONSUMO DE OTRO SUMINISTRO	41	0,00	36	0,00	2	0,00	3	0,00
8 REFACTURACION	385	0,00	374	0,00	6	0,00	5	0,00
Problemas en la tarifa aplicada al usuario								

Figura 22. Reporte estándar de presentación de información para toma de decisiones
Fuente: SEDALIB S.A.

Bajo estas condiciones, entonces, nuestro trabajo consistirá en utilizar, este ejemplo a fin de validar la propuesta metodológica propuesta en los apartados anteriores.

4.3.3. FASE 1: Preparación de los datos

A. Definición el mensaje

- ¿Cuál es la distribución de las categorías de reclamo, por distrito?
- ¿Cuál es el monto de reclamo por distrito?
- ¿Cuál es el número de casos de reclamo por distrito?

B. Identificación las variables

Tabla 16 Ejemplos de identificación de variables

PREGUNTA	VARIABLES
¿Cuál es el monto de reclamo por distrito?	<ul style="list-style-type: none"> • En un periodo de tiempo • Por Distrito
¿Cuál es la distribución de categorías de reclamo, por distrito?	<ul style="list-style-type: none"> • En un periodo de tiempo • Por Distrito • Por Categorías
¿Cuál es el número de casos de reclamo por distrito?	<ul style="list-style-type: none"> • En un periodo de tiempo • Por Distrito

Fuente: Elaboración propia

C. Identificación las características de las variables

Tabla 17 Características de las variables

Mensaje		Relación	
Distribución porcentual de las categorías de reclamo por localidad, por periodo		Evolución: Tiempo Geografía: Dpto- Ciudad	
Agrupación	Variables	Características	
		Estática/Dinámica	Independiente/Dependiente
Demografía	Distrito	D	I
Características	# Reclamos	D	D
	Monto	D	D
	Categoría	E	D

Fuente: Elaboración propia

4.3.4. FASE 2 : Representación de datos

A. Selección de artefactos de visualización

La selección de los artefactos para visualizar corresponde con la cantidad y tipo de información para visualizar, del mismo modo, éstos deben facilitar la comprensión de la información de manera óptima y poner de manifiesto las posibles relaciones ocultas entre las variables, algunas de estas relaciones como indicamos en párrafos anteriores son las relaciones de causa-efecto.

Para el caso que se está trabajando y tomando en cuenta el catalogo (ver anexo) el artefacto que se seleccionara es de tipo composición y dentro de estos se seleccionará el treemap que ayuda a visualización jerárquica de la información. La forma sugerida para formalizar la selección de artefactos es a través del uso de la siguiente tabla:

Tabla 18. Selección de artefactos de visualización

CATEGORÍA	COMPOSICIÓN
TIPO	<i>Treemap</i>
INTENSIÓN	Presentar jerárquicamente la cantidad de reclamo por distrito
TIPO	<i>Bubble</i>
INTENSIÓN	Presentar jerárquicamente el monto global de reclamo por distrito
TIPO	<i>Histograma</i>
INTENSIÓN	Presentar la distribución de numero de reclamos por categoría y por distrito

Fuente: Elaboración propia

B. Determinación de la tipología de las variables

Tabla 19 Tipología de variables

TIPOLOGIA	Nominal
VALORES	4 valores nominales
CÓDIGO	VALOR
FAEI	Falta de Asesoría e Información
EDDA	Errores o Diferencias en los datos registrados
DETR	Demora en el Trámite
DECT	Disconformidades en el estado de cuenta

Fuente: Elaboración propia

C. Selección de atributos del diseño

Determinación de color

Los colores predominantes para nuestro caso y siguiendo las recomendaciones de la literatura de diseño, se han tomado a partir de la página corporativa de la empresa, como se puede apreciar el color predominante es el azul.



Figura 23 Determinación del color
Fuente: SEDALIB S.A.

El código de color resultante es:

Tabla 20 Color institucional de SEDALIB S.A.

Color Institucional	R	G	B
Predominante	55	120	182

Fuente: Elaboración propia

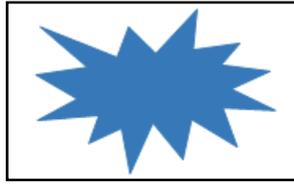


Figura 24. Muestra de color institucional predominante

Fuente: Elaboración propia

Para la elección del tipo de color se ha optado por una triada, la elección es meramente arbitraria por parte del autor.

Tabla 21 Regla Cromática SEDALIB S.A.

Regla Cromática	Mo	An	Co	Cp	Tr	Tt
					X	

Fuente: Elaboración propia

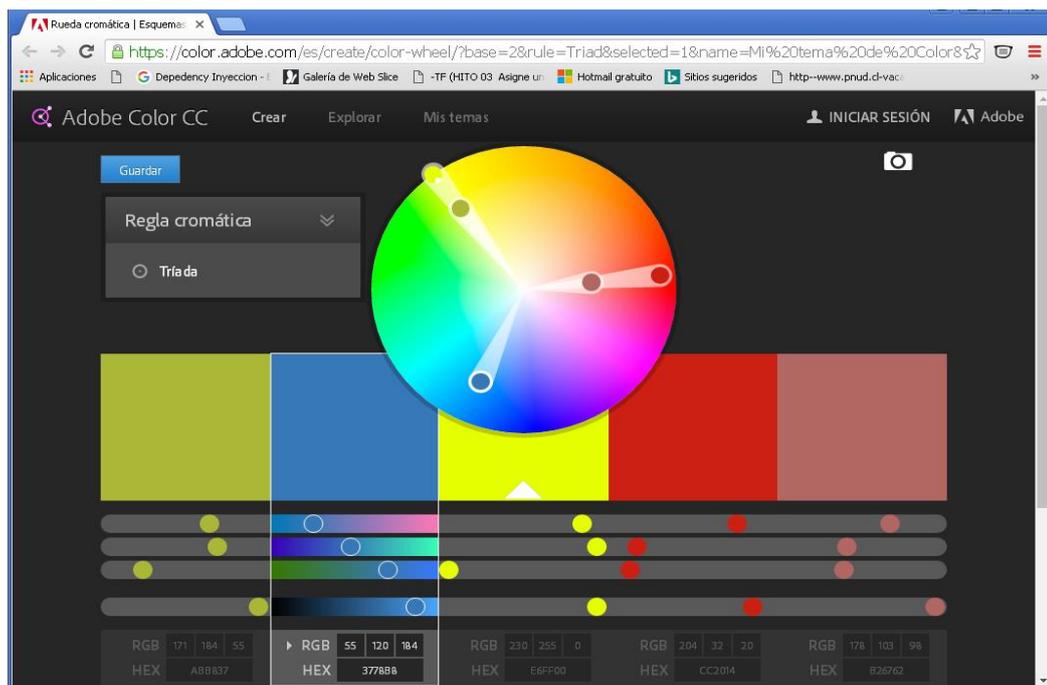


Figura 25 Selección de Triada por regla cromática

Fuente:

Tabla 22 Código RGB de la triada seleccionada

TRIADA	R	G	B
Color Principal	55	120	184
Color Secundario	171	184	55
Color Secundario	204	32	20

Fuente: Elaboración propia

Atributos de los textos

Tabla 23 Selección de fuente

FUENTE	USO
Arial	Fuente Principal
Arial	Fuente Secundaria

Fuente: Elaboración propia

4.3.5. FASE 3: Determinación de técnicas de interacción

A. Selección de formas de Interacción

Dado que se pretende facilitar el análisis de la información desde cualquier perspectiva se utilizará una forma mixta.

Tabla 24 Selección de forma de interacción

Forma de interacción	<input type="checkbox"/> Binaria	<input type="checkbox"/> Unaria	<input checked="" type="checkbox"/> Mixta
----------------------	----------------------------------	---------------------------------	---

Fuente: Elaboración propia

B. Bosquejo de la interfaz gráfica

El objetivo de esta actividad es tomar en cuenta que el diseño debe ayudar al propósito de la visualización, estos es, comprimir una gran cantidad de información y presentarla en un pequeño espacio que facilite la comprensión de la misma. Para los efectos de nuestro caso y dada la elección de los artefactos seleccionados en la etapa anterior, bosquejamos el diseño de la interfaz de la aplicación, en lo referente a la forma de cómo se va a presentar la información más que en su manipulación.

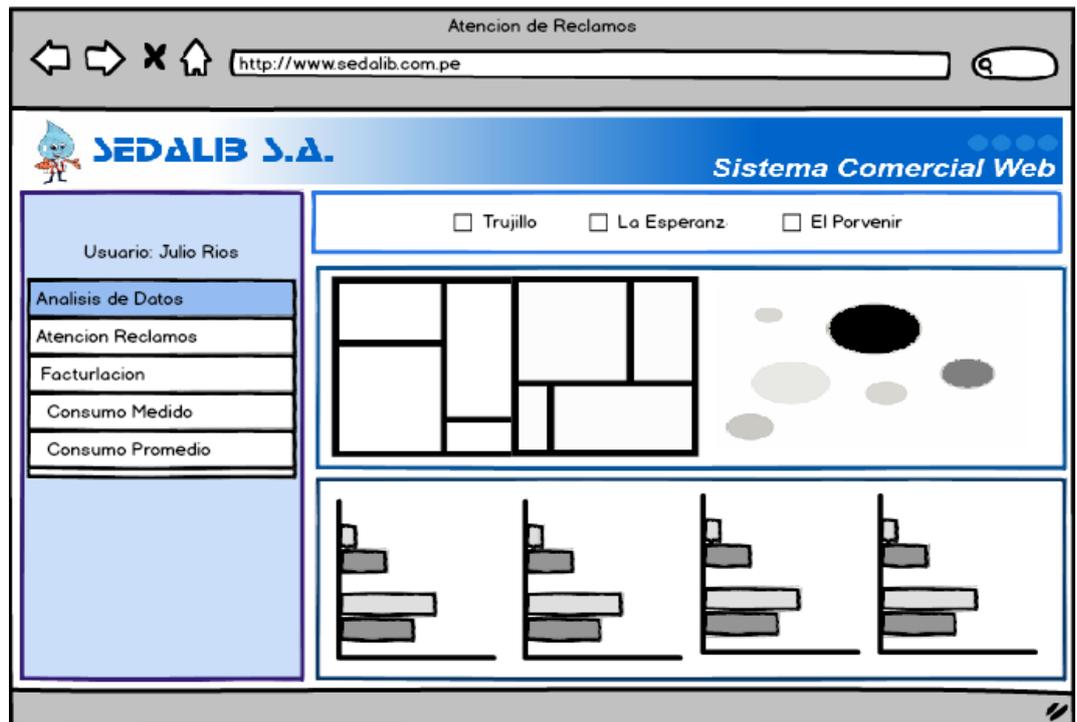


Figura 26. Bosquejo de la nueva interfaz GUI

Fuente: Elaboración propia

C. Implementación de la Interfaz



Figura 27. Implementación de la interfaz

Fuente: Elaboración propia

D. Evaluación del mensaje

El propósito de este paso es determinar si la interfaz logra su cometido. Esto es, determinar si la comunicación visual a través de artefactos de visualización de datos logra su propósito.

Tabla 25 *Aplicación del checklist a la nueva interfaz*

Checklist - Evaluación del Mensaje		
N°	Criterio	Si/No
1	¿La descripción del mensaje es claro y preciso?	SI
2	¿Las variables determinan la información que se desea obtener?	SI
3	¿La interfaz logra comunicar información?	SI
4	¿Es fácilmente comprensible la información?	SI
5	¿Las posiciones de los elementos estáticos y dinámicos son idóneas?	SI
6	¿Existen algún elemento que distraiga el foco de atención?	NO

Fuente: Elaboración propia

V. RESULTADOS

5.1. ASPECTOS PREVIOS

El propósito de esta investigación fue elaborar una propuesta metodológica que oriente la construcción de interfaces gráficas de usuarios siguiendo los principios y técnicas de la visualización de datos (apartados 4.1 y 4.2), para mostrar su uso se tomó un caso de estudio (apartado 4.3) el cual ejemplifica cada fase de la propuesta. Para validar si la propuesta mejora la usabilidad de las interfaces gráficas de usuario se ha sometido a validación estadísticas tomando como referencia el caso de estudio.

Inicialmente se realizó una observación y estudio técnico del módulo de reclamos del sistema de comercialización relativo a los eventos y procesamiento de reportes estadísticos. Posteriormente se procedió a elaborar un instrumento de evaluación de usabilidad de interfaces gráficas del módulo objeto de estudio (ver el anexo 1).

5.2. CONTRASTACIÓN DE LA HIPÓTESIS

La hipótesis se contrastó con el diseño experimental Pre-Test y Pos-Test, trabajando con el total de dieciocho usuarios pertenecientes a un grupo de agencias (seis agencias) de la empresa SEDALIB S.A., los que se distribuyen según tabla mostrada.

Tabla 26 Distribución de usuarios por agencia

Usuarios por agencia	
Ubicación	N°
Trujillo	9
El Porvenir	3
Huanchaco	1
Moche	1
Víctor Larco	1
La Esperanza	3
Total Usuarios	18

Fuente: Elaboración propia

Los atributos que se consideraron para evaluar la usabilidad fueron convertidos a dimensiones de evaluación de usabilidad quedando como:

Tabla 27 Matriz de indicadores de evaluación de la usabilidad

Indicadores	Evaluación de la usabilidad	
	Sin la propuesta	Con la propuesta
	metodológica	metodológica
D ₁ : Operación del sistema	X ₁	Y ₁
D ₂ : Información del usuario	X ₂	Y ₂
D ₃ : Apariencia	X ₃	Y ₃
D ₄ : Intuición	X ₄	Y ₄
D ₅ : Carga cognitiva	X ₅	Y ₅

Fuente: Elaboración propia

Para ponderar los indicadores, se elaboró el test de evaluación de interfaces gráficas de usuario con el fin de obtener datos test antes y después de introducción de la variable independiente. Cada ítem de la prueba se ha ponderado según en una escala del 1 al 5, siendo 1 el nivel de puntaje más bajo y 5 el puntaje más alto. Las mediciones para cada uno de estos indicadores antes y después se conocen como X_i y Y_i respectivamente. Donde i indica la medición para un usuario en particular, el valor máximo de i es 18. El diseño estadístico de nuestro experimento es:

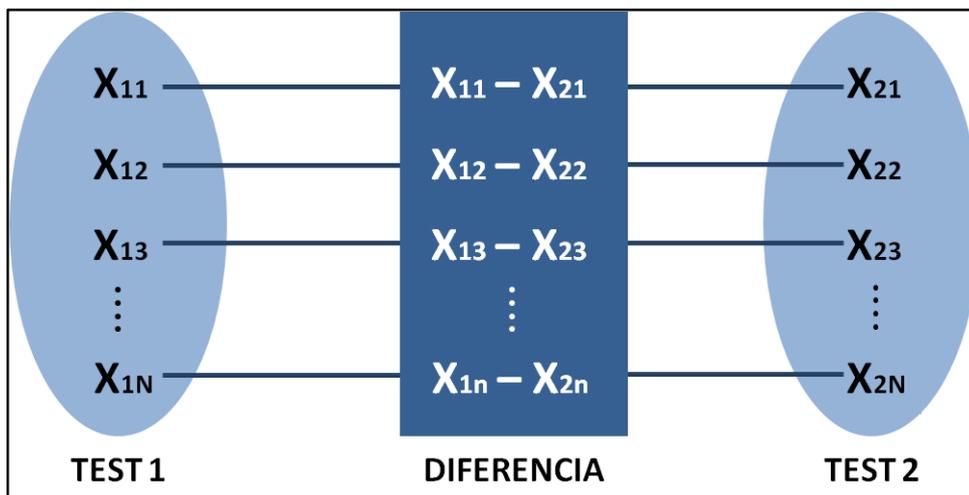


Figura 28 Diseño Estadístico

Fuente: Elaboración propia.

El puntaje total obtenido en el pretest calculado a partir del resultado del primer test (anexo 02) y luego por el post test es mostrado en las tablas siguientes:

Tabla 28 Resultados del pretest

Usuario	VARIABLES				
	X1: Operación del sistema	X2: Información del usuario	X3: Apariencia	X4: Intuición	X5: Carga cognitiva
1	18	5	2	3	5
2	15	5	2	2	6
3	18	4	4	2	5
4	14	6	5	2	5
5	15	5	6	2	7
6	15	5	5	3	4
7	18	4	3	3	5
8	17	5	4	3	6
9	15	6	4	2	4
10	15	5	6	3	6
11	14	5	2	3	5
12	16	6	2	3	4
13	17	5	3	2	6
14	15	4	4	3	4
15	14	5	4	2	7
16	15	5	4	2	4
17	15	7	2	3	5
18	13	8	6	2	5

Fuente: Elaboración propia

Tabla 29 Resultados del postest

Usuario	VARIABLES				
	Y1: Operación del sistema	Y2: Información del usuario	Y3: Apariencia	Y4: Intuición	Y5: Carga cognitiva
1	20	8	7	4	7
2	18	6	8	5	7
3	17	7	7	3	9
4	20	8	6	2	6
5	16	5	8	3	8
6	17	6	9	5	5
7	18	7	6	4	6
8	16	7	7	5	5
9	18	6	8	3	6
10	17	7	8	2	6
11	16	7	6	5	7
12	20	6	8	3	9
13	18	7	6	3	8
14	19	6	6	2	4
15	19	6	5	2	5
16	17	7	6	2	9
17	17	8	7	5	7
18	18	7	5	4	7

Fuente: Elaboración propia

Antes de aplicar la prueba fue necesario probar la normalidad de los datos de las variables pos test. Los resultados obtenidos la prueba de Kolmogorov - Smirnov indican que las variables tienen aproximadamente una distribución normal.

Pruebas de normalidad

	Kolmogorov-Smirnov		
	Estadístico	gl	Sig.
Operación del sistema	.178	18	0.139
Información del usuario	.243	18	0.006
Apariencia	.210	18	0.035
Intuición	.200	18	0.055
Carga cognitiva	.148	18	0.200

Fuente: Elaboración propia

Las correlaciones de las muestras encontradas fueron:

Correlaciones de muestras relacionadas

	N	Correlación	Sig.
Pre-Posttest: Operación del sistema	18	.044	.863
Pre-Posttest: Información del usuario	18	-.031	.903
Pre-Posttest: Apariencia	18	.012	.963
Pre-Posttest: Intuición	18	.381	.118
Pre-Posttest: Carga cognitiva	18	.046	.858

Fuente: Elaboración propia

Los resultados de la prueba t para muestras pareadas o relacionadas para un intervalo de confianza al 95% dio como resultado.

Tabla 30 Resultados de la prueba T

		Prueba de muestras relacionadas								
		Diferencias relacionadas					t	gl	Sig. Bil.	
		Media	Desv. Típ.	Error típ de la media	95% Intervalo de conf. para la diferencia					
					Inferior	Superior				
Pre-Posttest	Operación del sistema	-2.333	1.970	.464	-3.313	-1.353	-5.024	17	.000	
Pre-Posttest	Información del usuario	-1.778	1.060	.250	-2.305	-1.251	-7.114	17	.000	
Pre-Posttest	Apariencia	-3.056	1.830	.431	-3.966	-2.145	-7.083	17	.000	
Pre-Posttest	Intuición	-.944	1.110	.262	-1.496	-.392	-3.610	17	.002	
Pre-Posttest	Carga cognitiva	-1.667	1.815	.428	-2.569	-.764	-3.896	17	.001	

Fuente: Elaboración propia

La gráfica de Gauss para el valor t de la tabla es de -2.1098

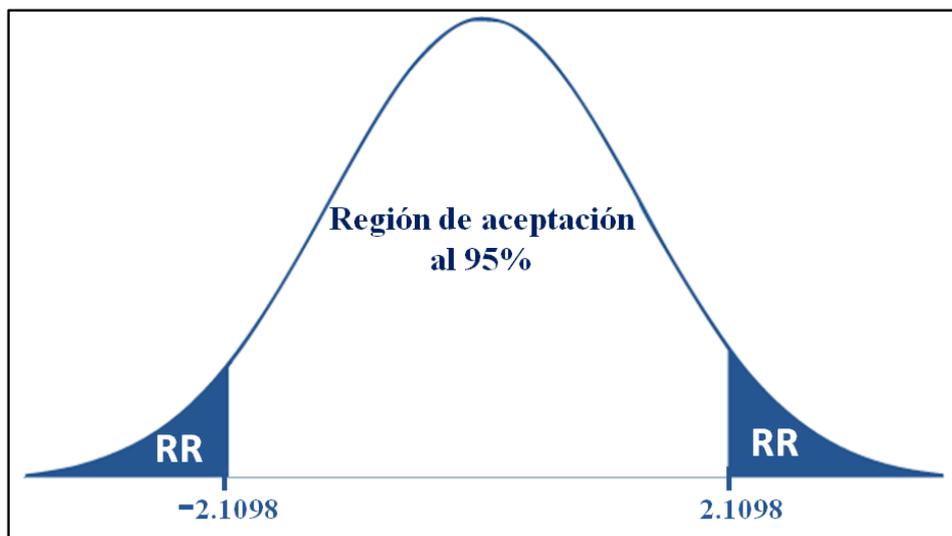


Figura 29. Gráfica de Gauss al 95% y 17 grados de libertad (g.l.)

Fuente: Elaboración Propia

Según la tabla de resultado de T-Student, nos indica que los límites de nuestra región de Rechazo son los intervalos $<-\infty, -2.1098>$ y $<2.1098, \infty+>$. Revisando la columna t de la tabla de muestras relacionadas los valores de los pares pre y posttest Operación del sistema, Información del usuario, Apariencia, Intuición, Carga cognitiva son -5.024, -7.114, -7.083, -3.610, -3.896 respectivamente, todos ellos caen en la región de rechazo, los cuales son concordantes con la columna del p valor (valor de significación bilateral).

5.3. ANÁLISIS DE RESULTADOS

De acuerdo con los resultados presentados en apartado anterior, se concluye que existen diferencias significativas entre las muestras, estas diferencias no se deben al azar sino a la hipótesis de investigación que nos habíamos planteado.

Basado en estos hallazgos suponemos que se puede llevar a cabo generalizaciones en el sentido que la propuesta metodológica mejora la usabilidad de interfaces gráficas de usuario, especialmente aquellas relacionadas con la visualización de la información.

5.4. DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

El problema de la usabilidad de las interfaces gráficas ha sido debidamente estudiado desde distintas perspectivas y por diferentes disciplinas, y se justifica el seguir investigando, puesto que el avance en ciencia y tecnología están en permanente cambio. Aún más, las nuevas tecnologías asociadas a visualización de aun no se han convertido por completo en productos que favorezcan la cognición e interacción.

5.5. TRABAJOS FUTUROS

En base al trabajo realizado, otros que pueden desprenderse de él son:

- Evaluar el desempeño de la propuesta metodológica en otros contextos y otros casos de estudios a fin de generalizar apropiadamente el hallazgo de este estudio.
- La prueba de usabilidad propuesta debe ser evaluada nuevamente a fin de garantizar su validez interna y externa, lo que se hizo fue personalizar una propuesta de evaluación enfatizando aquellos aspectos que nuestra propuesta estudia.
- Investigar si las actividades propuestas son necesarias y suficientes en cada una de las fases.
- La última fase plantea un checklist, consideramos que este puede mejorarse y servir de base como herramienta para automatizar las tareas.

VI. CONCLUSIONES

- Se logró elaborar una propuesta metodológica que utilizó los principios y técnicas de la visualización de datos en la construcción de gráficas de usuario con lo cual se favoreció la usabilidad de interfaces gráficas de usuario en la empresa SEDALIB S.A.
- Al investigar los principios y técnicas de la visualización de datos, se tomó como base los estudios realizados por la escuela Offenbach (Gros; 1984) (Bürdek; 2005), que muestran que todo análisis taxonómico de visualización de datos debe pasar por los tres niveles de análisis de complejidad, el sintáctico orientado a datos, el semántico orientado a la información y el pragmático orientado a la información. Nuestra propuesta toma estos tres niveles y los convierte en tres fases y diez actividades. En la primera fase las actividades tiene como intención preparar los datos para la visualización. Con la segunda se debe contar con artefactos que nos permitan representar a los datos y con la última instrumentarlas mediante técnicas de interacción. Los detalles de cada fase y actividad fueron desarrollados en el cuarto capítulo.
- Uno de los objetivos de nuestro trabajo demanda elaborar un caso de estudio. Dada las posibilidades de acceso a las operaciones e información, aunque bastante limitadas y restrictivas, se tomó como caso la problemática del módulo de reportes del sub sistema de reclamos de sistema comercial de SEDALIB S.A. Este módulo tiene como fin facilitar estadísticas de resumen que son de vital importancia para determinar análisis histórico comparativo económico y evolución de reclamos, los montos monetarios asociados a categorías de reclamos entre otros. Una característica de este módulo es que el procesamiento estadístico que presenta es bastante limitado con información estática incompleta y con pocas posibilidades para manipular y analizar. Este objeto de estudio e implementación nos permitió crear nuevas interfaces de usuario siguiendo las fases y actividades las que serían sometidas a contrastación estadística.
- Para contrastar nuestra hipótesis se elaboró una prueba de usabilidad y se tomó una muestra 18 usuarios de subsistema de reclamos, los mismos que pertenecen a seis

sedes de la empresa que son las se tomaron para realizar la prueba creada, y mediante un diseño pre-experimental Pre-Test y Pos-Test para las dimensiones: Operación del sistema, Información del usuario, Apariencia, Intuición, Carga cognitiva se obtuvieron los valores -5.024, -7.114, -7.083, -3.610, -3.896 respectivamente, todos ellos caen en la región de rechazo que junto con el p valor menor a 5% (valor de significación bilateral) se pudo concluir que existen diferencias significativas entre las dimensiones mencionadas, lo cual implica que la propuesta metodológica para crear interfaces graficas de usuario tienen una aportación de manera significativa en la mejora de la usabilidad del sistema bajo estudio.

- De acuerdo a la investigación realizada, se ha encontrado que la visualización de datos es aún un campo bastante extenso, existen distintas perspectivas para entender la visualización entre los que tenemos a las teorías de la comunicación, teoría de los símbolos y lenguajes, enfoque los artefactos funcionales, los enfoques matemáticos y algoritmos, las técnicas minería de datos, la inteligencia de negocios e ingeniería de software entre otros.

VII. RECOMENDACIONES

- Es necesario comprender conceptualmente el significado de la visualización de datos, sus alcances y sus implicaciones dentro del ámbito de la construcción de sistemas de información. Desde nuestro punto de vista el campo de visualización de datos en particular y la ciencia de datos en general requiere de muchos más estudios. Por lo que recomendamos tomar este trabajo como base para abrir nuevas aéreas o líneas de estudios.
- Recomendamos tomar nuestra propuesta como un enfoque alternativo o complementario para implementar interfaces gráficas de usuario en las que es importante la interacción y visualización de datos, tal es el caso de la construcción de tableros de control (dashboard) donde las demandas de mejora en las capacidades de interacción nos son cada vez más elevadas, y exigen al mismo tiempo la maximización de las capacidades cognitivas del usuario. Así mismo, los enfoque actuales ya no se concentran en transformar datos a información, sino en la obtención y mejora conocimiento y las habilidades de acción sustentadas en el conocimiento e información (toma de decisiones).
- Inicialmente las actividades que demandan la propuesta pueden llegar a ser tediosas, sin embargo, recomendamos, no perder de vista que este nuevo enfoque debe ser gradual por parte del profesional y al mismo tiempo este nuevo enfoque demanda un trabajo interdisciplinario. A nivel académico recomendamos su utilización intensiva, puesto que su aporte es significativo en la usabilidad de los productos que los profesionales en formación pueden crear.
- Es necesario profundizar los estudios a nivel local o nacional referentes a la visualización de datos, pues estos permiten facilitar mejores tomas de decisiones y actuaciones el ámbito institucional y corporativo.

VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Andrew, A. (2013). *Advanced Presentations by Design: Creating Communication that Drives Action*. John Wiley & Sons.
- Borkin, M. A. (2013). What Makes a Visualization Memorable?
- Borko, F., & Flavio, V. (2016). *Big Data Technologies and Applications*. Springer.
- Cristanchi, C. (2014). *carolinacristanchi*. Obtenido de <http://carolinacristanchi.com/>
- Duarte, N. (2008). *Slide:ology: The Art and Science of Creating Great Presentations*. O'Reilly Media, Inc.
- Duarte, N. (2013). *Resonate: Present Visual Stories that Transform Audiences*. John Wiley & Sons.
- Few, S. (2006). *Information Dashboard Design*. O'Reilly Media, Incorporated.
- Few, S. (2014). Data Visualization for Human Perception. En M. S. Dam, *The Encyclopedia of Human-Computer Interaction, 2nd Ed*. Obtenido de https://www.interaction-design.org/encyclopedia/data_visualization_for_human_perception.html
- Friendly, M. (2009). Milestones in the history of thematic cartography, statistical graphics, and data visualization.
- Fry, B. (2008). *Visualizing Data*.
- Garr, R. (2011). *Presentation Zen: Simple Ideas on Presentation Design and Delivery*. New Riders.
- Garr, R. (2013). *Presentation Zen Design: Simple Design Principles and Techniques to Enhance Your Presentations*. New Riders.
- Gerald, F., & Dianne, H. (2008). *Mathematical Principles for Scientific Computing and Visualization*. CRC Press.
- Géryk, J. (2012). *Applied Visual Analytics for Higher*.
- Grudin, J. (2001). Partitioning Digital Worlds: Focal and Peripheral Awareness in Multiple Monitor Use.
- Jim, K. (2014). *Visual Design: Ninety-five things you need to know. Told in Helvetica and Dingbats*. New Riders.
- Kirthi, R. (2015). *Mastering Python Data Visualization*. Packt Publishing Ltd.
- Krum, R. (2013). *Cool Infographics: Effective Communication with Data Visualization and Design*. John Wiley & Sons.
- Muzammil, K. y Sarwar, S. (2011). Data and Information Visualization Methods, and Interactive Mechanisms: A Survey.

- National Geographic*. (26 de 02 de 2017). Obtenido de <http://nationalgeographic.es/noticias/ciencia/mundos-prehistoricos/pinturas-mas-antiguas>
- PROMPERU. (2012). *Perú Service: Summit 2012*. Perú: SIICEX.
- Robert, S. (2014). *Information Visualization: An Introduction*. Springer.
- Santa María, F. (15 de 12 de 2014). <http://reportedigital.com/m2m/visualizacion-datos-estrategia-empresarial-inteligencia-negocio/>.
- Telea, A. (2015). *Data Visualization: Principles and Practice, Second Edition*. CRC Press.
- Vicente, J. (2011). *medialab-prado*. Obtenido de <http://medialab-prado.es/article/visualizar>
- Víctor, K., & A., N. B. (2012). *Activity Theory in HCI: Fundamentals and Reflections*. Morgan & Claypool Publishers.
- Ward, M., Grinstein, G., & Keim, D. (2015). *Interactive Data Visualization: Foundations, Techniques, and Applications*. CRC Press.
- Ware, C. (2004). *Information Visualization: Perception for Design*. Disponible en: <http://www.stresearch.com/uploads/4/3/2/7/43276093/warepiochjones-socmedvis2013-final.pdf>
- Yuk, M., & Diamond, S. (2014). *Data Visualization For Dummies*. John Wiley & Sons.
- Yvonee, R., Helen, S., & Jenny, P. (2011). *Interaction Design: Beyond Human - Computer Interaction*. John Wiley & Sons.

ANEXOS

ANEXO 01: EVALUACIÓN DE USABILIDAD

CUESTIONARIO DE EVALUACIÓN DE USABILIDAD

INSTRUCCIONES

A continuación se presentan una serie de preguntas. Por favor, por cada una marque con una "X" la casilla que mejor represente su opinión (grado de acuerdo o desacuerdo).

1. X1: OPERACIÓN DEL SISTEMA: MÓDULO RECLAMOS

1.1. Navegabilidad

¿Cómo calificaría el recorrido que hace por el contenido del *sistema: módulo reclamos*?

Muy Difícil	1	2	3	4	5	Muy Fácil
-------------	---	---	---	---	---	-----------

1.2. Interactividad

¿Cómo calificaría su relación con el *sistema: módulo reclamos*?

Muy Mala	1	2	3	4	5	Muy Buena
----------	---	---	---	---	---	-----------

1.3. Accesibilidad

¿Cómo calificaría las acciones u operaciones que solicita al *sistema: módulo reclamos*?

Muy Difícil	1	2	3	4	5	Muy Fácil
-------------	---	---	---	---	---	-----------

1.4. Sistema de Indicación

¿Se calificaría la identificación de las zonas activas (tipos de acciones) que desea ejecutar?

Muy Difícil	1	2	3	4	5	Muy Fácil
-------------	---	---	---	---	---	-----------

1.5. Desempeño del sistema: módulo reclamos

Tomando en cuenta la tarea que desea ejecutar, ¿Cómo calificaría la velocidad de funcionamiento del *sistema: módulo reclamos*?

Muy Lenta	1	2	3	4	5	Muy Rápida
-----------	---	---	---	---	---	------------

1.6. Fiabilidad del sistema: módulo reclamos

¿Cuál es la cantidad errores que aparecen durante el funcionamiento u operación del *sistema: módulo reclamos*?

Muchos	1	2	3	4	5	Ninguno
--------	---	---	---	---	---	---------

2. X2: INFORMACIÓN AL USUARIO

2.1. Retroalimentación (feedback)

¿La aplicación mantiene al usuario informado sobre las tareas en ejecución?

Desacuerdo	1	2	3	4	5	De acuerdo
------------	---	---	---	---	---	------------

2.2. Búsqueda de Información

¿Los datos o información que busca el usuario son fáciles de encontrar?

Desacuerdo	1	2	3	4	5	De acuerdo
------------	---	---	---	---	---	------------

3. X3: APARIENCIA (LAYOUT)

3.1. Apariencia

¿Cómo calificaría la presentación del contenido (tipo tamaño de fuente, uso de color, disposición de los elementos) del *sistema: módulo reclamos*?

Mala	1	2	3	4	5	Excelente
------	---	---	---	---	---	-----------

3.2. Color

¿El color ayuda a identificar la información u operar el *sistema: módulo reclamos*?

Desacuerdo	1	2	3	4	5	De acuerdo
------------	---	---	---	---	---	------------

4. X4: INTUICIÓN

4.1. Intuición

Los procedimientos de navegación o ejecución de tareas se aprenden de forma prácticamente inmediata.

Mala	1	2	3	4	5	Excelente
------	---	---	---	---	---	-----------

5. X5: CARGA COGNITIVA

5.1. Organización del contenido

¿Cómo calificaría la distribución del contenido de la aplicación (e.g. textos, imágenes, etc.)?

Mala	1	2	3	4	5	Excelente
------	---	---	---	---	---	-----------

5.2. Comprensión del contenido

¿La información que se presenta en el sistema: *módulo reclamos* es fácil de entender y memorizar?.

Mala	1	2	3	4	5	Excelente
------	---	---	---	---	---	-----------

ANEXO 02: RESULTADOS PRE TEST

Usuario	PREGUNTAS													VARIABLES				
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	X1	X2	X3	X4	X5
1	3	3	3	2	3	4	3	2	1	1	3	3	2	18	5	2	3	5
2	2	2	2	2	3	4	3	2	1	1	2	4	2	15	5	2	2	6
3	3	3	3	3	2	4	2	2	2	2	2	2	3	18	4	4	2	5
4	2	3	3	2	2	2	3	3	3	2	2	2	3	14	6	5	2	5
5	2	2	2	2	3	4	3	2	3	3	2	4	3	15	5	6	2	7
6	2	3	2	3	3	2	3	2	2	3	3	1	3	15	5	5	3	4
7	3	2	3	3	3	4	2	2	1	2	3	2	3	18	4	3	3	5
8	3	3	3	3	3	2	3	2	3	1	3	3	3	17	5	4	3	6
9	2	2	3	3	3	2	3	3	2	2	2	2	2	15	6	4	2	4
10	2	3	2	3	3	2	3	2	3	3	3	3	3	15	5	6	3	6
11	2	2	3	2	2	3	3	2	1	1	3	3	2	14	5	2	3	5
12	2	3	3	3	3	2	3	3	1	1	3	2	2	16	6	2	3	4
13	2	3	3	3	2	4	2	3	1	2	2	3	3	17	5	3	2	6
14	3	3	2	3	2	2	2	2	1	3	3	1	2	15	4	4	3	3

15	3	2	2	2	2	3	3	2	3	1	2	4	3
16	3	3	3	2	2	2	2	3	1	3	2	1	3
17	3	2	3	2	2	3	2	3	1	1	3	1	3
18	2	2	2	2	2	3	2	2	3	3	2	2	3

14	5	4	2	7
15	5	4	2	4
15	5	2	3	4
13	4	6	2	5

ANEXO 03: RESULTADOS POS TEST

Usuario	PREGUNTAS													VARIABLES				
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	Y1	Y2	Y3	Y4	Y5
1	4	3	3	3	3	4	4	4	4	2	4	4	2	20	8	6	4	6
2	3	4	4	2	3	2	3	4	4	4	5	2	2	18	7	8	5	4
3	2	4	3	2	3	3	4	3	2	4	3	5	2	17	7	6	3	7
4	4	4	4	3	3	2	5	2	3	3	2	3	2	20	7	6	2	5
5	3	3	2	2	3	3	3	5	4	4	3	4	5	16	8	8	3	9
6	2	3	3	2	3	4	5	2	5	4	5	2	3	17	7	9	5	5
7	4	2	3	2	3	4	2	2	3	2	4	3	3	18	4	5	4	6
8	2	2	4	2	3	3	5	2	3	4	5	3	2	16	7	7	5	5
9	3	3	3	2	3	4	5	3	4	4	3	2	4	18	8	8	3	6
10	3	3	3	3	3	2	2	5	4	4	2	4	2	17	7	8	2	6
11	2	4	3	2	3	2	5	3	3	2	5	3	4	16	8	5	5	7
12	4	3	3	3	3	4	2	5	4	4	3	4	5	20	7	8	3	9
13	4	4	2	3	2	3	3	4	4	2	3	4	4	18	7	6	3	8

14	4	3	4	2	3	3	2	5	3	3	2	2	2
15	4	2	4	3	2	4	5	3	2	3	2	2	3
16	2	3	3	3	2	4	3	4	2	4	2	4	5
17	2	4	3	3	2	3	4	4	4	3	5	3	4
18	4	4	2	3	2	3	4	2	3	2	4	5	2

19	7	6	2	4
19	8	5	2	5
17	7	6	2	9
17	8	7	5	7
18	6	5	4	7