

PROYECTO FINAL DE INGENIERÍA



**UNIVERSIDAD ARGENTINA DE LA EMPRESA
FACULTAD DE INGENIERÍA Y CIENCIAS EXACTAS**

EVALUACIÓN DE USABILIDAD EN SITIOS WEB DESTINADOS AL ÁMBITO GUBERNAMENTAL

**Fuso, Gustavo Oscar – LU82761
Ingeniería Informática**

Tutor:

Oliveros, Alejandro, UADE

Octubre 30, 2015

Agradecimientos

- A mi esposa Andrea y a mis hijos Emma y Valentín, por el tiempo que tomé prestado a nuestra familia durante el desarrollo de este trabajo.
- A mi tutor, Alejandro Oliveros ya que sin él no hubiera podido encarar éste trabajo.
- A Javier Zuñiga por responderme con paciencia cada vez que tenía alguna inquietud.
- A Diego O. Holassian, mi hermano por elección, por ayudarme con la traducción.
- A Mirta, mi madre, quien me apoyó durante toda la carrera.

Resumen

Las aplicaciones web fueron ganando importancia descentralizando operaciones que antes se realizaban in situ, haciendo ahorrar millones a tanto a empresas privadas como a la administración pública, al aumentar la oferta de aplicaciones web, la calidad de las mismas ha sido el factor diferenciador en la elección que los usuarios hacen al utilizar un sitio u otro.

Como atributo componente de calidad, la usabilidad representa un papel fundamental. Poder cuantificarla se transformó en un desafío que aún hoy hace que los profesionales del sector inviertan una cantidad enorme de recursos en investigación.

En este trabajo se enuncian las definiciones de usabilidad tanto desde el enfoque ISO/IEC como la de los profesionales del área, para luego enfocarse en las metodologías de evaluación y los últimos estándares conocidos.

Como aporte se introduce al lector en el uso de Principios Heurísticos enunciados por los mayores exponentes del sector y se describe su significado para la correcta utilización de los mismos. Como cierre de este apartado, se incluye la explicación de una metodología que permite relacionar el enfoque de la mirada del usuario con la disposición de el sitio web que observa, se incorpora esta metodología ya que esta observación dio origen al descubrimiento de distintos patrones de lectura de páginas web.

A continuación este proyecto releva diferentes metodologías que incorporan usabilidad y se realiza una comparativa en cuanto a las ventajas de cada una con el objeto de establecer un modelo metodológico de estudio y aplicarlo a un sitio real. En este punto se determinan dos claras corrientes que apuntan a utilizar principios heurísticos o la aplicación de las normas internacionales.

Una vez expuesto el problema que de inicio al proyecto, se evalúan las alternativas y se determina que corriente y modelo se utilizará para llevar a cabo el proyecto.

Aplico el modelo al sitio web del Gobierno de la Ciudad Autónoma de Buenos Aires, y cuantificando la usabilidad de los aspectos que se evaluaron del mismo.

Abstract

Web applications have been gaining more importance in decentralizing operations that used to be run locally. The vast amount of web application offers have significantly lowered the costs for both the private and public enterprises. The level of quality in web applications has been the determinant factor for the users at the time of choosing and using a website or another.

Usability, as an attribute of quality, is paramount. It has been proven to be quite a challenge for today's professionals to be able to quantify the usability, and it has been invested a large sum of resources in research to find an answer.

Various usability definitions can be found in this presentation (no se que preferis ahi). From ISO/IEC standing points, to the professionals area. It is followed by evaluation methods and the latest known standards.

It can be found next the Heuristic Principles presented by the most renowned of the sector, and it's significance is described for its correct application. As a closing point, it has been included an explanation of a methodology that allows to relate the view of the final user with the website layout. The methodology was discovered by observing reading patterns in webpages.

Next in this project/presentation, it is enumerated the various methodologies that include usability, and also it is presented a comparison of advantages in order to establish a methodological study model for a live website. At this point, two actual currents aim to use either the Heuristic Principles or the international norms for applications.

At first the issue was presented at the beginning of the project, then alternatives were evaluated and a current and model were selected to be used in the project.

The model is applied to the website of CABA, and its usability is quantified based on its evaluated aspects.

Contenido	
Agradecimientos.....	2
Resumen	3
Abstract	4
Introducción.....	8
1 Que es la Usabilidad? Definiciones y Estándares	9
1.1 Definición ISO 9241 Parte 11	9
1.2 Definición Jakob Nielsen	10
1.3 Definición Steve Krug.....	11
1.4 Definición ISO/IEC 9126.....	12
1.5 Definición ISO/IEC 25000 o SQuaRe.....	13
2 Evaluación	14
2.1. Métodos de evaluación.....	14
2.2 Estándares.....	15
3 Principios de Usabilidad.....	21
3.1 Principios según Jakob Nielsen.....	21
3.2 Principios según Bruce Tognazzini.....	28
3.3 Principios según Steve Krug.....	43
4 Modelos de Evaluación de Usabilidad	45
4.1 Modelo de Jakob Nielsen	46
4.2 Desarrollo basado en escenarios.....	50
4.3 Diseño Centrado en el Usuario	53
4.4 Árbol de Requerimientos.....	56
4.5 MPIu+a: Modelo de Proceso de la Ingeniería de la usabilidad y de la accesibilidad	58
4.6 Sirius: Sistema de evaluación de la usabilidad Web orientado al usuario y basado en la determinación de tareas críticas.....	60
5 Evaluación de sitios web Gubernamentales.....	62
5.1 Presentación del Problema	62
5.2 Propuesta de resolución	63
5.3 El modelo propuesto	65
5.4 Implementación del Modelo.....	71
6 Aplicación del Modelo SIRIUS al Sitio WEB del Gobierno de la Ciudad de Buenos Aires	72
7 Conclusiones	84

Índice de Tablas

Tabla I: Indicaciones según tiempo de retraso esperado.....	39
Tabla II: Ventajas y desventajas de la Evaluación Heurística.....	49
Tabla III: Ventajas de los Modelos	63
Tabla IV Requerimientos para determinar la Fuerza de la Evidencia.....	67
Tabla V: Importancia según Contexto.....	69
Tabla VI: Heurísticas de SIRIUS relacionadas con las Heurísticas de de HHS	70
Tabla VII: Criterios de heurístico "Aspectos Generales"	72
Tabla VIII: Criterios del Heurístico "Identidad e Información"	73
Tabla IX: Criterios del Heurístico "Estructura y Navegación"	74
Tabla X: Criterios del Heurístico "Rotulado"	75
Tabla XI: Criterio del Heurístico "Layout de Página"	76
Tabla XII: Criterio del Heurístico "Entendibilidad y Facilidad en la Interacción"	77
Tabla XIII: Criterios del Heurístico "Control y Retroalimentación"	78
Tabla XIV: Criterios del Heurístico "Elementos Multimedia"	79
Tabla XV: Criterios del Heurístico "Búsqueda"	80
Tabla XVI: Criterios del Heurístico "Ayuda"	81
Tabla XVII: Resumen del estudio del sitio WEB del Gobierno de la Ciudad de Buenos Aires	82

Índice de Figuras

Figura N° 1: Factores de medición de usabilidad según ISO 9241-11.	9
Figura N° 2: Factores de medición de usabilidad según Jakob Nielsen.....	10
Figura N° 3: Factores de medición de usabilidad según Steve Krug.	11
Figura N° 4: Factores de medición de usabilidad según ISO 9126-1.	12
Figura N° 5: Factores de medición de usabilidad según SQuaRe.....	13
Figura N° 6: Proceso de evaluación de la ISO 14598 en conjunto con la ISO 9126.	16
Figura N° 7: Relación entre ISO 14598 e ISO 9126. Elaboración propia, fuente (Zubrow, 2004).....	17
Figura N° 8: Familia de Normas ISO/IEC 25000	17
Figura N° 9: Rastreador ocular montado en el usuario.	25
Figura N° 10: Rastreador ocular ubicado bajo la pantalla.....	25
Figura N° 11: Mapa de calor de resultados de búsqueda de Yahoo, MSN y Google.	26
Figura N° 12: Mapa de zonas ciegas (USOLAB, 2007)	27
Figura N° 13: Patrón de lectura tipo "Z"	27
Figura N° 14: Desarrollo gráfico de la Ley de Fitts.	36
Figura N° 15: Proporción de problemas de usabilidad según la cantidad de evaluadores que intervienen	48
Figura N° 16: Modelo de Desarrollo Basado en Escenarios	50
Figura N° 17: Esquema del Modelo de Diseño Centrado en el Usuario	53
Figura N° 18: Modelo Jerárquico	56
Figura N° 19: Árbol de Requisitos	56
Figura N° 20: Modelo de Proceso de la Ingeniería de la usabilidad y la accesibilidad.	58
Figura N° 21: Participación de los implicados según especialidad en el modelo. Fuente: (Carreras, 2011).....	59
Figura N° 22: Modelo Sirius, Fuente: (Carreras, 2011).....	61
Figura N° 23: Cantidad de Heurísticas por Criterio evaluadas. Elaboración Propia.	83
Figura N° 24: Usabilidad por Criterio evaluado. Elaboración Propia.....	83
Figura N° 25: Sitio GCBA.	89
Figura N° 26: Simulación del mapa de calor del sitio del GCBA.....	89
Figura N° 27: Simulación del mapa de calor del sitio del Reino Unido.	90
Figura N° 28: Sitio del Reino Unido.	90
Figura N° 29: Sitio de Chile.	91
Figura N° 30: Simulación del mapa de calor del sitio de Chile.	91
Figura N° 31: Sitio de Estados Unidos de América.	92
Figura N° 32: Simulación del mapa de calor del sitio de Estados Unidos de América.	92
Figura N° 33: Sitio de la Comunidad de Madrid.....	93
Figura N° 34: Simulación del mapa de calor del sitio de la Comunidad de Madrid.....	93

Introducción

Éste trabajo tiene como objetivo establecer un modelo metodológico que nos permita medir el grado de usabilidad de un sitio web destinado al ámbito gubernamental.

Los gobiernos están tomando conciencia sobre la importancia de utilizar las TIC's para descentralizar los trámites que realizan los ciudadanos, ya sea por aumentar la transparencia y la eficiencia acercando el Estado al ciudadano.

Con la llegada de este nuevo paradigma, los requerimientos no funcionales ganaron un nuevo espacio en el ciclo de vida del desarrollo de aplicaciones web y la calidad, como componente de los requerimientos, cobra un papel fundamental en el diseño de estas aplicaciones.

De acuerdo a trabajos presentados en diversas conferencias (13th Argentine Symposium on Software Engineering, 2012), la usabilidad es uno de los factores dentro de la calidad que cobra mayor importancia, si bien mucha gente lo percibe como diseño agradable y/o facilidad de uso solamente, tiene una diversidad de matices que en muchos casos son pasados por alto, con lo cual trataremos de cubrir la mayor parte en este trabajo.

Para mayor comprensión he dividido el proyecto en siete secciones a saber :

- En la primera encontrarán definiciones básicas.
- En la segunda los estándares formales que existentes.
- En la tercera los principios heurísticos que plantean los autores más reconocidos sobre el tema.
- En la cuarta diversos modelos y metodologías existentes con los cuales traté de cubrir los diversos enfoques existentes.
- En la quinta una declaración de la problemática que impulsó a la creación de este trabajo.
- En la sexta una propuesta de resolución junto con un estudio sobre el caso planteado, evaluación de usabilidad del sitio del Gobierno de la Ciudad Autónoma de Buenos Aires.
- La séptima y última contiene las conclusiones sobre la investigación y el caso de estudio.

Estas páginas aportaran solo una parte del conocimiento necesario para introducirse en el mundo de la usabilidad, espero les sea amena su lectura.

1 Que es la Usabilidad? Definiciones y Estándares

La usabilidad web comenzó a tomar importancia a partir del desarrollo de internet como medio de comunicación masivo.

El término usabilidad se refiere a la calidad de la experiencia del usuario al interactuar con los productos o sistemas, incluyendo sitios web, software, dispositivos y/o aplicaciones. Está relacionada con la eficacia, la eficiencia y la satisfacción general del usuario.

Existen diferentes enfoques que derivan en distintas definiciones sobre el significado del término usabilidad.

1.1 Definición ISO 9241 Parte 11

Según la norma ISO 9241 Parte 11 la definición de usabilidad determina que:

"El grado en que un producto puede ser utilizado por usuarios específicos para lograr los objetivos específicos con efectividad, eficiencia y satisfacción en un contexto específico de uso." (ISO_9241-11, 1993)



Figura N° 1: Factores de medición de usabilidad según ISO 9241-11.

Un análisis de esta definición deriva en que la misma se refiere a uno o más usuarios, con su forma única de interpretar el entorno en donde se a realizarán las acciones para conseguir sus objetivos, su nivel de conocimiento sobre el objeto y/o aplicación que va a utilizar y con un conjunto de objetivos a los que no solamente conoce de antemano sino que también conoce el tiempo que puede demorar en conseguirlos.

1.2 Definición Jakob Nielsen

Según Jakob Nielsen, uno de los pioneros en el estudio e implementación de la usabilidad enuncia que:

"La usabilidad es un atributo relacionado con la facilidad de uso. Más específicamente, se refiere a la rapidez con la que se puede aprender a utilizar algo, la eficiencia al utilizarlo, cuán memorable es, cual es su grado de propensión al error, y cuanto le gusta a los usuarios. Si una característica no se puede utilizar o no se utiliza, es como si no existiera." (Jakob Nielsen; Hoa Loranger, 2006)

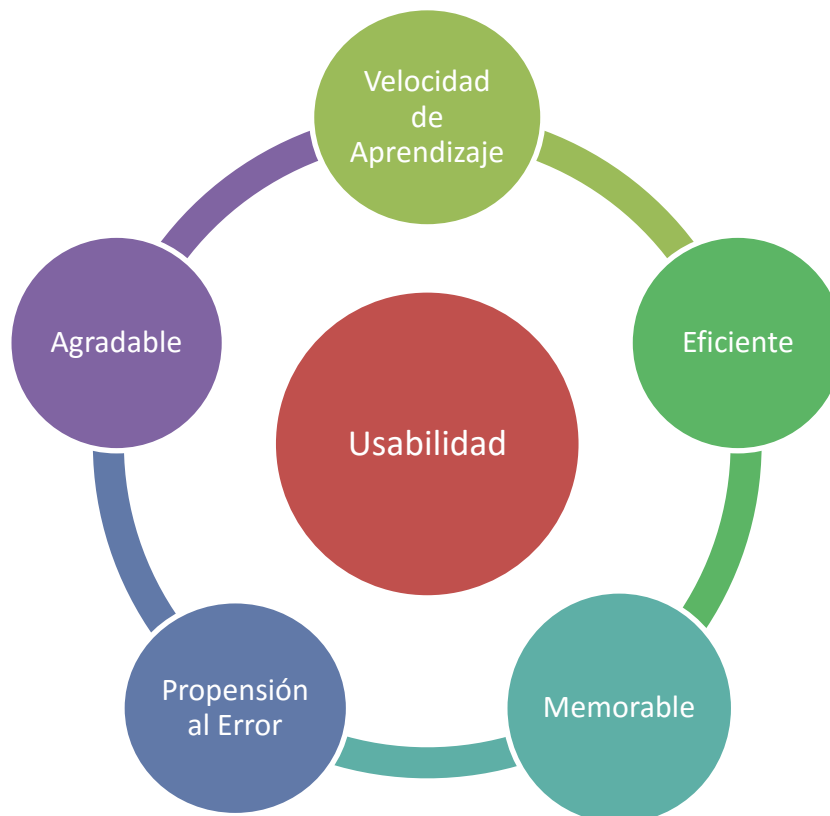


Figura N° 2: Factores de medición de usabilidad según Jakob Nielsen.

Nielsen define a la usabilidad como un atributo (se entiende que es un atributo de calidad) relacionado con la facilidad de uso y que puede medirse a través del conjunto de factores que propone en su definición.

1.3 Definición Steve Krug

Si algo es utilizable — tanto sea un sitio Web, un control remoto, o una puerta giratoria—significa que: Una persona con la capacidad y la experiencia promedio (o incluso por debajo de la media) pueda utilizarlo para lograr algo, sin que el hacerlo implique demasiado esfuerzo.¹ (Krug's, 2014)

En este caso, Steve Krug explica el concepto de usabilidad desde un punto de vista diferente utilizando un lenguaje más natural para el lector, mantiene ciertas similitudes tanto con la Norma ISO 9241 - 11 así como con Jacob Nielsen, incorporando a su definición la "Facilidad de Uso" en forma tácita, así como los factores eficiencia, efectividad, y el grado de conocimiento necesario del proceso para realizar la tarea para cumplir con su objetivo y la cantidad de recursos que debe utilizar.



Figura N° 3: Factores de medición de usabilidad según Steve Krug.

¹ 1.-If something is usable—whether it’s a Web site, a remote control, or a revolving door—it means that: A person of average (or even below average) ability and experience can figure out how to use the thing to accomplish something without it being more trouble than it’s worth.

1.4 Definición ISO/IEC 9126

Basada en el modelo presentado por Jim McCall en 1977 esta norma se encarga de la definición de las características de calidad que se utilizarán en la evaluación de productos de software y establece un marco general para el diseño de dicha evaluación.

La ISO/IEC 9126 define la usabilidad como un conjunto de atributos relacionados con el esfuerzo necesario para el uso, y en la valoración individual de tal uso, por un conjunto de usuarios establecido o implicado.² (ISO/IEC9126-1, 2001)

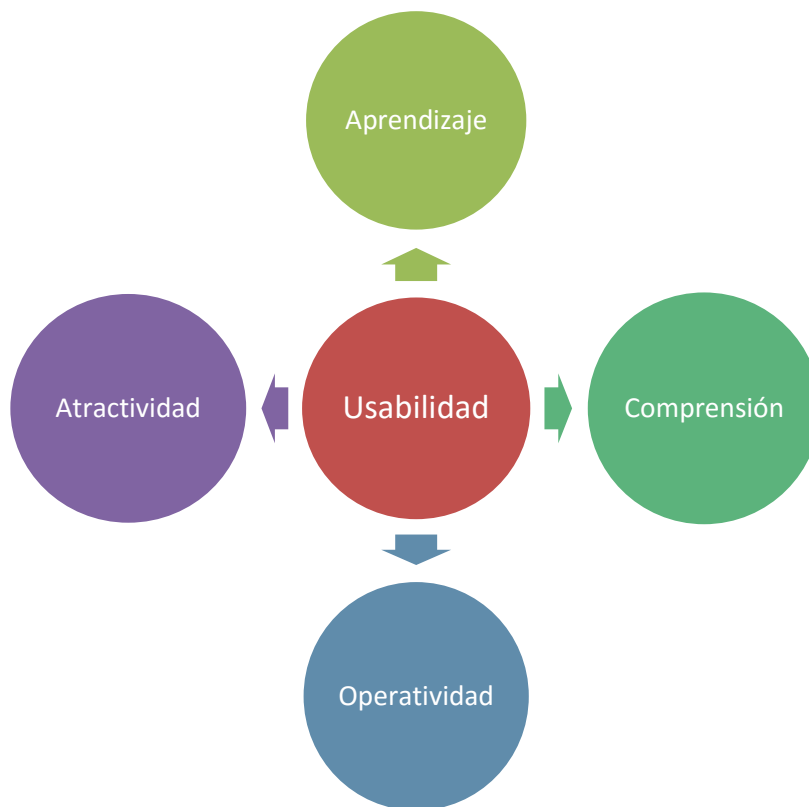


Figura N° 4: Factores de medición de usabilidad según ISO 9126-1.

² A set of attributes that bear on the effort needed for use, and on the individual assessment of such use, by a stated or implied set of users. (ISO/IEC 9126-1, 2001)

1.5 Definición ISO/IEC 25000 o SQuaRe

En el 2006 el estándar CIF (Common Industry Format), fue adoptado por la ISO al proyecto SQuaRe (Software Product Quality Requirements and Evaluation) para realizar informes de prueba de usabilidad e incorpora el modelo de la ISO 9216-1:2001.

En un principio se inclinaron por mantener la definición del estándar ISO / IEC, pero luego, dada la importancia que tomó la usabilidad en la industria, hubo presiones para alinear la definición de SQuaRe con la de CIF en lugar de la heredada desde ISO/IEC 9126-1:2001, esto se consiguió definiendo la Usabilidad, como un subconjunto de la calidad en uso, con subcaracterísticas de eficacia, eficiencia y satisfacción.

La calidad en Uso según la norma ISO/IEC FCD 25010 tiene dos características más: Seguridad en Uso heredada de la norma ISO/IEC 9126-1, y Contexto de Uso, que es una característica nueva. (Coral Calero Muñoz, Mario G. Piattini Velthuis, María Ángeles Moraga de la Rubia, 2010)



Figura N° 5: Factores de medición de usabilidad según SQuaRe

2 Evaluación

Si bien las definiciones de usabilidad enunciadas en el capítulo anterior nos exponen los factores que se evaluarán, en esta sección veremos los métodos existentes y estándares involucrados en el proceso metodológico de la evaluación.

2.1. Métodos de evaluación

A grandes rasgos existen dos métodos de evaluación:

2.1.1 Método de evaluación empírico

Se basa en la captura y el análisis de los datos de uso, de los usuarios reales del sistema. En este caso se pueden emplear distintas técnicas como:

Observaciones de Campo, donde se lee la actividad de la tarea y su contexto asociado, los modelos mentales que generan en los usuarios.

Grupo de Discusión Dirigido o Grupo Focal, donde se recogen los datos de una cantidad determinada de usuarios, entre 6 y 12 personas, son dirigidos por un especialista quien se encarga de encauzar la discusión para que el grupo no se aleje del tema a tratar.

Las preguntas son respondidas por la interacción del grupo en un ambiente en que los participantes se sienten cómodos y libres de hablar y comentar sus opiniones. Generalmente los grupos focales requieren cerca de dos horas para cumplir su tarea.

2.1.2 Método de evaluación mediante inspección

Se lleva a cabo por evaluadores expertos, que tienen una carga de conocimiento basado en rever aspectos de usabilidad de los artefactos Web, conocidos comúnmente como interfaz de usuario, conforme a un conjunto de directrices.

Los métodos de inspección para identificar problemas de usabilidad, surgen como necesidad alternativa al método empírico ya que no requieren participación del usuario final y pueden ser empleados en temprana del proceso de desarrollo.

2.2 Estándares

2.2.1 ISO/IEC 14598-n

Mientras que la ISO/IEC9126-1 se encarga de la definición de las características de calidad, la ISO/IEC 14598 es un estándar que la complementa proporcionando un marco normativo de trabajo con el que evaluar la calidad de cualquier tipo de producto de software e indica los requerimientos para los métodos de medición y el proceso de evaluación. (Martínez, 2009)

Consta de seis partes:

- ISO/IEC 14598-1: Esta parte provee una visión general del resto de la norma y explica la relación entre la evaluación del producto software y el modelo de calidad definido en la ISO/IEC 9126 (ver figura 6).
- ISO/IEC 14598-2: Esta parte contiene requisitos y guías para las funciones de soporte tales como la planificación y gestión de la evaluación del producto del software.
- ISO/IEC 14598-3: Esta parte provee los requisitos y guías para la evaluación del producto software cuando la evaluación es llevada a cabo en paralelo con el desarrollo por parte del desarrollador.
- ISO/IEC 14598-4: Esta parte provee los requisitos y guías para que la evaluación del producto de software sea llevada a cabo en función a los compradores que planean adquirir o reutilizar un producto de software existente.
- ISO/IEC 14598-5: Esta parte provee los requisitos y guías para la evaluación del producto software cuando la evaluación es llevada a cabo por evaluadores independientes.
- ISO/IEC 14598-6: Esta parte provee las guías para la documentación del módulo de evaluación.

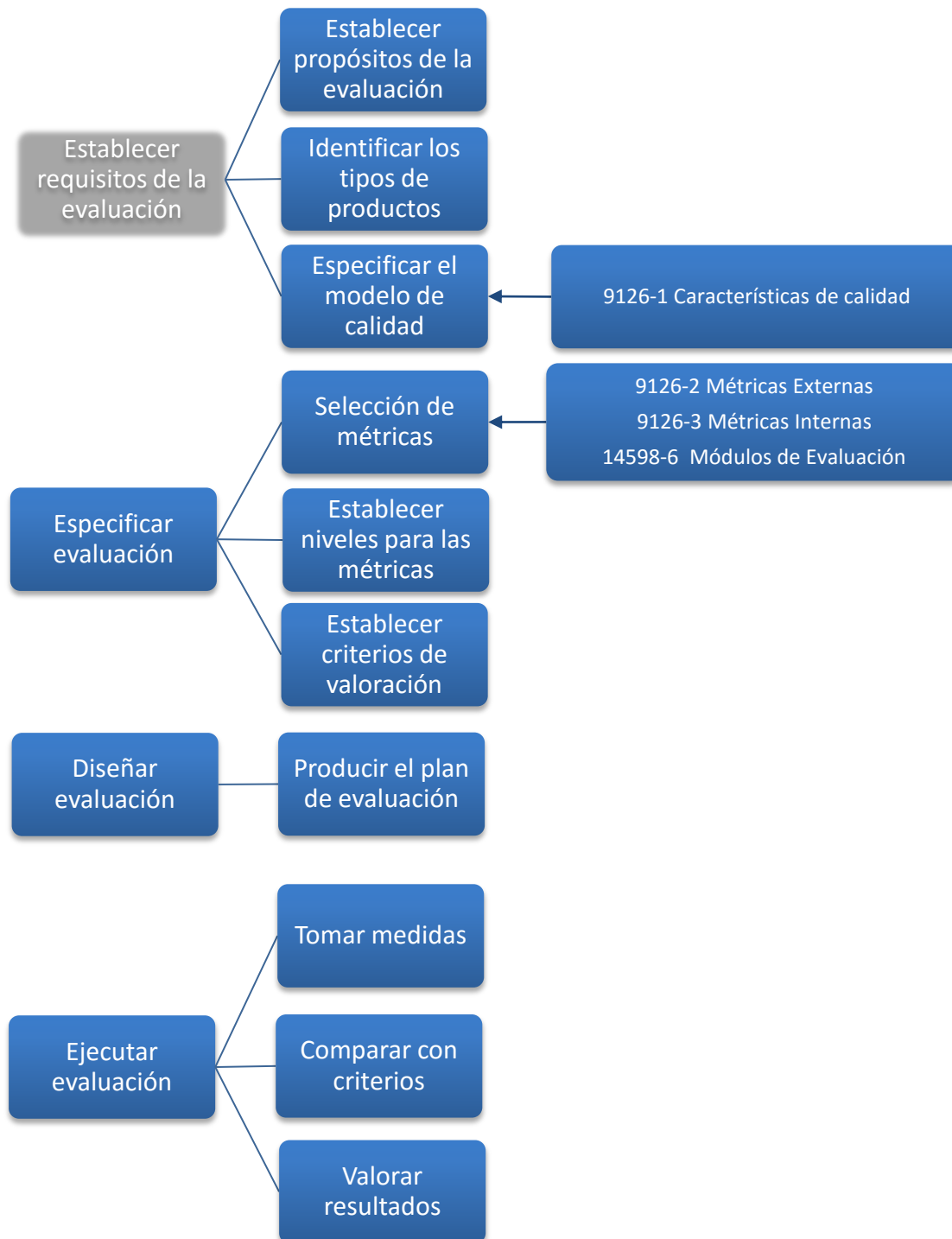


Figura N° 6: Proceso de evaluación de la ISO 14598 en conjunto con la ISO 9126.

2.2.2 Familia ISO /IEC 25000 o SQuaRe

El conjunto de normas denominado SQuaRe (Software Requirements and Evaluation), es un esfuerzo para armonizar las ISO 9126 y las ISO 14598.

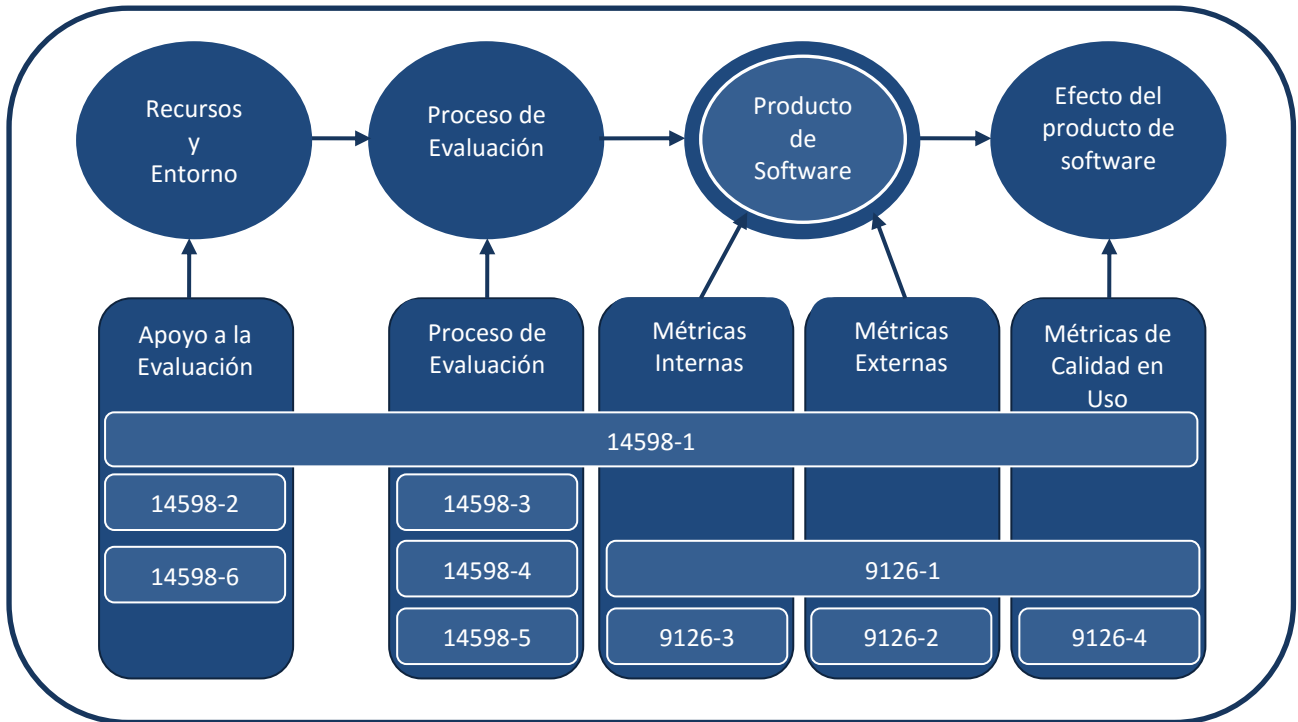


Figura N° 7: Relación entre ISO 14598 e ISO 9126. Elaboración propia, fuente (Zubrow, 2004)

La familia ISO/IEC 25000 es el resultado de la evolución de otras normas anteriores, especialmente de las normas ISO/IEC 9126, que describe las particularidades de un modelo de calidad del producto software, e ISO/IEC 14598, que abordaba el proceso de evaluación de productos software (Ver Figura 8).



Figura N° 8: Familia de Normas ISO/IEC 25000

Esta familia de normas ISO/IEC 25000 (ISO , 2015) se encuentra compuesta por cinco divisiones:

2.2.2.1 ISO/IEC 2500n – División de Gestión de Calidad

Las normas que forman este apartado definen todos los modelos, términos y definiciones comunes referenciados por todas las otras normas de la familia 25000. Actualmente esta división se encuentra formada por:

- ISO/IEC 25000 - *Guide to SQuaRE*: contiene el modelo de la arquitectura de SQuaRE, la terminología de la familia, un resumen de las partes, los usuarios previstos y las partes asociadas, así como los modelos de referencia.
- ISO/IEC 25001 - *Planning and Management*: establece los requisitos y orientaciones para gestionar la evaluación y especificación de los requisitos del producto software.

2.2.2.2 ISO/IEC 2501n – División de Modelo de Calidad

Las normas de este apartado presentan modelos de calidad detallados incluyendo características para calidad interna, externa y en uso del producto software. Actualmente esta división se encuentra formada por:

- ISO/IEC 25010 - *System and software quality models*: describe el modelo de calidad para el producto software y para la calidad en uso. Esta Norma presenta las características y subcaracterísticas de calidad frente a las cuales evaluar el producto software.
- ISO/IEC 25012 - *Data Quality model*: define un modelo general para la calidad de los datos, aplicable a aquellos datos que se encuentran almacenados de manera estructurada y forman parte de un Sistema de Información.

2.2.2.3 ISO/IEC 2502n – División de Medición de Calidad

Estas normas incluyen un modelo de referencia de la medición de la calidad del producto, definiciones de medidas de calidad (interna, externa y en uso) y guías prácticas para su aplicación. Actualmente esta división se encuentra formada por:

- ISO/IEC 25020 - *Measurement reference model and guide*: presenta una explicación introductoria y un modelo de referencia común a los elementos de medición de la calidad. También proporciona una guía para que los usuarios seleccionen o desarrollen y apliquen medidas propuestas por normas ISO.
- ISO/IEC 25021 - *Quality measure elements*: define y especifica un conjunto recomendado de métricas base y derivadas que puedan ser usadas a lo largo de todo el ciclo de vida del desarrollo software.
- ISO/IEC 25022 - *Measurement of quality in use*: define específicamente las métricas para realizar la medición de la calidad en uso del producto.
- ISO/IEC 25023 - *Measurement of system and software product quality*: define específicamente las métricas para realizar la medición de la calidad de productos y sistemas software.
- ISO/IEC 25024 - *Measurement of data quality*: define específicamente las métricas para realizar la medición de la calidad de datos.

2.2.2.4 ISO/IEC 2503n – División de Requisitos de Calidad

Las normas que forman este apartado ayudan a especificar requisitos de calidad que pueden ser utilizados en el proceso de elicitación de requisitos de calidad del producto software a desarrollar o como entrada del proceso de evaluación. Para ello, este apartado se compone de:

- ISO/IEC 25030 - *Quality requirements*: provee de un conjunto de recomendaciones para realizar la especificación de los requisitos de calidad del producto software.

2.2.2.5 ISO/IEC 2504n – División de Evaluación de Calidad

Este apartado incluye normas que proporcionan requisitos, recomendaciones y guías para llevar a cabo el proceso de evaluación del producto software. Esta división se encuentra formada por:

- ISO/IEC 25040 - *Evaluation reference model and guide*: propone un modelo de referencia general para la evaluación, que considera las entradas al proceso de evaluación, las restricciones y los recursos necesarios para obtener las correspondientes salidas.
- ISO/IEC 25041 - *Evaluation guide for developers, acquirers and independent evaluators*: describe los requisitos y recomendaciones para la implementación práctica de la evaluación del producto software desde el punto de vista de los desarrolladores, de los adquirentes y de los evaluadores independientes.
- ISO/IEC 25042 - *Evaluation modules*: define lo que la Norma considera un módulo de evaluación y la documentación, estructura y contenido que se debe utilizar a la hora de definir uno de estos módulos.
- ISO/IEC 25045 - *Evaluation module for recoverability*: define un módulo para la evaluación de la subcaracterística Recuperabilidad (Recoverability).

3 Principios de Usabilidad

En el capítulo anterior se definió la Usabilidad y se mencionaron los atributos que componen a la misma de acuerdo a distintos autores y normas de estandarización. En este caso veremos determinadas reglas que surgen de las características de las definiciones enunciadas anteriormente y nos ayudaran a desarrollar un modelo de evaluación. Como se verá a continuación Jakob Nielsen las llamó "Heurísticas" y nos dan la pauta para evaluar el grado de usabilidad de una web.

En este apartado no nos limitaremos solamente a mencionarlos, sino que junto con cada uno de los principios expondremos una explicación de los mismos para que los evaluadores al momento de hacer las pruebas entiendan que es lo que buscamos con cada uno de estos.

3.1 Principios según Jakob Nielsen

Jakob Nielsen estudió los 249 problemas de usabilidad y en base a ellos desarrolló diez reglas que se conocen como "Los 10 principios heurísticos de Nielsen". (Nielsen, 1994a) Estos diez principios, se descomponen a su vez en 70 heurísticas más precisas.

3.1.1.-"Visibilidad del estado del sistema"

El sitio web o aplicación debe mantener siempre informado al usuario de lo que está ocurriendo y proporcionarle respuesta en un tiempo razonable."

Es muy importante que los usuarios que utilizan nuestra página web estén informados en todo momento sobre lo que está pasando en ella puedan verlo o no. Mientras un usuario realiza acciones en nuestro sitio, estas acciones pueden disparar otras que corren en segundo plano, si el usuario no entiende que es lo que realmente está pasando, es muy probable que se sienta frustrado y abandone nuestro sitio.

Como ejemplo podemos citar mensajes de confirmación de envío de un formulario o la barra del progreso de un archivo (ya sea de carga o descarga).

3.1.2.-"Adecuación entre el sistema y el mundo real"

El sitio web o aplicación debe utilizar el lenguaje del usuario, con expresiones y palabras que le resulten familiares. La información debe aparecer en un orden lógico y natural.

En este caso el usuario Nielsen pone énfasis en los códigos de comunicación, sobre cómo se relaciona el usuario con el sistema propuesto si las normas de comunicación no son compartidas por ambos.

3.1.3.-"Libertad y control por parte del usuario"

En caso de elegir alguna opción del sitio web o aplicación por error, el usuario debe disponer de una "salida de emergencia" claramente delimitada para abandonar el estado no deseado en que se halla sin tener que mantener un diálogo largo con el sitio o aplicación. Debe disponer también de la capacidad de deshacer o repetir una acción realizada.

El usuario tiene que poder encontrar rutas alternativas que lo guíen en la búsqueda del objetivo que quiere conseguir, si se atasca en algún punto lo más probable es que deje de usar el sitio.

3.1.4.-"Consistencia y estándares"

Los usuarios no tienen por qué saber que diferentes palabras, situaciones o acciones significan lo mismo. Es conveniente seguir convenciones.

El sitio debe estar normalizado tanto en su apariencia como en su funcionalidad. Los menús deben seguir un diseño que sea constante en todo el sitio y la terminología y el diseño de las secciones debe ser igual.

3.1.5.-"Prevención de errores"

Es importante prevenir la existencia de errores mediante un diseño adecuado. Aún así, los mensajes de error deben incluir una confirmación antes de ejecutar las acciones de corrección.

En este punto es esencial aplicar el principio de "Anticipación" enunciado por Bruce Tognazzini, (Tognazzini, 2014a) debemos hacer un plan de control exhaustivo sobre nuestro sitio, detectando la mayor cantidad posibles de fallos o restricciones y, en caso que no

se puedan subsanar, avisar al usuario en forma clara, concisa y oportuna de los mismos. Podemos citar como ejemplo un campo de un formulario, que permite solo una cantidad determinada de caracteres, el problema surge cuando informa de la limitación luego de ingresar el último carácter permitido.

3.1.6.-"Reconocimiento antes que recuerdo"

Hacer visibles objetos, acciones y opciones para que el usuario no tenga por qué recordar información entre distintas secciones o partes del sitio web o aplicación. Las instrucciones de uso deben estar visibles o fácilmente localizables.

En su sitio web, Jakob Nielsen hace una referencia especial a este punto, enunciando que el reconocimiento se refiere a nuestra capacidad de "reconocer" un evento o pieza de información como familiar, mientras que el recuerdo designa la recuperación de datos relacionados de la memoria. El reconocimiento es más fácil que el recuerdo ya que implica más señales, estas son claves de activación para difundir información relacionada en la memoria aumentando la activación de la respuesta y te hacen más propenso a "darte cuenta".

3.1.7.-"Flexibilidad y eficiencia en el uso"

Los aceleradores o atajos de teclado pueden hacer más rápida la interacción para usuarios expertos, de tal forma que el sitio web o aplicación sea útil tanto para usuarios noveles como avanzados. Debe permitirse a los usuarios configurar acciones frecuentes con atajos de teclado.

Se debe estudiar el comportamiento de los usuarios en nuestro sitio, determinando que acciones son las más realizadas, y generar un mecanismo que haga que esas acciones específicas se ejecuten más ágilmente sin que importe el grado de conocimiento del usuario que las ejecuta.

3.1.8.-"Diseño estético y minimalista"

Las páginas no deben contener información irrelevante o innecesaria. Cada información extra compete con la información relevante y disminuye su visibilidad.

Es imprescindible diseñar un sitio web que no incluya medios de información que aparten la atención del usuario de lo que realmente consideramos importante, la atención

es un recurso muy escaso y valioso y debemos lograr que el usuario la mantenga a como dé lugar.

3.1.9.-"Ayuda a los usuarios"

A reconocer, diagnosticar y recuperarse de los errores. Los mensajes de error deben expresarse en un lenguaje común y sencillo, indicando con precisión el problema y sugiriendo las posibles alternativas o soluciones.

Los usuarios tienen que poder entender los mensajes de error, no podemos simplemente presentar el código del error y esperar que ellos investiguen que significa por sus propios medios, debemos reemplazar las pantallas de error por defecto de cualquier tipo de software que utilicemos (Apache, frameworks, php, mysql, etc.) por una página personalizada que le indique al usuario como recuperarse.

3.1.10.-"Ayuda y documentación"

Aunque es mejor que el sitio web o aplicación pueda ser usado sin documentación, puede ser necesario proveer cierto tipo de ayuda. En este caso, la ayuda debe ser fácil de localizar, especificar los pasos necesarios y no ser muy extensa.

Siempre es preferible que el sitio web se explique por sí mismo y de forma natural, pero en muchos casos la complejidad hace que tengamos que explicar al usuario como realizar determinadas tareas. Es de suma importancia que el enlace a la página de ayuda sea visible y que el diseño de la página de ayuda siga los principios mencionados anteriormente. Por ejemplo el usuario necesitará ayuda sobre algún tema específico, con lo cual es interesante incluir una lista de preguntas frecuentes separadas por tipos de tema, de forma tal que el usuario encuentre rápidamente lo que quiere consultar, otro elemento que se puede incorporar es una "wiki" (Cunningham, 2014) que cumpla esa función y, en lo posible también es deseable incorporar un buscador.

3.1.11.-"Los Usuarios escanean las páginas web en lugar de leerlas"

Este no es uno de los 10 principios más conocidos de Jakob Nielsen, pero es uno de los que desencadenaron la estandarización de los patrones de lectura en tipo "F" o tipo "Z" según corresponda.

Las pruebas científicas demuestran que los usuarios no leen los sitios web, sino que los "escanean" en busca de algo que les llame la atención, puede ser una frase, una imagen o algún Objeto de Interfaz Humana³. (Jakob Nielsen, John Morkes, 1997)

Los usuarios tienen una forma natural de leer y, por una necesidad biológica, el ser humano tiende a tratar de ahorrar energía en todas las tareas que realiza cotidianamente. (Tozzi, 2009)

3.1.12.- Técnica de Rastreo Ocular

Como complemento de los experimentos en el punto anterior se realizaron pruebas mediante una técnica denominada "Eye Tracking", el concepto es simple y se estudia desde hace más de un siglo (Jacob, R.J.K.; Karn, K.S., 2003), se utilizan dispositivos rastreadores oculares que captan el movimiento de los ojos usuarios sobre una pantalla, estos dispositivos pueden estar montados sobre la cabeza de los usuarios (Figura 9) o no, estos últimos tienen la ventaja de ser menos invasivos, se componen de una fuente de luz infrarroja y una cámara (Figura 10). La cámara sigue el reflejo de la fuente de luz junto con características oculares visibles, como la pupila. Estos datos se utilizan para extrapolar la rotación del ojo y en última instancia la dirección de la mirada. Ambos tipos de dispositivos, almacenan las coordenadas a medida que el usuario explora la pantalla con sus ojos. Otros datos también son almacenados como el parpadeo y el grado de dilatación de la pupila. (Eyetracking, 2011)



Figura N° 9: Rastreador ocular montado en el usuario.

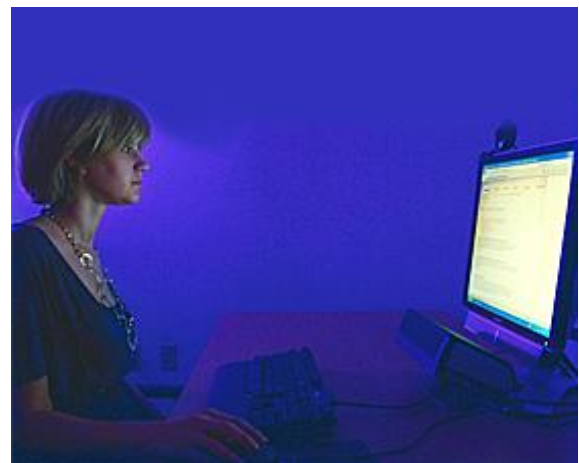


Figura N° 10: Rastreador ocular ubicado bajo la pantalla.

³ Ver apartado 4.2.9.

Una vez realizado el estudio, se genera un archivo con un formato compatible con el software que se utiliza para medir y este nos muestra lo que se conoce como "heatmap" (mapas de calor; *Figura 11*), delimitando las zonas donde más tiempo el usuario se detuvo en con una intensidad mayor. Se pueden apreciar los mapas de calor simulados en esta propuesta en el Anexo "A" . La página principal del GCBA es uno de los sitios de estudio en donde mejor funciona el diseño según el simulador. (Feng-GUI - Feng Shui for GUI.™, 2007)

Jakob Nielsen relaciona el patrón en "F" con la importancia de escribir para la web enunciada en el punto anterior:

"F de *fast* (rápido). Así es como los usuarios leen su valioso contenido. En pocos segundos, sus ojos se mueven a velocidades impresionantes a través de las palabras de su sitio web en un patrón que es muy diferente al que aprendió en la escuela."⁴

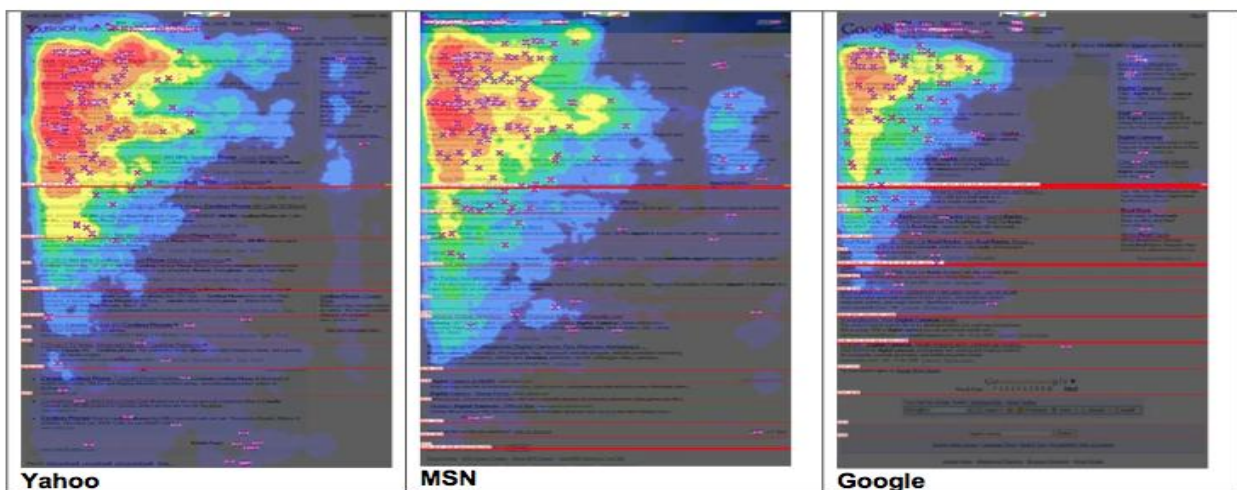


Figura N° 11: Mapa de calor de resultados de búsqueda de Yahoo, MSN y Google. Las áreas rojas son las más vistas, las áreas amarillas indican menos vistas, seguidas de las azules que son las menos vistas de todas. Fuente: (MEDIATIVE, 2006)

Otra técnica de presentación de rastreo ocular es el mapa de zonas ciegas (*Figura 12*) que, si bien algunos la consideran como una mejora frente al mapa de calor por su claridad y su abstracción de lo que no es importante (ya que el usuario no lo mira), yo interpreto que es más acertado utilizarlo como un complemento ya que brinda menos información por el hecho que no tiene matices dentro del área percibida por el usuario. Lo

⁴ "F for fast. That's how users read your precious content. In a few seconds, their eyes move at amazing speeds across your website's words in a pattern that's very different from what you learned in school."

ideal sería utilizar una combinación de ambas técnicas o complementarlas utilizando el mapa de zonas ciegas y luego el mapa de calor.



Figura N° 12: Mapa de zonas ciegas (USOLAB, 2007)

Otro patrón patrón muy utilizado es el tipo "Z " (Figura 13) que, desde la aparición de los sistemas de administración de contenido del tipo de Wordpress o Drupal entre otros, muchos autodidactas del diseño web utilizaron para diseñar sitios webs "estandarizados" que no siempre cumplen con los requerimientos de usabilidad que el usuario de ese sitio necesita.

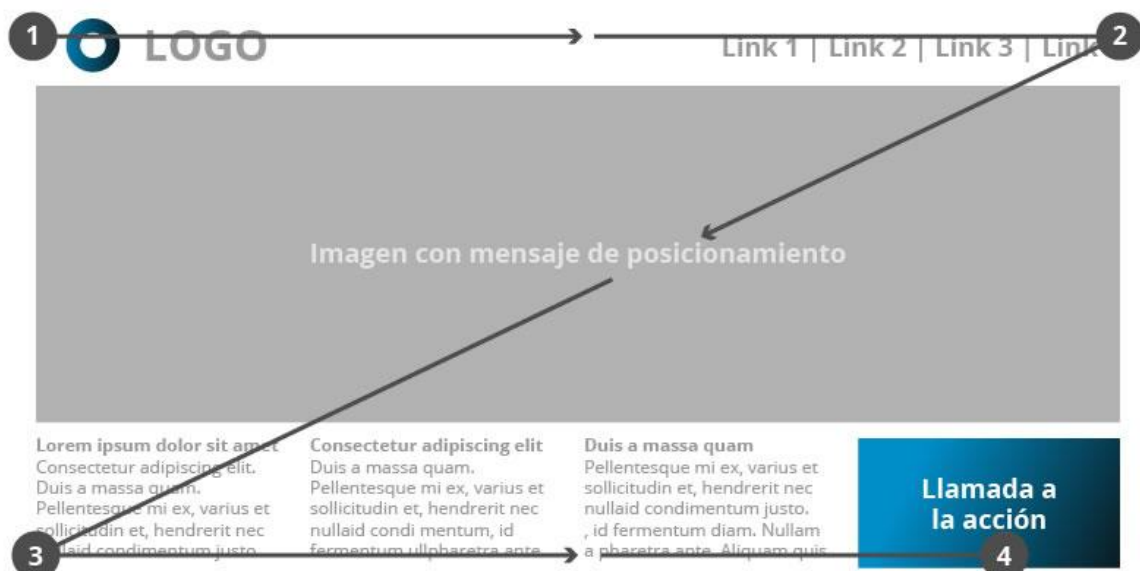


Figura N° 13: Patrón de lectura tipo "Z"

3.2 Principios según Bruce Tognazzini

Si bien los principios de Jakob Nielsen son muy conocidos en el ámbito de los profesionales de la usabilidad, existen otros como los de Bruce Tognazzini, que con su trabajo han aportado diferentes reglas sobre el diseño web que tienen como objetivo enriquecer la experiencia del usuario. (Tognazzini, 2014a)

3.2.1 Apariencia

La moda nunca debe triunfar sobre la usabilidad.

Una nueva moda no debe ni tiene por qué restar rendimiento al usuario. Enormes cambios visuales y hasta funcionales pueden llevarse a cabo sin que perjudiquen productividad o la aumenten marcadamente.

Se debe tener precaución al momento de diseñar una página web muchos de los programadores no consideran que sea necesario incorporar al equipo de desarrollo un diseñador gráfico o visual (cuando yo comencé a desarrollar tampoco lo creí necesario), sin embargo nos ahorran mucho tiempo y dinero al momento de diseñar un sitio, ayudando a anticipar errores de diseño visual que por no tener experiencia en el tema solemos cometer.

3.2.2 Anticipación

Debemos anticiparnos a las necesidades del usuario, poniendo a su disposición toda la información y herramientas necesarias en cada momento.

Necesitamos acercarle al usuario toda la información y las herramientas necesarias para cada paso del proceso. Los sistemas de software y hardware deben tratar de anticiparse a los deseos y las necesidades del usuario. No esperemos que usuarios cambien la pantalla actual para buscar y recopilar la información necesaria. La información debe estar en su lugar y las herramientas necesarias presentes y visibles.

Anticipación requiere que los diseñadores tengan un profundo conocimiento tanto del dominio de las tareas y de los usuarios afectados a las mismas, con el fin de predecir que va a ser necesario que suceda ante una acción determinada.

También requiere efectuar la cantidad de pruebas de usabilidad suficientes para asegurar que el objetivo se ha cumplido. Si una herramienta o fuente de información está en la pantalla, pero los usuarios no lo encuentran, para ellos no existe.

3.2.3 Autonomía

La computadora, la interface y el entorno de tareas, "pertenece" al usuario, sin embargo, que el usuario tenga autonomía no significa que dejemos de lado las reglas.

Los usuarios necesitan tener espacio para moverse dentro de nuestra página web, estos aprenden rápidamente y adquieren la sensación de dominio cuando están "a cargo". Sin embargo, las personas no se sienten libres en un ambiente sin fronteras, sino que se sienten más cómodos en un ambiente que no es ni de confinamiento, ni infinito; un ambiente explorable pero que no resulta peligroso.

Dicho esto debemos darle la libertad a los usuarios para moverse por nuestro sitio pero también debemos tener muy en cuenta cuales son los límites que ellos no deben traspasar sin que se sientan que pueden llegar a hacer alguna operación errónea.(Ej.: Pagar accidentalmente dos veces por realizar la misma operación.)

Permita a los usuarios tomar sus propias decisiones, aunque sean estéticamente pobres o tengan un desempeño menos eficiente.

La autonomía deja decidir a los usuarios que tipo de teclado quieren usar, como quieren que luzcan sus escritorios, y que tipo de aplicaciones quieren correr. Cuando los desarrolladores les quitan el control sobre estas cosas, los usuarios pueden dejar tu sitio frustrados y enojados.

Ejercer el control responsable.

Permitirle a los usuarios tener control dentro de su espacio no quiere decir abandonar todo tipo de control. Por el contrario, los desarrolladores deben ejercer todo el control que sea necesario.

Sin embargo, algunos desarrolladores hoy en día no sólo están tomando el control excesivo, sino que están cometiendo enormes errores HCI (Interacción Humano Computador) en el proceso, como restringir el texto a fuentes y tamaños que las personas con visión normal no puede leer.

Usar un mecanismo que mantenga a los usuarios alertas e informados.

No puede existir autonomía en ausencia del control, y el control no puede ser ejercido en ausencia de la información suficiente. Mecanismos que verifiquen estados son vitales para abastecernos de la información necesaria para que los usuarios respondan apropiadamente a los cambios.

3.2.4 Daltonismo

Cada vez que se utiliza el color para transmitir información en la interfaz, también debe utilizar claras señales secundarias para transmitir la información a aquellos que no pueden ver los colores.

Hoy en día, la mayoría de la gente tiene un monitor a color. Sin embargo, aproximadamente el 10% de los hombres, y menos del 1% de las mujeres sufren de alguna forma de daltonismo.

Al momento de definir algún tipo de elemento de nuestro sitio, que sea relevante la toma de una decisión, no debemos usar el color como factor relevante o, en caso que sea absolutamente necesario, arbitrar los medios de definir algún camino alternativo.

3.2.5 Consistencia

Los siguientes cuatro principios de coherencia, en conjunto, ofrecen al diseñador de interacción tremenda amplitud en la evolución de un producto sin alterar seriamente aquellas áreas de consistencia más importante para el usuario.

3.2.5.1 Niveles de Consistencia

La importancia de mantener estricta consistencia varía según el nivel.

1. Principal nivel de consistencia:

Comunica marca y hace que la adopción de sus otros productos y servicios sea más fácil y más rápida.

2. Consistencia a través de un conjunto de productos.

Estos deben establecer una interface similar para que los usuarios intuyan hacia donde deben dirigirse para realizar las operaciones.

3. El aspecto general y una aplicación simple.

Se debe establecer un lenguaje visual intencional moldeado por las pruebas de usabilidad. Los comportamientos de los usuarios deben ser totalmente transferibles en todo el producto.

4. Estructuras visibles pequeñas, como los iconos, símbolos, botones, etc.

La apariencia de las estructuras visibles pequeñas debe ser sencilla así como su locación constante dentro de la aplicación.

5. Estructuras Invisibles.

Estructuras invisibles se refiere a los objetos invisibles tales como el margen izquierdo inteligente de Microsoft Word que tiene todo tipo de propiedades mágicas, si alguna vez descubres que está ahí.

6. Interpretación del comportamiento de los usuarios.

Cambiar su acción habitual es una de las peores cosas que se le puede hacer a un usuario. Teclas de acceso directo deben mantener sus significados.

3.2.5.2 Inconsistencia Inducida

Es tan importante ser visualmente incoherente cuando las cosas actúan de manera diferente, como lo es para ser visualmente coherente cuando las cosas actúan de la misma forma.

Hacer los objetos que actúan de diferente manera se vean diferentes. Por ejemplo, un bote de basura es un objeto en el que un usuario puede colocar la basura y luego quitarla. Si desea omitir la funcionalidad "quitarla", está bien. Sólo asegúrese de que se vea como un incinerador o trituradora.

3.2.5.3 Continuidad

En el tiempo, procurar continuidad, no la consistencia.

Si se reforma una parte de un producto, se entiende que es una nueva versión, o incluso, si se crea un producto totalmente nuevo, es importante que los usuarios estén al tanto de los cambios realizados.

3.2.5.4 Consistencia con lo que el usuario espera

La consistencia más importante es ser consistente con lo que el usuario espera.

No importa cuán lógicos sean los argumentos que presentamos para mostrar que algo puede funcionar mejor. Si los usuarios esperan que funcione de forma diferente, nos enfrentamos a una batalla cuesta arriba y, a menudo imposible de ganar para cambiar esas expectativas. Si tu forma no ofrece ninguna ventaja clara, ir con lo que esperan los usuarios.

3.2.6 Valores Predeterminados

Los valores predeterminados dentro de los campos deben ser fáciles de quitar.

Cuando un usuario activa un campo, la entrada actual debería ser auto-seleccionada para que al pulsar la tecla "Retrosceso", "Suprimir" o al comenzar a escribir se elimine la entrada por defecto.

Los valores predeterminados deben ser "inteligentes" y reaccionar a los cambios.

No todo debe tener un valor predeterminado. Si no hay un ganador predecible, debemos considerar no ofrecer ninguno. Se necesitan ciclos cognitivos preciosos para obtener un valor predeterminado que quizás cubra solamente el 25% de los casos y que el usuario tome la decisión de no usarlo. Ese mismo tiempo podría gastarlo en escribir la selección deseada.

3.2.7 Eficiencia del Usuario

Focalizar en la eficiencia del usuario, no en la de la computadora.

Al juzgar la eficacia de un sistema, debemos ver más allá de la eficiencia de la máquina. La gente cuesta mucho más recursos, y si bien podría parecer que el aumento de la productividad de la máquina debe resultar en el aumento de la productividad humana, generalmente es al revés. Un buen ejemplo sería normalizar la entrada de los datos que los usuarios deben llenar para que no tengan que detenerse a pensar en que dato tengo que ingresar y en donde, en lugar de comprar una computadora más potente que procese mayor cantidad de datos.

Mantener al usuario ocupado.

Generalmente, el mayor gasto que tiene una empresa por lejos es el del personal. Cualquier cantidad de tiempo que un empleado tenga que esperar para que un sistema responda se traduce en pérdida de dinero para la empresa.

Para maximizar la eficiencia de una organización empresarial o de otro tipo, se debe maximizar la eficiencia de todos, no sólo la eficiencia del departamento de TI o un área similar.

Las grandes organizaciones tienden a fragmentarse, con cada área velando por sus propios intereses, a veces en detrimento de la organización en su conjunto. Algunos departamentos de tecnología de la información a menudo caen en la trampa de crear o adoptar sistemas que dan lugar a una mayor eficiencia y reducción de costos para ése departamento, pero a costa de la disminución de la productividad para la empresa en su conjunto. Antes de invertir debemos realizar estudios que demuestran que los nuevos diseños, basados en las nuevas tecnologías de ahorro de dinero, aumentará o disminuirá la productividad general entre los trabajadores afectados y, en caso afirmativo, en qué medida y cuáles serán los resultados que obtendremos en la línea de trabajo base de la corporación.

Los mensajes de error deberían ayudar.

Los mensajes de error deben ser escritos por un escritor experto para:

- a) Explicar lo que está mal.
- b) Decirle al usuario específicamente qué hacer al respecto.
- c) Dejar abierta la posibilidad del mensaje incorrectamente está siendo generado por un mal funcionamiento del sistema profundo.

El mensaje "Error - 1264" no cumple ninguno de los requisitos. Es raro encontrar un mensaje de error que llegue a cubrir el punto a). Nuestros mensajes de error deben cubrir los tres. El área encargada del "Aseguramiento de la Calidad" debe cargar con la responsabilidad de informar cualquier mensaje que no cumpla con los criterios establecidos.

3.2.8 Interfaz Explorable

Proveer a los usuarios caminos y puntos de referencia bien marcados, una vez hecho, déjenlos que se desplacen libremente.

Imita la seguridad, consistencia y visibilidad y predictibilidad del medio natural. No encierres al usuario en un único camino, pero ofrécele la ruta de menos resistencia. Esto facilita a los nuevos usuarios o a aquellos que quieren completar la tarea rápidamente, sin tener que pensar, pero también hay que dejar otras rutas abiertas a aquellos que quieran explorar y jugar en el entorno propuesto.

A veces es necesario ofrecer caminos más rigurosos y delimitados.

Cuanto antes los usuarios ingresan a la curva de experiencia, más necesitamos guiarlo. Una interfaz para una tarea poco habitual o desconocida, tiene que ser diseñada con mas directivas que una que sea mucho más utilizada. los caminos más rigurosos son "entrenadores".

Ofrece a los usuarios señales estables y fáciles de percibir, para que tenga la sensación de estar en un entorno conocido.

Los elementos visuales estables no sólo ayudan a navegar más rápido, sino que también actúan como un punto de referencia necesario para sentirse seguro. Publicar el logo de la compañía en cada página del sitio, incluir un enlace para salir del sistema en cada página, permitir al usuario desde cualquier lugar volver a la página de inicio, hacen que los usuarios se sientan seguros y protegidos. Paradójicamente, estas señales hacen que los usuarios no vuelvan a la página de inicio, teniendo el conocimiento que pueden hacerlo en cualquier momento.

Haga acciones reversibles.

Las personas exploran queriendo ir más allá de la navegación. A veces quieren saber lo que sucedería si se llevan a cabo algún tipo de acción potencialmente peligrosa. A veces no tienen la intención de averiguarlo, pero lo hacen de todos modos por accidente. Al hacer acciones reversibles, los usuarios pueden explorar con más tranquilidad.

Siempre soportar "Deshacer".

El resultado inevitable de no soportar "deshacer" es que debemos diseñar un grupo de cuadros de diálogo de confirmación que dicen el equivalente de, "¿Estás realmente seguro?" No hace falta decir que esto ralentiza la gente. Si además de no soportar la funcionalidad "deshacer", tampoco ofrecemos el cuadro de diálogo de confirmación, los usuarios serán aún más lentos ya que no sentirán seguridad al utilizar nuestro sitio.

Siempre permita un camino de salida.

Los usuarios nunca deben sentirse atrapados en un laberinto sin salida. Ellos siempre deben tener una clara vía de escape.

Hágalo fácil y atractivo para que permanezcan.

Un flujo claro, visible, permite a las personas entender dónde están y que se pueden mover ya sea hacia atrás o adelante en un proceso animará a la gente a continuar con una tarea.

3.2.9 Ley de Fitts

En ergonomía, la ley de Fitts es un modelo del movimiento humano, que predice el tiempo necesario para moverse rápidamente desde una posición inicial hasta una zona destino final como una función de la distancia hasta el objetivo y el tamaño de éste (Figura 14). La ley de Fitts (ver fórmula 1) se usa para modelar el acto de apuntar, tanto en el mundo real, por ejemplo con una mano o dedo, como en los ordenadores, por ejemplo con un ratón. Fue postulada por Paul Fitts en 1954. (Wikipedia, 2015A)

$$T = a + b \log_2 \left(\frac{D}{W} + 1 \right) \quad (1)$$

Donde:

T es el tiempo necesario para completar el movimiento.

a y **b** son constantes empíricas y pueden ser determinadas aproximando los datos medidos con una línea recta. La constante **b** se mide en tiempo/bits y **a** es una constante que depende del objeto puntero. Un ratón y lápiz óptico tienen diferentes valores.

D es la distancia desde el punto inicial hasta el centro del objetivo.

W es el ancho del objetivo medido sobre el eje que se realizara el movimiento.

A partir de la ecuación, vemos un compromiso velocidad-precisión relacionado con el acto de apuntar, donde los objetivos que son más pequeños o están mas lejos, necesitan más tiempo para ser alcanzados.

El tiempo para alcanzar un objetivo es una función de la distancia a y tamaño del objetivo.

Usar grandes objetos para las funciones importantes y cortas distancias (Botones grandes se alcanzan más rápido). Usar pequeños objetos y grandes distancias para funciones que preferimos que los usuarios no usen. También nos dice las zonas de la pantalla más fácilmente accesibles son las cuatro esquinas, y siguen estando infrutilizadas por la mayoría de diseñadores.



Figura N° 14: Desarrollo gráfico de la Ley de Fitts.

A futuro se podría investigar la relación entre la ley de Fitts y la técnica de rastreo ocular para evaluar en un entorno determinado cuánto tarda una persona desde que comienza a utilizar la aplicación, encuentra lo que busca en la pantalla (hasta este punto lo podemos determinar con el rastreo ocular midiendo los movimientos del ojo y la dilatación de la pupila u otro parámetro que nos indique que se encontró lo que buscaba o percibió un suceso que le llamó la atención) y luego desplaza el dispositivo para llevar a cabo una acción desde un punto sin determinar de la pantalla hasta donde se encuentra el disparador de la acción.

3.2.10 Objetos de Interfaz Humana

Los objetos de interfaz humana, están separados y son distintos de los objetos encontrados en los sistemas orientados a objetos. Estos incluyen carpetas, documentos,

botones, menús, y la papelera de reciclaje. Los objetos de Interfaz Humana, aparecen en el entorno del usuario y pueden o no mapearse con un objeto del sistema. De hecho, muchas GUI de las primeras que aparecieron fueron construidas en un entorno no orientado a objetos.

Los Objetos de Interfaz Humana pueden ser percibidos por la vista, el tacto o el oído .

Los objetos de interfaz humanos que se pueden ver son bastante familiar en las interfaces gráficas de usuario. Los objetos que son percibidos por otro sentido, como la audición o el tacto son menos familiares o no están necesariamente reconocidos por nosotros como objetos. Los tonos de timbre son objetos auditivos, por ejemplo, pero se tienden simplemente a pensar en ellos como tonos de llamada, sin asignar ninguna categoría de nivel superior.

La forma de manipular los Objetos de Interfaz Humana está estandarizada.

Este principio es muy simple casi se explica por si solo, los botones son presionados, las barras de desplazamiento son arrastradas. La idea es no reinventar la rueda a menos que sea absolutamente necesario.

El resultado del comportamiento de los Objetos de Interfaz Humana esta estandarizado.

Introducir un documento en la papelera de reciclaje no lo borra, solamente lo almacena dentro de la papelera. Es necesario seleccionar el botón "vaciar papelera de reciclaje" para que se borre el documento.

Los Objetos de Interfaz Humana deben ser entendibles, consistentes y estables.

Se debe usar un nuevo objeto cuando queremos que un usuario interactúe con el de una forma diferente, o cuando la interacción va a resultar en un comportamiento diferente.

La gente viene con determinadas expectativas acerca de los objetos con los cuales interactuó anteriormente. Es importante no confundir o desnaturalizar tales expectativas. Este tipo de acciones no solamente confunde a los usuarios, sino que también

perjudican el trabajo de futuros desarrolladores introduciendo ruido en la percepción de los estándares de este tipo de objetos.

3.2.11 Reducción de Latencia.

En redes informáticas de datos se denomina latencia a la suma de retardos temporales dentro de una red. Un retardo es producido por la demora en la propagación y transmisión de paquetes dentro de la red. (Wikipedia, 2015B)

Toda vez que sea posible, utilizar la técnica de multi-threading para desviar la latencia hacia aquellos procesos que corren en segundo plano.

La latencia a menudo se puede ocultar de los usuarios a través de técnicas multitarea, permitiéndole continuar con su trabajo mientras que la transmisión y la computación se llevan a cabo en segundo plano. Los navegadores modernos pueden precargar datos, lo que reduce el tiempo muerto cuando el usuario llega al final de una tarea y debe esperar que aparezca la próxima página.

Reducir la latencia en la experiencia de usuario.

El usuario debe reconocer todas las acciones de presionar un botón por medio de una devolución visual o auditiva dentro de los 50 milisegundos de completarse la acción.

Se debe capturar múltiples presiones de un mismo botón o de un mismo objeto.

Mantener informados a los usuarios cuando se enfrentan a retrasos

Los usuarios deben estar informados en todo momento que es lo que está haciendo el sistema, la cantidad y calidad de información debe ser proporcional a la cantidad de tiempo que deben esperar.

Tabla I: Indicaciones según tiempo de retraso esperado.

Retraso esperado	Indicación
De 1/2 a 2 segundos	Un cursor animado tipo reloj u otro indicador de ese estilo.
Mayor a 2 segundos	Mostrar un mensaje de alerta.
Mayor a 5 segundos	Utilizar una barra de estado que comunique el progreso y la cantidad de tiempo que puede demorar.
Mayor a 10 segundos	Mantener a los usuarios informados y entretenidos.
Mayor a 15 segundos	Igual que cuando es mayor a 10 segundos pero agregarle un sonido y una fuerte indicación visual al final para que el usuario sepa que terminó el período de espera

Fuente: Traducción propia de <http://asktog.com/atc/principles-of-interaction-design>

Haz que vaya más rápido.

Elimina de la aplicación cualquier cosa que no esté ayudando. Se implacable.

3.2.12 Facilidad de aprendizaje

En un mundo ideal, los productos no tienen una curva de aprendizaje asociada. Los usuarios pueden utilizarlos por primera vez y lograr un dominio instantáneo sobre ellos. En la práctica sin embargo, todas las aplicaciones y servicios no importa lo simple que parezcan, tienen asociada una curva de aprendizaje.

Limitar el balance.

La facilidad de aprendizaje y la usabilidad no son mutuamente excluyentes. Que la facilidad de aprendizaje automáticamente se transforme en facilidad de uso es un mito.

Como decidimos si la facilidad de uso es más importante que la facilidad de aprendizaje? Lo primero que tenemos que determinar es la frecuencia de uso. Estamos

trabajando en algo que se va a utilizar una sola vez o con poca frecuencia o en algo que va a ser usado habitualmente. De ahí podemos determinar en donde ponemos nuestro esfuerzo, si es de un solo uso la facilidad de aprendizaje, en caso que sea un producto muy utilizado por el mismo usuario la facilidad de uso.

3.2.13 Proteger el trabajo de los usuarios

Asegurarse que los usuarios nunca pierdan su trabajo.

Este principio es casi absoluto. Los usuarios no deben perder sus trabajos como resultado de un error propio, un problema de transmisión de internet, o cualquier otra razón que no sea completamente inevitable.

3.2.14 Legibilidad

El texto que debe ser leído debe tener un alto contraste.

Favorecer el texto escrito en color negro o sobre un fondo blanco o amarillo pálido. Evitar fondos grises.

Usar tamaños de fuente que sean lo suficientemente grandes como para que puedan ser leídos en un monitor estándar.

Debemos determinar qué tipos de monitores son los más comunes en el mercado. Una vez hecho esto, coordinar con los diseñadores gráficos y desarrolladores para asegurarnos que nuestro código se mostrará en los tamaños apropiados dentro de esa gama de pantallas. Esto puede lograrse utilizando técnicas de maquetación con hojas de estilo.

Debemos dar mayor importancia a los datos e información que queremos presentar, que a las instrucciones y etiquetas.

Particularmente, en los campos de los formularios, es deseable que el usuario se encuentre con guías, generalmente en un color gris apagado y de un tamaño más pequeño, sobre que dato debe ingresar dentro de ese campo.

3.2.15 Simplicidad

Balancear la facilidad de instalación con la facilidad de uso.

Como diseñadores, tenemos que esforzarnos para simplificar la vida de los usuarios. Lograrlo a menudo requiere un delicado equilibrio entre nuestro esfuerzo para hacer la instalación de un producto más fácil y hacer uso posterior de ese producto más fácil aún.

Evitar la "ilusión de la simplicidad".

La simplicidad real se logra a través de la simplificación de las cosas y no ocultando la complejidad.

Utilizar la revelación progresiva para aplanar la curva de aprendizaje.

Está bien hacer el entorno de usuario más simple cuando está aprendiendo, ocultando vías o capacidades más avanzadas y revelándolas cuando los usuarios las necesitan y saben cómo manejarlas.

No simplificar mediante la eliminación de capacidades necesarias.

No debemos eliminar contenido que los usuarios necesitan para llevar a cabo las tareas a por las cuales acudieron a nuestra web. Para cumplir con este principio debemos hacer un relevamiento exhaustivo de los procesos que son necesarios para llevar a cabo las tareas que deben realizarse.

3.2.16 Estado

Debido a que muchos de nuestros productos basados en el navegador existen en un entorno sin estado, tenemos la responsabilidad de hacer un seguimiento del estado de los mismos, según sea necesario.

Nuestros sistemas deben "saber":

Si esta es la primera vez que el usuario ha estado en el sistema.

Donde estaba el usuario cuando dejó el sistema en la última sesión.

Que encontró interesante basado en el tiempo que interactuó con el sistema.

Donde ha estado el usuario durante esta sesión.

Donde se encuentra el usuario en este momento y que están haciendo.

La información del estado debe almacenarse en forma encriptada en el servidor cuando cierran la sesión.

Los usuarios deben ser capaces de cerrar la sesión en el trabajo, volver a casa, y retomar exactamente donde lo habían dejado. Siguiendo el principio visto en el punto 3.2.11, "Proteger el trabajo de los Usuarios", lo último sobre lo que se trabajó debe ser conservado en su estado actual.

Dejar en claro que va a almacenar y proteger la información del usuario.

Los datos de estado no son ni buenos ni malos, estos pueden usarse de ambas formas. La política de privacidad debe dejar en claro que información voy a almacenar y porque. Los datos del usuario, incluyendo los datos del estado, deben ser encriptados y protegidos en el servidor.

3.2.17 Navegación Visible

Hacer visible la navegación.

La mayoría de los usuarios no pueden y no van a construir mapas mentales elaborados y pueden perderse o agotarse si esperas que lo hagan. Mientras que podemos tener mil páginas en un sitio, si cada una de ellas tiene la misma cabecera y los mismos menús principales y secundarios la ilusión para el usuario será que está siempre en la misma página más allá que el contenido de un área determinada cambie.

3.3 Principios según Steve Krug

Steve Krug aborda la usabilidad desde un punto de vista más relajado, si bien es menos formal en su forma de escribir, y de pensar, invitan al lector a reflexionar desde otro ángulo en contrapunto con Bruce Tognazzini y con Jakob Nielsen.

3.3.1 Las aplicaciones Web deben explicarse a sí mismas

Tanto como sea humanamente posible, cuando miro una página web esta debería ser evidente. Obvia. Explicarse por sí misma.

3.3.2 No me hagas pensar

Como regla general a la gente no le gusta tener que descifrar como se hacen las cosas. Si a los que construyen una web no les importa hacer las cosas obvias entonces dañará la imagen y confianza en el sitio y en quienes publican cosas en el.

La razón principal de esta regla radica en que el usuario pasará mucho menos tiempo del que nosotros creemos.

3.3.3 No desperdices mi tiempo

Mucho del uso de Internet está motivado por nuestro deseo de ahorrar tiempo, en consecuencia los usuarios tienden a actuar como tiburones, deben moverse constantemente o morirán.

3.3.4 Todavía se clikea el botón “hacia atrás” del navegador

No hay ninguna penalidad por equivocarse. Al usuario le toma menos tiempo probar y volver atrás en caso de error, que escanear completamente la página para luego seleccionar la que sienta más óptima.

El botón “atrás” todavía sigue siendo la característica más utilizada de los navegadores web.

3.3.5 Somos creaturas de hábitos

Si encontramos algo que funciona entonces nos apegamos a ello, no importa si es la forma más correcta. Los usuarios rara vez toman las mejores decisiones, simplemente tomarán la más fácil y rápida.

3.3.6 No hay tiempo para pequeñas charlas

En internet los usuarios quieren llegar rápidamente al punto, las introducciones suelen no ser bien recibidas.

3.3.7 No te olvides de la búsqueda

Muchas personas son “buscadores predominantes” y siempre buscarán un campo de búsqueda al entrar a toda web. Pueden ser las mismas personas que buscan al vendedor más cercano al entrar a una tienda.

3.3.8 Creamos mapas mentales

Cuando volvemos a un sitio web por algo en particular, en lugar de recordar en qué lugar estaba tendemos a recordar por dónde llegamos a él.

3.3.9 Haz simple el camino al Inicio

No importa que tan perdidos estén tus usuarios, siempre deben tener una clara opción para empezar de nuevo.

4 Modelos de Evaluación de Usabilidad

Los modelos, a través de la historia, fueron el punto de partida para explicar en forma racional la existencia de los diferentes objetos naturales, uno de los primeros exponentes fue Tales de Mileto (ca. 624-547 a.C.) fundador de la llamada "escuela Jónica" quien trató de explicar el mundo sin recurrir a los dioses como formadores del mismo.

A continuación y, para entender a que se refieren los diferentes autores se transcribe la definición de modelo científico:

"En ciencias puras y, sobre todo, en ciencias aplicadas, se denomina modelo científico a una representación abstracta, conceptual, gráfica o visual, física, de fenómenos, sistemas o procesos a fin de analizar, describir, explicar, simular (en general, explorar, controlar y predecir esos fenómenos o procesos). Un modelo permite determinar un resultado final a partir de unos datos de entrada. Se considera que la creación de un modelo es una parte esencial de toda actividad científica.

Para hacer un modelo es necesario plantear una serie de hipótesis, de manera que lo que se quiere estudiar esté suficientemente plasmado en la representación, aunque también se busca, normalmente, que sea lo bastante sencillo como para poder ser manipulado y estudiado" (Wikipedia, 2015C).

Un modelo consta de dos partes bien delimitadas la fuente citada anteriormente, también aclara que un modelo se compone de dos partes bien definidas:

1. *"Reglas de representación del input y el output. Las reglas de representación permiten construir partiendo de una realidad física definir un conjunto de datos de entrada o input, a partir de los cuales el modelo proporcionará un output o resultado final, que también será una interpretación del efecto de las condiciones iniciales elegidas sobre la realidad física."*

2. *"Estructura interna que dependerá del tipo de modelo. Esta estructura interna permite definir una correspondencia entre el input y el output. Un modelo es determinista si al mismo input le corresponde el mismo output y no determinista si al mismo input pueden corresponderle diferentes outputs."*

Estos dos componentes tendrán sentido en un determinado ámbito, y con un alcance delimitado y conocido. fuera de este lugar el modelo podría no comportarse como se espera y se deberán hacer las correcciones correspondientes para ajustarse al nuevo paradigma.

Ahora que se estableció la definición de un modelo, pasaremos a analizar otro componente que muchas veces se confunde con un modelo, la metodología.

"Metodología es un vocablo generado a partir de tres palabras de origen griego: metà (“más allá”), odòs (“camino”) y logos (“estudio”). El concepto hace referencia al plan de investigación que permite cumplir ciertos objetivos en el marco de una ciencia." (Definicion.de, 2015)

Entonces cuando nos referimos a modelos, hablamos de la representación de algo con características específicas dentro en un ámbito específico y con determinadas entradas y salidas de información.

Cuando hablamos de metodología nos referimos al camino que debemos seguir para alcanzar un objetivo deseado.

Dicho esto podemos determinar que un modelo puede contener una o más metodologías que muestre cada una, el plan de acción para resolver esa parte que se pretende representar con el modelo. A continuación se enunciarán algunos de los más utilizados en el ámbito de la evaluación de usabilidad y que se utilizarán para desarrollar esta tesis.

4.1 Modelo de Jakob Nielsen

4.1.1 Evaluación Heurística.

Jakob Nielsen fue quien introdujo el término usabilidad al mundo de la web, como así también, fue el primero en proponer una metodología para el desarrollo de aplicaciones basadas en la usabilidad. Se destaca por utilizar para evaluar usabilidad lo que él denomina Evaluación Heurística, esto lo hace aplicando, entre otros, los principios heurísticos que describimos en el apartado 3.1.

La evaluación heurística (Nielsen, y otros, 1990) es un método de ingeniería de usabilidad para encontrar los problemas de usabilidad en un diseño de interfaz de usuario para que puedan ser atendidos como parte de un proceso de diseño iterativo. La evaluación

heurística implica tener un pequeño conjunto de evaluadores examinar la interfaz y juzgar su conformidad con los principios de usabilidad reconocidos.

Un punto importante es determinar la cantidad de evaluadores que realizaran las pruebas, según Nielsen, En principio, una persona puede realizar una evaluación heurística de una interfaz de usuario, pero la experiencia de varios proyectos indica que los resultados son bastante pobres cuando se basa en un solo evaluador.

En un promedio de seis de los proyectos que fueron evaluados por una sola persona, encontraron sólo el 35 por ciento de los problemas de usabilidad en las interfaces. Sin embargo, ya que diferentes evaluadores tienden a encontrar diferentes problemas, es posible lograr sustancialmente mejor rendimiento mediante la agregación a las evaluaciones más evaluadores

Lo interesante es saber cuál es la cantidad de gente que necesito para evaluar un proyecto de envergadura y que sea eficiente en la relación costo - beneficio.

Nielsen y Landauer presentaron un modelo basado en la siguiente fórmula para la cantidad de problemas de usabilidad encontrados en una evaluación heurística:

$$\text{ProblemasEncontrados}(i) = N(1 - (1 - l)^i) \quad (2)$$

- Donde ProblemasEncontrados(i) indica el número de diferentes problemas de usabilidad encontrados mediante reportes de i evaluadores independientes.
- N indica el número total de problemas encontrados en la interfaz.
- l indica la proporción de todos los problemas encontrados por un solo evaluador.

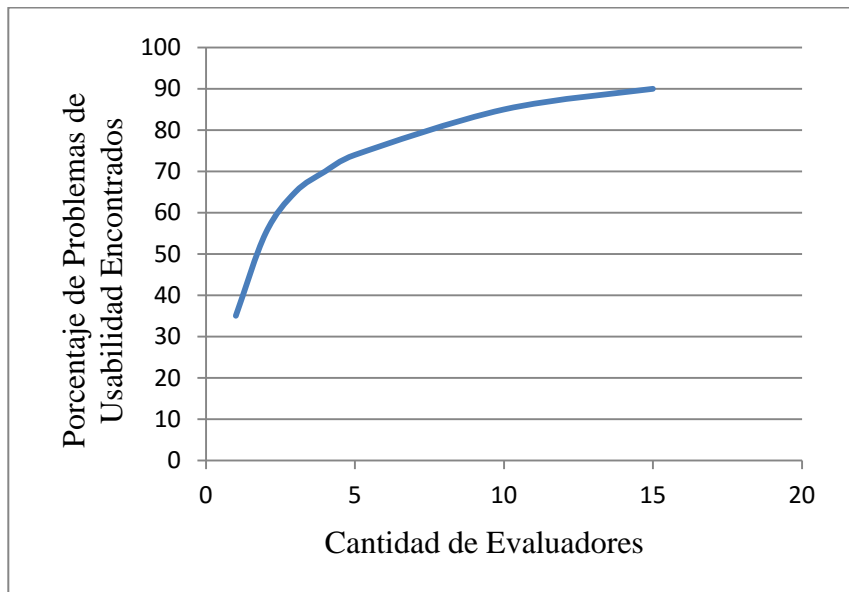


Figura N° 15: Proporción de problemas de usabilidad según la cantidad de evaluadores que intervienen

La figura 15 muestra la proporción de problemas de usabilidad encontrados medida que se agregan más y más evaluadores. La figura muestra claramente que es mejor usar más de un evaluador. Parecería razonable recomendar el uso de unos cinco evaluadores, al menos tres. El número exacto de los evaluadores a utilizar dependerá de un análisis de costo-beneficio. Más evaluadores, obviamente, se deben utilizar en los casos en que la usabilidad es crítica o cuando los beneficios se dan debido al uso extensivo o de misión crítica de un sistema.

Éste modelo es discutido ampliamente en el ámbito de los profesionales de usabilidad, en la tabla 2 podemos ver algunas ventajas y desventajas de utilizarlo.

Autores como Vizi (Virzi, 1992) y Lewis (Lewis, 1994) apoyan la teoría de Nielsen, en lo referente a la cantidad de evaluadores, coincidiendo con el que 4 o 5 son suficientes para descubrir el mayor número de problemas. Por otra parte, Lewis añade que cuando el promedio de problemas descubiertos es bajo, es necesaria una muestra de tamaño superior a 10 usuarios para aumentar la confiabilidad.

Tabla II: Ventajas y desventajas de la Evaluación Heurística

Ventajas	Desventajas
<ul style="list-style-type: none"> • Puede proporcionar información rápida y relativamente barata de diseñadores. • Puede obtener retroalimentación temprana del proceso de diseño. • La asignación de la heurística correcta puede ayudar a sugerir las mejores medidas correctivas a los diseñadores. • Se puede utilizar junto con otras metodologías de pruebas de usabilidad. • Puede llevar a cabo las pruebas de usabilidad para examinar más a fondo los posibles problemas. 	<ul style="list-style-type: none"> • Se requiere conocimiento y experiencia para aplicar la heurística efectiva. • Expertos en usabilidad entrenados a veces son difíciles de encontrar y pueden ser costosos. • Usted debe utilizar varios expertos y agregar sus resultados. • La evaluación puede identificar los temas más leves y menos problemas importantes.

Fuente: Traducción propia de <http://www.usability.gov/how-to-and-tools/methods/heuristic-evaluation.html>.

4.1.2 Revisión de Expertos.

En una revisión de expertos, los usuarios ya conocen y entienden la heurística. Debido a esto, los colaboradores no utilizan un conjunto específico de la heurística. Como resultado, la revisión de expertos tiende a ser menos formal, y no están obligados a asignar una heurística específica para cada problema potencial.

4.2 Desarrollo basado en escenarios

La metodología del desarrollo basado en escenarios (Rosson, y otros, 2001), se centra en el desarrollo de un sistema de software con un ejemplo real que sirve de lineamiento para el seguimiento del método como base metodológica, describiendo cómo interaccionan las personas cuando utilizan sistemas software interactivos y, a su vez, utilizar esta experiencia para hacer de la usabilidad una práctica integrada en el desarrollo de un sistema interactivo.

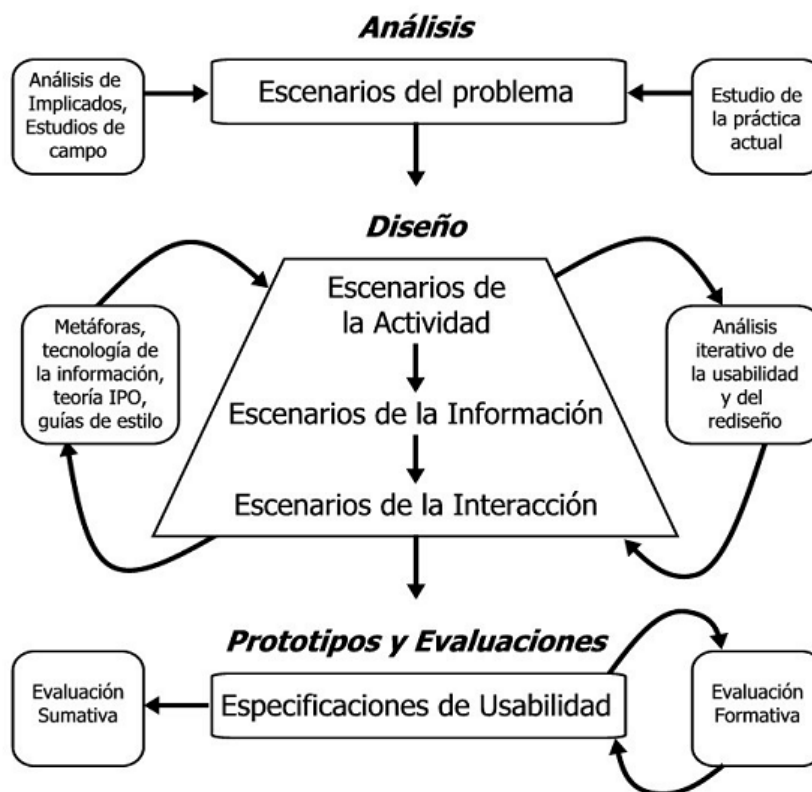


Figura N° 16: Modelo de Desarrollo Basado en Escenarios

El método (ver figura 16), se basa en un modelo en el que no existen reglas inflexibles con el análisis, el prototipado y la resolución de problemas en base a la evaluación y la toma de decisiones razonables como base para maximizar el valor del producto final. La técnica del desarrollo de escenarios es la clave del método, siendo éstos utilizados para la representación de todas las etapas del análisis y del diseño del uso.

Aunque pueda parecerlo, el diagrama no debe entenderse a modo de “cascada”, puesto que en cada paso del proceso los escenarios son analizados y transformados para dar

apoyo a los diferentes objetivos del desarrollo. La idea es que todas las actividades se realicen de una manera iterativa e intercalada.

En la fase de análisis, la sucesiva transformación de los diferentes escenarios que se realizan facilita la reflexión y discusión. En esta fase, escribir una determinada situación de forma descriptiva ayuda a aflorar cuestiones acerca de otras situaciones relativas al escenario descrito.

En este modelo se prioriza el análisis crítico de los escenarios que sucesivamente se van desarrollando y mejorando para inspeccionar todas las características importantes de las situaciones representadas y el impacto de éstas en las experiencias personales de quienes utilizarán dichos sistemas. En el análisis de requisitos estas características corresponden a elementos de la situación actual, y en el momento en el que el escenario pasa de la fase de análisis a la de diseño éste muestra características de la nueva solución propuesta.

Las críticas de los escenarios se relacionan con la noción general de aspectos en el diseño, en el que se analizan tanto el impacto positivo como el negativo del sistema para mejorar su usabilidad.

La fase del diseño está dividida en tres subfases:

1.- Los desarrolladores prevén la nueva situación con escenarios representando la actividad que permiten entrever o imaginar cómo será la situación en el futuro.

2.- El equipo realiza los escenarios de la información, que no son más que los escenarios de la parte anterior con detalles acerca de la información que el sistema proporcionará a los usuarios.

3.- Se desarrollan los escenarios de la interacción, que describen los detalles de las acciones que el sistema ofrece y la realimentación de las personas que las realizan. Cada uno de estos escenarios describe completamente a estas personas, las tareas soportadas por el sistema, la información necesaria para completar cada una de estas tareas, las acciones que las personas realizan para interactuar con la información de la tarea y las respuestas que el sistema les proporciona en cada una de estas acciones o tareas.

Igual que pasaba con el análisis de requisitos, la discusión y la reflexión promovida por los escenarios facilita el diseño final.

La fase de prototipado y evaluación aunque, de nuevo, el esquema expresa un sentido lineal de la acción, debe implementarse durante todo el proceso. En cuanto a los prototipos, se basa únicamente en la producción de escenarios como técnica única y factible para representarlo todo, mientras que en cuanto a la evaluación distingue entre la evaluación formativa que es desarrollada principalmente para guiar el rediseño, y la evaluación sumativa, que sirve como función de verificación del sistema.

4.3 Diseño Centrado en el Usuario

El diseño centrado en el usuario (DCU) no se trata solamente de responder a los requerimientos, sino que incluye definirlos. Principalmente se trata de definir la investigación de diseño que nos permita crear un punto de vista y luego formular una hipótesis sobre lo que se podría construir. El modelo del Diseño Centrado en el Usuario tiene que ser iterativo. Diseñar, hacer pruebas con los usuarios, refinar el producto, volver a probar con los usuarios, refinar el producto nuevamente y repetir el proceso hasta que se hayan conseguido los resultados que el usuario espera obtener (ver figura 17).



Figura N° 17: Esquema del Modelo de Diseño Centrado en el Usuario

El ciclo iterativo del Modelo de Diseño Centrado en el Usuario, permite a los usuarios participar en la etapas de descubrimiento, conceptualización y comprensión de los requerimientos, disminuyendo con su participación el porcentaje de errores en los que pueden incurrir los desarrolladores al momento de implementar el diseño de la usabilidad del producto.

4.3.1 Investigación

El desarrollo de un producto comienza con una visión que debe incluir la visión de los usuarios para ese producto. Una única visión, sin embargo, no es suficiente para comenzar el diseño, cada producto es usado por diferentes usuarios.

Algunos productos tienen muchos tipos diferentes de usuarios. Incluso las nuevas versiones de los productos viejos tienen una población de usuarios que se modifican en el tiempo.

4.3.2 Conceptualización

El punto de falla más común en los procesos de DCU, es la transferencia de la comprensión de los usuarios al diseño de la interfaz de usuario. Incluso en los productos simples hay momentos que se dificulta obtener una clara definición. La clave es definir la interacción primero, sin diseñarlo.

En primer lugar, se procesan y sintetizan los datos de la investigación que se realizó con los usuarios, se generan perfiles de usuario, flujos de trabajo y los requisitos para los tipos de usuario a los que va dirigido el proceso.

En esta etapa utilizamos UML como lenguaje de modelado. La información de la investigación de usuario, ya resumida, alimenta directamente los casos de uso, que definen el uso del producto.

Para definir los casos de uso, los flujos de trabajo se identifican y organizan en una visión general de alto nivel que refleja cómo la información fluye en todo el producto.

A continuación, los flujos de trabajo especificados son capturados con más detalle para crear casos de uso basados en objetivos.

Los casos de uso muestran los pasos para llevar a cabo los objetivos de la tarea y experiencia necesaria para realizar estas interacciones surge de los flujos. Los flujos son los únicos elementos de la "interfaz" que necesitan ser determinados en esta fase; por lo tanto, no se mencionan los cuadros de diálogo, botones, etiquetas, y todos los demás elementos de la interfaz.

4.3.3 Diseño

La tercera fase del DCU es diseñar la interfaz de usuario, ésta evoluciona directamente de definición de interacción. El alcance del producto surge de la investigación del usuario, y los componentes de interfaz de usuario se obtienen de los casos de uso y los flujos.

La principal preocupación con el diseño es no quedar centrado en una única solución temprana en el proceso. Para evitar este tipo de diseño de la trampa, esta fase se divide en dos pasos. Un paso de prototipos de baja fidelidad y una etapa de creación de prototipos de alta fidelidad o refinamiento.

Los prototipos de baja fidelidad permiten la experimentación y evaluación rápida. Los prototipos de alta fidelidad proporcionan diseño y comportamiento exigentes que debe contemplarse para el producto final y que especifica lo que se va a construir.

Las pruebas de usuario iterativas en ambos pasos deben estar diseñadas para ser rápidas e y efectivas, mejorar el diseño, mejorando el diseño al proporcionar información sobre el resultado de las pruebas, evaluaciones iterativas veloces y las pruebas de usabilidad adecuadas.

4.3.4 Desarrollo

Esta etapa se centra en el desarrollo de lo que se ha diseñado y definido en el prototipo de alta fidelidad. Si las etapas anteriores fueron superadas con éxito, en esta etapa se tendría que velar por seguir los lineamientos y la correcta aplicación de los estándares de desarrollo.

4.4 Árbol de Requerimientos

Para llevar a cabo el proceso de evaluación desde el punto de vista del usuario, se ha considerado conveniente definir la estructura de evaluación en un árbol de requisitos.

Los componentes de evaluación del árbol de requisitos son definidos basándose en un modelo jerárquico (ver figura 18), el cual incluye criterios, métricas y atributos de las mismas.

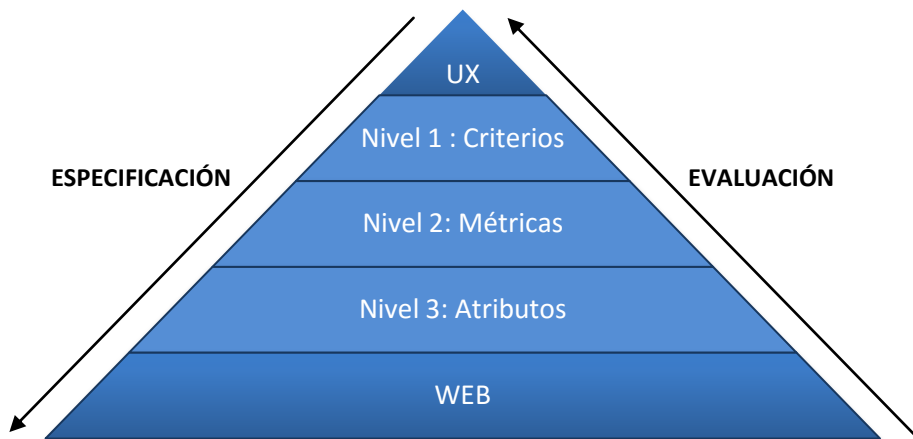


Figura N° 18: Modelo Jerárquico

El principal propósito del árbol de requisitos es lograr descomponer los parámetros de evaluación para facilitar la asignación y cálculo de los valores de los atributos de las métricas de una manera más simple y exacta.

El árbol (ver figura 19) debe estar definido de forma tal que incluya las métricas más relevantes de acuerdo a las necesidades de la población de usuarios.

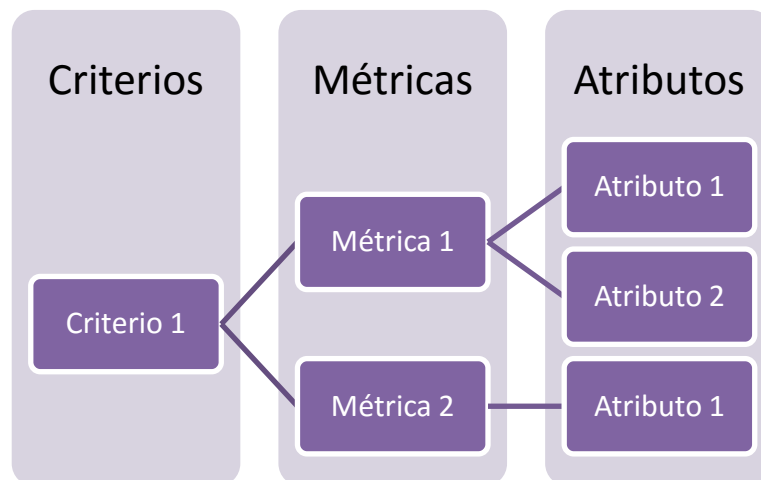


Figura N° 19: Árbol de Requisitos

4.4.1 Nivel 1: Criterios

Los criterios establecen los indicadores para la evaluación de la usabilidad de más alto nivel. La utilización de criterios está referida al uso de un conjunto de identificadores estandarizados, a los que también nos referiremos como características primarias, que permitan examinar de manera crítica un sitio Web, durante sus ciclos de implementación y uso, con el propósito de garantizar la usabilidad del mismo (Pereira, 2002).

Los criterios de evaluación considerados en esta metodología están basados en los estándares e indicadores de evaluación.

4.4.2 Nivel 2: Métricas

Las métricas establecen los indicadores para la evaluación de la usabilidad de nivel medio. "*Métrica es una medida cuantitativa del grado en que un sistema, componente o proceso posee un atributo dado.*" (IEEE, 1990)

Teniendo en cuenta ésta definición, en este contexto la definiremos como una función de dos tipos de argumentos: atributo y la medida con la que se cuantifica.

$$Métrica_i = f(atributo_j, medida_j), i=1, \dots, m ; j=1, \dots, n \quad (3)$$

donde:

$medida_j$: Representa el valor numérico del atributo j con el que se relaciona, cuya magnitud se desea valorar en función de una escala determinada.

4.4.3 Nivel 3: Atributos

Las métricas no son directamente medibles sino que requieren de la definición de atributos que sí lo son. Estos atributos son lo que se ha denominado indicadores de nivel 3.

El atributo debe declararse de manera que puede ser medido de forma cualitativa o preferentemente cuantitativa.

4.5 MPIu+a: Modelo de Proceso de la Ingeniería de la usabilidad y de la accesibilidad

Éste modelo (ver figura 20) tiene como fin relacionar al modelo de desarrollo de sistemas interactivos de la Ingeniería del Software con los principios de la Ingeniería de la Usabilidad y accesibilidad. Esta relación pretende establecer una metodología que guíe a los equipos de desarrollo durante el proceso de implementación de un determinado sistema interactivo. (Saltiveri, 2004)

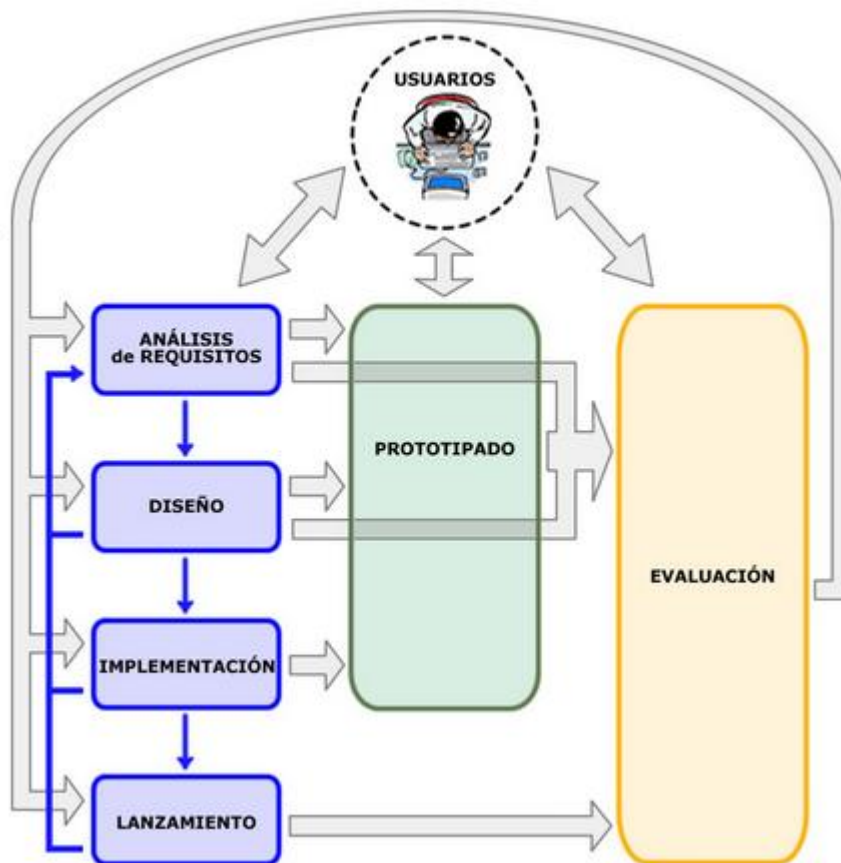


Figura N° 20: Modelo de Proceso de la Ingeniería de la usabilidad y la accesibilidad.

El modelo está compuesto por etapas que nos indican en qué fase de desarrollo estamos trabajando y con qué fase el usuario está interactuando.

El esquema anterior refleja, con una codificación en colores, estos tres conceptos a modo de tres pilares básicos:

- La Ingeniería del Software, en el formato “clásico” de ciclo de vida en cascada iterativo o evolutivo (columna de la izquierda de bordes azules).
- El prototipado (columna central de borde color verde), como metodología que engloba técnicas que permitirán la posterior fase de evaluación.
- La evaluación (columna de la derecha, de borde color amarillo) que engloba y categoriza a los métodos de evaluación existentes

En este tipo de modelos, en general hay dos conceptos muy importantes que deben implantarse de manera sistemática desde el inicio del desarrollo y perdurar hasta la finalización del sistema: El prototipado y la evaluación

Dado que la idea central del modelo es proponerlo desde el punto de vista del Diseño Centrado en el Usuario, es el usuario, directo o indirecto del sistema, quién guía las directrices que tienen que ver con la interacción en cada una de las fases del proceso.

Al estudiar el modelo, distinguimos dos tipos de interacciones, las que se marcan con flechas más finas, que tienen que ver con la interacción propia de la Ingeniería de Software y las más gruesas que tienen que ver con la participación del usuario en el modelo.

Finalmente, no podemos olvidar que tanto los usuarios como los implicados en el sistema forman parte de este conglomerado pluridisciplinar y consecuentemente el modelo es también comprensible para ellos.

	A.R.	Dis.	Impl.	Lanz.	Prot.	Eval.
Etnografía						
Sociología						
Psicología						
Ergonomía						
Diseño Gráfico						
Programación						
Ing. S/W						
Int. Artificial						
Documentación						

Figura N° 21: Participación de los implicados según especialidad en el modelo. Fuente: (Carreras, 2011)

4.6 Sirius: Sistema de evaluación de la usabilidad Web orientado al usuario y basado en la determinación de tareas críticas

Este sistema de evaluación de la usabilidad web comienza utilizando evaluación con componentes heurísticos como el de Jakob Nielsen. Según Este tipo de evaluación es una de las más usadas pero suma una algunas características que marcan diferencia con respecto a otros al obtenerse como resultado un valor porcentual del nivel de usabilidad del sitio evaluado, lo cual permite :

- Cuantificar y comparar la variación de la usabilidad de un sitio en el tiempo.
- Comparar la usabilidad de diferentes portales.
- Evaluar el grado de usabilidad que obtuvo el sitio con los objetivos para los cuales se creó. Los objetivos pueden ser ventas realizadas en esa ventana de tiempo, servicios ofrecidos o usuarios registrados.
- Facilita la detección de elementos con bajo grado de usabilidad en el sitio fijando prioridades.
- La evaluación clasifica los sitios web de acuerdo a su funcionalidad, lo que permite identificar a la audiencia a la cual está dirigido y las tareas críticas que deben realizar. Por otra parte, este detalle, permite hacer comparaciones dentro de los mismos tipos de sitios y facilita el diseño de pruebas.
- Establece un conjunto de valores de importancia de incumplimiento de un criterio asociado a estos en función de los tipos de sitio alcanzados por el sistema de evaluación.
- Provee una métrica que permite medir el grado de usabilidad alcanzado en porcentaje. Para lograr esto utiliza una fórmula basada en dos componentes :

Factor de severidad: es el valor de ajuste que permite obtener los diferentes niveles de usabilidad en dependencia de la relevancia aplicada a los criterios y en función del tipo de sitio Web en evaluación.

Cálculo del factor de corrección: se obtiene de dividir cada valor de relevancia de un criterio entre la suma de todos los valores de relevancia de los criterios evaluados.

La fórmula propuesta es:

$$fci = \frac{rci}{\sum_{j=1}^{nce} rcj} \tag{4}$$

donde :

nce: número de criterios evaluados.

rc_i es un valor de relevancia que corresponde a un criterio.

rc_j es un valor de relevancia que corresponde a la suma de los valores de relevancia de todos los criterios.

El porcentaje de usabilidad está dado por:

$$PU = \frac{\sum_{i=1}^{nce} (fci * vci)}{\sum_{i=1}^{nce} (fci * 10)} * 100 \tag{5}$$

vc_i: valor de evaluación de un criterio.

fc_i: factor de corrección aplicado al criterio evaluado. Se calcula:

nce: número de criterios evaluados

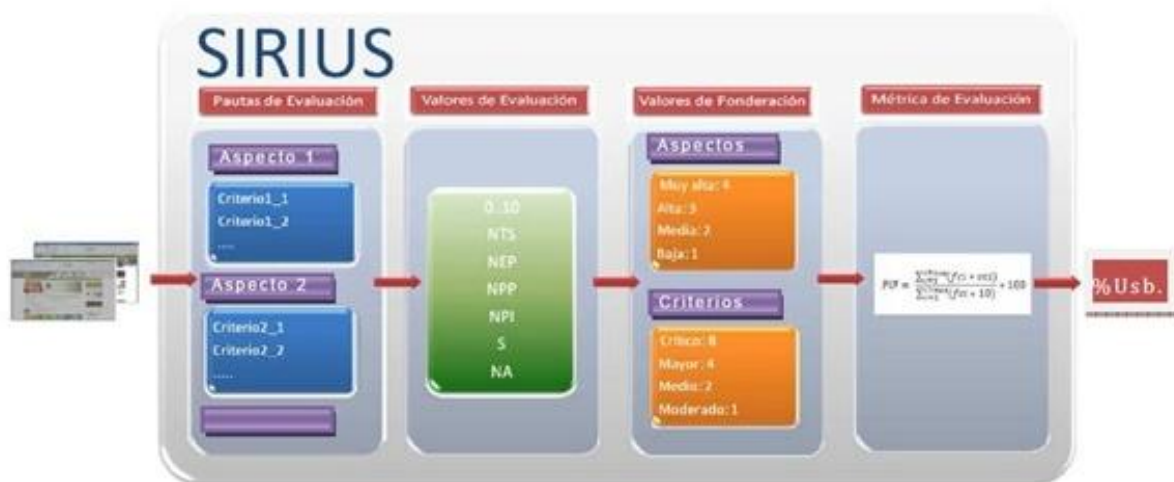


Figura N° 22: Modelo Sirius, Fuente: (Carreras, 2011)

5 Evaluación de sitios web Gubernamentales

5.1 Presentación del Problema

Las administraciones gubernamentales, comenzaron a modernizarse utilizando las TIC's para descentralizar procesos de negocio, tanto los internos como los trámites que tienen que realizar los ciudadanos a través de la web.

Muchas veces, la necesidad de implementar rápidamente estas nuevas tecnologías, hace que se publiquen versiones de sistemas en forma apresurada y, en muchos casos, sin poder realizar las evaluaciones correspondientes de la calidad del software.

Menos aún completar las pruebas de usabilidad necesarias para que el usuario que interactúa con las aplicaciones de la administración pública se sienta cómodo utilizándolas y no abandone la página web al frustrarse por no conseguir el objetivo para el cual ingresó al sitio.

Esto da como resultado aplicaciones webs que no son usables y, entre otros problemas, hacen perder tiempo tanto a los vecinos como a los usuarios que son parte de esa administración, generan frustración y hacen que el estado pierda credibilidad y dinero.

El escenario planeado anteriormente genera diferentes tipos de costos a la administración pública y al usuario, tanto interno como externo, voy a ejemplificar algunos casos para que el lector comprenda la magnitud del problema:

- a) El usuario no puede completar el objetivo por el cual ingresó al sitio y decide ir a una dependencia a realizar el trámite, generando esto un costo asociado en infraestructura.
- b) El usuario quedó varado a la mitad de un trámite y no solo no lo puede terminar en línea, sino que tampoco puede continuarlo en forma personal con lo cual tendrá que recurrir a los centros de ayuda online, telefónica y/o dirigirse a una dependencia, a la cual desconoce completamente, a que le "destraben" el trámite para poder terminar la tarea.
- c) La aplicación demora en completar las tareas, si el problema es con el vecino se puede dar el punto a) generando esto costos en procesamiento, ocupación de ancho de banda, etc.; si el problema es con el personal propio de la administración genera un alto costo, ya que si consideramos como ejemplo al

Gobierno de la Ciudad de Buenos Aires (GCBA), que posee alrededor de 140.000 empleados, supongamos una aplicación que sea operada por el 1% de ellos y tarda un minuto por encima de la media en resolver la tarea solicitada, entonces en un solo minuto el gobierno pierde casi 24 horas (23,33) de trabajo efectivo.

Teniendo en cuenta estos casos, que solamente son una parte de los problemas que podemos encontrar, y que estos problemas en algunos casos pueden impactar en la calidad de vida de los usuarios, se planteará un modelo y la metodología de implementación para poder detectar con mayor rapidez los problemas de usabilidad.

5.2 Propuesta de resolución

Para resolver los problemas expuestos anteriormente se evaluarán las ventajas de los modelos expuestos en el punto 4 y se definirá que metodología estableceremos como modelo para medir un sitio web orientado a la administración pública o gubernamental.

Tabla III: Ventajas de los Modelos

Modelo	Ventajas
ISO/ IEC 9241	<ul style="list-style-type: none"> • Definiciones de conceptos homogéneas. • Se identifican aspectos de usabilidad y componentes del contexto de uso que deben tenerse en cuenta en las fases de especificación de requisitos, diseño y evaluación de usabilidad. • El rendimiento y la satisfacción del usuario proporcionan medidas directas de usabilidad en un contexto específico. • Las medidas obtenidas proporcionan una base para comparar la usabilidad de varios diseños en un mismo contexto.
ISO/ IEC 9126	<ul style="list-style-type: none"> • Existe un marco claramente definido y acordado en el modelo, que aclara la definición de usabilidad, y propone métricas para proporcionar evidencia objetiva de los logros. • Se puede utilizar como una referencia para los acuerdos contractuales entre un comprador y un proveedor de software, pudiendo ser utilizados además, para eliminar una serie de malentendidos entre el

	<p>comprador y el proveedor.</p> <ul style="list-style-type: none"> Se propone un proceso de evaluación que puede ser adaptado a compradores, desarrolladores y evaluadores externos.
ISO/ IEC 25000 SQuaRe	<ul style="list-style-type: none"> Mejor coordinación de la guía en la medición y evaluación de la calidad de los productos de software. Mejor orientación para la especificación de requisitos de calidad de los productos de software. Mejor distinción entre las partes beneficiarias del producto software (usuario final, organización y equipo de mantenimiento) del sistema y sus necesidades. Mejor integración de las definiciones de usabilidad gracias a las vistas de los modelos.
Evaluación Heurística	<ul style="list-style-type: none"> Puede proporcionar información rápida y relativamente barata de diseñadores. Puede obtener retroalimentación temprana del proceso de diseño. La asignación de la heurística correcta puede ayudar a sugerir las mejores medidas correctivas a los diseñadores. Se puede utilizar junto con otras metodologías de pruebas de usabilidad. Puede llevar a cabo las pruebas de usabilidad para examinar más a fondo los posibles problemas.
Modelo de evaluación basado en escenarios (Carroll, 2000)	<ul style="list-style-type: none"> Las descripciones de las personas utilizando tecnología y representadas en forma de escenarios son esenciales a la hora de discutir y analizar cómo la tecnología remodela (o puede remodelar) las actividades de los usuarios. Las descripciones de los escenarios pueden ser creadas antes que el sistema sea construido y permiten, por tanto, “sentir” el impacto resultante.
Diseño Centrado en el Usuario (Ramos, y otros, 2007)	<ul style="list-style-type: none"> Reducción de los costos de producción de tiempo de desarrollo. Incremento de la productividad de los usuarios y de la eficiencia operativa de la organización. Mejora de la calidad del producto y su atractivo para los usuarios aumentando la ventaja competitiva. Aumento de la satisfacción del usuario.
Árbol de requisitos	<ul style="list-style-type: none"> Al permitir agrupar las métricas en categorías este modelo permite establecer una jerarquía de

	ordenamiento y, de esta forma, organizar las métricas de acuerdo a su contextualización .
MPIu+a	<ul style="list-style-type: none"> • El usuario participa como eje central en todas las etapas del modelo. • Está dividido en tres sectores fácilmente identificables que interaccionan entre sí. • No tiene ni un sentido lineal ni restrictivo, sino que fomenta la libre aplicación del mismo.
SIRIUS	<ul style="list-style-type: none"> • Trabaja con un conjunto de heurísticas con lo cual hereda sus ventajas. • Extiende el funcionamiento de las heurísticas proporcionando un grado de correspondencia con el contexto. • Permite cuantificar la usabilidad ya que su salida es un porcentaje. • Permite identificar a la audiencia a la cual está dirigido y las tareas críticas que deben realizar. • Es un método ágil para evaluar usabilidad ya que no necesita para ello la intervención del usuario.

Del resultado de comparar las ventajas de cada uno de los modelos, se establecerá como punto de partida el modelo planteado por María del Carmen Suárez Torrente en su Tesis Doctoral "Sirius: Sistema de Evaluación de la Usabilidad Web Orientado al Usuario y basado en la Determinación de Tareas Críticas.

5.3 El modelo propuesto

Este sistema permite utilizar las heurísticas más importantes que se encuentran disponibles en el ámbito como las descritas en el apartado 3, y seleccionar las más adecuadas para el contexto de uso (Ver Apéndice A), a través de las funciones explicadas en el apartado 4.6 del sistema SIRIUS determinaremos el porcentaje de usabilidad del sitio.

Por otra parte, de acuerdo al trabajo de investigación realizado, podemos determinar que las heurísticas tienen atributos asociados que pueden o no verse simple vista.

Atributo de la métrica: El valor con que se puede evaluar la métrica, en el caso de SIRIUS los valores en general van de 1 a 10, o un valor textual que se traduce en esa escala de la siguiente forma:

- NA: criterio no aplicable en el sitio (valor de 0)
- S: se cumple el criterio (valor de 10)
- NPI: no se cumple en alguna página interior (valor de 7.5)
- NPP: no se cumple en la página principal (valor de 5)
- NEP: no se cumple en los enlaces principales (valor de 2.5)
- NTS: no se cumple en todo el sitio (valor de 0)

Si nos fijamos en los valores NA y NTS, en la práctica ambos casos tienen valor 0 la diferencia es que NA no se tiene en cuenta para calcular el promedio.

Importancia con respecto del contexto: SIRIUS ya tiene definidos determinados contextos para determinados sitios web que son:

- Moderada(MO): Se trata de un problema que ocurre de manera intermitente y puede ser fácilmente superado. aunque es irritante para el usuario. Generalmente responde a problemas estéticos.
- Media(ME): En la mayoría de casos, el usuario podrá completar la tarea, realizando un moderado esfuerzo para evitar el problema. Quizás necesiten investigar algunos enlaces para completar la tarea. Cuando el usuario vuelva a navegar el sitio es probable que recuerde como realizar la tarea.
- Mayor(MA): Es probable que, con mucha dificultad, el usuario complete la tarea. En este nivel seguramente necesitará algún tipo de guía para completar la tarea.
- Crítica(CR): Se trata de un problema realmente importante, el usuario no completará la tarea y es probable que tampoco siga utilizando el sitio.

En este punto entran en juego tres atributos mas, dos son los que el que propone el U.S. Department of Health & Human Services ((HHS), U.S. Department of Health and Human Services, 2006):

Relative Importance (Importancia Relativa): Se obtiene a través del conocimiento adquirido de 16 personas reclutadas en donde 8 son expertos en usabilidad y 8 son diseñadores de sitios WEB, cada revisor evaluó cada directriz y asigna una clasificación basada en la pregunta, ¿Qué tan importante es esta guía para el éxito de un sitio web?, en base a las respuestas en una escala de 1 a 5 fueron eliminándose aquellas que no llegaban a 1 y determinaron que serían 287.

Strength of Evidence (Fuerza de la Evidencia): Para esto 8 colaboradores, profesionales e investigadores en el ámbito de la usabilidad web, con grado de doctor y revisores con experiencia en el diseño experimental. Construyeron un conjunto de criterios para juzgar la fuerza de la evidencia para cada directriz. Esta escala también se determinó de 1 a 5 puntos, siendo 1 la más débil y 5 la más fuerte.

El criterio utilizado para determinar la Fuerza de la Evidencia no es algo sencillo, se sometieron a investigación más de 500 heurísticas y desestimaron más de 200 para llegar a la colección que presentan a la fecha, en la tabla IV se muestra la metodología que respalda al indicador.

Tabla IV Requerimientos para determinar la Fuerza de la Evidencia.

Fuerza de la Evidencia	Requerimientos
<p>Nivel 5: Strong Research Support (Apoyado por una Fuerte Investigación)</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Suficientes elementos de prueba acumulados y convincentes, basada en la investigación. • Al menos un estudio formal y riguroso de valides contextual. • No existen conflictos conocidos en base a la investigación realizada • Los expertos están de acuerdo con los resultados de la investigación.

Fuerza de la Evidencia	Requerimientos
<p>Nivel 4: Moderate Research Support (Apoyado por una Investigación Moderada)</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Existe evidencia acumulada basada en la investigación. • Puede o no haber conflicto en las conclusiones basadas en la investigación • La opinión del experto tiende a estar de acuerdo con la investigación, pero es a través de un consenso.
<p>Nivel 3: Weak Research Support (Apoyado por una Investigación Débil)</p>	<ul style="list-style-type: none"> • La evidencia basada en la investigación es limitada. • Pueden existir conflictos de hallazgos basados en la investigación y/o existe un acuerdo mixto de opiniones de los expertos.
<p>Nivel 2: Strong Expert Opinion Support (Apoyado por una Fuerte opinión del experto)</p>	<ul style="list-style-type: none"> • No existe evidencia basada en la investigación • Los expertos tienden a estar de acuerdo, aunque puede que no haya un consenso. • Apoyada por múltiples opiniones de expertos en libros, guías de estilo, etc. • Aceptado generalmente como buenas prácticas.
<p>Nivel 1: Weak Expert Opinion Support (Apoyado por una Débil opinión del experto)</p>	<ul style="list-style-type: none"> • No está basada en la investigación. • La opinión de los expertos es contradictoria o limitada.

Al estudiar los diferentes modelos de evaluación descubrí que existe un 5 atributo, que surge de la conjunción de los dos sistemas de evaluación. Al ver que uno de ellos agrupaba directivas por **tipo de sitio web** y el otro le daba **importancia** relativa y fuerza de evidencia, la idea es ponerle un peso determinado a la heurística en donde el realizador de la evaluación pueda determinar si realmente en el tipo de sitio para el que la heurística esta propuesta por SIRIUS, le corresponde la importancia relativa que propone el HHS. Este atributo se podría entender como **Importancia Absoluta**, ya que para ese contexto determinado podría tener un grado de importancia diferente a un sitio Web del mismo tipo pero desarrollado bajo otro paradigma.

Para determinar el valor del índice de Importancia Absoluta primero debemos normalizar los valores de todos los indicadores con lo cual valorizamos la importancia con respecto al contexto, de acuerdo a la Tabla V.

Tabla V: Importancia según Contexto

Importancia	Valor (entre 0 y 1)
Crítica (CR)	1
Mayor (MA)	0.75
Media (ME)	0.50
Moderada (MO)	0.25

Una vez asignado el factor de cada uno de los valores textuales, lo multiplicamos por el valor que le asigna la Importancia Relativa, de esta forma podemos obtener un valor más cercano de la importancia de la heurística que vamos a utilizar en un contexto determinado a partir de la opinión de un grupo de expertos reconocidos (Importancia Relativa), relacionado con la opinión del equipo de profesionales que tiene el conocimiento de la severidad de la heurística para ese sitio en particular (Importancia con respecto del contexto).

$$IA_i = IR_i \times IrC_i \tag{6}$$

donde:

- IR = Importancia Relativa determinada por expertos.
- IrC = Importancia Respecto del Contexto determinada por diseñadores y usuarios finales expertos en el contexto.

Tabla VI: Ejemplo de Heurísticas de SIRIUS relacionadas con las Heurísticas de HHS

RELEVANCIA DEL INCUMPLIMIENTO DE LOS CRITERIOS DE "LAYOUT"						
	Tipo de Sitio					
Criterio	Administración Pública / Institucional	Importancia Contexto	Referencia Indicador HHS	Importancia Relativa HHS	Importancia Absoluta	Fuerza de la heurística
LA.1: Se aprovechan las zonas de alta jerarquía informativa de la página para contenidos de mayor relevancia	MA	0,75	6:5	4	3	3
LA.2: Se ha evitado la sobrecarga informativa	ME	0,5	6:6	4	2	3
LA.3: Es una interfaz limpia, sin ruido visual	MA	0,75	14:1	4	3	5
LA.4: Existen zonas en blanco entre los objetos informativos de la página para poder descansar la vista	MA	0,75	6:11	3	2,25	4
LA.5: Uso correcto del espacio visual de la página	ME	0,5	6:7	4	2	5
LA.6: Se utiliza correctamente la jerarquía visual para expresar las relaciones del tipo "parte de" entre los elementos de la página	MA	0,75	16:1	5	3,75	4
LA.7: Se ha controlado la longitud de página	ME	0,5	6:10	3	1,5	3
LA.8: La versión impresa de la página es correcta	MA	0,75	2:15	3	2,25	2

5.4 Implementación del Modelo

De acuerdo a lo planteado por Jakob Nielsen, en el apartado 4.1.1 de éste trabajo, convoqué a 5 voluntarios que cumplieron el rol de evaluadores, con el objeto de cubrir el mayor grado de incidencias posibles con respecto a las heurísticas mencionadas.

Se tuvieron en cuenta en un principio aquellas que según mi criterio son las más relevantes para aplicarlas a una web de índole gubernamental.

A continuación, separé a los usuarios en dos grupos ya que dos de ellos tienen nociones sobre usabilidad y tres son neófitos en el tema.

A cada participante se le facilitaron las heurísticas a evaluar, con su correspondiente explicación y se agregaron otras que luego de discutirlo coincidimos que también eran importantes.

Luego les explique cómo estaba desarrollado el modelo a implementar de forma tal que pudieran utilizarlo en la adecuadamente.

Una vez completada la capacitación, acordamos las secciones más visitadas a evaluar, de acuerdo a las estadísticas brindadas por la Gerencia Operativa de Creatividad y Usabilidad dependiente de la Agencia de Sistemas de Información del Gobierno de la Ciudad Autónoma de Buenos Aires.

Nos reunimos en la Dirección General de Licencias, quienes nos facilitaron un área de trabajo para realizar la evaluación del sitio.

Seleccionamos las heurísticas, le aplicamos los valores y sus correspondientes modificadores de ponderación planteados por SIRIUS hasta obtener en cada área de estudio la métrica asociada que deriva en el porcentaje de usabilidad.

Una vez realizado este paso volcamos los datos a una planilla de cálculo y realice los gráficos que nos muestran en un pantallazo usabilidad calculada del sitio web.

En el próximo apartado volcamos los datos de la evaluación.

6 Aplicación del Modelo SIRIUS al Sitio WEB del Gobierno de la Ciudad de Buenos Aires

Tabla VII: Criterios de heurístico "Aspectos Generales"

Usabilidad del Criterio 72%

Código	Criterio	Valor	Relevancia	Valor interno(vc)	Valor interno (rc)	Factor corrección (fc)
AG1	Objetivos del sitio web concretos y bien definidos	10	MA	10	4	0,0129870130
AG2	Contenidos y servicios ofrecidos precisos y completos	8	CR	8	8	0,0259740260
AG3	Estructura general del sitio web orientada al usuario	7	MA	7	4	0,0129870130
AG4	Look & Feel general se corresponde con los objetivos, características, contenidos y servicios del sitio web	9	MA	9	4	0,0129870130
AG5	Diseño general del sitio web reconocible	10	MA	10	4	0,0129870130
AG6	Diseño general del sitio web coherente	8	CR	8	8	0,0259740260
AG7	Se utiliza el idioma del usuario	S	MA	10	4	0,0129870130
AG8	Se da soporte a otro/s idioma/s	NTS	MA	0	4	0,0129870130
AG9	Traducción del sitio completa y correcta	NTS	MA	0	4	0,0129870130
AG10	Sitio web actualizado periódicamente	S	MA	10	4	0,0129870130

Tabla VIII: Criterios del Heurístico "Identidad e Información"

Usabilidad del Criterio 92.86%

Código	Criterio	Valor	Relevancia	Valor interno(vc)	Valor interno de (rc)	Factor de corrección (fc)
II.1	Identidad o logotipo significativo, identificable y suficientemente visible	10	MA	10	4	0,0129870130
II.2	Identidad del sitio en todas las páginas	S	MA	10	4	0,0129870130
II.3	Eslogan o tagline adecuado al objetivo del sitio	10	ME	10	2	0,0064935065
II.4	Se ofrece información sobre el sitio web, empresa	S	MA	10	4	0,0129870130
II.5	Existen mecanismos de contacto	S	MA	10	4	0,0129870130
II.6	Se ofrece información sobre la protección de datos de carácter personal o los derechos de autor de los contenidos del sitio web	S	MA	10	4	0,0129870130
II.7	Se ofrece información sobre el autor, fuentes y fechas de creación y revisión en artículos, noticias, informes	NPP	ME	5	2	0,0064935065

Tabla IX: Criterios del Heurístico "Estructura y Navegación"

Usabilidad del Criterio 87.50%

Código	Criterio	Valor	Relevancia	Valor interno(vc)	Valor interno de (rc)	Factor de corrección (fc)
EN.1	Se ha evitado pantalla de bienvenida	S	MO	10	1	0,0032467532
EN.2	Estructura de organización y navegación adecuada	8	MA	8	4	0,0129870130
EN.3	Organización de elementos consistente con las convenciones	8	MA	8	4	0,0129870130
EN.4	Control del número de elementos y de términos por elemento en los menús de navegación	9	MA	9	4	0,0129870130
EN.5	Equilibrio entre profundidad y anchura en el caso de estructura jerárquica	S	MA	10	4	0,0129870130
EN.6	Enlaces fácilmente reconocibles como tales	S	MA	10	4	0,0129870130
EN.7	La caracterización de los enlaces indica su estado (visitados, activos)	S	MA	10	4	0,0129870130
EN.8	No hay redundancia de enlaces	S	MA	10	4	0,0129870130
EN.9	No hay enlaces rotos	NPI	CR	7,5	8	0,0259740260
EN.10	No hay enlaces que lleven a la misma página que se está visualizando	S	MO	10	1	0,0032467532
EN.11	En las imágenes de enlace se indica el contenido al que se va a acceder	S	ME	10	2	0,0064935065
EN.12	Enlace para volver al inicio en cada página	S	ME	10	2	0,0064935065
EN.13	Existen elementos de navegación que orienten al usuario acerca de dónde está y cómo deshacer su navegación (ej: migas)	S	CR	10	8	0,0259740260
EN.14	Existe mapa del sitio para acceder directamente a los contenidos sin navegar	NTS	MA	0	4	0,0129870130

Tabla X: Criterios del Heurístico "Rotulado"

Usabilidad del Criterio 91.67%

Código	Criterio	Valor	Relevancia	Valor interno(vc)	Valor interno (rc)	Factor de corrección (fc)
RO.1	Rótulos significativos	S	MA	10	4	0,0129870130
RO.2	Sistema de rotulado controlado y preciso	S	ME	10	2	0,0064935065
RO.3	Título de las páginas, correcto y planificado	S	MA	10	4	0,0129870130
RO.4	URL página principal correcta, clara y fácil de recordar	10	ME	10	2	0,0064935065
RO.5	URLs de páginas internas claras	NPI	ME	7,5	2	0,0064935065
RO.6	URLs de páginas internas permanentes	NPI	ME	7,5	2	0,0064935065

Tabla XI: Criterio del Heurístico "Layout de Página"

Usabilidad del Criterio 72.50%

Código	Criterio	Valor	Relevancia	Valor interno(vc)	Valor interno (rc)	Factor de corrección (fc)
LA.1	Se aprovechan las zonas de alta jerarquía informativa de la página para contenidos de mayor relevancia	NPI	MA	7,5	4	0,0129870130
LA.2	Se ha evitado la sobrecarga informativa	NPI	ME	7,5	2	0,0064935065
LA.3	Es una interfaz limpia, sin ruido visual	NPI	MA	7,5	4	0,0129870130
LA.4	Existen zonas en blanco entre los objetos informativos de la página para poder descansar la vista	NPI	MA	7,5	4	0,0129870130
LA.5	Uso correcto del espacio visual de la página	8	ME	8	2	0,0064935065
LA.6	Se utiliza correctamente la jerarquía visual para expresar las relaciones del tipo "parte de" entre los elementos de la página	7	MA	7	4	0,0129870130
LA.7	Se ha controlado la longitud de página	NPI	ME	7,5	2	0,0064935065
LA.8	La versión impresa de la página es correcta	NTS	MA	0	4	0,0129870130
LA.9	El texto de la página se lee sin dificultad	S	CR	10	8	0,0259740260
LA.10	Se ha evitado el texto parpadeante / deslizante	S	MA	10	4	0,0129870130

Tabla XII: Criterio del Heurístico "Entendibilidad y Facilidad en la Interacción"

Usabilidad del Criterio 64.29%

Código	Criterio	Valor	Relevancia	Valor interno(vc)	Valor interno (rc)	Factor de corrección (fc)
EF.1	Se emplea un lenguaje claro y conciso	NPI	CR	7,5	8	0,0259740260
EF.2	Lenguaje amigable, familiar y cercano	S	ME	10	2	0,0064935065
EF.3	Cada párrafo expresa una idea	NPI	ME	7,5	2	0,0064935065
EF.4	Uso consistente de los controles de la interfaz	NPI	MA	7,5	4	0,0129870130
EF.5	Metáforas visuales reconocibles y comprensibles por cualquier usuario (ej.: iconos)	S	MA	10	4	0,0129870130
EF.6	Si se usan menús desplegados, orden coherente o alfabético	NTS	MA	0	4	0,0129870130
EF.7	Si el usuario tiene que rellenar un campo, las opciones disponibles se pueden seleccionar en vez de tener que escribirlas	NEP	MA	2,5	4	0,0129870130

Tabla XIII: Criterios del Heurístico "Control y Retroalimentación"

Usabilidad del Criterio 87.50%

Código	Criterio	Valor	Relevancia	Valor interno(vc)	Valor interno (rc)	Factor de corrección (fc)
CR.1	El usuario tiene todo el control sobre la interfaz	S	ME	10	2	0,0064935065
CR.2	Se informa al usuario acerca de lo que está pasando	NPI	ME	7,5	2	0,0064935065
CR.3	Se informa al usuario de lo que ha pasado	NPI	MA	7,5	4	0,0129870130
CR.4	Existen sistemas de validación antes de que el usuario envíe información para tratar de evitar errores	S	CR	10	8	0,0259740260
CR.5	Cuando se produce un error, se informa de forma clara y no alarmista al usuario de lo ocurrido y de cómo solucionar el problema	NPI	MA	7,5	4	0,0129870130
CR.6	Se ha controlado el tiempo de respuesta	NPI	MA	7,5	4	0,0129870130
CR.7	Se ha evitado que las ventanas del sitio anulen o se superpongan a la del navegador	S	MA	10	4	0,0129870130
CR.8	Se ha evitado la proliferación de ventanas en la pantalla del usuario	S	MA	10	4	0,0129870130
CR.9	Se ha evitado la descarga por parte del usuario de plugins adicionales	S	MA	10	4	0,0129870130
CR.10	Si existen tareas de varios pasos, se indica al usuario en cual está y cuantos faltan para completar la tarea	NPI	MA	7,5	4	0,0129870130

Tabla XIV: Criterios del Heurístico "Elementos Multimedia"

Usabilidad del Criterio 87.50%

Código	Criterio	Valor	Relevancia	Valor interno(vc)	Valor interno de (rc)	Factor de corrección (fc)
EM.1	Fotografías bien recortadas	NPI	ME	7,5	2	0,0064935065
EM.2	Fotografías comprensibles	NPI	ME	7,5	2	0,0064935065
EM.3	Fotografías con correcta resolución	S	MO	10	1	0,0032467532
EM.4	El uso de imágenes o animaciones proporciona algún tipo de valor añadido	NPI	ME	7,5	2	0,0064935065
EM.5	Se ha evitado el uso de animaciones cíclicas	S	MA	10	4	0,0129870130
EM.6	El uso de sonido proporciona algún tipo de valor añadido	S	MO	10	1	0,0032467532

Tabla XV: Criterios del Heurístico "Búsqueda"

Usabilidad del Criterio 61.25%

Código	Criterio	Valor	Relevancia	Valor interno(vc)	Valor interno (rc)	Factor de corrección (fc)
BU.1	La búsqueda, si es necesaria, se encuentra accesible desde todas las páginas del sitio	S	CR	10	8	0,0259740260
BU.2	Es fácilmente reconocible como tal	10	MA	10	4	0,0129870130
BU.3	Se encuentra fácilmente accesible	8	MA	8	4	0,0129870130
BU.4	La caja de texto es lo suficientemente ancha	7	MA	7	4	0,0129870130
BU.5	Sistema de búsqueda simple y claro	7	CR	7	8	0,0259740260
BU.6	Permite la búsqueda avanzada	0	MA	0	4	0,0129870130
BU.7	Muestra los resultados de la búsqueda de forma comprensible para el usuario	7	MA	7	4	0,0129870130
BU.8	Asiste al usuario en caso de no poder ofrecer resultados para una consultada dada	0	ME	0	2	0,0064935065

Tabla XVI: Criterios del Heurístico "Ayuda"

Usabilidad del Criterio 70 %

Código	Criterio	Valor	Relevancia	Valor interno(vc)	Valor interno (rc)	Factor de corrección (fc)
AY.1	El enlace a la sección de Ayuda está colocado en una zona visible y estándar	NPI	MA	7,5	4	0,0129870130
AY.2	Fácil acceso y retorno al/del sistema de ayuda	6	ME	6	2	0,0064935065
AY.3	Se ofrece ayuda contextual en tareas complejas	NPI	MA	7,5	4	0,0129870130
AY.4	FAQs (si las hay) correcta la elección como la redacción de las preguntas	NA		0		
AY.5	FAQs (si las hay) correcta la redacción de las respuestas	NA		0		

Tabla XVII: Resumen del estudio del sitio WEB del Gobierno de la Ciudad de Buenos Aires

Criterios	Heurísticas evaluadas	Preguntas Respondidas	Usabilidad
Aspectos Generales	10	10	72%
Identidad e Información	7	7	92,86%
Estructura y Navegación	14	14	87,50%
Rotulado	6	6	91,66%
Layout de Página	10	10	72,50%
Entendibilidad y Facilidad en la Interacción	7	7	64,29%
Control y Retroalimentación	10	10	87,50%
Elementos Multimedia	6	6	87,50%
Búsqueda	8	8	61,25%
Ayuda	5	3	70%
Usabilidad Total			79%

Heurísticas Evaluadas

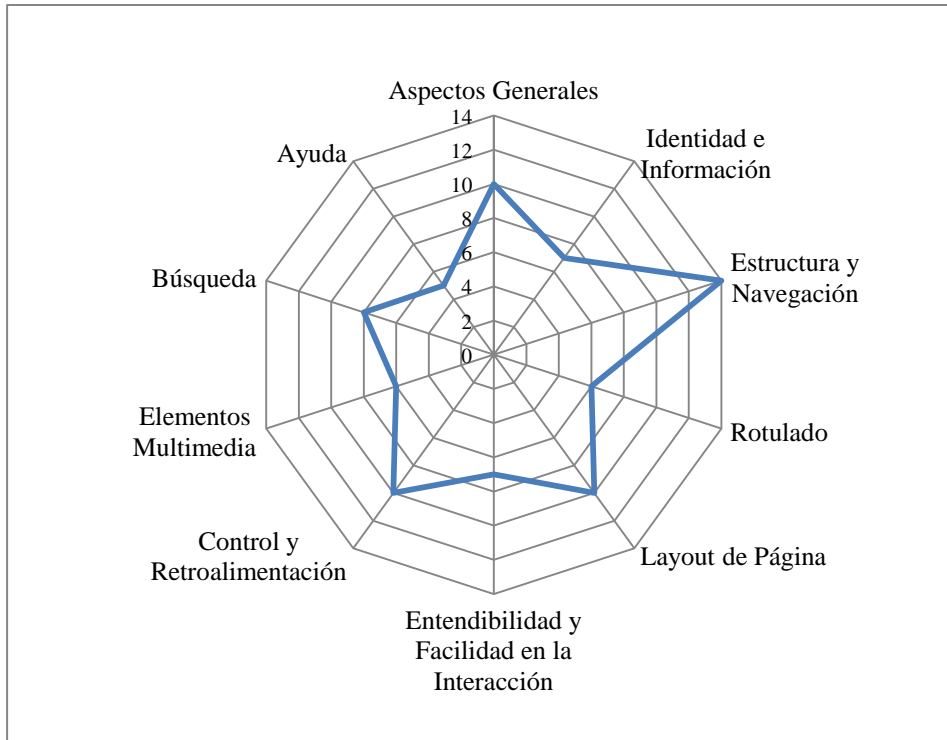


Figura N° 23: Cantidad de Heurísticas por Criterio evaluadas. Elaboración Propia.

Usabilidad Según Criterio

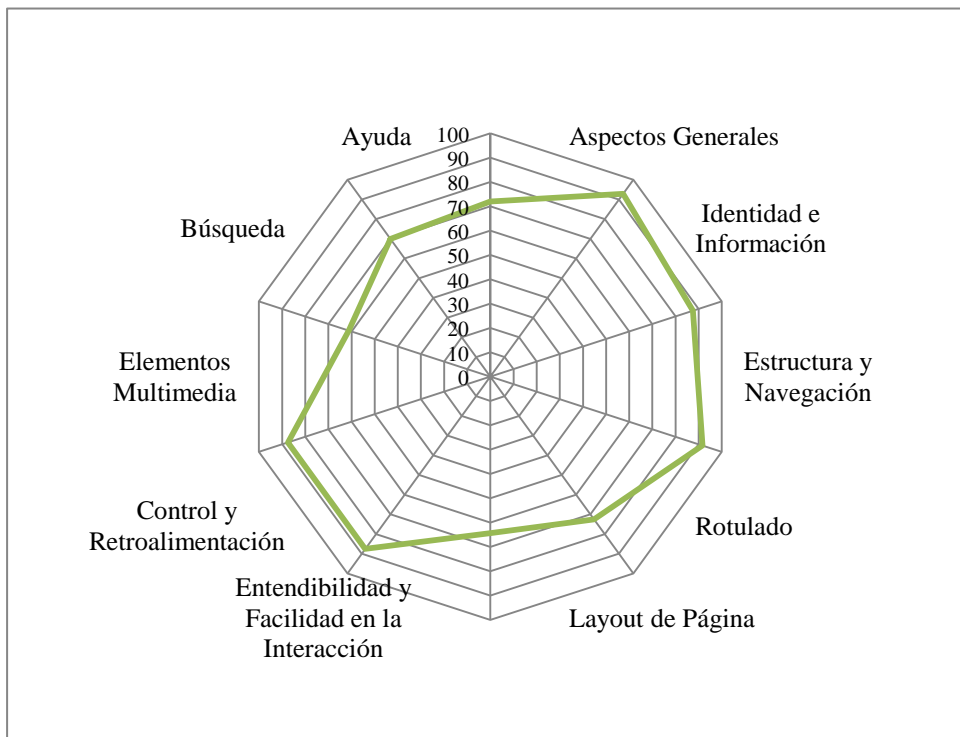


Figura N° 24: Usabilidad por Criterio evaluado. Elaboración Propia

7 Conclusiones

A medida que la necesidad de comunicación e interacción del ser humano se incrementa, las aplicaciones web se vuelven el medio más importante para cumplir con ese requerimiento y, la usabilidad como uno de los factores más importantes desde el punto de vista de la calidad siendo el principal factor para que un usuario utilice un sitio web no.

Como resultado de esta investigación, podemos apreciar que en la actualidad existen dos diferentes corrientes que intentan evaluar la usabilidad de un sitio web, utilizando diferentes modelos y metodologías para lograrlo, sin embargo es muy difícil hoy llegar a combinarlas de tal forma que se puedan aunar criterios y formar un estándar universal.

Por un lado está la estandarizada que presenta la ISO/IEC en donde cada criterio esta reglado con una métrica y uno o más atributos asociados a la misma.

Por otra parte existen las heurísticas o los lineamientos que proponen los expertos a través del conocimiento adquirido con los años de estudio en la materia y la práctica de campo.

Ambas propuestas satisfacen parcialmente la evaluación de la usabilidad ya que el campo de estudio es tan amplio y subjetivo, que en ambas quedan requerimientos por cubrir.

Como resultado de las pruebas realizadas determinamos que el sitio de estudio, tiene que mejorar en los Criterios de Búsqueda, Ayuda y Layout de Página.

En este caso de estudio en particular me decidí a utilizar la metodología que plantea el Modelo SIRIUS, fragmenté los resultados por criterio obteniendo mas allá de el Porcentaje de Usabilidad del Sitio completo, el porcentaje de Usabilidad correspondiente a cada criterio planteado.

De acuerdo a lo visto en el punto 5.3 de éste trabajo, se podría mejorar el grado de detalle que nos devuelve el modelo SIRIUS, aplicando a las heurísticas el factor de corrección Absoluto, siendo la ecuación final la siguiente:

$$PU = \sum_{i=1}^{i=nce} 2fcai * vci * 10 \quad (7)$$

donde:

- $fcai$ = factor de Corrección Absoluto, Relación entre factor relativo y factor de contexto, Importancia Absoluta. Lo multiplico por dos para normalizar escala con vci . Ver fórmula XXX
- vci = Valor propuesto de la evaluación de la heurística.

Entonces al aplicar la fórmula, un Porcentaje de Usabilidad determinado estaría afectado tanto por el evaluador " vci " como por la intervención de un grupo de importantes personalidades estudiosas de la usabilidad " IR " y un grupo de expertos de diseño y de uso de la aplicación en un contexto determinado " IrC ", con la incorporación de este grupo también incorporamos en parte el espíritu del DCU, estos tres últimos grupos de profesionales conformarían la validez del factor Importancia Absoluta.

Desafortunadamente, la relación entre las Heurísticas del HHS y las del sistema SIRIUS no me permitió determinar en todos los casos una relación por lo tanto al realizar el estudio no pude aplicar el Factor de Importancia Absoluta, pero confío que a futuro se estandaricen las heurísticas a través de un repositorio con licencia GPL con un alcance mayor al del HHS, de forma tal que podamos contar con ellas y disponer de una base de conocimiento sólida como para realizar este tipo de estudios con una mayor cantidad de Heurísticas a disposición.

Bibliografía

- (HHS), U.S. Department of Health and Human Services. 2006. *Research-Based Web Design & Usability Guidelines*. Washington, DC : U.S. Government Printing Office, 2006. ISBN 0-16-076270-7.
- *13th Argentine Symposium on Software Engineering*. Alejandro Oliveros, Silvana del Valle Rojo. 2012. CABA : s.n., 2012. ASSE 2012. pág. 360. ISSN: 1850-2792.
- *A Systematic Review on Measuring and Evaluating Web Usability in Model Driven Web Development*. S.Sai Aparna, K. K. Baseer. 2014. Tirupati - India : s.n., 2014. Conference Proceeding (NCETSE-2014). págs. 171-180. ISSN: 2321-9939.
- Brink, T., Gergle, D. y Wood, S.D. 2002. *Design web sites that work: Usability for the Web*. s.l. : Morgan Kaufmann, 2002.
- Carreras, Olga. 2011. UsableAccesible. [En línea] 2011. <http://olgacarreras.blogspot.com.es/2011/07/sirius-nueva-sistema-para-la-evaluacion.html>.
- Carroll, J. 2000. *Making use: Scenario based design of human computer interactions*. s.l. : MIT, 2000.
- Coral Calero Muñoz, Mario G. Piattini Velthuis, María Ángeles Moraga de la Rubia. 2010. *Calidad del producto y proceso software*. s.l. : RA-MA, 2010. 978-84-7897-961-5.
- Cunningham, Ward. 2014. Wikipedia. *La Enciclopedia Libre*. [En línea] 2014. [Citado el: 05 de 06 de 2015.] <https://es.wikipedia.org/wiki/Wiki>.
- Definicion.de. 2015. Definicion.de. [En línea] 2015. [Citado el: 29 de 06 de 2015.] <http://definicion.de/metodologia/>.
- Eyetracking. 2011. Eyetracking. [En línea] 2011. [Citado el: 25 de 06 de 2015.] <http://www.eyetracking.com/About-Us/What-Is-Eye-Tracking>.
- Feng-GUI - Feng Shui for GUI.™. 2007. Empowering Designers with Visual Predictive Analytics. [En línea] 2007. <https://www.feng-gui.com/>.
- IEEE. 1990. IEEE Standard 610. Computer dictionary. Compilation of IEEE Standard Computer Glossaries, IEEE. 1990. Institute of Electrical and Electronics Engineers.
- Isabel Ramos Román, José Javier Dolado Cosín. 2007. *Técnicas cuantitativas para la gestión en la ingeniería del software*. Oleiros : Netbiblo S.L., 2007. ISBN 978-84-9745-5.
- ISO . 2015. ISO 25000 Calidad del Producto de Software. [En línea] 2015. <http://www.iso25000.com/index.php/normas-iso-25000?limit=4&limitstart=0>. International Organization for Standardization.
- ISO/IEC9126-1. 2001. *ISO/IEC 9126-1:2001: Software Engineering - Product Quality - Part 1 Quality Model*. 2001.
- ISO_9241-11. 1993. ISO 9241-11: Guidelines for specifying and measuring usability. 1993.
- Jacob, R.J.K.; Karn, K.S. 2003. *Eye Tracking in Human-Computer Interaction and Usability Research: Ready to Deliver the Promises (Section Commentary)*. *The Mind's Eye: Cognitive and Applied Aspects of Eye Movement Research*. Amsterdam : Elsevier Science, 2003. Disponible en: <http://www.cs.tufts.edu/~jacob/papers/ecem.pdf>. pp. 573-605.

- Jakob Nielsen, John Morkes. 1997. Concise, SCANNABLE, and Objective: How to Write for the Web. [En línea] 1 de 1 de 1997. [Citado el: 20 de 06 de 2015.] <http://www.nngroup.com/articles/concise-scannable-and-objective-how-to-write-for-the-web/>.
- Jakob Nielsen; Hoa Loranger. 2006. *Usabilidad. Prioridad en el diseño Web*. [trad.] Eva Gallud Jurado. 1. s.l. : Anaya Multimedia-Anaya Interactiva, 2006. pág. 384. 8441520925.
- Krug's, Steve. 2014. *Don't Make Me Think Revisited*. [ed.] Elisabeth Bayle. 3era. s.l. : New Riders, 2014. p. 23. ISBN-13: 978-0-321-96551-6.
- Lewis, James R. 1994. *Sample Sizes for Usability Studies: Additional Considerations*. International Business Machines, Inc. Boca Raton, Florida : s.n., 1994. doi: 10.1177/001872089403600215 .
- Martínez, Adrián Fernández. 2009. WUEP: Un Proceso de Evaluación de Usabilidad Web Integrado en el Desarrollo de Software Dirigido por Modelos. Valencia : s.n., 2009.
- MEDIATIVE. 2006. Keeping an eye on Google – Eye tracking SERPs through the years. [En línea] 2006. [Citado el: 28 de 06 de 2015.] <http://www.mediative.com/eye-tracking-google-through-the-years/>.
- Nielsen, J. y Molich, R. 1990. Improving a human-computer dialogue, *Communications of the ACM* 33. 1990, págs. Pag. 338-348.
- Nielsen, Jakob. 1994a. *Enhancing the explanatory power of usability heuristics*. Boston : s.n., 1994a. ACM 0-89791-650-6/94/01 52.
- Pereira, Hernane Borges de Barros. 2002. Tesis Doctoral “Análisis Experimental de los criterios de evaluación de usabilidad de aplicaciones multimedia en entornos de Educación y formación a distancia. 2002. Universidad Politécnica de Catalunya.
- Ramos, Isabel Román y Dolado, José Javier Cosín. 2007. *Técnicas cuantitativas para la gestión en la ingeniería del software*. Oleiros : Netbiblo S.L., 2007. ISBN 978-84-9745-5.
- Rosson, Mary Beth y Carroll, John M. 2001. *Usability Engineering: Scenario-Based Development of Human-Computer Interaction (Interactive Technologies)*. 1. s.l. : Elsevier Science & Technology, 2001. ISBN-10: 1558607129.
- Saltiveri, Toni Granollers i. 2004. MPIu+a. *MPIu+a. UNA METODOLOGÍA QUE INTEGRA LA INGENIERÍA DEL SOFTWARE, LA INTERACCIÓN PERSONA-ORDENADOR Y LA ACCESIBILIDAD EN EL CONTEXTO DE EQUIPOS DE DESARROLLO*. Lleida : s.n., 07 de 2004.
- Sutcliffe, A. 2003. *Scenarios, Models and the Design Process in Software Engineering and Interactive Systems Design. Human Computer Interaction: theory and Practice*. s.l. : Lawrence Erlbaum Associates, 2003. Vol. 1.
- Tognazzini, Bruce. 2014a. Ask Tog Interaction Desing Solutions for the Real World. *First Principles of Interaction Design (Revised & Expanded)*. [En línea] 05 de 05 de 2014a. [Citado el: 05 de 6 de 2015.] <http://asktog.com/atc/principles-of-interaction-design/>.
- Tozzi, Claudio. 2009. *BIIOSystem Lifestyle Revolution*. s.l. : Lulu.com, 2009. pág. 420. 1446733831.

- USOLAB. 2007. La aportación del eyetracking en el sector de usabilidad. [En línea] 1 de 2 de 2007. [Citado el: 02 de 07 de 2015.] <http://www.usolab.com/articulos/eyetracking-usabilidad-comunicacion.php>.
- Virzi, Robert A. 1992. *Refining the test phase of usability evaluation: How many subjects is enough?* . Waltham : Human Factors, GTE Laboratories Inc, 1992. págs. 457-486. doi: 10.1177/001872089203400407 .
- Wikipedia. 2015A. Wikipedia. [En línea] 15 de 5 de 2015A. [Citado el: 08 de 06 de 2015.] Quien descubrió la Ley de Fitts fue Paul Fitts en 1954.. https://es.wikipedia.org/wiki/Ley_de_Fitts.
- —. 2015B. Wikipedia. [En línea] 08 de 05 de 2015B. [Citado el: 9 de 06 de 2015.] <https://es.wikipedia.org/wiki/Latencia>.
- —. 2015C. Wikipedia. [En línea] 28 de 06 de 2015C. [Citado el: 29 de 06 de 2015.] https://es.wikipedia.org/wiki/Modelo_científico.
- Zubrow, Dave. 2004. Software Quality Requirements and Evaluation, the ISO 25000 Series. Pittsburgh : s.n., 2004. Carnegie Mellon University. PA 15213-3890.

ANEXO "A"

Simulación de Mapas de Calor

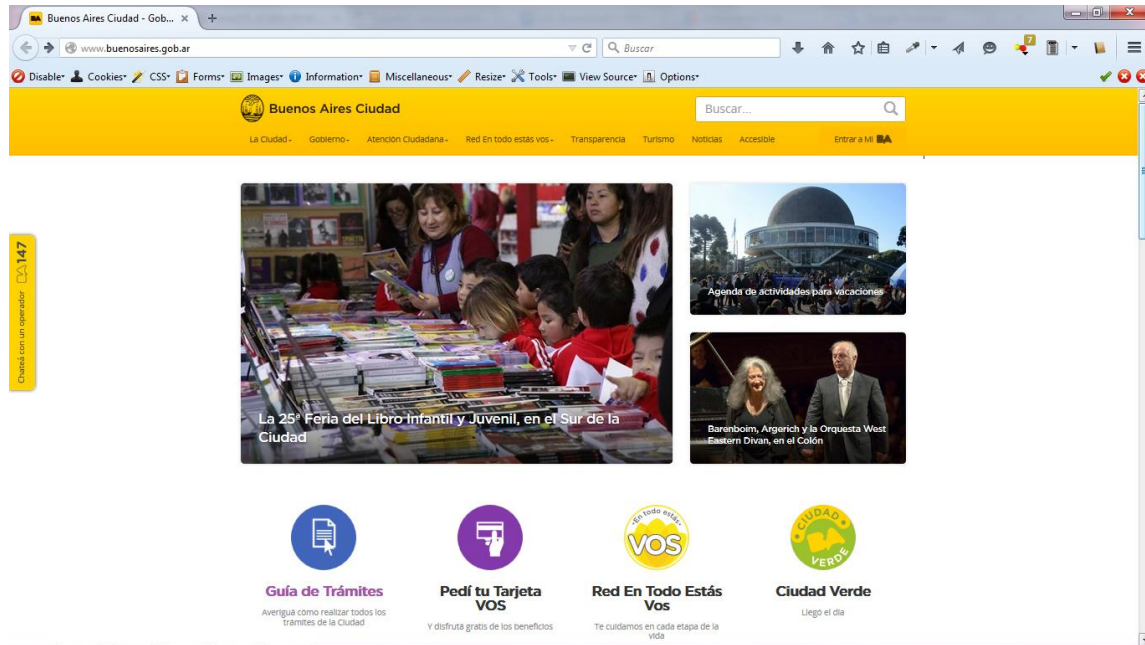


Figura N° 25: Sitio GCBA.



Figura N° 26: Simulación del mapa de calor del sitio del GCBA

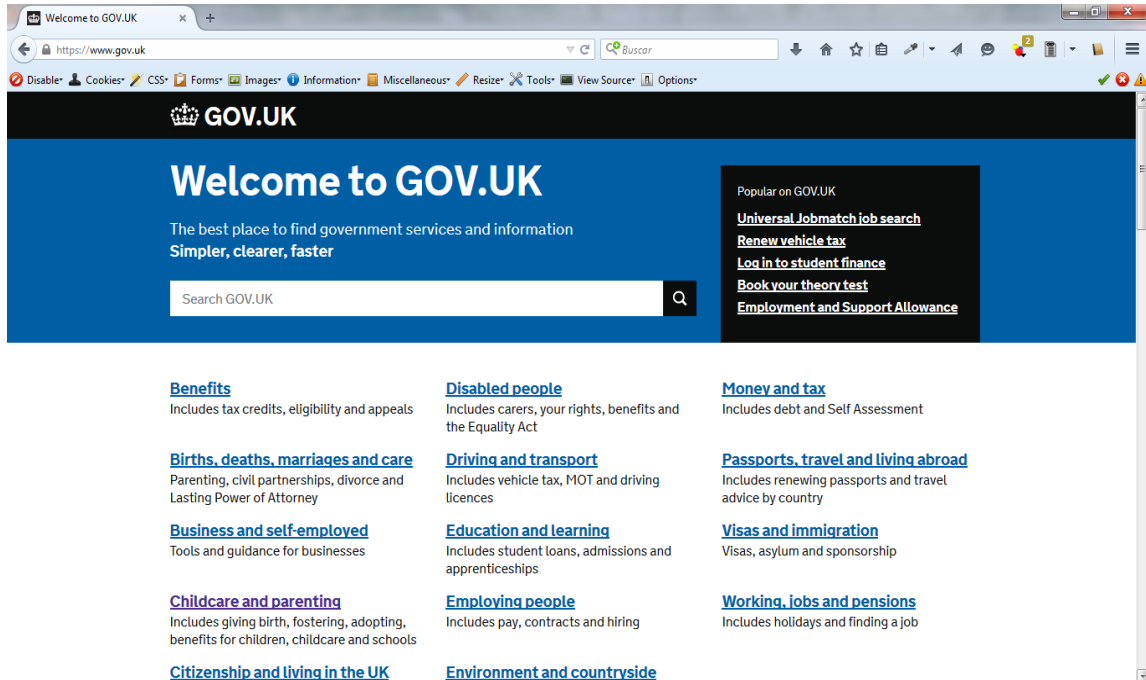


Figura N° 27: Sitio del Reino Unido.



Figura N° 28: Simulación del mapa de calor del sitio del Reino Unido.

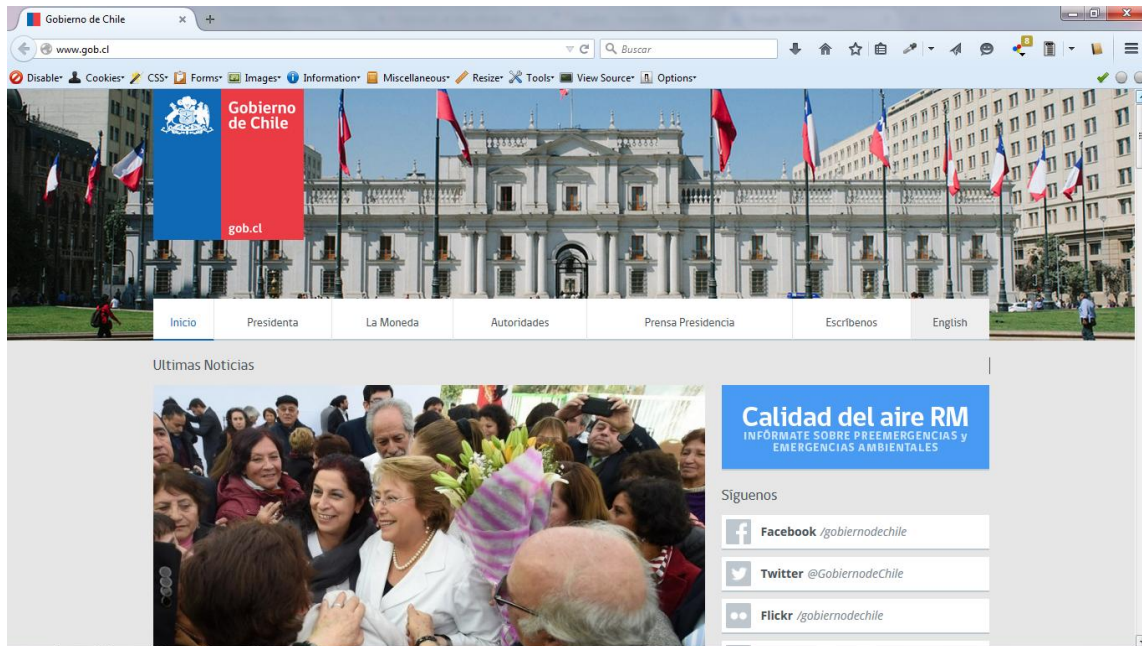


Figura N° 29: Sitio de Chile.



Figura N° 30: Simulación del mapa de calor del sitio de Chile.

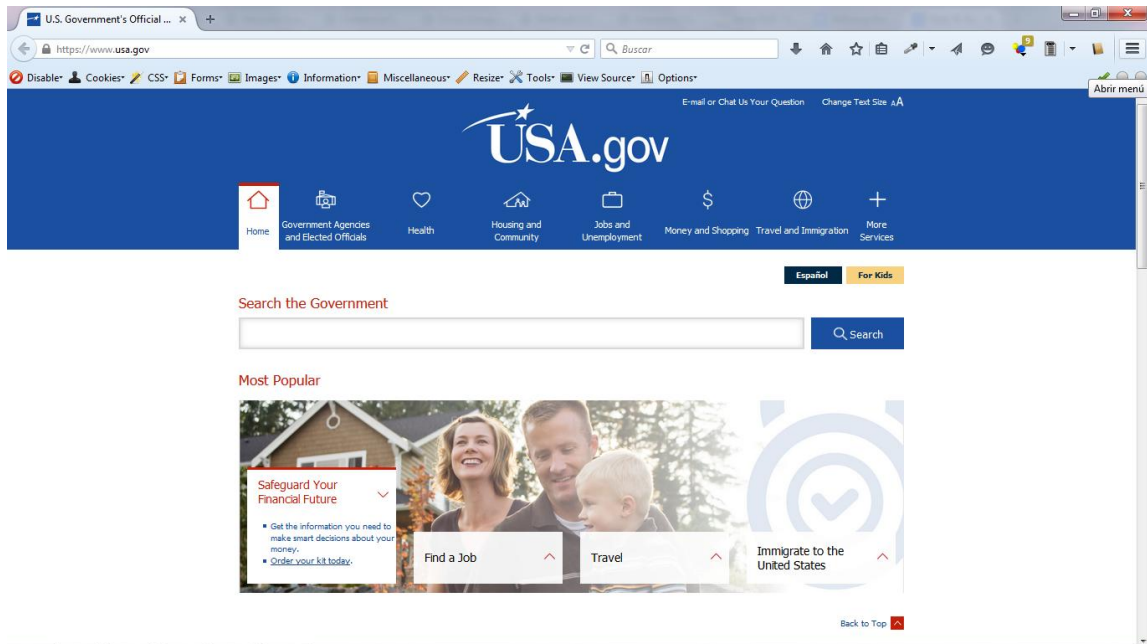


Figura N° 31: Sitio de Estados Unidos de América.



Figura N° 32: Simulación del mapa de calor del sitio de Estados Unidos de América.



Figura N° 33: Sitio de la Comunidad de Madrid.



Figura N° 34: Simulación del mapa de calor del sitio de la Comunidad de Madrid.