



**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA  
DE AGUASCALIENTES**

**CENTRO DE CIENCIAS BÁSICAS**

**POSGRADO EN CIENCIAS EXACTAS, SISTEMAS Y  
DE LA INFORMACIÓN, ÁREA INGENIERÍA DE  
SOFTWARE**

**TRABAJO DE GRADO PARA OBTENER EL TÍTULO  
DE MAESTRO EN INGENIERÍA DE SOFTWARE**

**“TESIS”**

*ESTUDIO EXPLORATORIO DEL IMPACTO EN  
LA CALIDAD AL TRANSFORMAR  
APLICACIONES WEB A WEB SEMÁNTICA*

**PRESENTA**

L.I. Uriel Gerardo López Valenzuela

**DIRECTOR**

Juan Manuel Gómez Reynoso, Ph.D.

**SINODALES**

M.C. Francisco Guillermo Gutiérrez Nájera

Dra. Estela Lizbeth Muñoz Andrade

Ciudad Universitaria, 26 de noviembre de 2010

Centro de Ciencias Básicas

**L.I. URIEL GERARDO LÓPEZ VALENZUELA  
PASANTE DE LA MAESTRIA EN CIENCIAS EXACTAS,  
SISTEMAS Y DE LA INFORMACIÓN  
P R E S E N T E .**

Estimado (a) alumno (a) López:

Por medio de este conducto me permito comunicar a Usted que habiendo recibido los votos aprobatorios de los revisores de su trabajo de tesis y/o caso práctico titulado: **"ESTUDIO EXPLORATORIO DEL IMPACTO EN LA CALIDAD AL TRANSFORMAR APLICACIONES WEB A WEB SEMÁNTICA"**, hago de su conocimiento que puede imprimir dicho documento y continuar con los trámites para la presentación de su examen de grado.

Sin otro particular me permito saludarle muy afectuosamente.

ATENTAMENTE  
Aguascalientes, Ags., 22 de noviembre de 2010  
"SE LUMEN PROFERRE"  
EL DECANO

DR. FRANCISCO JAVIER ÁLVAREZ RODRÍGUEZ



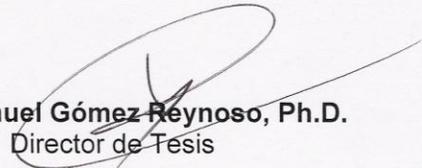
c.c.p.- Archivo  
FJAR,mjda

Aguascalientes, Ags. Noviembre de 2010

Por medio de este conducto autorizamos al tesista:

**L.I. Uriel Gerardo López Valenzuela**

la impresión de su documento de tesis titulado "*Estudio Exploratorio del Impacto en la Calidad al Transformar Aplicaciones Web a Web Semántica*", ya que cumple con los requisitos de contenido y de forma exigidos por la Universidad Autónoma de Aguascalientes.



**Juan Manuel Gómez Reynoso, Ph.D.**  
Director de Tesis



**M.C. Francisco Guillermo Gutiérrez Nájera**  
Asesor de Tesis



**Dra. Estela Lizbeth Muñoz Andrade**  
Asesor de Tesis

Nota de aceptación:

---

---

---

---

---

---

---

Presidente del jurado

---

Jurado

---

Jurado

---

Jurado

---

Jurado

## **AGRADECIMIENTOS**

Quiero agradecer a mi familia por todo el apoyo que me han dado a lo largo de estos 2 años así como de los 5 años anteriores de licenciatura, porque de no ser por su apoyo no estaría culminando este trabajo, así como a Dios por la bendición tan grande que me ha dado.

Gracias a mi director de tesis por sus comentarios, críticas y apoyo a lo largo de estos dos años, los cuales me ayudaron a lograr un trabajo de calidad. También he de agradecer a mis asesores de tesis, por su motivación constante.

A mis profesores del posgrado los cuales compartieron parte de su conocimiento conmigo el cual fue de gran ayuda durante todo el proceso de investigación. Así como al maestro Jesualdo Tomás Fernández Breis, maestro de la Universidad de Murcia en Murcia, España, por sus comentarios y apoyo durante mi estancia de investigación.

Gracias al Decano del Centro de Ciencias Básicas de la Universidad Autónoma de Aguascalientes, por todo su apoyo a lo largo del posgrado.

A mis compañeros del posgrado por sus comentarios y críticas.

A mis amiguitos por estar allí apoyándome y motivándome a seguir adelante.

Gracias a la Universidad Autónoma de Aguascalientes la cual me ayudó a formarme como profesionista y como ser humano.

Al consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACyT) por el apoyo y la confianza otorgada con la beca, para poder llevar a cabo mis estudios de posgrado.

Quiero agradecer al Centro educativo Termápolis, por abrirme las puertas para poder llevar a cabo el experimento de la investigación.

## **RESUMEN**

Desde el 2001 se ha comenzado a escuchar y a trabajar un nuevo término dentro del ámbito de la Web, llamado Web semántica, con el cual se pretende que las máquinas puedan simular conocimiento. Dicho término se apoya en el uso de ontologías semánticas las cuales serán usadas para poder interconectar los contenidos existentes dentro de la Web y con esto tener acceso a un mayor volumen de información, dicha información será procesada de acuerdo a ciertas reglas o inferencias.

Es por esto que el presente trabajo se centró en evaluar el cambio en calidad que genera esta nueva tendencia sobre una aplicación Web. Por lo que se tomó una aplicación existente para transformarla a Web Semántica. Las medidas tomadas se basaron en el uso de un estándar bastante conocido, el cual es el ISO/IEC 9126, del cual se seleccionaron las sub-características aplicadas en la presente investigación.

En el presente trabajo se plantearon 31 hipótesis las cuales fueron evaluadas desde dos puntos de vista diferentes, uno fue el del usuario final y el otro el del desarrollador de aplicaciones Web. Donde, 7 de las 31 hipótesis planteadas fueron aceptadas reflejando un incremento en calidad a favor de la aplicación Web semántica.

# ÍNDICE

Introducción .....	1
1.1 Contexto de la Investigación .....	2
1.1.1 Calidad .....	6
1.1.2 Estándares .....	9
1.1.3 ISO/IEC 9126 .....	13
1.1.4 Calidad del Software.....	21
1.1.5 Métricas .....	27
1.1.6 Web.....	32
1.1.7 Web Semántica .....	34
1.2 Problemática de la Investigación .....	37
1.3 Contribuciones.....	39
Formulación de la Investigación.....	40
2.1 Tipo de Investigación .....	41
2.2 Pregunta de Investigación.....	42
2.3 Objetivo .....	42
2.3.1 Objetivo General.....	42
2.3.2 Objetivos Particulares.....	43
2.4 Propositiones o Hipótesis de Investigación .....	43
Metodología de Investigación .....	53
3.1 Diseño Específico de Investigación.....	54
3.1.1 Aplicación Web Normal .....	55
3.1.2 Aplicación Web Semántica.....	58
3.1 Estudio Piloto.....	62
3.2 Población Objetivo .....	62
3.3 Muestra de Estudio .....	63
3.4 Métricas Funcionalidad .....	64
3.5 Métricas Facilidad de Uso .....	64
3.6 Métricas Eficiencia .....	65
3.7 Métricas Facilidad de Mantenimiento .....	66
3.8 Técnicas Estadísticas de Análisis de Datos .....	68
3.9 Modelo de Investigación Propuesto.....	68
Análisis de resultados .....	70

4.1 Prueba de medias .....	71
4.1.1 Característica de Funcionalidad.....	71
4.1.2 Característica de Facilidad de Uso.....	76
4.1.3 Resumen de análisis de hipótesis de Usuario .....	100
4.2 Métricas.....	101
4.2.1 Característica de Eficiencia .....	101
4.2.2 Característica de Facilidad de Mantenimiento.....	103
4.2.3 Resumen métricas del desarrollador .....	111
Conclusiones y Trabajo Futuro.....	113
5.1 Conclusiones.....	114
5.2 Limitaciones.....	116
5.3 Trabajos Futuro.....	117
Anexos.....	118
Cuestionario Usuario .....	119
Bibliografía.....	121

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b>	Web actual vs Web Semántica (Adaptado de Castells, 2003) .....	5
<b>Figura 2.</b>	Calidad en el ciclo de vida del software (Adaptado de Erazo, 2006). ....	14
<b>Figura 3.</b>	Calidad de Uso (Adaptado de Ruiz Morilla, 2008).....	15
<b>Figura 4.</b>	ISO/IEC 9126 Características (Adaptado de ISO/IEC, 2001; Abud Figueroa, 2001; Chua & Dyson, 2004). ....	16
<b>Figura 5.</b>	Modelo de Calidad de McCall (Adaptado de Cavano & McCall, 1978; Pressman, 2006) .....	19
<b>Figura 6.</b>	Costo Relativo de Corregir una Falla (Adaptado de Pressman, 2006)..	23
<b>Figura 7.</b>	Desglose de temas para la calidad del software. ....	26
<b>Figura 8.</b>	Jerarquía de clases. ....	30
<b>Figura 9.</b>	Clasificación general de Aplicaciones Web.....	33
<b>Figura 10.</b>	Arquitectura de la Web Semántica (Adaptado de Horrocks & PatelSchneider, 2003).....	35
<b>Figura 11.</b>	Página de bienvenida de la aplicación Web normal.....	57
<b>Figura 12.</b>	Página principal del portal educativo. ....	58
<b>Figura 13.</b>	Protégé.....	59
<b>Figura 14.</b>	Página de bienvenida de la aplicación Web semántica. ....	60
<b>Figura 15.</b>	Página principal del portal educativo semántico.....	61
<b>Figura 16.</b>	Modelo de investigación propuesto. ....	69
<b>Figura 17.</b>	Funcionamiento de los botones para cambiar de página. ....	72
<b>Figura 18.</b>	La información que está en la página.....	74
<b>Figura 19.</b>	Distintas opciones que tiene la página. ....	75
<b>Figura 20.</b>	La forma en que está organizada la información. ....	77
<b>Figura 21.</b>	El uso de imágenes y la letra en la página. ....	79
<b>Figura 22.</b>	La información que tiene la página. ....	81
<b>Figura 23.</b>	Entiendes todo lo que puedes hacer. ....	83
<b>Figura 24.</b>	La manera de buscar los juegos. ....	85
<b>Figura 25.</b>	El jugar en la página te parece. ....	87
<b>Figura 26.</b>	La forma en que puedes usar el mouse. ....	89
<b>Figura 27.</b>	La forma de usar la página. ....	90
<b>Figura 28.</b>	La manera de moverte en la página.....	92
<b>Figura 29.</b>	La forma en que trabaja la página. ....	94
<b>Figura 30.</b>	Que tanto te gusta la página. ....	96
<b>Figura 31.</b>	Que tanto te gusta la combinación de colores. ....	98
<b>Figura 32.</b>	Qué tanto te gusta cómo están acomodadas las imágenes. ....	100
<b>Figura 33.</b>	Uso de CPU aplicación Web semántica.....	101
<b>Figura 34.</b>	Uso de CPU aplicación Web Normal.....	102
<b>Figura 35.</b>	Uso memoria RAM aplicación Web semántica. ....	103
<b>Figura 36.</b>	Uso memoria RAM aplicación Web Normal.....	103
<b>Figura 37.</b>	Diagrama flujo aplicación Web semántica. ....	104
<b>Figura 38.</b>	Diagrama flujo aplicación Web normal. ....	104

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1.</b>	Tecnologías Web. ....	4
<b>Tabla 2.</b>	Características y Sub-características del estándar ISO/IEC 9126 (Adaptado de Chua & Dyson, 2004; Engineering, 2003). ....	18
<b>Tabla 3.</b>	Características no evaluadas. ....	48
<b>Tabla 4.</b>	Frecuencias Idoneidad 1 – Semántica.....	72
<b>Tabla 5.</b>	Frecuencias Idoneidad 1 – Normal. ....	72
<b>Tabla 6.</b>	Frecuencias Idoneidad 2 – Semántica.....	74
<b>Tabla 7.</b>	Frecuencias Idoneidad 2 – Normal. ....	74
<b>Tabla 8.</b>	Frecuencias Idoneidad 3 – Semántica.....	75
<b>Tabla 9.</b>	Frecuencias Idoneidad 3 – Normal. ....	76
<b>Tabla 10.</b>	Frecuencias Facilidad de Uso 1 – Semántica. ....	77
<b>Tabla 11.</b>	Frecuencias Facilidad de Uso 1 – Normal. ....	77
<b>Tabla 12.</b>	Frecuencias Facilidad de Uso 2 – Semántica. ....	79
<b>Tabla 13.</b>	Frecuencias Facilidad de Uso 2 – Normal. ....	79
<b>Tabla 14.</b>	Frecuencias Facilidad de Uso 3 – Semántica. ....	81
<b>Tabla 15.</b>	Frecuencias Facilidad de Uso 3 – Normal. ....	81
<b>Tabla 16.</b>	Frecuencias Facilidad de Aprendizaje 1 – Semántica. ....	83
<b>Tabla 17.</b>	Frecuencias Facilidad de Aprendizaje – Normal. ....	83
<b>Tabla 18.</b>	Frecuencias Facilidad de Aprendizaje 2 – Semántica. ....	85
<b>Tabla 19.</b>	Frecuencias Facilidad de Aprendizaje – Normal. ....	85
<b>Tabla 20.</b>	Frecuencias Facilidad de Aprendizaje 3 - Semántica. ....	87
<b>Tabla 21.</b>	Frecuencias Facilidad de Aprendizaje – Normal. ....	87
<b>Tabla 22.</b>	Frecuencias Facilidad de Operación 1 – Semántica. ....	89
<b>Tabla 23.</b>	Frecuencias Facilidad de Operación 1 – Normal. ....	89
<b>Tabla 24.</b>	Frecuencias Facilidad de Operación 2 – Semántica. ....	91
<b>Tabla 25.</b>	Frecuencias Facilidad de Operación 2 – Normal. ....	91
<b>Tabla 26.</b>	Frecuencias Facilidad de Operación 3 - Semántica. ....	92
<b>Tabla 27.</b>	Frecuencias Facilidad de Operación 3 – Normal. ....	93
<b>Tabla 28.</b>	Frecuencias Facilidad de Operación 4 – Semántica. ....	94
<b>Tabla 29.</b>	Frecuencias Facilidad de Operación 4 – Semántica. ....	94
<b>Tabla 30.</b>	Frecuencias Atractivo 1 – Semántica. ....	96
<b>Tabla 31.</b>	Frecuencias Atractivo 1 – Normal. ....	97
<b>Tabla 32.</b>	Frecuencias Atractivo 2 – Semántica. ....	98
<b>Tabla 33.</b>	Frecuencias Atractivo 2 – Normal. ....	98
<b>Tabla 34.</b>	Frecuencias Atractivo 3 – Semántica. ....	100
<b>Tabla 35.</b>	Frecuencias Atractivo 3 – Normal. ....	100
<b>Tabla 36.</b>	Resultados Hipótesis medidas por el usuario. ....	101
<b>Tabla 37.</b>	Calculo de WMC aplicación Web semántica y aplicación Normal. ....	105
<b>Tabla 38.</b>	NOC aplicación Web semántica y Web normal. ....	107
<b>Tabla 39.</b>	CBO aplicación Web semántica y Web Normal. ....	108
<b>Tabla 40.</b>	LCOM aplicación Web semántica. ....	109
<b>Tabla 41.</b>	Resultado Métricas Desarrollador .....	112

# Capítulo 1

---

## Introducción

Hay una fuerza motriz más poderosa que el vapor,  
la electricidad y la energía atómica: la voluntad

Albert Einstein

## 1.1 Contexto de la Investigación

Desde la creación de la World Wide Web (WWW) en 1991 por Tim Berners-Lee (Lamarca Lapuente, Historia de la WWW, 2009), el cual escribió un programa visualizador para un servidor y un cliente cuando trabajaba para la Organización Europea de Investigación Nuclear (CERN por sus siglas en inglés), esta ha estado evolucionando constantemente. En su comienzo, Berners-Lee buscó la forma de desarrollar un método eficiente para poder intercambiar datos entre la comunidad científica. Para realizar esto, combinó dos tecnologías existentes en su tiempo: el hipertexto<sup>1</sup> y el protocolo de comunicaciones de Internet<sup>2</sup> (Lamarca Lapuente, 2009; Berners-Lee, 2000; Castells, 2003; Abrams, 1998; Connolly, 2000), con lo cual dio inicio a lo que posteriormente se conocería como la WWW y el uso de HTML (Lenguaje de Marcado de Hipertexto).

Desde 1998 la W3C comenzó con el desarrollo de XML (Lenguajes de Marcas Extensible) (Alvarez, 2001), el cual es un formato de texto simple y demasiado flexible que nos permite crear y definir etiquetas propias, así como para solucionar las carencias del HTML. XML juega un importante rol en el intercambio de datos en el ancho mundo de la Web (W3C, 2010). Este proviene de un metalenguaje llamado SGML (Lenguaje de Marcado Generalizado), el cual fue creado por IBM, pero dado que era muy complicado se creó XML para simplificar el uso de lenguajes de etiquetado.

En el año 2000 la WWW entró (Chile, 2007) en una nueva etapa, en la cual el usuario tenía más interacción con la Web ya que cualquier usuario es capaz de publicar información. Esto generó una web más social, conocida como la Web 2.0, donde se crearon comunidades tales como: Wikipedia<sup>3</sup>, Youtube<sup>4</sup>, Facebook<sup>5</sup>, Twitter<sup>6</sup>, MySpace<sup>7</sup> por mencionar algunas de ellas. Dentro de ellas, el usuario ha

---

<sup>1</sup> <http://www.w3.org/MarkUp/vvv>

<sup>2</sup> <http://www.w3.org/Protocols/>

<sup>3</sup> <http://es.wikipedia.org/wiki/Wikipedia:Portada>

<sup>4</sup> <http://www.youtube.com/?gl=MX&hl=es-MX>

<sup>5</sup> <http://www.facebook.com/>

<sup>6</sup> <http://twitter.com/>

<sup>7</sup> <http://mx.myspace.com/>

logrado tener una mayor interacción y comunicación con otras personas y entornos. A continuación se describe un poco la cronología de la WWW:

1945 Vannebar Bush “As We may think” en el Atlantic Monthly.

Don Engelbart (NLS – navegación, mail, etc. Inventa el mouse), Ted Nelson crea el término de hipertexto.

Enquire de Tim Berners-Lee en el CERN; permite nodos con enlaces.

1989 Information management: a proposal de Tim Berners-Lee. Se realiza un diagnóstico de la vasta cantidad de información disponible en el CERN y se propone una solución, basada en nodos y enlaces entre los nodos.

1990: La propuesta se retoma y se materializa.

1991: Difusión de la Web en círculos académicos y en las noticias.

1992: se crean varios clones del browser.

1993: 1% de Internet. El 1% del tráfico por los ruteadores de la NSF es al puerto 80, Mosaic sale para varias plataformas.

Aumenta el tráfico por Internet.

1995: comienza el boom de la WWW. El Explorer de Windows nace.

1996: Los grandes medio electrónicos entran en Internet (CNN, Disney, Time-Warner etc.)

1997: comienza una avalancha con él .com.

1998: Netscape comienza el proyecto Mozilla.

Hoy en día se cuenta con un sinnúmero de herramientas que facilitan la obtención de mejores resultados al momento de desarrollar una aplicación Web, tales como navegadores Web, servidores web y tecnologías de desarrollo, así como lenguajes hasta IDEs que conjuntan lo mencionado tal como se muestra en la Tabla 1.

<b>Navegadores Web</b>	<b>Servidores Web</b>	<b>Tecnologías de Desarrollo</b>	<b>IDE</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mozilla Firefox.</li> <li>• Google Chrome.</li> <li>• Amaya.</li> <li>• Epiphany.</li> <li>• Galeon.</li> <li>• Internet Explorer.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Apache.</li> <li>• IIS.</li> <li>• GlashFish.</li> <li>• Cherokee.</li> <li>• Resin.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• CFM Coldfusion.</li> <li>• DHTML.</li> <li>• PHP.</li> <li>• JSP.</li> <li>• .NET</li> <li>• AJAX.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Netbeans.</li> <li>• Eclipse.</li> <li>• IntelliJ IDEA.</li> </ul>

<ul style="list-style-type: none"><li>• Konqueror sobre Linux.</li><li>• Lynx sobre Linux.</li><li>• Netscape Navigator.</li><li>• Opera.</li><li>• Safari.</li><li>• Seamonkey.</li><li>• Shiira.</li><li>• MaikNavigator.</li><li>• Flock.</li><li>• Arora.</li><li>• K-Meleon</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Ruby.</li><li>• ASP.</li><li>• CGI.</li></ul>
--	---

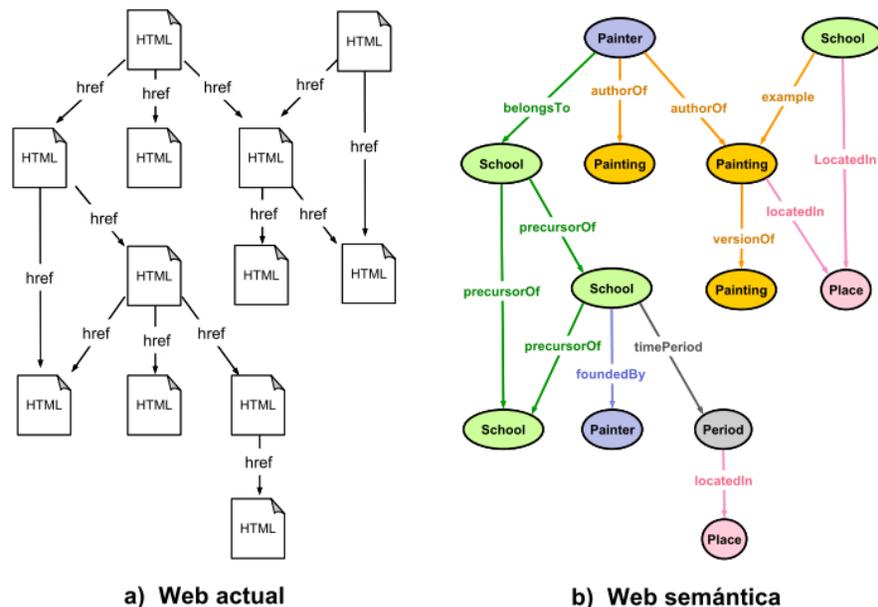
**Tabla 1.** Tecnologías Web.

Actualmente el número de contenidos Web ha crecido de manera exponencial (Reif, Harald, & Mehdi, 2005) por lo que se vuelve difícil para los usuarios la búsqueda de información dentro de la Web ya que se ven obligados a realizar varias búsquedas para lograr llegar al punto de interés. Esto indica la necesidad de que se desarrollen nuevas formas de búsqueda en la red. Recientemente se empezó a trabajar en el término de Web Semántica (Berners-Lee, Hendler, & Lassila, The Semantic Web, 2001), con la cual se quiere lograr que todo el conocimiento que se encuentra generado en la red pueda ser procesado por una computadora. Con esto ofrecer un mejor servicio a los usuarios. Lo que se pretende es interpretar e interconectar un número mayor de datos (Bravo, 2007).

La web semántica se centra en el desarrollo de técnicas que permitan a las máquinas entender mejor la información que se encuentra desplegada por todos los sitios de Internet, y con esto, ayudar a la gente a satisfacer sus necesidades de información (Hans-Jörg, Walid, & Ljiljana, 2008). Para lograr que una aplicación se exprese semánticamente se usa un modelo formal llamado ontologías, el cual es tomado de la Inteligencia Artificial, donde de acuerdo a Gruber (1993, pág. 3) se define como *“una ontología es una especificación explícita de conceptualizaciones compartidas”*. Se refiere a definir una plantilla o tratar de estandarizar la forma en usamos las palabras o conceptos.

La web semántica se centra en el uso de ontologías para poder lograr que la información este dotada de estructura, para que esta sea procesada por un

máquina (Castells, 2003; Gerald, Harald, & Mehdi, 2005). La Figura 1 muestra un ejemplo de la web semántica.



**Figura 1.** Web actual vs Web Semántica (Adaptado de Castells, 2003)

Dado que la Web Semántica está ganando importancia en el mundo de la Web, el presente trabajo se centró en la evaluación del estado de una aplicación Web común (AWC) utilizando como herramienta los criterios de calidad de ISO-9126 (Chua & Dyson, 2004), tal como la facilidad de mantenimiento de la aplicación. Una vez que fue realizada la evaluación, se procedió a la obtención del equivalente semántico de la aplicación evaluada o aplicación Web semántica (AWS). Con el equivalente semántico de la aplicación, se procedió a la evaluación bajo los mismos principios utilizados en el equivalente AWC y después se analizaron los efectos en términos de calidad de la AWS. Finalmente, se determinó que tanta calidad ofrece la aplicación semántica con respecto a la que no tiene semántica a través de una serie de comparaciones, utilizando técnicas estadísticas que en esta caso se ejecutó una prueba de medias independientes por medio de t-student.

La motivación para desarrollar este trabajo se dio dentro de la Universidad Autónoma de Aguascalientes, al escuchar en la materia de Ingeniería del Software, que se hacía mención a un término llamado Web 3.0. Después de escuchar hablar del tema se comenzó a indagar en el tema en cuestión. Una cosa muy interesante con la que se encontró fue que mucha gente llama a la Web Semántica como la Web 3.0 (Bravo, 2007; Hendler, 2009); pero después de continuar revisando la literatura, se encontró que son dos términos que hasta la fecha no se ha definido si van de la mano o no, aunque hay quienes creen que para lograr la Web 3.0 se tiene que lograr una perfecta combinación de la semántica con el uso de técnicas de inteligencia artificial que puedan sacar partido de la semántica (Bravo, 2007). Después de haber conocido acerca del tema, se originó la interrogante de que sucederá con la calidad de las aplicaciones Web una vez que cuenten con semántica, serán más difíciles de mantener, ofrecerán un mejor servicio, son cuestiones que se pretende aclarar con esta investigación y para ello se evaluará el efecto en la calidad de una aplicación Web al transformarla a su correspondiente semántico siguiendo las sugerencias dadas en la literatura para la calidad y el uso del estándar ISO/IEC 9126 (Chua & Dyson, 2004; Bessa Albuquerque & Dias Belchior, 2001; Biscoglio, Fusani, Lami, & Trentanni, Establishing a quality-model based evaluation process for websites, 2007; Guðbjörnsson, 2004; Fernández-Breis, Egaña Aranguren, & Stevens, 2008).

Las siguientes secciones muestran el conjunto de elementos relacionados con el tema de investigación. Los cuales se utilizarán con el fin de realizar el estudio.

### **1.1.1 Calidad**

En nuestra vida cotidiana oímos hablar del término calidad y nos encontramos en constantes decisiones sobre que producto ofrece mejor calidad de forma tal que consideremos lo adecuado del precio del mismo. Además, frecuentemente esto ayuda a decidir su adquisición dentro de un conjunto de opciones.

Pero ¿qué es calidad? El diccionario de la Real Academia Española la define como: “una propiedad o conjunto de propiedades esenciales dentro de un

producto con las cuales se puede juzgar que tan bueno es” (Española, Diccionario de la Lengua Española, 2009). Por ejemplo, algunas de ellas pueden ser el color, longitud, maleabilidad. En general, se refiere a características medibles, atributos que pueden ser medidos para posteriormente compararse (Pressman, 2006). Una definición quizá más apropiada es la dada por la Organización Internacional para la Estandarización (ISO por sus siglas en inglés), la cual es: calidad es el grado en el que un conjunto de características inherentes cumplen con los requisitos (9001:2000, 2007). Los gurús de la calidad que a continuación se mencionan consideran la calidad como un imperativo de sobrevivencia (Koontz & Weilhrich, 2004):

Crosby (1987) define la calidad como “hacer las cosas bien a la primera”. No es necesario esperarse hasta que el producto esté terminado para verificar que todo fue hecho correctamente, bajo procesos bien definidos, así como el capital humano necesario para lograrla. La calidad se va estableciendo desde el momento en que se comienza el desarrollo de un nuevo producto. Otro punto importante para Crosby, es que la calidad se mide en el grado en el cual se cumplan los requisitos establecidos por el cliente (Garza Treviño, 2002). Un cliente satisfecho significa un producto de calidad. Concretamente, la calidad se puede ir logrando durante el proceso de producción no solo al producto final, De esta forma, se tomen medidas preventivas y/o correctivas, evitando con esto el consumo de más recursos o el re-trabajo. Al hacerlo, se puede lograr mayor eficiencia a un menor costo.

Para Deming (1989) la calidad en cualquier producto o servicio tiene muchas escalas. En algunas variables se puede lograr un alto grado de calidad y en otras un grado muy bajo. La calidad es lo que el cliente necesita y quiere, dado que la percepción de calidad que tiene una persona es completamente diferente a la de otra. Por esta razón, no se debe dejar de investigar las expectativas del cliente así como sus requerimientos (Garza Treviño, 2002). Todo esto implica un compromiso con la innovación y mejora continua (Koontz & Weilhrich, 2004).

Juran (1993) define la calidad como un producto adecuado para su uso (Koontz & Weilhrich, 2004), no es solamente desarrollar un producto bajo los mejores estándares de calidad con cero defectos, la calidad influye en la satisfacción del cliente interno y externo (Escalona Moreno, 1997). Juran afirma que para administrar la calidad se hace uso de tres procesos (Garza Treviño, 2002):

Planificación de la Calidad.

Control de la Calidad.

Mejora de la Calidad.

Dicho todo lo anterior, se observa que la calidad es un factor determinante en el consumo o no, de un producto o servicio. Y en consecuencia, influye en el posible éxito o fracaso de una empresa.

A lo que se quiere llegar al estar hablando de la calidad es a un punto muy importante o el corazón de la misma el cual es el *control de la variación*, (Pressman, 2006) por lo general todo fabricante quiere minimizar la variación que pueda existir entre uno u otro producto, toda empresa dedicada a la manufactura de un producto busca que entre un producto y otro exista una mínima variación, ya que a nadie le gustaría comprar unos par de tenis de talla 30 mexicano donde un tenis te calce más grande que el otro. Es por esto que constantemente se trabaja en mejorar los procesos con los que se desarrollan los productos para con esto estandarizarlos, y tener un índice de falla en los productos nulos, un ejemplo es el caso de la compañía SONY, la cual constantemente está observando el comportamiento de sus procesos con la ayuda de herramientas estadísticas como lo es six-sigma, una vez que se han observado sus procesos se procede a reducir al máximo los defectos en los productos (López, 2001). Esto tiene un efecto final bastante positivo en la imagen de la empresa, ya que al asegurar buena calidad en sus productos, el cliente final opta por consumirlos.

### 1.1.2 Estándares

El control de la calidad así como el control de muchos otros procesos se apoya en el uso de estándares, los cuales sirven como guía para llevar a cabo un proceso. La Real Academia Española define estándar (Española, 2001) como algo que sirve como **tipo**, **modelo**. Por ejemplo, Integración de Modelos de Madurez de Capacidades (CMMi por sus siglas en inglés) (Carnegie Mellon, 2001) con el cual se gestionan los procesos de software. Como **norma**, es el ejemplo de las establecidas por la Organización Internacional para la Estandarización (ISO por sus siglas en inglés), como puede ser ISO/IEC 15504 (Mark C., 1999), ISO 9000 (UNCTAD/OMC, 2001), entre otros. Como un **patrón**, los patrones de diseño de software orientado a objetos propuestos por (Gamma, Helm, Johnson, & Vlissides, 1995) ó como una **referencia**.

Prácticamente los estándares son usados en muchas de nuestras actividades. Otros ejemplos de estándares son: la programación orientada a objetos (Deitel & Deitel, 2008), la programación estructurada (Yourdon, 1989; Joyanes, Hermoso, & Zahonero, 1995), los cuales son diferentes formas o estándares de programación utilizados para escribir código fuente en un lenguaje que pueda ser interpretado por una computadora.

El punto importante en el presente trabajo es la calidad, la cual es un factor importante de un producto o servicio. Por ello la ISO cuenta con una serie de estándares. Algunos ejemplos son la familia ISO 9000 creada en 1987 (Rada, 1996; Fernández H., 2000), la cual ofrece una serie de normas con que podemos llevar a cabo la gestión de la calidad. Una lista de estas se presenta a continuación:

ISO 9000:2000 Sistemas de Gestión de la Calidad – Fundamentos y Vocabulario (9000:2000, 2000; UNCTAD/OMC, 2001): se describe los fundamentos de los sistemas de gestión de la calidad y especifica la terminología para los sistemas de gestión de la calidad.

ISO 9001:2000 Sistemas de Gestión de la Calidad – Requisitos (9001:2000, 2007; UNCTAD/OMC, 2001): se especifican los requisitos para los sistemas de gestión de la calidad aplicables a toda organización que necesite demostrar su capacidad para proporcionar productos que cumplan los requisitos de sus clientes y lo reglamentario que le sea de aplicación, y su objetivo es aumentar la satisfacción del cliente.

ISO 9004:2000 Sistemas de Gestión de la Calidad – Directrices para la Mejora del Desempeño (9004:2000, 2000; UNCTAD/OMC, 2001): se proporcionan directrices que consideran tanto la eficacia como la eficiencia del sistema de gestión de la calidad. El objetivo de esta norma es la mejora del desempeño de la organización y la satisfacción de los clientes y otras partes interesadas.

ISO no es el único organismo que ofrece normas para estandarización. Existen otros, los cuales ofrecen un sin fin de reglas a seguir para estandarizar un producto o servicio, como son las siguientes:

**AMN**<sup>8</sup> - Asociación Mercosur de Normalización: es una asociación civil sin fines de lucro, no gubernamental, reconocida por el Grupo Mercado Común – GMC. Es el único organismo responsable por la gestión de normalización en el ámbito del Mercosur (la cual es una unión aduanera, que se encarga de la circulación de bienes, servicios y factores productivos entre los países que la componen, así como el establecimiento de los aranceles).

**ANSI**<sup>9</sup> - Instituto Nacional Estadounidense de Estándares: instituto que supervisa la creación, promulgación y el uso de miles normas y directrices que directamente impactan los negocios en casi todos los sectores, desde los dispositivos acústicos para equipos de construcción, de la lechería y producción ganadera a la distribución de energía.

---

<sup>8</sup> <http://www.amn.org.br/es/>

<sup>9</sup> <http://www.ansi.org/>

**ASME<sup>10</sup>** - Sociedad Americana de Ingenieros Mecánicos: este organismo promueve el arte, la ciencia y la práctica de la ingeniería mecánica y multidisciplinaria, y ciencias afines en todo el mundo.

**CENELEC<sup>11</sup>** - Comité Europeo de Normalización Electrotécnica: la misión de este organismo es la de preparar los estándares electrónicos que ayuden a desarrollar el mercado único europeo para productos eléctricos y electrónicos, y la eliminación de barreras al comercio.

**CEN<sup>12</sup>**–Comité Europeo de Normalización: organización no lucrativa privada cuyo misión es fomentar la economía europea en el negocio global, el bienestar de ciudadanos europeos y el medio ambiente proporcionando una infraestructura eficiente a las partes interesadas en el desarrollo, el mantenimiento y la distribución de sistemas estándares coherentes y de especificaciones.

**COPANT<sup>13</sup>** - Comisión Panamericana de Normas Técnicas: el objetivo es promover el desarrollo de la normalización técnica y actividades relacionadas en sus países miembros, con el fin de impulsar su desarrollo comercial, industrial, científico, y tecnológico.

**ETSI<sup>14</sup>** - Instituto Europeo de Normas de Telecomunicaciones: este instituto produce estándares globalmente aplicables para la información y tecnologías de la comunicación, como lo son, móvil, radio y convergentes, y las tecnologías de transmisión de Internet.

**IEC<sup>15</sup>**–Comisión Internacional de Electrónica: es la principal organización mundial que prepara y publica estándares internacionales para todos, electrónica y tecnológicas relacionadas con los eléctricos. Éstos sirven como base para la

---

<sup>10</sup> <http://www.asme.org/>

<sup>11</sup> <http://www.cenelec.eu/Cenelec/Homepage.htm>

<sup>12</sup> <http://www.cen.eu/cen/pages/default.aspx>

<sup>13</sup> <http://www.copant.org/>

<sup>14</sup> <http://www.etsi.org/WebSite/homepage.aspx>

<sup>15</sup> <http://www.iec.ch/>

normalización nacional y como referencia en la elaboración de las ofertas y contratos internacionales.

**IEEE**<sup>16</sup> –Instituto de Electricidad e Ingenieros Electrónicos: es la asociación más grande del mundo profesional dedicada al avance de la innovación tecnológica y excelencia en beneficio de la humanidad. Sus miembros inspiran a una comunidad global a través de sus publicaciones más citadas, conferencias, estándares de tecnología, profesionales y actividades educativas.

**IETF**<sup>17</sup> - Grupo de Trabajo de la Ingeniería de Internet: es una gran comunidad abierta de diseñadores de redes, operadores, vendedores, e investigadores en la evolución de la arquitectura de Internet y el buen funcionamiento de Internet. La técnica de trabajo de la IETF se realiza en sus grupos de trabajo, que se organizan por temas en varias áreas (por ejemplo rutas, transporte, seguridad por mencionar algunas).

**JCP**<sup>18</sup> –El Proceso de la Comunidad Java: es el mecanismo para el desarrollo de especificaciones técnicas estándar para la tecnología Java.

**ISO**<sup>19</sup> - Organización Internacional para la Estandarización: en el mundo es el mayor desarrollador y editor de normas internacionales.

**ITU**<sup>20</sup> - Unión Internacional de Telecomunicaciones (engloba **CCITT** y **CCIR**): esta es la organización más importante de las naciones unidas en lo que concierne a las tecnologías de la información y la comunicación. En su calidad de coordinador mundial de gobiernos y sector privado, la función de la ITU abarca tres sectores fundamentales, a saber: radiocomunicaciones, normalización y desarrollo.

---

<sup>16</sup> <http://www.ieee.org/index.html>

<sup>17</sup> <http://www.ietf.org/>

<sup>18</sup> <http://jcp.org/en/home/index>

<sup>19</sup> <http://www.iso.org/iso/home.htm>

<sup>20</sup> <http://www.itu.int/es/pages/default.aspx>

**W3C**<sup>21</sup> - World Wide Web Consortium: Es el organismo encargado de la estandarización y promulgación de las herramientas de desarrollo en la Web, ellos son los que definen estándares como el OWL, WSDL, XML, HTML por nombrar algunos.

Organismos de las **Naciones Unidas: UNESCO, OMS, FAO.**

Los estándares nos proporciona una plantilla con una serie de características o procesos a llevar a cabo para lograr un fin, ya sea la creación de un producto con ciertas características o la definición una serie de procesos para la ejecución de una tarea de manera adecuada y estandarizada.

### 1.1.3 ISO/IEC 9126

ISO cuenta con suficientes estándares para cubrir diferentes áreas de aplicación dentro de una organización. Como se menciona previamente, cuenta con un estándar para la gestión de la calidad, la familia ISO-9000, el cual nos ayuda a estandarizar la forma en que se llevan a cabo los procesos.

Pero esto no es suficiente para asegurar la calidad de un producto de software. Por ello la ISO en cooperación con la Comisión Electrotécnica Internacional (IEC por sus siglas en inglés) creó en 1991 un estándar para la evaluación de la calidad de un producto de ingeniería de software: el ISO/IEC 9126, el cuál en conjunción con ISO/IEC 14598 ayuda a evaluar la calidad proporcionada por un producto. La norma ISO/IEC 9126 consta de las siguientes 4 partes (ISO/IEC, 2001; Hörbst, Fink, & Goebel, 2005; Ruiz Morilla, 2008):

**Parte 1. Modelo de Calidad:** En esta parte se define un modelo de calidad basado en dos partes bien identificadas, las cuales son:

Calidad interna y externa.

Calidad en uso.

---

<sup>21</sup> <http://www.w3.org/>

La calidad del software es evaluada por medio de la calidad interna, donde se efectúa una revisión de documentos específicos, verificando modelos o por el análisis estático del código fuente del software, la calidad externa que se refiere a las propiedades del software interactuando con su entorno. Por otro lado la calidad de uso se refiere a la calidad percibida por el usuario final al momento de estar haciendo uso del software (Zeiss, Vega, Schieferdecker, Neukirchen, & Grabowski, 2007) (ver Figura 2). Tanto la calidad externa como la calidad interna y la calidad en uso, son afectados los unos a los otros en capas sucesivas (Erazo, 2006).

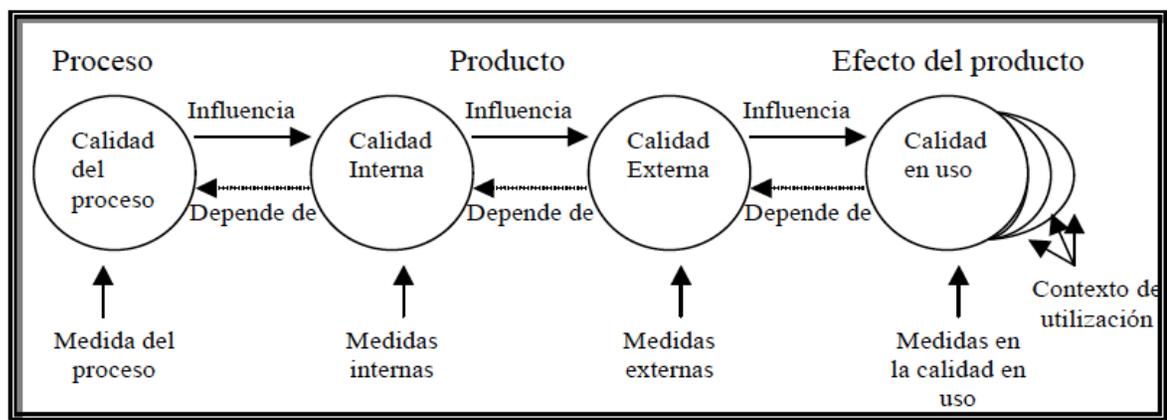


Figura 2. Calidad en el ciclo de vida del software (Adaptado de Erazo, 2006).

**Parte 2. Métricas Externas:** Aquí se define la terminología relacionada con las medidas de las métricas, el uso de las métricas en el proceso del ciclo de vida, así como unos conjuntos básicos de métricas externas para cada característica y sub-característica. El conjunto de métricas que contiene están organizadas por características y sub-características, donde cada métrica contiene su Nombre, propósito, medida etc.

**Parte 3. Métricas Internas:** Estas métricas se aplican durante la etapa de desarrollo del software, el conjunto de métricas están organizadas por características y sub-características que tiene los mismos campos que la Parte 2.

**Parte 4.** Métricas de calidad en Uso: Se define como la capacidad del software que posibilita la obtención de objetivos específicos con efectividad, productividad, satisfacción y seguridad (Figura 3).



**Figura 3.** Calidad de Uso (Adaptado de Ruiz Morilla, 2008).

El objetivo de este estándar es la definición de un modelo de calidad que después será usado como un marco de referencia para la evaluación del software (Botella, y otros, 2004). La primera parte del modelo define las características generales y sub-características utilizadas para la definición de calidad de software. La segunda, tercera y cuarta parte del estándar hacen frente al desarrollo de los criterios para la medición de las características definidas en la parte uno (Hörbst, Fink, & Goebel, 2005).

Las 6 características que define este modelo se muestran en la siguiente figura:



**Figura 4.** ISO/IEC 9126 Características (Adaptado de ISO/IEC, 2001; Abud Figueroa, 2001; Chua & Dyson, 2004).

Literatura previa (Abud Figueroa, 2001; Pressman, 2006) define estas características de la siguiente manera:

**Funcionalidad:** Se evalúa que el producto satisfaga las necesidades para las cuales fue diseñado.

**Confiabilidad:** La capacidad que posee el software para mantener su nivel de ejecución bajo condiciones normales en un periodo de tiempo establecido.

**Facilidad de Uso:** El esfuerzo necesario invertido por parte del usuario para aprender a usar el sistema (Facilidad de uso).

**Eficiencia:** Que tan buen uso hace el software del recurso.

**Facilidad de Mantenimiento:** Facilidad para dar mantenimiento al software.

**Portabilidad:** La facilidad con la que puede ser transportado el software de un ambiente a otro.

La Tabla 2 muestra las características mencionadas anteriormente así como sus respectivas sub-características, y la descripción de cada una de ellas.

Característica	Sub-característica	Descripción
Funcionalidad	Idoneidad	Atributos de la aplicación Web que influyen en la presencia y adecuación de un conjunto de funciones para las tareas específicas.
	Exactitud	Atributos de la aplicación Web que influyen en la provisión de lo correcto o de los resultados acordados o en los efectos.
	Interoperabilidad	Atributos de la aplicación Web que influyen en su capacidad para interactuar con los sistemas especificados.
	Seguridad	Atributos de la aplicación Web que influyen en su capacidad para prevenir el acceso no autorizado, ya se accidental o deliberado a los programas o datos.
Confiabilidad	Nivel de Madurez	Atributos de la aplicación Web que tiene que ver con la frecuencia de fallas por errores (fallas) en el software.
	Tolerancia a Fallas	Atributos de la aplicación Web que influyen en su capacidad para mantener un nivel de rendimiento específico en caso de fallas de software o la violación de su interfaz específica.
	Recuperación	Atributos de la aplicación Web que influyen en la capacidad para restablecer su nivel de rendimiento y recuperar los datos directamente afectados en caso de un error y en el tiempo y el esfuerzo necesario para ello.
Facilidad de Uso	Facilidad de Compresión	Atributos de la aplicación Web que influyen en el esfuerzo necesario para que el desarrollador reconozca el concepto lógico y la aplicabilidad de la aplicación Web.
	Facilidad de Aprendizaje	Atributos de la aplicación Web que influyen en el esfuerzo por el desarrollador para aprender el uso de la aplicación.
	Facilidad de Operación	Atributos de la aplicación Web que influyen en el esfuerzo por el desarrollador para aprender la operación y el control de operaciones.
	Atractivo	Atributos de la aplicación Web que hacen la hacen lucir atractiva.
Eficiencia	Comportamiento con respecto al tiempo	Atributos de la aplicación Web que influyen en la respuesta y los tiempos de procesamiento y en las tasas de rendimiento en la ejecución de sus funciones.
	Comportamiento de los recursos	Atributos de la aplicación Web que influyen en la cantidad de recursos utilizados y en la duración de uso, mientras desempeña sus funciones.
Facilidad de	Facilidad de	Atributos de la aplicación Web que influyen en el

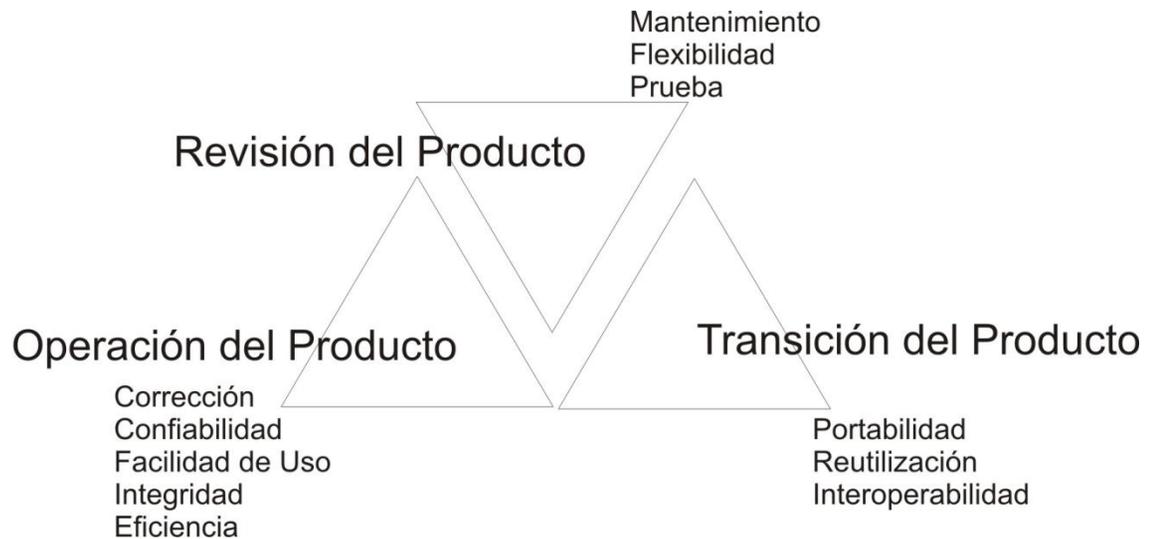
Mantenimiento	Análisis	esfuerzo necesario para el diagnóstico de deficiencias o las causas de fallas, o para identificar las partes a modificar.
	Facilidad de Cambio	Atributos de la aplicación Web que influyen en el esfuerzo necesario para la modificación, eliminación de errores o para el cambio de ambiente.
	Estabilidad	Atributos de la aplicación Web que influyen en el riesgo de efectos inesperados en las modificaciones.
	Facilidad de Prueba	Atributos de la aplicación Web que influyen en el esfuerzo necesario para validar la aplicación Web modificado.
Portabilidad	Adaptabilidad	Atributos de la aplicación Web que influyen en la posibilidad para su adaptación en diferentes entornos especificados sin aplicar otras medidas ó medios que las previstas para la aplicación Web desarrollada
	Facilidad de Instalación	Atributos de la aplicación Web que influyen en el esfuerzo necesario para instalar la aplicación Web en un entorno determinado.
	Facilidad para Reemplazarse	Atributos de la aplicación Web que influyen en la oportunidad y el esfuerzo de usarlo en el lugar de especificar otra aplicación Web en el entorno de dicha aplicación Web.

**Tabla 2.** Características y Sub-características del estándar ISO/IEC 9126 (Adaptado de Chua & Dyson, 2004; Engineering, 2003).

La importancia del uso de estándares es lograr mejorar la calidad de los productos que se ofertan en el mercado, no cuente con tantos errores a la hora de su ejecución, mejorar los costos de producción porque esto es un problema con el desarrollo de software que la mayoría de los desarrollos se salen del presupuesto planeado (Pressman, 2006), así como el cumplimiento de los requerimientos del usuario y su satisfacción.

El estándar ISO/IEC 9126 no es la única forma con la que se puede evaluar la calidad de un producto de software. Existen otras herramientas como es el ejemplo del Modelo de calidad de McCall, Richards y Walters (1977), el cual es bastante utilizado y nos proporciona una clasificación de factores, los cuales deben de ser tomados en cuenta para el desarrollo de un producto de software con calidad.

El Modelo se divide en 11 factores de calidad agrupados en tres grupos como lo muestra la Figura 5.



**Figura 5.** Modelo de Calidad de McCall (Adaptado de Cavano & McCall, 1978; Pressman, 2006)

Literatura previa (Pressman, 2006; Sharma, Kumar, & Grover, 2008) describe los Grupos del Modelo como se muestra a continuación:

**Operación del Producto:** Se refiere a la habilidad del sistema para ser entendido rápidamente, operado eficientemente y capaz de proporcionar los resultados requeridos por el usuario.

**Revisión del Producto:** Se refiere a la coerción de errores y la adaptación del sistema. Este aspecto es generalmente considerado la parte más costosa del software.

**Transición del Producto:** Se refiere al procesamiento distribuido, junto con el rápido cambio de hardware.

La mayor ventaja de este modelo es la relación creada entre sus características de calidad y la describe como si estuviera formada por una relación jerárquica entre los factores, los criterios y las métricas de calidad (William & Ward, 1998).

McCall et. al proporcionan las siguientes descripciones para sus factores (Cavano & McCall, 1978; Pressman, 2006).

**Corrección:** El grado en que se cumple con las especificaciones y satisface los objetivos del cliente.

**Confiabilidad:** El grado en que se esperaría que el programa desempeñe su función con la precisión requerida.

**Eficacia:** La cantidad de código y recursos de cómputo necesarios para que un programa realice su función.

**Integridad:** El grado de control sobre el acceso al software o los datos por parte de las personas no autorizadas.

**Facilidad de Uso:** El esfuerzo necesario para aprender, operar, preparar los datos de entrada de un programa e interpretar la salida.

**Facilidad de Mantenimiento:** El esfuerzo necesario para localizar y corregir un error en un programa.

**Flexibilidad:** El esfuerzo necesario para modificar un programa en operación.

**Facilidad de Prueba:** El esfuerzo que demanda probar un programa con el fin de asegurar que realiza su función.

**Portabilidad:** El esfuerzo necesario para transferir un programa de un entorno de configuración de hardware y/o software a otro.

**Facilidad de Reutilización:** El grado en que un programa (o partes de él) pueden reutilizarse en otras aplicaciones (relacionado con el empaquetamiento y el alcance de las funciones que realiza el programa).

**Interoperabilidad:** El esfuerzo necesario para acoplar un sistema con otro.

Como se mencionó y como lo menciona la literatura contamos con diferentes formas para intentar medir la calidad del software, estándares y modelos para

mejorar el proceso de creación de un producto de software, para el caso particular de este trabajo se utilizó el estándar propuesto por ISO/IEC 9126 ya que es uno de los estándares más conocidos y aplicados en el mundo del software, la aplicación del estándar se hizo desde la visión del desarrollador de software.

#### **1.1.4 Calidad del Software**

A lo largo de este trabajo se ha hablado acerca de la calidad y su importancia dentro de cualquier producto. También se ha hablado de estándares ó modelos, los cuales sirven como ayuda para desarrollar y evaluar productos con una mejor calidad. El principal interés del presente estudio es la calidad de un producto de software (en este caso, una aplicación Web), es por esto que dentro de los siguientes párrafos nos enfocaremos en la calidad del software. Todo lo mencionado anteriormente es parte del proceso para poder alcanzar la calidad del software.

¿Qué es la calidad del software? De acuerdo a Pressman (2006) se refiere a “El cumplimiento de los requisitos de funcionalidad y desempeño explícitamente establecidos, estándares de desarrollo explícitamente documentados y de las características implícitas que se esperan de todo software desarrollado profesionalmente” (pág. 463).

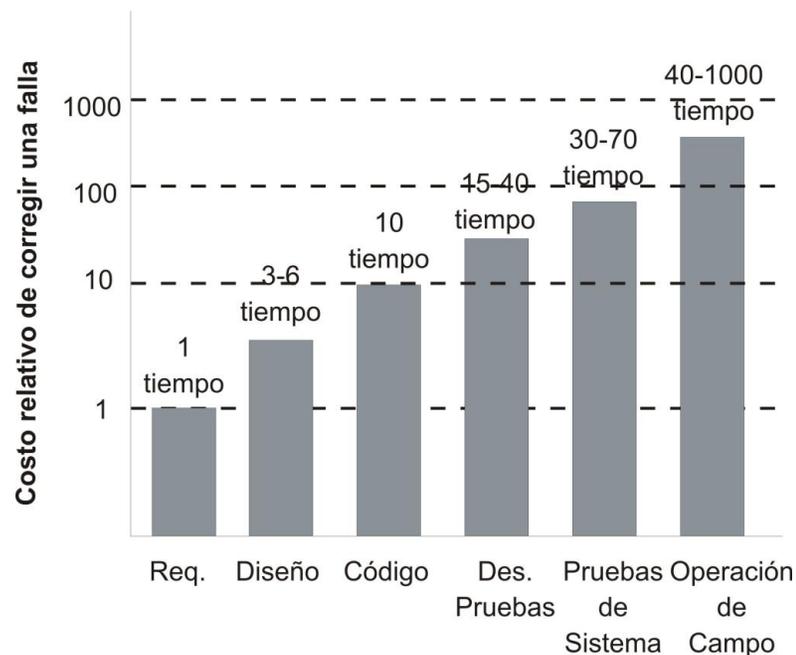
Cuando hablamos de calidad del software, hablamos de términos como el uso de estándares, metodologías o herramientas que se utilizan para desarrollar productos que cumplen con valores requeridos de calidad. El no utilizar metodologías para el desarrollo de software empuja a que exista una falta de calidad (Cueva Lovelle, 1999).

El uso de metodologías responde la pregunta ¿Qué es calidad? (Khaddaj & Horgan, 2004) Ya que estas ayudan a alcanzar una mejor calidad, y también modelos como el ISO/IEC 9126 (Chua & Dyson, 2004; Pressman, 2006; ISO/IEC, 2001) o el de McCall (McCall, Richards, & Walters, 1977; Pressman,

2006) proporcionan un conjunto de características que se espera sean cumplidas por un producto de software con calidad.

El no tener una cultura de llevar a cabo procesos de calidad para desarrollar productos, puede llevar a que el proyecto genere costos muy altos de mantenimiento dependiendo de la etapa en la que se encuentre el desarrollo del proyecto. La Figura 6 nos da una muestra del costo relativo en tiempo de corregir un error dependiendo de la etapa en de desarrollo asociada.

Lo que podemos observar en la figura es que si el producto que se está desarrollando no se desarrolla con una buena calidad, esto es usando buenos procesos de desarrollo, buenas técnicas de pruebas y pensando desde un principio en desarrollar nuestros productos con buena calidad desde el principio, lo que va a pasar es que conforme pasen las etapas de desarrollo del software los costos se van a ir elevando de manera paulatina, hasta llegar a un punto donde se vuelve imposible solventar los costos de ese desarrollo y se opta por dejar el producto a un lado. Es por esto que es importante considerar y siempre pensar en la calidad de nuestro producto final, hablando en términos de software, desde el momento en que se está desarrollando la planeación del producto se debe hacer con calidad, porque es en etapas tempranas cuando mejor se pueden controlar y definir las cosas.



**Figura 6.** Costo Relativo de Corregir una Falla (Adaptado de Pressman, 2006)).

Como se puede observar, el término calidad del software es mucho más complejo de lo que la gente tiende a creer (Sanz, 1997) ya que involucra la satisfacción de los requisitos proporcionados por el cliente así como el uso de metodologías y el cumplimiento de sus requisitos implícitos como puede ser facilidad de uso y de mantenimiento.

El Cuerpo de Conocimiento de Ingeniería del Software (SWEBOK por sus siglas en inglés) (Abran, Moore, Bourque, & Dupuis, 2004) define un desglose de temas involucrados en la calidad del software (ver Figura 7). Esos conceptos se definen como:

#### Fundamentos de Calidad del Software

Un ingeniero del software debería de entender los significados subyacentes de los conceptos de calidad así como sus características y su valor sobre el software en desarrollo o en mantenimiento.

**Ingeniería del Software Cultura y Ética:** Es donde se espera que los ingenieros del software comportan un compromiso de calidad como parte de su cultura de desarrollo. Así como la ética cuenta con un papel significativo en la calidad del software, la cultura y las actitudes del ingeniero del software.

**Valor y Costos de la Calidad:** La noción de calidad no es tan simple como puede parecer. Para cualquier producto de ingeniería, hay muchas cualidades deseadas para el producto, los cuales tiene que ser discutidas y decididas al momento de establecer los requerimientos del producto. El cliente cuenta con una perspectiva de calidad del software, por lo que es importante crear productos con valor que pueden o no cuantificarse como un costo, dado que el cliente cuenta con un presupuesto y está dispuesto a gastarlo dependiendo de lo que obtenga a cambio.

**Modelos y Características de Calidad:** La terminología para las características de calidad difiere de un modelo a otro, tal vez cada modelo tiene un total de niveles jerárquicos y un número total de diferentes características a ser cumplidas. Varios autores han dedicado su tiempo y esfuerzo a la creación de modelos de calidad del software los cuales pueden ser útiles para la discusión, planificación y evaluación de la calidad de productos de software. Tal es el caso de CMMi (Carnegie Mellon, 2001), MoProSoft (Ramírez, 2007), ISO/IEC 9126 (ISO/IEC, 2001).

**Mejoramiento de la Calidad:** La calidad de los productos de software se puede mejorar mediante un proceso iterativo de mejora continua, el cual requiere retroalimentación de muchos procesos en paralelo como: (1) el proceso de ciclo de vida del software, (2) el proceso de detección de errores, corrección y la prevención, (3) el proceso de mejora de la calidad. Los conceptos para mejorar la calidad, tales como la construcción de la calidad a través de la prevención y detección temprana de errores, la mejora continua y la orientación al cliente, son pertinentes en la ingeniería del software.

## Procesos de Gestión de la Calidad del Software

La gestión de la calidad del software, se aplica a todas las perspectivas de los procesos de software, productos y recursos. Define los procesos, los dueños del proceso y los requerimientos para estos procesos, las medidas del proceso y sus resultados, y los canales de retroalimentación.

**Aseguramiento de la Calidad del Software:** El SQA se encarga de garantizar que los productos de software y los procesos en el ciclo de vida del proyecto se ajusten a las necesidades especificadas en la planificación del proyecto, así como la promulgación y la realización de un conjunto de actividades que aseguren que la calidad se está implementando en el desarrollo del producto.

**Verificación y Validación:** La verificación y validación se esfuerza para asegurar que la calidad está siendo tomada en cuenta en el software, así como la satisfacción de los requerimientos del usuario.

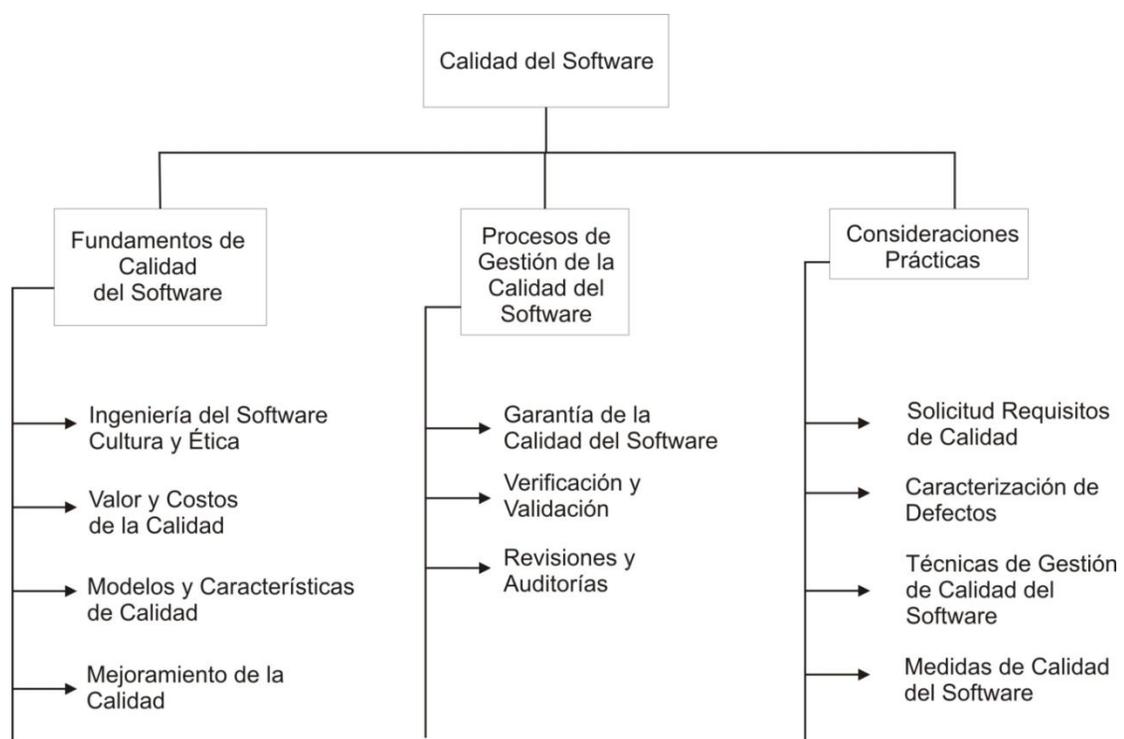
**Revisiones y Auditorias:** El objetivo de las revisiones y auditorias es comprobar que se están cumpliendo los requerimientos, así como el que se esté desarrollando un producto de calidad, existen 5 tipos de revisiones y auditorias: (Revisiones por la dirección, revisiones técnicas, inspecciones, Walk-throughs, y auditorias).

## Consideraciones Prácticas

**Requerimientos de Calidad del Software:** Están compuesto de los factores de influencia, la confianza, y los niveles de integridad del software, en los cuales se definen los requerimientos del software, los estándares de la ingeniería del software aplicables al proyecto, lo que puede suceder en caso de algún fallo en el software, así especificar cómo mantener la integridad de los datos y la identificación de que es lo que podría afectar la integridad de los datos.

**Caracterización de Defectos:** Le objetivo de la caracterización de defectos es el de establecer una taxonomía de defectos que sea significativa para la organización así como para el ingeniero del software.

**Técnicas de Gestión de la Calidad del Software:** Estas técnicas se categorizan como: técnicas estáticas, técnicas de uso intensivo de las personas, técnicas analíticas y técnicas dinámicas.



**Figura 7.** Desglose de temas para la calidad del software.

Como se mencionó anteriormente y de acuerdo a lo que se puede observar en la Figura 7, el lograr la calidad del software no es una tarea fácil. Se tiene que llevar a cabo una planeación adecuada acompañada del uso de herramientas (Modelos por ejemplo) que nos ayuden a facilitar el proceso de obtención de la misma.

### 1.1.5 Métricas

Hasta el momento, se ha mencionado que la calidad del software es un punto importante para lograr la calidad de un producto de software. Pero ¿cómo se puede llevar a cabo la medición de la calidad en un producto que no es tangible? En comparación, un producto de manufactura totalmente tangible como la producción de pantalones, en el cual se puede medir el nivel de calidad con el que está siendo creado el producto tales como: tela, acabados, resistencia, entre otras.

En consecuencia, es necesario hacer uso de métricas del software, las cuales se aplican para la evaluación cuantitativa de la calidad. Todas las métricas representan medidas indirectas, ya que nunca se mide realmente la calidad, sino alguna manifestación de esta (Pressman, 2006).

Anteriormente hablamos del modelo ISO/IEC 9126, con el cual se pretende llevar a cabo la evaluación de la calidad de los Servicios Web. Para poder aplicar cada uno de los factores del modelo se necesita el uso de métricas con las cuales se pretende medir los factores anteriormente mencionados. Como ya se ha mencionado las mediciones sobre las aplicaciones se hicieron el punto de vista del usuario final así como el del desarrollador.

Para lograr la medición desde el punto de vista del usuario final se aplicaron una serie de preguntas con las cuales se evaluaron aspectos como la facilidad de uso, atractivo, facilidad de operación, entre otros. Dicho cuestionario se adaptó de uno ya propuesto por la literatura, el cual Mavromoustakos (Mavromoustakos & Andreou, 2007) utiliza para la evaluación de aplicaciones Web apoyándose en el estándar de calidad ISO/IEC 9126. A continuación se muestran las preguntas utilizadas por Mavromoustakos.

- 1.- ¿Encuentras el sitio fácil de aprender y manejar?
- 2.- ¿Encuentras el sitio fácil de utilizar?
- 3.- ¿Encuentras el sitio fácil de navegar?
- 4.- ¿Te parece que el sitio cuenta con un aspecto atractivo?

- 5.- ¿Te parece que el sitio se descarga rápidamente?
- 6.- ¿Enlaces internos y externos están funcionando correctamente?
- 7.- ¿El sitio crea una experiencia positiva para mí?
- 8.- ¿El sitio proporciona información útil?
- 9.- ¿El sitio proporciona información precisa (exacta, confiable)?
- 10.- ¿La información está claramente marcada y organizada?
- 11.- ¿El sitio proporciona información en un buen tiempo?
- 12.- ¿El sitio proporciona información relevante (apropiada)?
- 13.- ¿El sitio ofrece todas las funciones necesarias?
- 14.- ¿El sitio ofrece información al nivel necesario de detalle?
- 15.- ¿El sitio presenta la información en un formato apropiado?
- 16.- ¿Crea una sensación de seguridad para poder completar las transacciones?
- 17.- ¿Se siente seguro al proporcionar información personal?
- 18.- ¿Crea una sensación de personalización?
- 19.- ¿Me resulta fácil comunicarme con la organización?
- 20.- ¿El contenido del sitio se actualiza cuando es necesario?

La serie de preguntas mencionadas se adaptaron para cumplir con los objetivos de la aplicación a ser evaluada así como para el tipo de usuario al que va dirigida, por esta razón algunas de las preguntas se dejaron fuera dado que no se consideró relevante su medición.

Para la medición desde el punto de vista del desarrollador se utilizaron una serie de métricas propuestas por la literatura entre ellas las propuestas por Chidamber y Kemerer (1991; Pressman), quienes proponen una serie de seis métricas para el software orientado a objetos y son unas de las más ampliamente conocidas en la ingeniería del software. A continuación se mencionan brevemente dichas métricas:

### **Métodos ponderados por clase (WMC por sus siglas en inglés).**

Suponga que una clase  $C_1$  tiene los métodos  $M_1, M_2, \dots, M_n$ . y que  $C_1, C_2, \dots, C_n$  es la complejidad de cada método entonces:

$$WMC = \sum_{i=1}^n C_i$$

Si se considera la complejidad ciclomatica de cada método para calcular esta métrica, entonces es necesario normalizar la complejidad de cada método con el fin de que tenga una complejidad igual a 1. La complejidad de un método es un indicador razonable de la cantidad de esfuerzo necesario para la implementación de esa clase y para probarla, además de que entre más métodos tenga una clase eso significa que los predecesores heredaran sus métodos. Por lo que si el número de métodos de una clase crece esto hace que se vuelva más difícil la reutilización y el mantenimiento por lo tanto WMC debe mantenerse lo más bajo posible.

### **Árbol de profundidad de la herencia (DIT por sus siglas en inglés).**

Esta métrica es la longitud máxima desde el nodo principal hasta la raíz del árbol. ¿Qué nos indica esto? que a medida que crece el valor de DIT significa que el último nodo va a heredar demasiados métodos por lo que esto hace difícil predecir el comportamiento de esa clase. Valores grandes de DIT significa que se podría reutilizar muchos métodos. Observando la Figura 8 podemos ver que el DIT que tendríamos para ese diagrama sería de 4.

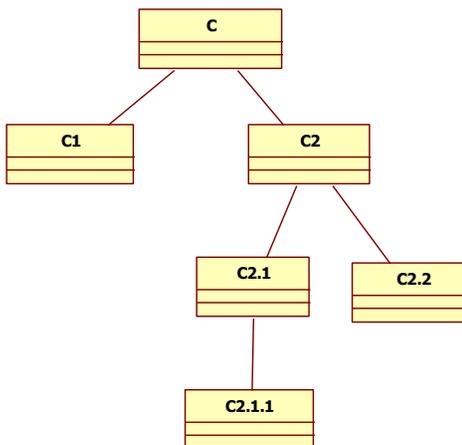


Figura 8. Jerarquía de clases.

### **Número de descendientes (NOC por sus siglas en inglés).**

Un descendiente es el número de hijos que tiene una clase en el orden jerárquico. Si retomamos la figura 8 podemos ver que la clase C2 tiene 2 descendientes (C2.1 y C2.2). A medida que crece el NOC ayuda a la reutilización de código, pero podría eliminarse la abstracción que representa la clase, además de que un número grande de hijos significa una mayor número de pruebas.

### **Acoplamiento entre objetos (CBO por sus siglas en inglés).**

Dos clases de objetos estas acopladas si alguna de las clases utiliza métodos o instancias de la otra. A medida que el CBO aumente, es muy probable que la capacidad de reutilización disminuya. Asimismo, es más complicado el mantenimiento de las clases.

### **Respuesta por una clase (RFC por sus siglas en inglés).**

Es el conjunto de métodos que tienen la posibilidad de ejecutarse como respuesta a un mensaje que recibe un objeto de esa clase. Esto quiere decir que el valor de RFC se calcula en base al número de métodos de la clase que se ejecutan al

recibir un mensaje de otra clase. Ejemplo: La clase vehículo manda un mensaje al método arrancar de la clase coche, por lo tanto, el método de arrancar se ejecuta como respuesta a la petición de la clase.

### **Falta de cohesión entre métodos (LCOM por sus siglas en inglés).**

Suponga C como una clase, con métodos  $M_1, M_2, \dots, M_n$ . y que cada uno de esos métodos tiene acceso a uno o más atributos (también denominados variables de instancia). El cálculo de LCOM se logra al sumar el número de métodos que hace uso de los mismos atributos. Si ningún método accede a los mismo atributos entonces  $LCOM = 0$ , en caso contrario si existen 3 métodos que utilizan los mismos atributos entonces tendríamos un valor  $LCOM = 3$  para esa clase. Lo importante es mantener una cohesividad alta por lo que es importante tener un valor bajo en esta métrica, aunque existe casos justificables para un valor alto de LCOM.

Otras de las métricas utilizadas es la propuesta por McCabe (1976), la cual nos sirve para determinar el número de pruebas que son necesarias para poder recorrer todas las rutas posibles de la aplicación. El cálculo se hace de la siguiente forma:

$$V(G) = E - N + 2$$

Donde

$V(G)$  = complejidad ciclomática.

E = número de aristas en grafo.

N = número de nodos en grafo.

Otro punto muy importante que debe de ser considerado al momento de desarrollar software es el mantener un acoplamiento bajo y una alta cohesión (Pressman, 2006). El acoplamiento se refiere al número de dependencias que existen entre los componentes de la aplicación, si contamos con un

acoplamiento muy alto hace difícil el mantenimiento de la aplicación, dado que una modificación en un componente afecta los demás componentes con los que se encuentra conectado.

Con la cohesión se refiere a que todos los elementos de un componente trabajan en colaboración para alcanzar un solo propósito o tarea.

### **1.1.6 Web**

El término de World Wide Web (comúnmente llamado Web) fue creado por Tim Berners-Lee del Centro Europeo de Física Nuclear (CERN) en 1991 (Lamarca Lapuente, 2009), cuando creó el primer programa visualizador para un servidor y un cliente, lo cual se convirtió en el origen de la World Wide Web; esto con el objetivo de servir como herramienta para la búsqueda y transmisión de información entre científicos. La Web es la culminación del Hipertexto (Lamarca Lapuente, 2009). Pero sus orígenes se remontan a muchos años atrás cuando Ted Nelson, en 1965, imaginó a las máquinas literarias permitiendo publicar información en hipertexto a todos los usuarios (Lamarca Lapuente, Historia del Hipertexto, 2009).

No fue sino hasta 1993 cuando ISO se encargó de estandarizar el Lenguaje de Marcado de Hipertexto (HTML).

De acuerdo a literatura previa (Mavromoustakos & Andreou, 2007) las aplicaciones Web están clasificadas en 10 categorías generales (ver Figura 9), las cuales son:



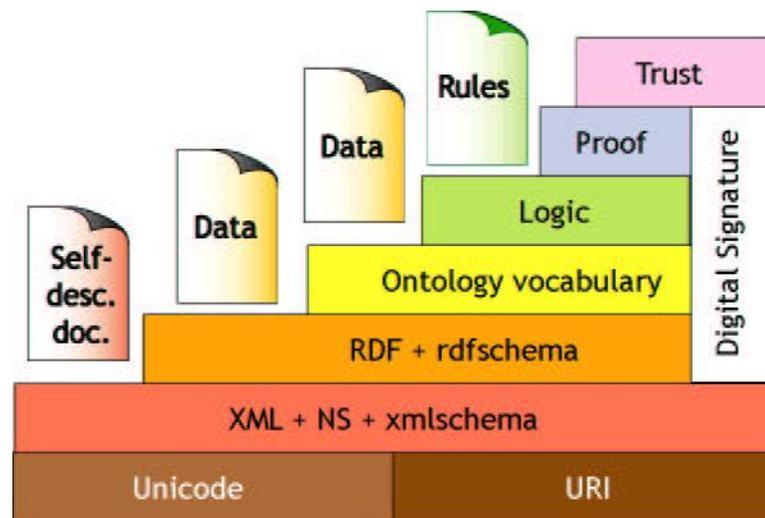
Figura 9. Clasificación general de Aplicaciones Web.

- **Informativas:** Proveen información útil para el usuario como es el ejemplo de periódicos online, libros electrónicos y boletines de noticias.
- **Interactivas:** Permite la interacción del usuario con la aplicación a través de una interfaz de usuario gráfica, por ejemplo juegos online, presentaciones personalizadas, formularios de inscripción.
- **Transaccionales:** Aquellas que incluyen un mecanismo transaccional, por ejemplo e-Commerce, banca en línea.
- **Orientadas a servicios:** Aquellas que proveen un servicio en línea, por ejemplo la estimación del pago de hipoteca.
- **De descarga:** Proporcionan información disponible para su descarga por parte del usuario.
- **Personalizable:** Aquellas que contiene contenido el cual puede ser personalizado en base a las preferencias del usuario, por ejemplo lo que se puede hacer con la cuenta de correo de Google, donde se puede cambiar el tema de la interfaz.

- **Interactivo:** Estas ofrecen la comunicación a través de chats, tableros de anuncios o por medio de mensajes instantáneos, por ejemplo las conocidas redes sociales como FaceBook.
- **Portales Web:** Ofrecen acceso a un gran número de aplicaciones Web de acuerdo a una gran variedad de contenido temático, por ejemplo los centros de compras electrónicas como mercado libre o Ebay.
- **De acceso a bases de datos:** Se consulta una base de datos para recuperar información a ser mostrada posteriormente.
- **Almacenamiento de datos:** Se consulta una colección de grandes bases de datos y se proporciona información.

### 1.1.7 Web Semántica

Tim Berners-Lee explica que: “La Web Semántica no es una Web separada pero si una extensión de la actual, en la cual se le da un significado bien definido a la información dentro de ella” (Berners-Lee, Hendler, & Lassila, The Semantic Web, 2001, pág. 1). Esto significa que la Web Semántica es una forma de extender la Web actual, en la cual el uso de ontologías (Lozano Tello, 2001) sirve para darle un nuevo significado a toda la información encontrada dentro de la Web y que con esto pueda ser procesada y entendida por una máquina (Gerald, Harald, & Mehdi, 2005). La Web Semántica está dividida por diferentes capas como lo muestra la Figura 10. Las cuales se define a continuación basándose en (Cueva, 2008).



**Figura 10.** Arquitectura de la Web Semántica<sup>22</sup> (Adaptado de Horrocks & PatelSchneider, 2003).

**Primer Nivel:** En el primer nivel se realiza la identificación de recursos Web, la cual hace uso de lo siguiente:

Unicode: El cual es una codificación de caracteres diseñada para facilitar el tratamiento informático, transmisión y visualización de un archivo de texto en diferentes lenguajes.

URI: Es una cadena de caracteres la cual identifica inequívocamente un recurso Web.

**Segundo Nivel:** Este es el nivel sintáctico, soluciona el problema de definición de distintos lenguajes de etiquetados para lo cual añade contenido semántico a las páginas.

Lenguaje de marcas extensibles (XML): Nos permite el poder estructurar datos y documentos en forma de árboles, esto con la ayuda de etiquetas con atributos.

XML Schema (XSD): Sirva para fijar la estructura con la que deben ser escritos los documentos XML, así determinar los tipos de datos primitivos y derivados que van a ser utilizados.

<sup>22</sup> <http://www.w3.org/2000/Talks/1206-xml2k-tbl/slide8-0.html>

**Tercer Nivel:** En este nivel se realiza la descripción de recursos utilizando RDF, el cual es un estándar recomendado por la W3C para la definición y uso de descripciones de metadatos.

Marco de descripción de recursos (RDF): Es un framework para la definición de metadatos en la World Wide Web, y es el estándar más utilizado en la comunidad semántica.

RDF Schema: Esta es la extensión semántica de RDF.

**Cuarto Nivel:** En este nivel se fundamenta lo propuesto por Tim Berners-Lee (2001).

Ontología: Las ontologías sirven para describir y representar áreas de conocimiento, se utiliza en aplicaciones que necesitan compartir información de un determinado tema que se le conoce como dominio.

Gruber define a una ontología como “una especificación explícita de conceptualizaciones compartidas”(1993), la cual se compone de una definición explícita y estructurada en taxonomías. El lenguaje que se cuenta para hacer esto es el lenguaje Web para ontologías (OWL por sus siglas en inglés), el cual nos permite expresar y definir ontologías que puedan ser procesables en la Web, este estándar está definido por el Consortium de la World Wide Web, el cual nos permite acceder a toda su especificación.

**Quinto Nivel:** Este es el nivel de la lógica con el cual se pretende dar flexibilidad a la arquitectura, para con esto poder realizar consultas y poder hacer la inferencia de conocimiento a partir de las ontologías definidas.

**Sexto Nivel:** Este es el nivel de prueba en el cual se considera que una computadora esta razonando cuando es capaz de hacer demostraciones de ello, esto se lograría cuando la computadora pudiera inferir que es lo que el usuario quiere hacer.

**Séptimo Nivel:** En este nivel se puede agregar grados de confianza y diferentes niveles de seguridad a los recursos Web disponibles.

Como se ha mencionado anteriormente el objetivo de esta investigación es la evaluación cuantitativa de la calidad de un Servicio Web, como aquel que contiene Semántica.

Para llevar a cabo esto, se hace uso del estándar de calidad ISO/IEC 9126, donde cada uno de sus factores será descompuesto en una serie de métricas, que serán aplicadas con el fin de evaluar el grado de calidad de la aplicación.

## 1.2 Problemática de la Investigación

Como se ha mencionado el término Web Semántica es relativamente nuevo ya que fue introducido en el año 2001 por Berners-Lee et. al (2001), por lo cual y de acuerdo a la literatura, es un campo en el cual se está trabajando permanentemente. Su creador Tim Berners-Lee menciona que el uso de la Web Semántica ayudará a mejorar el procesamiento que produce una computadora y gracias a esto será capaz de procesar de una manera correcta la información que se encuentra desplegada en la red. Para poder lograr esta nueva tendencia se apoya en el uso de metadatos semánticos, llamados ontologías (Lozano Tello, 2001; Gruber, 1993), los cuales estandarizarán la semántica de los contenidos en un entorno dado. Para de esta forma, poder lograr una búsqueda de información más precisa dependiendo del ambiente en el que se esté buscando, y con este logar que el usuario de la Web pueda ejecutar búsquedas más exactas. Uno de los objetivos de la semántica es el poder generar una base de conocimiento no solo de una página Web, sino de toda la aplicación Web para poder hacer que todo el contenido de la aplicación sea procesado semánticamente (Gerald, Harald, & Mehdi, 2005).

Dicho esto, el hecho de que el contenido de una aplicación pueda ser procesada de una manera más adecuada por una máquina, nos hizo creer que la calidad total proporcionada por una AWS tuvo un cambio significativo. Es por esto que se

evaluó en esta tesis cómo se comporta ese cambio al transformar aplicaciones Web tradicionales a Web Semántica. En consecuencia, la relevancia del presente estudio radica en demostrar si un AWS cuenta con una mejor calidad total comparado con un AWC, esto medido desde una perspectiva del desarrollador de aplicaciones web y del usuario final(Barchini, Álvarez, Herrera, & Trejo, 2007).

Se considera que las personas que podrían ser beneficiadas por el presente estudio son los desarrolladores de aplicaciones Web ya que estos pueden de antemano saber si será beneficioso el uso de la web semántica. Para con esto optar por el uso de ella o simplemente dejarla a un lado. Pero la evaluación de las aplicaciones se llevó a cabo desde el punto de vista del desarrollador de aplicaciones Web así como del usuario final(Barchini, Álvarez, Herrera, & Trejo, 2007).

Adicionalmente, solo se evaluó el caso de cuando se requiere transformar una Web existente, quedando fuera el caso de desarrollar una aplicación semántica desde cero, y comenzar a aplicar y a tomar mediciones del estándar ISO/IEC 9126 desde el principio del desarrollo como el caso, de la tesis de maestría de Kristján (2004).

Con este estudio se espera que las personas interesadas en la Web tengan un panorama amplió acerca de lo que es la Web semántica y de los posibles cambios en la calidad que puede generar esta.

Es importante considerar lo mencionado ya que es costoso mantener y desarrollar aplicaciones que ofrezcan información entendida por personas que pueda ser mostrada en un navegador Web y metadatos entendibles por una máquina que puedan ser procesados por una máquina (Gerald, Harald, & Mehdi, 2005). Para con esto poder ofrecer Web semántica.

### 1.3 Contribuciones

La presente investigación tuvo como principal contribución la demostración del cambio existente en calidad que puede tener una AWS en comparación de una AWC. Cabe resaltar que los resultados que se obtuvieron para esta primera instancia pueden variar en un escenario diferente.

Como se menciona anteriormente la medidas que se hicieron en este estudio de las características y sub-características del estándar ISO/IEC 9126, se llevaron a cabo con una perspectiva del desarrollador de aplicaciones Web y del usuario final(Barchini, Álvarez, Herrera, & Trejo, 2007).

El resto de esta tesis, se estructura de la siguiente forma:

Capítulo 2: Se presenta la formulación de la investigación, en este capítulo se definió el cómo se llevó a cabo la investigación, donde se planteó la pregunta de investigación a responder, objetivo general y objetivos específicos de la misma, y la elaboración de las hipótesis donde se decidió que características de calidad del estándar ISO-9126 fueron usados y porque.

Capítulo 3: Se muestra cual fue el diseño específico que se llevó a cabo para la realización de la investigación, así como la población utilizada para la toma de datos, la unidad de análisis y la muestra de estudio así como la definición de las métricas para la medición de las características.

Capítulo 4: En este capítulo se muestra los datos que se tomaron de la población objetivo, así como los resultados que se obtuvieron al momento de comparar los diferentes grupos, las cuales son, el grupo de control y el grupo experimental.

Capítulo 5: Se concluye el trabajo realizado a lo largo de la tesis, y se da perspectiva hacia trabajo futuro.

# Capítulo 2

---

## Formulación de la Investigación

La realidad tiene límites; la estupidez no

Napoleón Bonaparte

## 2.1 Tipo de Investigación

Dadas las características que demanda el presente estudio se llevó a cabo un estudio cuantitativo centrado en el objetivo de definir métricas propuestas en literatura previa, así como en la definición de un cuestionario para su posterior ejecución con el usuario final. Esto con el fin de poder evaluar aplicaciones Web desde la perspectiva del desarrollador y el punto de vista del usuario final (Barchini, Álvarez, Herrera, & Trejo, 2007).

Antes de definir las métricas para el desarrollador así como el cuestionario para el usuario final, se determinó cuales características y sub-características del estándar ISO/IEC 9126 (Chua & Dyson, 2004) ver tabla 2, eran aplicables para el tipo de aplicación que fue elegida.

El tipo de investigación realizada es de tipo aplicada general. Según Neuman (2003) este tipo de investigaciones sirven para abordar problemas específicos, y para la adopción de un nuevo tema.

Esta investigación se realizó teniendo en mente el término calidad, el cual es uno de los temas más debatidos en la Ingeniería del Software (Pressman, 2006). Por lo que, se buscó el impacto de está, en una nueva tecnología para aplicaciones de la WWW, el cual es la Web Semántica.

Dicho lo anterior, se espera que este estudio sirva para identificar si tanto el usuario final como el desarrollador de aplicaciones perciben algún cambio significativo, cuando una aplicación Web cuenta con semántica a diferencia de aquella que no la tiene.

Asimismo, se espera que este estudio se pueda replicar en una aplicación más robusta o en escenarios diferentes (otro tipo de aplicaciones Web eje. e-Comerce).

Las métricas así como el cuestionario definido se aplicaron sobre dos aplicaciones Web -AWC y AWS- basándose en las características de calidad del estándar

ISO/IEC 9126 seleccionadas (ver Capítulo 3 sección 3.4). Hecho esto, se comprobaron los resultados para determinar el cambio en la calidad, obtenido en una AWS en comparación con AWC y con esto aprobar o rechazar las hipótesis definidas.

En el presente estudio se aplicaron algunas de las características y sub-características del estándar ISO/IEC 9126 tomando en cuenta a dos de las personas involucradas en todo desarrollo de software, las cuales son el usuario final y el desarrollador de aplicaciones. Asimismo, permitió medir cuantitativamente el cambio en la calidad de las aplicaciones evaluadas.

## **2.2 Pregunta de Investigación**

Como se ha mencionado previamente, esta investigación se centró en evaluar la calidad de dos aplicaciones Web, las cuales utilizan diferentes tecnologías para cumplir con sus funciones. La evaluación que se llevó a cabo sirvió para determinar si existe un cambio significativo en la calidad de una AWS en comparación de una AWC. Por lo tanto, en el presente se estudió se respondió la siguiente pregunta de investigación.

**¿Se tiene un incremento significativo en la calidad al transformar una Aplicación Web normal a una con Web Semántica midiéndola a través de las características de calidad de ISO/IEC 9126 aplicables a la aplicación seleccionada y considerando tanto al desarrollador de aplicaciones como al usuario final?**

## **2.3 Objetivo**

### **2.3.1 Objetivo General**

Se ha mencionado que el término de Semántica es relativamente nuevo y fue propuesto por Berners-Lee et al.(2001). Por esta razón, el presente estudio indagó en este tema, y con esto se determinaron cuáles son los cambios sustanciales que

genera transformar una AWC a una AWS, hablando en términos de calidad. Por lo tanto esta investigación cubrió el siguiente objetivo general:

Determinar el cambio cuantitativo generado por una AWS en comparación de una AWC, tomando en cuenta las características y sub-características del estándar ISO/IEC 9126 aplicables para la aplicación seleccionada, tomando en cuenta tanto al desarrollador de aplicaciones Web como al usuario final.

### **2.3.2 Objetivos Particulares.**

Basándose en el objetivo general se generaron los siguientes objetivos específicos de la investigación.

Elección de las características y sub-características del estándar ISO/IEC 9126, las cuales serán aplicadas en la evaluación de AWC y AWS desde la perspectiva del desarrollador de aplicaciones Web así como la del usuario final.

Establecer las métricas de cada características y sub-características del estándar ISO/IEC 9126, con una perspectiva del desarrollador de aplicaciones Web y del usuario final.

La definición del cuestionario para la evaluación de las aplicaciones Web desde el punto de vista del usuario final.

## **2.4 Proposiciones o Hipótesis de Investigación**

En la literatura existen varios modelos que definen una serie de factores de calidad, los cuales se deben cumplir si se quiere contar con un producto de software con calidad, algunos de estos modelos son: El propuesto por McCall et. Al (1977; Pressman, 2006) y el estándar para la evaluación de la calidad ISO/IEC 9126 (Pressman, 2006; Chua & Dyson, 2004).

Es de mencionarse que dichos modelos son una definición teórica de lo que se supone debe de ser cumplido por el software para que este cuente con calidad. Pero, no define el cómo es que estas características deben ser medidas para que puedan ser cumplidas (Biscoglio, Fusani, Lami, & Trentanni, Establishing a quality-

model based evaluation process for websites, 2007). Siendo más específicos, no definen, que si se aplica una cierta medida, por ejemplo la complejidad ciclomática de McCabe, y que haciendo esto se lograra tener cubierta la característica de facilidad de mantenimiento, si no que estos modelos sustentan teóricamente el por qué es importante tomar en cuenta dichas características para lograr calidad en el software en desarrollo.

Estos modelos cumplen con su objetivo al decir que es importante, o que es lo que se espera de un software al estar ejecutándose en el entorno para el cual fue desarrollado.

Como lograr esto es tarea de todo el personal involucrado en el desarrollo del software. Esto se debe a lo versátil y multifacético del software, lo cual implica que no se pueda especificar una métrica universal para la medición de alguna característica dado que todas las personas tienen una percepción de calidad diferente. Por lo tanto, lo que para una persona significa calidad, para otra no puede tener el mismo significado o la misma importancia.

Es por esto, y de acuerdo al personal involucrado en el desarrollo del software que se debe establecer a donde se quiere llegar y como se piensa llegar a eso, desde que características requieren ser evaluadas con más cuidado y en cuales no es necesario ser tan estrictos al momento de evaluarlas, para con esto, definir las métricas que se van a utilizar. Lo cual conlleva a lograr el objetivo de todo desarrollo de software, el cual es; la calidad (Pressman, 2006).

En la literatura existen bastante métricas para llevar a cabo la medición de software y estas se clasifican en de la siguiente forma (Pressman, 2006; Klettke, Schneider, & Heuer, 2002; da Cruz, Rangel Henriques, & João Varanda, 2008):

**Métricas para el producto** – Estas métricas sirven para evaluar el producto de software. Por ejemplo, las líneas de código (LOC por sus siglas en inglés) (Pressman, 2006), la complejidad ciclomática de McCabe (McCabe, 1976), las

métricas del diseño orientado a objetos propuestas por Chidamber y Kemerer (Chidamber & Kemerer, 1994), por mencionar algunas.

**Métricas para el proceso** – Estas métricas sirven para evaluar el proceso de diseño. Por ejemplo, la documentación generada al estar trabajando bajo modelos como CMMi<sup>23</sup>, PSP<sup>24</sup>, TSP<sup>25</sup>, donde se pueden recopilar datos como la duración del proyecto, los tiempos entre cada una de las fases del desarrollo, el tiempo empleado para desarrollar algún elemento del software, etc.

**Métricas para el proyecto** – Estas métricas evalúan el estado del proyecto. Por ejemplo, COCOMO<sup>26</sup>, COCOMO2, objetivo, pregunta, métrica (GQM<sup>27</sup> por sus siglas en inglés)

En la presente investigación, se aplicaron las métricas del producto y la comprobación de algunas métricas del proceso, no se tomaron en cuenta las métricas del proyecto, porque el producto que fue evaluado ya estaba desarrollado, por lo cual resultó inapropiado el llevar a cabo la aplicación de las métricas del proyecto.

La aplicación evaluada dentro de este estudio es una aplicación de aprendizaje a través de aplicaciones electrónicas (e-learning) que sirve como portal para la gestión de juegos educativos. Se espera que un futuro esta aplicación se encuentre disponible al público soportada con recursos de dicha universidad.

En la literatura se encontraron muchas formas de utilizar el estándar ISO/IEC 9126, tal es el caso de Chua y Dison (2004), donde lo utilizaron para la evaluación de sistemas de aprendizaje electrónico donde obtuvieron como resultado que la aplicación del estándar sirvió para descubrir defectos en el sistema, siendo algunos de ellos críticos para el usuario final y otros no tanto. En general encontraron el estándar provee un indicador para los educadores y para los

---

<sup>23</sup> <http://www.sei.cmu.edu/cmmi/>.

<sup>24</sup> [http://en.wikipedia.org/wiki/Personal\\_Software\\_Process](http://en.wikipedia.org/wiki/Personal_Software_Process).

<sup>25</sup> <http://www.sei.cmu.edu/tsp/tools/index.cfm>.

<sup>26</sup> <http://es.wikipedia.org/wiki/COCOMO>.

<sup>27</sup> <http://en.wikipedia.org/wiki/GQM>.

administradores de la educación, de la calidad del sistema que están por comprar así como una base de comparaciones entre diferentes sistemas.

Adriano y Arnaldo (2001) lo utilizaron para una evaluación cualitativa de sitios Web de comercio electrónico, los resultados obtenidos en este estudio fueron que el factor de seguridad fue considerado como el más importante, ya que los resultados obtenidos demuestran que la seguridad es un factor fundamental, especialmente al momento del manejo de transacciones, otro factor clasificado como de gran importancia fue el factor de integridad, ya que las aplicaciones de comercio electrónico tiene que controlar y manejar adecuadamente la información almacenada. También se muestra que de los 20 sub-factores del estándar siete de ellos son sub-factores relacionados con la seguridad.

Isabella et al.(2007) en este trabajo se define un modelo para la evaluación de la calidad de sitios Web en base a otros modelos de calidad.

En la tesis de maestría de Kristján (2004) se puede observar la definición de todo un modelo para la aplicación del estándar ISO/IEC 9126 para asegurar la calidad del software, los resultados obtenidos en esta investigación son un tanto subjetivos dado que la evaluación de las características del estándar, fue llevada a cabo por medio de la percepción que tienen un grupo de estudiantes con respecto a las diferentes características, aplicadas en 6 aplicaciones.

Jesualdo et. al (2008) definieron un marco de trabajo para la evaluación de bioontologías de la misma forma que los otros trabajos, basándose en el estándar ISO/IEC 9126, donde los resultados que se obtuvieron no dejaron de ser subjetivos, ya que la evaluación de las ontologías fue llevada a cabo por medio de un cuestionario el cual era respondido una vez que se hacía un análisis de la ontología.

De todos estos trabajos lo que cabe resaltar es lo mencionado anteriormente de que el ISO/IEC 9126 provee una serie de características a ser evaluadas pero carece del cómo (Biscoglio, Fusani, Lami, & Trentanni, Establishing a quality-

model based evaluation process for websites, 2007), esto debido a la diversidad de aplicaciones y herramientas que pueden ser evaluadas, por lo que, cada grupo de personas definen un intento para lograr la medición de dichas características y sub-características.

Existen otros trabajos como el desarrollado por Lincke (2007), en el cual se intentan definir las métricas necesarias para la medición de cada una de las características y sub-características del ISO/IEC 9126, pero existen características que para medirlas, se necesita de la experiencia del personal de desarrollo, así como de los objetivos del proyecto, porque puede suceder que algunas características no sean tan importantes para el desarrollo, por tanto, no es necesario poner tanto interés en ellas.

Apoyándose en literatura previa y el uso de procesos de la Ingeniería del Software, como lo es un proceso de definición de casos de prueba, la presente investigación realizó una serie de mediciones para lograr cubrir algunas de las características y sub-características del estándar ISO/IEC 9126. Donde se definieron algunas métricas y un cuestionario para lograr dichas mediciones.

Las métricas que se definieron fueron producto de la revisión de la literatura y buenas prácticas del software, como lo propone la Ingeniería del Software, algunas de ellas son:

El diseño orientado a objetos, métricas propuestas por Chidamber y Kemerer (Chidamber & Kemerer, 1991; Chidamber & Kemerer, 1994; Pressman, 2006).

La complejidad ciclomática de McCabe, métrica propuesta por McCabe (Pressman, 2006; McCabe, 1976).

El diseño del cuestionario para el usuario final (Mavromoustakos & Andreou, 2007).

De todas las características y sub-características con las que cuenta el estándar ISO/IEC 9126, existen algunas que no aplican para las aplicaciones que fueron

evaluadas, la siguiente tabla muestra cuales de ellas fueron evaluadas y cuáles no, así como una razón de esto.

Característica	Sub-característica	Evaluada	Razón
Funcionalidad	Exactitud	No	La aplicación Web evaluada solo oferta juegos educativos no es necesario que sea tan precisa en cálculos.
	Interoperabilidad	No	Dado que las aplicaciones evaluadas no comparten información con ninguna otra aplicación, no se consideró necesario medir esta característica.
	Seguridad	No	La aplicación no ejecuta transacciones tan críticas como una aplicación de e-commerce donde la seguridad es un factor de lo más importante.
Confiabilidad	Nivel de Madurez	No	Dado que las aplicaciones evaluadas son pilotos y no se han mantenido ejecutándose por un periodo de tiempo determinado.
	Tolerancia a Fallas	No	Dado que las aplicaciones evaluadas son pilotos y no se han mantenido ejecutándose por un periodo de tiempo determinado.
	Recuperación	No	Dado que las aplicaciones evaluadas son pilotos y no se han mantenido ejecutándose por un periodo de tiempo determinado.
Portabilidad	Adaptabilidad	No	La portabilidad no fue medida en ninguna de sus sub-características, dado que toda aplicación por el simple hecho de ser Web, ya cuenta con la portabilidad inmersa (Mavromoustakos & Andreou, 2007).
	Facilidad de Instalación		
	Facilidad para Reemplazarse		

**Tabla 3.** Características no evaluadas.

Tomando como base la Tabla 2 y quitando las características de la Tabla 3, se han establecido las siguientes hipótesis para esta investigación:(Mavromoustakos & Andreou, 2007).

H<sub>1</sub>: La sub-característica de Idoneidad del estándar ISO/IEC 9126 tiene mejor calidad en una AWS comparado contra una AWC.

H<sub>1.A1</sub>: La AWS tiene un incremento significativo en el funcionamiento de los botones comparado contra una AWC.

H<sub>1.A2</sub>: La AWS tiene un incremento significativo con respecto a la información que está en la página comparado contra una AWC.

H<sub>1.A3</sub>: La AWS tiene un incremento significativo con respecto a las distintas opciones que tiene la página comparado contra una AWC.

H<sub>2</sub>: La sub-característica de Facilidad de Comprensión del estándar ISO/IEC 9126 tiene una mejor calidad en una AWS comparado contra una AWC.

H<sub>2.A1</sub>: La AWS tiene un incremento significativo en la forma en que está organizada la información en la página comparada contra una AWC.

H<sub>2.A2</sub>: La AWS tiene un incremento significativo en el uso de imágenes y la letra que se usa en la página comparada contra una AWC.

H<sub>2.A3</sub>: La AWS tiene un incremento significativo con respecto a que lo entendible que esta la información en la página comprada contra una AWC.

H<sub>3</sub>: La sub-característica de Facilidad de Aprendizaje del estándar ISO/IEC 9126 tiene una mejor calidad en una AWS comparado contra una AWC.

H<sub>3.A1</sub>: La AWS tiene un incremento significativo con respecto a que tanto se entiende lo que se puede hacer en la página compara contra una AWC.

H<sub>3.A2</sub>: La AWS tiene un incremento significativo en la manera de buscar los juegos compara contra una AWC.

H<sub>3.A3</sub>: La AWS tiene un incremento significativo con respecto a jugar en la página comparada contra una AWC.

H<sub>4</sub>: La sub-característica de Facilidad de Operación del estándar ISO/IEC 9126 tiene una mejor calidad en una AWS comparado contra una AWC.

H<sub>4.A1</sub>: La AWS tiene un incremento significativo con respecto a la forma en que se puede usar el mouse dentro de la página comparada contra una AWC.

H<sub>4.A2</sub>: La AWS tiene un incremento significativo con respecto a la forma de usar la página comparada contra una AWC.

H<sub>4.A3</sub>: La AWS tiene un incremento significativo con respecto a la manera de moverse dentro de la página comparada contra una AWC.

H<sub>4.A4</sub>: La AWS tiene un incremento significativo con respecto a la forma en que trabaja la página comparada contra una AWC.

H<sub>5</sub>: La sub-característica de Atractivo del estándar ISO/IEC 9126 tiene una mejor calidad en una AWS comparada contra una AWC.

H<sub>5.A1</sub>: La AWS tiene un incremento significativo con respecto al que tanto le gusta la página al usuario comparado contra una AWC.

H<sub>5.A2</sub>: La AWS tiene un incremento significativo con respecto al gusto por la combinación de colores comparado contra una AWC.

H<sub>5.A3</sub>: La AWS tiene un incremento significativo con respecto al acomodo que tiene las imágenes comparada contra una AWC.

H<sub>6</sub>: La sub-característica de Comportamiento con respecto al tiempo del estándar ISO/IEC 9126 tiene una mejor calidad en una AWS comparada contra una AWC.

H<sub>6.A1</sub>: La AWS tiene un mejor comportamiento de CPU en un periodo de tiempo en comparación de la AWC.

H<sub>6.A2</sub>: La AWS tiene un mejor comportamiento de Memoria RAM en un periodo de tiempo en comparación de la AWC.

H<sub>7</sub>: La sub-característica de Comportamiento de los recursos del estándar ISO/IEC 9126 tiene una mejor calidad en una AWS comparada contra una AWC.

H<sub>7.A1</sub>: La AWS hace mejor uso del CPU en comparación de la AWC.

H<sub>7.A2</sub>: La AWS hace mejor uso de la Memoria RAM en comparación de la AWC.

H<sub>8</sub>: La sub-característica de Facilidad de Análisis del estándar ISO/IEC 9126 tiene una mejor calidad en una AWS comparada contra una AWC.

H<sub>8.A1</sub>: La AWS tiene un mejor valor de WMC en comparación de la AWC.

H<sub>8.A2</sub>: La AWS tiene un mejor valor de DIT en comparación de la AWC.

H<sub>8.A3</sub>: La AWS tiene un mejor valor de NOC en comparación de la AWC.

H<sub>8.A4</sub>: La AWS tiene un mejor valor de CBO en comparación de la AWC.

H<sub>8.A5</sub>: La AWS tiene un mejor valor de RFC en comparación de la AWC.

H<sub>8.A6</sub>: La AWS tiene un mejor valor de LCOM en comparación de la AWC.

H<sub>9</sub>: La sub-característica de Facilidad de Cambio del estándar ISO/IEC 9126 tiene una mejor calidad en una AWS comparada contra una AWC.

H<sub>9.A1</sub>: La AWS tiene un mejor valor de CBO en comparación de la AWC.

H<sub>9.A2</sub>: La AWS tiene un mejor valor de LCOM en comparación de la AWC.

H<sub>10</sub>: La sub-característica de Estabilidad del estándar ISO/IEC 9126 tiene una mejor calidad en una AWS comparada contra una AWC.

H<sub>10.A1</sub>: La AWS tiene un mejor valor de CBO en comparación de la AWC.

H<sub>10.A2</sub>: La AWS tiene un mejor valor de LCOM en comparación de la AWC.

H<sub>11</sub>: La sub-característica de Facilidad de Prueba del estándar ISO/IEC 9126 tiene una mejor calidad en una AWS comparada contra una AWC.

H<sub>11.A1</sub>: La AWS tiene un mejor valor de complejidad ciclomatica en comparación de la AWC.

# Capítulo 3

---

## Metodología de Investigación

La inteligencia consiste no sólo en el conocimiento, sino también en la destreza de aplicar los conocimientos en la práctica.

Aristóteles

La calidad ofrecida por una aplicación Web es de vital importancia para el éxito o fracaso de la aplicación, por lo cual es de suma importancia desarrollar productos de calidad. Si a esto se le agrega, la aplicación de una nueva tecnología se espera que esta ayude a mejorar la calidad de la misma, por lo que para dar respuesta a la pregunta de investigación y confirmar o rechazar las hipótesis anteriormente planteadas, se desarrolló un experimento, el cual se detalla en las siguientes secciones.

### **3.1 Diseño Específico de Investigación**

La investigación se llevó a cabo por medio de un diseño experimental, dado que no se encontró en la literatura algún estudio que compara la calidad desde una perspectiva del desarrollador de aplicaciones Web así como del usuario final. Es por esto se efectuó el diseño experimental, donde:

Se tomaron métricas para el desarrollo orientado a objetos definidas por la literatura para la evaluación de las aplicaciones desde una perspectiva del desarrollador de aplicaciones Web. Así como la adaptación de un cuestionario (Mavromoustakos & Andreou, 2007) propuesto por la literatura, el cual aplica el estándar ISO/IEC 9126 para la evaluación de aplicaciones Web.

La presente investigación se midió en un solo instante no hubieron mediciones posteriores, solamente se ejecutó una vez el análisis, tanto el del desarrollador como el de los usuarios finales, por lo tanto la presente investigación es de tipo transeccional, ya que estos estudios se centra a medir las cosas en un solo momento del tiempo.

El proceso de investigación se llevó a cabo de la siguiente forma. Primero en determinar las características del estándar ISO/IEC 9126 que iban a ser evaluadas (ver sección 2.4) para con esto llegar al modelo de investigación ilustrado en la Figura 16.

### 3.1.1 Aplicación Web Normal

Una vez definidas las características y sub-características a ser medidas, se procedió al rediseño de una aplicación Web ya existente, la cual es una aplicación que cae dentro de las aplicaciones de e-learning. La aplicación es un portal educativo en la cual se ofertan juegos educativos para ayudar a mejorar algunas áreas de estudio como lo son las Matemáticas.

Basándose en la Figura 9, la cual hace referencia a los tipos de aplicaciones Web que podemos encontrar, se puede decir que las aplicaciones evaluadas en esta investigación caen dentro de las siguientes categorías:

**Informativa:** dado que la información proporcionada para el usuario es útil ya que ayuda a fortalecer algunas de las áreas de enseñanza.

**Interactiva:** dado que promueve la interacción del usuario con la aplicación por medio de los juegos educativos ofertados.

**Acceso a Base de Datos:** dado que todos los juegos ofertados por la aplicación son almacenados en una base de datos así como los datos del usuario al registrarse al sistema para su posterior acceso al portal.

La aplicación Web tomada fue desarrollada con la ayuda de las siguientes herramientas:

**Icefaces<sup>28</sup>:** Es un plugin de la compañía icesoft para la integración de Ajax y Java Servlet Faces. Esta tecnología se tomó para experimentar con el uso de este plugin en una aplicación Web, y se obtuvieron buenos resultados.

**Java Beans:** Se utilizaron beans' para la comunicación entre las páginas así como para lograr el procesamiento necesario por la aplicación.

**Tomcat<sup>29</sup>:** Se utilizó el servidor de aplicación Web Tomcat por su compatibilidad con Icefaces y por ser de uso gratuito.

---

<sup>28</sup> <http://www.icefaces.org/main/home/>

**MySql**<sup>30</sup>: Todos los datos a que tenía que ser almacenados se guardaron en el gestor de base de datos MySQL, el cual se integró muy fácilmente con las demás herramientas.

**Eclipse**<sup>31</sup>: Todas las herramientas mencionadas se integraron con la ayuda del IDE eclipse, el cual fue de gran ayuda para lograr este trabajo.

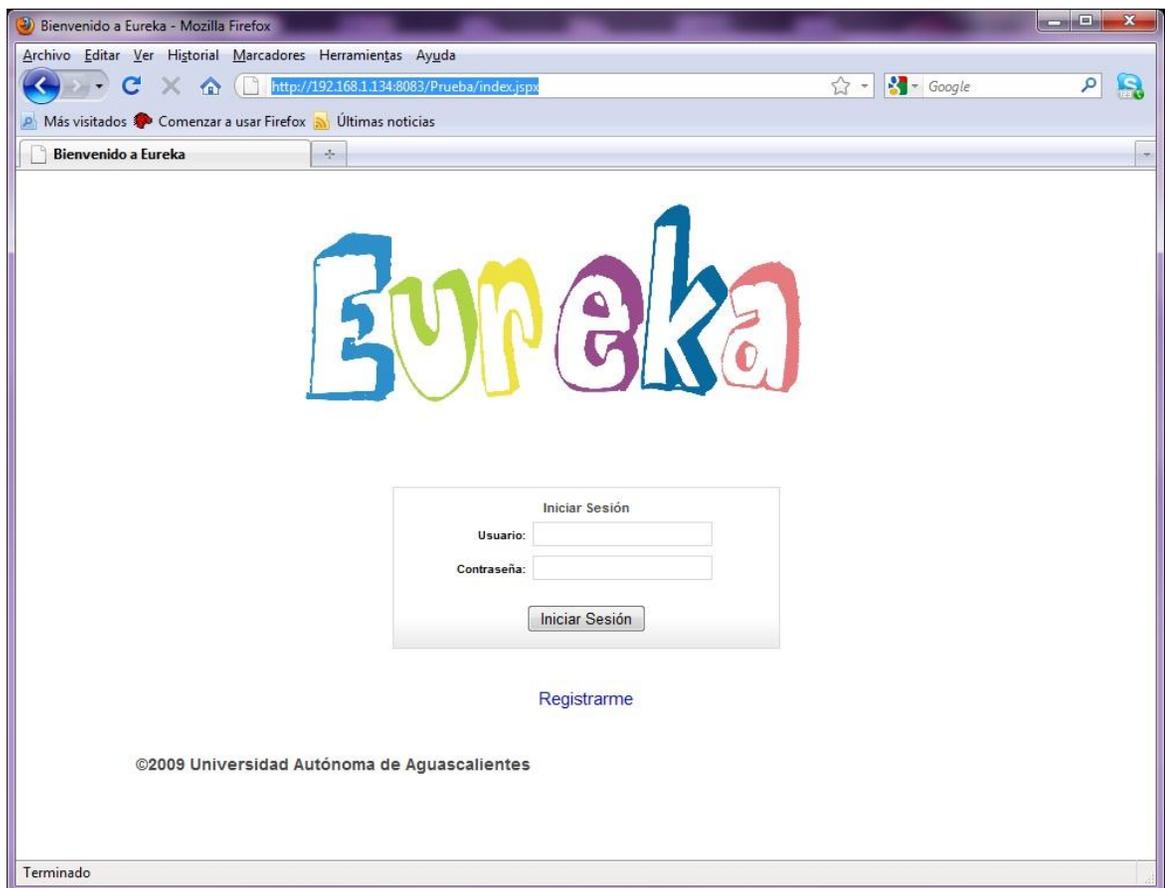
Con el uso de las herramientas mencionadas anteriormente se logró la creación del portal educativo, la Figura 11 muestra la página de bienvenida de la aplicación, en esta pantalla el usuario puede optar por iniciar sesión si ya cuenta con una cuenta o crear una cuenta para poder comenzar a hacer uso de esta y sus contenidos educativos (juegos).

---

<sup>29</sup> <http://tomcat.apache.org/>

<sup>30</sup> <http://www.mysql.com/>

<sup>31</sup> <http://www.eclipse.org/>



**Figura 11.** Página de bienvenida de la aplicación Web normal.

Al ingresar en la portal, le es mostrado al usuarios la página principal donde este tiene la opción de buscar juegos por diferentes criterios y con esto comenzar con la utilización de los mismos, la Figura 12 muestra la página principal del sistema.

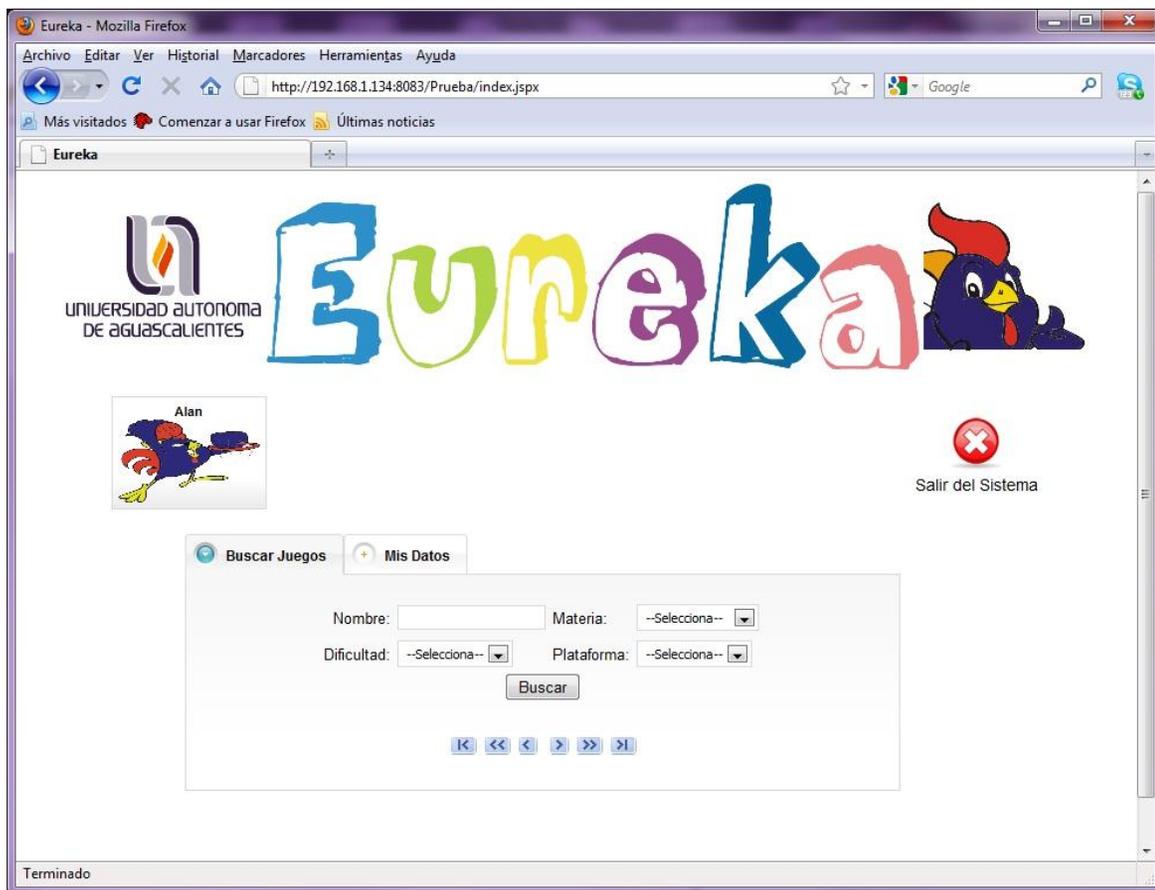


Figura 12. Página principal del portal educativo.

### 3.1.2 Aplicación Web Semántica

Como se ha mencionado anteriormente, la semántica hace uso de ontologías las cuales ayudan a lograr que una aplicación posea semántica, es por esto que para lograr que la aplicación Web tomada contará con semántica se crearon sus correspondientes ontologías, con algunas inferencias para lograr un punto importante en el portal educativo, el cual es poder recomendar juegos a los usuarios en base a algunos de sus datos, como son:

Año Escolar (Primaria).

Grado.

Los tipos de juegos jugados donde se cubre la materia y la dificultad.

Los metadato semántico se generaron con la ayuda de la herramienta Protégé<sup>32</sup>, la cual es una herramienta desarrollada por la universidad de Standford para generar metadatos semánticos bajo un lenguaje OWL 2.0. La Figura 13 muestra la interfaz de la aplicación protégé. La integración del metadato semántico dentro de la aplicación se logró con el uso de Jena<sup>33</sup>, el cual es un framework para el desarrollo de aplicaciones Web semánticas, dicho framework está desarrollado bajo el lenguaje de programación java.

Dicho lo anterior se tuvieron que hacer cambios en el código de la aplicación para lograr que esta pudiera utilizar los metadatos semánticos, gracias a que la aplicación Web estaba desarrollada con java fue bastante fácil la integración de Jena con la aplicación. Los cambios que se hicieron dentro de la aplicación fueron para que esta pudiera leer la ontología y con esto poder ejecutar el razonador pellet<sup>34</sup> el cual se encarga de hacer las inferencias en base a los datos definidos en la ontología.

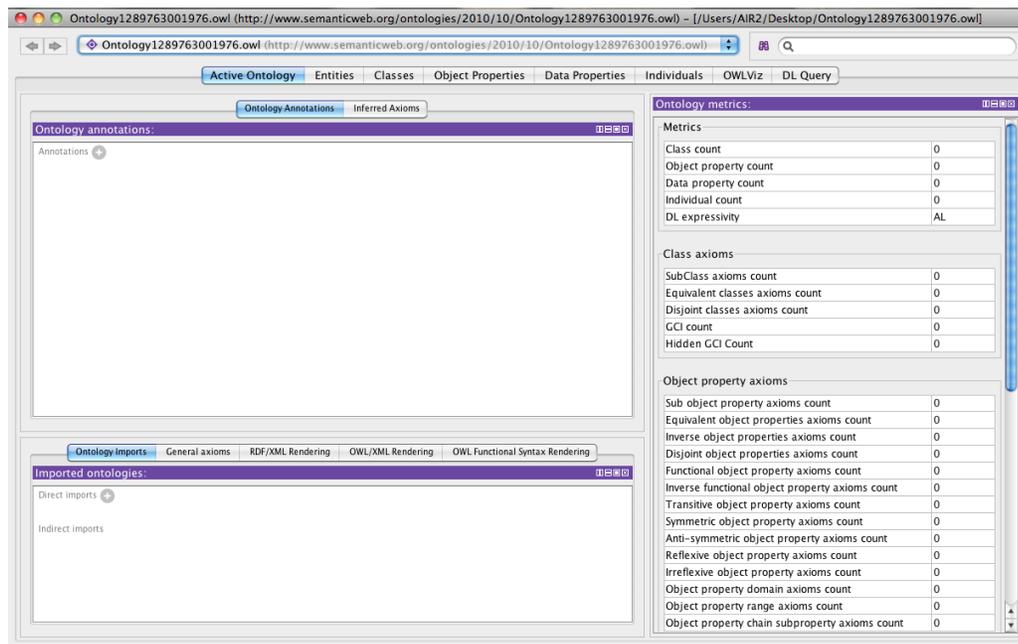


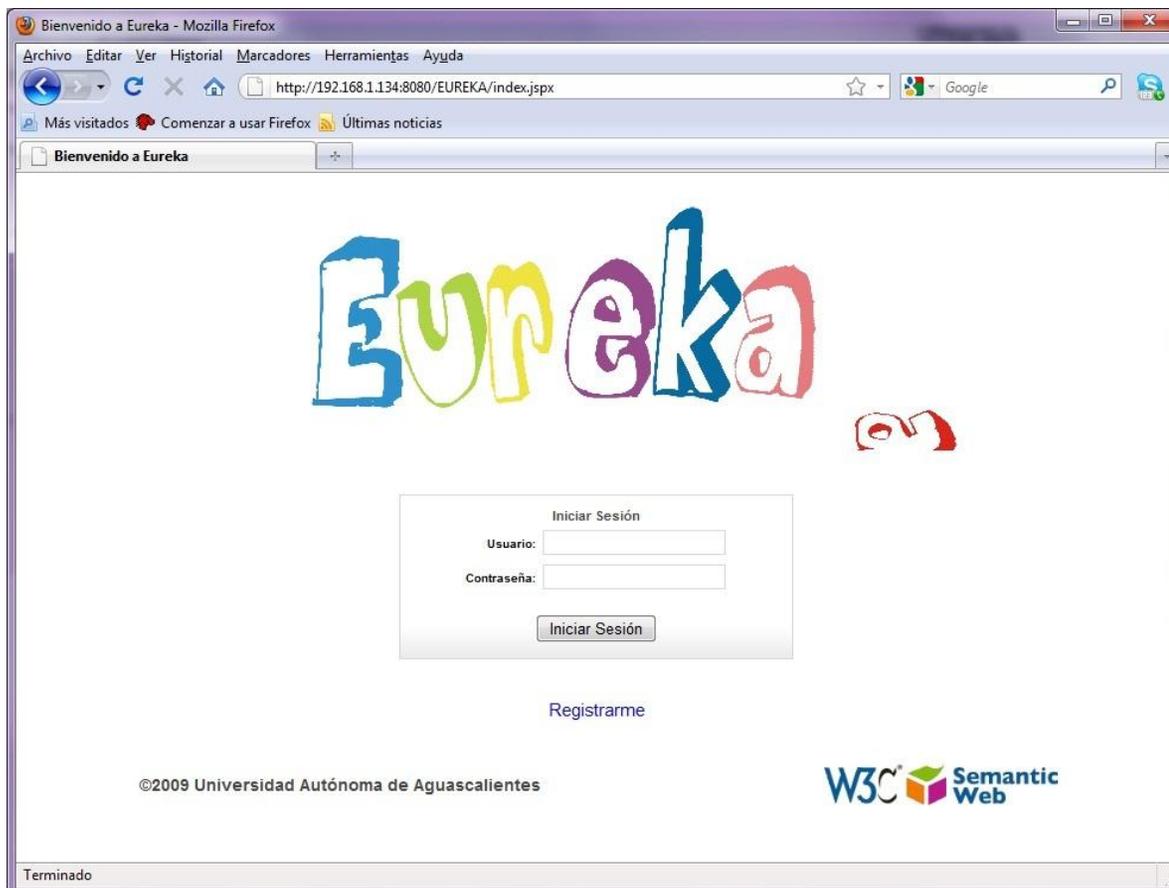
Figura 13. Protégé.

<sup>32</sup> <http://protege.com>

<sup>33</sup> <http://jena.sourceforge.net/>

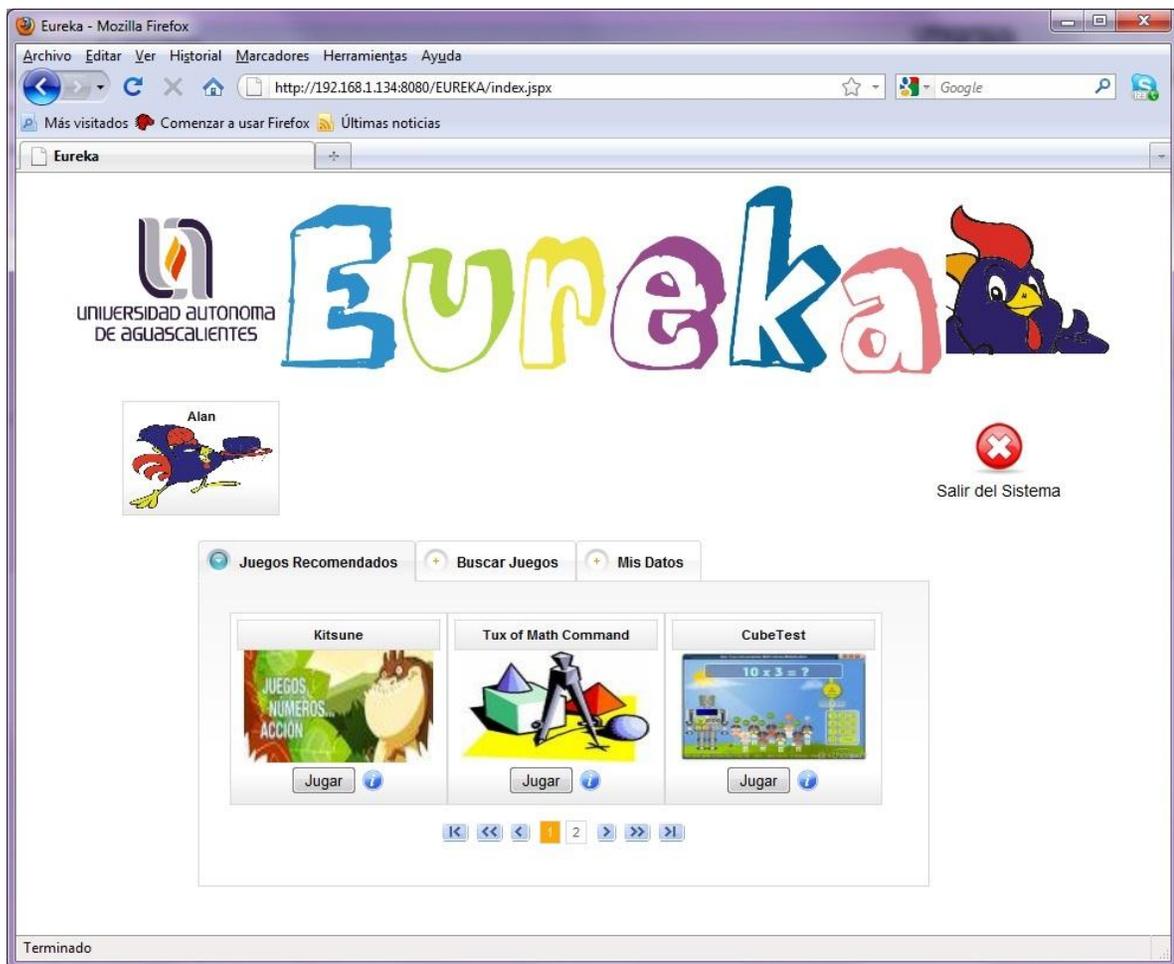
<sup>34</sup> <http://clarkparsia.com/pellet/>

Una vez hechos los cambios en código y en el diseño de la aplicación la página de bienvenida quedó conformada como se muestra en la Figura 14. Se puede observar que en la pantalla de bienvenida no existieron cambios significativos sobre el portal educativo.



**Figura 14.** Página de bienvenida de la aplicación Web semántica.

Los cambios más significativos en el diseño del portal educativo se encuentran en la página principal de la aplicación Web donde se pueden observar nuevas funcionalidades como lo es una pestaña donde se recomiendan los juegos en base a las clasificaciones que se hicieron en las ontologías semánticas. La Figura 15 muestra la nueva pantalla de bienvenida de la aplicación.



**Figura 15.** Página principal del portal educativo semántico

En resumen, este intento de lograr incluir semántica en una aplicación Web ha dejado nuevo conocimiento, por lo que se puede decir que el proceso de estar llevando aplicaciones ya existentes a un entorno semántico no es fácil y muchos menos sin una metodología que sirva como ayuda para lograr el objetivo. En la literatura se encontró que existe un intento de metodología semántica para la Ingeniería Web la cual fue propuesta por Gerald en el año 2005 (WEESA - Web Engineering for Semantic Web Applications). En algún punto de la investigación se consideró el uso de esta herramienta pero dado que esta herramienta se basa en el uso de esquemas XML para lograr la generación de los metadatos semánticos se consideró inapropiado su uso. Por lo que se aplicó el conocimiento que se fue

obteniendo a lo largo de la investigación para con esto intentar tener una aplicación con Web semántica.

### **3.1 Estudio Piloto**

Para la evaluación de las sub-características del estándar ISO/IEC 9126 desde el punto de vista del usuario final, se diseñó un instrumento de evaluación basándose en el propuesto por Mavromoustakos (2007).

Con la finalidad de evaluar si el instrumento de evaluación propuesto se diseñó correctamente se aplicó un estudio piloto de tipo focus group en dos interacciones.

En la primera interacción se le pidió a un niño de 10 años de edad, estudiante de 5º año de primaria leer el instrumento de evaluación. En base a esto, se obtuvieron algunas aclaraciones con respecto a algunos términos informáticos poco entendibles y se cambiaron por términos más entendibles.

La segunda interacción se hizo con otros 5 niños de edades entre los 9 y 11 años de edad, quienes leyeron el instrumento de la 1ª evaluación e hicieron comentarios con respecto a las preguntas o términos que no quedarán claros. En esta segunda iteración se volvieron a obtener observaciones, y en base a estas, se adaptó el instrumento de evaluación. Después de estas dos iteraciones se obtuvo el instrumento de evaluación con un lenguaje entendible por niños en edades de 9 a 11 años, el cual se utilizó en el estudio final.

### **3.2 Población Objetivo**

La población objetivo de la presente investigación son los desarrolladores de aplicaciones Web así como el usuario final de la misma. Se aplicó el estudio de esta forma por dos razones:

La primera es porque se demostró si el uso de la Web semántica ayuda a mejorar la calidad de una aplicación Web, con el fin de que los desarrolladores

de aplicaciones Web decidan la conveniencia de dicha forma de desarrollo en su trabajo.

La segunda para comprobar si el usuario final nota alguna diferencia en la calidad de la aplicación de una tecnología comparada con la otra.

Dicho esto, la población objetivo es cualquier desarrollador de aplicaciones Web. Como usuarios finales se consideró a alumnos de 5 y 6 de primaria de edades cuyas edades fluctúan entre los 9 y 11 años, ya que la aplicación desarrollada está dirigida a alumnos de estos grados.

### 3.3 Muestra de Estudio

Las personas involucradas en la muestra de estudio fueron:

Un desarrollador de aplicaciones Web de la Universidad Autónoma de Aguascalientes estudiante de Posgrado el cual se encargó de hacer el cálculo de las métricas necesarias para las dos aplicaciones.

58 alumnos entre 9 y los 11 años de edad de 5<sup>o</sup> y 6<sup>o</sup> de primaria de la institución Centro Educativo Termápolis de la ciudad de Aguascalientes, los cuales evaluaron del aplicación Web desde el punto de vista del usuario final. Con esto se pudieron componer dos grupos; **Grupo de control (Web sin Semántica)** y el **Grupo experimental (Web Semántica)**, los cuales contaron con 30 y 28 alumnos respectivamente quedando como se muestra a continuación:

Las evaluaciones se efectuaron en grupos de 7 personas (esto por limitaciones de equipo en la institución), donde cada grupo se efectuaba una elección al azar por medio de una moneda al aire para con esto determinar que aplicación evaluaría el grupo en ese momento.

Como se puede observar en la Tabla 3, existen algunas sub-características que se dejaron fuera del alcance de este estudio. A continuación se describen las métricas utilizadas para la medición de cada una de las sub-características del estándar ISO/IEC 9126 que fueron seleccionadas.

### 3.4 Métricas Funcionalidad

La idoneidad fue una de las sub-características que fue evaluada con la ayuda del usuario final, a continuación se describe el proceso utilizado.

Nombre	Idoneidad
Descripción	Atributos de la aplicación Web que influyen en la presencia y adecuación de un conjunto de funciones para las tareas específicas.
Método de Aplicación	Por medio de una serie de preguntas hacia el usuario final. La elaboración de las preguntas se basó en el trabajo de <b>citar trabajo del cuestionario</b> .
Preguntas	¿El funcionamiento de los botones para cambiar de página te parece?  ¿La información que está en la página te parece que es?  ¿Las distintas opciones que tiene la página para hacer cosas te parecen?
Interpretación	Con esto se determinó si las funciones ofrecidas por la página fueron idóneas para su funcionamiento.
Fuente de Medición	Aplicación
Quien lo mide	Usuario

### 3.5 Métricas Facilidad de Uso

Las sub-características de la Facilidad de Uso también fueron evaluadas con la ayuda del usuario final.

Nombre	Facilidad de Comprensión
Descripción	Atributos de la aplicación Web que influyen en el esfuerzo por el usuario para aprender el uso de la aplicación
Método de Aplicación	Por medio de una serie de preguntas hacia el usuario final. La elaboración de las preguntas se basó en el trabajo de <b>citar trabajo del cuestionario</b> .
Preguntas	¿La forma en que está organizada la información en la página te parece que está?  ¿El uso de imágenes y la letra que se usa en la página piensas que esta?  ¿La información que tiene la página está muy entendible para ti?
Interpretación	Con esto se puede determinar qué tan fácil de aprender fue el sistema para el usuario.
Fuente de Medición	Aplicación
Quien lo mide	Usuario

Nombre	Facilidad de Aprendizaje
Descripción	Atributos de la aplicación Web que influyen en el esfuerzo necesario para que el usuario reconozca el concepto lógico y la aplicabilidad de la aplicación Web.

<b>Método de Aplicación</b>	Por medio de una serie de preguntas hacia el usuario final. La elaboración de las preguntas se basó en el trabajo de <b>citar trabajo del cuestionario</b> .
<b>Preguntas</b>	¿Entiendes todo lo que puedes hacer en la página? ¿La manera de buscar los juegos te parece? ¿El jugar en la página te parece?
<b>Interpretación</b>	Con esto se puede determinar qué tan fácil fue para el usuario la comprensión del sistema.
<b>Fuente de Medición</b>	Aplicación.
<b>Quien lo mide</b>	Usuario.

<b>Nombre</b>	<b>Facilidad de Operación</b>
<b>Descripción</b>	Atributos de la aplicación Web que influyen en el esfuerzo por el usuario para aprender la operación y el control de operaciones.
<b>Método de Aplicación</b>	Por medio de una serie de preguntas hacia el usuario final. La elaboración de las preguntas se basó en el trabajo de <b>citar trabajo del cuestionario</b> .
<b>Preguntas</b>	¿La forma en que puedes usar el mouse en la página te parece? ¿La forma usar la página piensas que es? ¿La manera de moverte en la página para jugar te parece? ¿La forma en que trabaja la página te parece?
<b>Interpretación</b>	Con esto se puede determinar qué tan fácil fue para el usuario la operación del sitio.
<b>Fuente de Medición</b>	Aplicación.
<b>Quien lo mide</b>	Usuario.

<b>Nombre</b>	<b>Atractivo</b>
<b>Descripción</b>	Atributos de la aplicación Web que la hacen lucir atractiva.
<b>Método de Aplicación</b>	Por medio de una serie de preguntas hacia el usuario final. La elaboración de las preguntas se basó en el trabajo de <b>citar trabajo del cuestionario</b> .
<b>Preguntas</b>	¿Qué tanto te gusta la página? ¿Qué tanto te gusta la combinación de colores que tiene la página? ¿Qué tanto te gusta cómo están acomodadas las imágenes en la página?
<b>Interpretación</b>	Con esto se puede determinar qué tan atractiva luce la aplicación Web para el usuario.
<b>Fuente de Medición</b>	Aplicación
<b>Quien lo mide</b>	Usuario

### 3.6 Métricas Eficiencia

Las métricas de eficiencia, fueron evaluadas al momento de estar ejecutando el experimento con el usuario final, para esto se utilizó la herramienta Visual VM, la

cual ayuda a identificar el proceso de java que se está ejecutando en ese momento sobre la java virtual machine, y con esto comienza a calcular la cantidad de CPU y de memoria RAM utilizada por ese proceso.

Nombre	Comportamiento con respecto al tiempo
Descripción	Atributos de la aplicación Web que influyen en la respuesta y los tiempos de procesamiento, y en las tareas de rendimiento en la ejecución de sus funciones.
Método de Aplicación	Con la ayuda de la herramienta Visual VM fue posible medir el uso de CPU durante el tiempo que se llevó a cabo el experimento con el usuario final.
Métrica	Una gráfica donde es posible observarse el uso del CPU durante un periodo de tiempo.
Interpretación	Con esto se puede determinar si la aplicación utiliza demasiado los recursos del CPU.
Fuente de Medición	Aplicación
Quien lo mide	Desarrollador

Nombre	Comportamiento de los recursos
Descripción	Atributos de la aplicación Web que influyen en la cantidad de recursos utilizados y en la duración de su uso, mientras desempeña sus funciones.
Método de Aplicación	Con la ayuda de la herramienta Visual VM fue posible medir el uso de memoria RAM durante el tiempo en que se llevó a cabo el experimento con el usuario final.
Métrica	Una gráfica donde es posible observarse el uso de memoria RAM durante un periodo de tiempo.
Interpretación	En base a los valores desplegados por la gráfica podemos determinar los valores máximos de uso de memoria RAM que tiene la aplicación.
Fuente de Medición	Aplicación
Quien lo mide	Desarrollador

### 3.7 Métricas Facilidad de Mantenimiento

La medición de las sub-características de la Facilidad de Mantenimiento, fue medida con la ayuda del desarrollador, donde dicho desarrollador aplicó algunas de las métricas como se describe a continuación.

Nombre	Facilidad de Análisis
Descripción	Atributos de la aplicación Web que influyen en el esfuerzo necesario para el diagnóstico de deficiencias o las causas de fallas, o para identificar las partes a modificar.
Método de Aplicación	Hacer el cálculo de las métricas propuestas por Chidamber y Kemerer (1994; 1991).
Formula	Calculo de: WMC DIT

	NOC CBO RFC LCOM
<b>Interpretación</b>	Estos valores son un indicador de que tan acoplado está el sistema el grado de cohesividad, la complejidad de los métodos, los cuales nos ayudan a afirmar que tan fácil se puede analizar el sistema.
<b>Fuente de Medición</b>	Aplicación
<b>Quien lo mide</b>	Desarrollador

<b>Nombre</b>	<b>Facilidad de Cambio</b>
<b>Descripción</b>	Atributos de la aplicación Web que influyen el esfuerzo necesario para la modificación, eliminación de errores o para el cambio de ambiente.
<b>Método de Aplicación</b>	Utilizar los valores obtenidos por las métricas de Chidamber y Kemerer (1994; 1991).
<b>Formula</b>	CBO LCOM
<b>Interpretación</b>	A una alta cohesividad y un bajo acoplamiento significa que el sistema no cuenta con muchas dependencias entre sus diferentes clases, lo cual incrementa la facilidad con la que se pueden hacer cambios sobre del sistema.
<b>Fuente de Medición</b>	Aplicación
<b>Quien lo mide</b>	Desarrollador

<b>Nombre</b>	<b>Estabilidad</b>
<b>Descripción</b>	Atributos de la aplicación Web que influyen en el riesgo de efectos inesperados en las modificaciones.
<b>Método de Aplicación</b>	Utilizar los valores obtenidos por las métricas de Chidamber y Kemerer (1994; 1991).
<b>Formula</b>	CBO LCOM
<b>Interpretación</b>	El no tomar en cuenta los valores de cohesividad y acoplamiento del sistema, se puede transformar en errores graves dentro del software.
<b>Fuente de Medición</b>	Aplicación
<b>Quien lo mide</b>	Desarrollador

<b>Nombre</b>	<b>Facilidad de Prueba</b>
<b>Descripción</b>	Atributos de la aplicación Web que influyen en el esfuerzo necesario para validar la aplicación Web modificada.
<b>Método de Aplicación</b>	Hacer el cálculo de la complejidad ciclomatica ayuda a determinar el número de casos pruebas que se tienen que generar para poder probar todas las posibles rutas de la aplicación (Pressman, 2006).
<b>Formula</b>	$V(G) = E - N + 2$ <p>Donde  V(G) = complejidad ciclomatica.  E = el número de aristas.  N = el número de nodos.</p>
<b>Interpretación</b>	Entre más pequeño sea el valor de la complejidad ciclomatica, quiere decir que

	el esfuerzo para probar es menor.
<b>Fuente de Medición</b>	Aplicación
<b>Quien lo mide</b>	Desarrollador

### **3.8 Técnicas Estadísticas de Análisis de Datos**

Las técnicas estadística que fueron aplicadas en esta investigación son de tipo descriptiva, apoyándose en pruebas de hipótesis con la t-student a muestras independientes para determinar la diferencia estadística que existe entre una y otra aplicación.

### **3.9 Modelo de Investigación Propuesto**

La Figura 16 muestra el modelo de investigación propuesto, el cual se utilizó para llevar acabo el presente estudio.

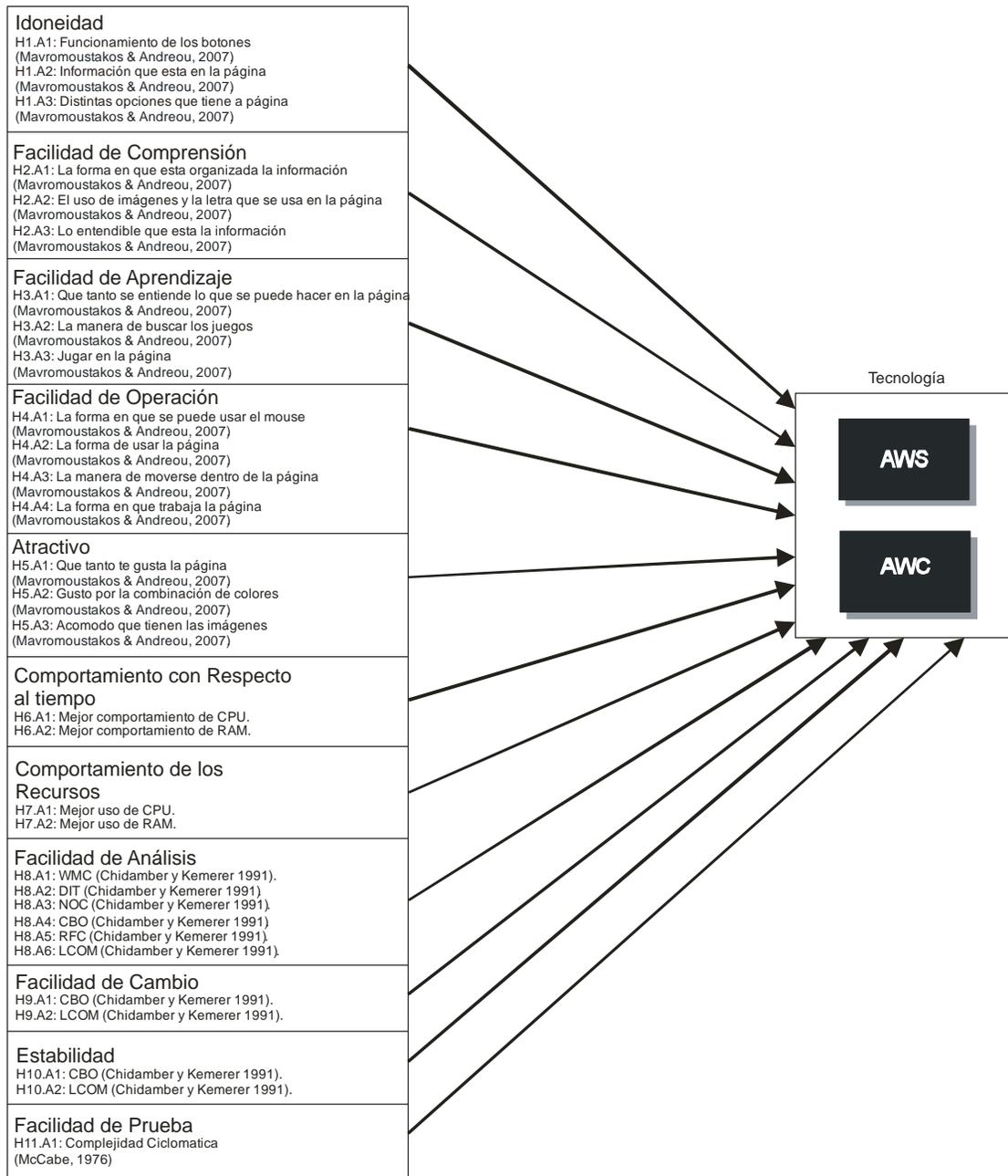


Figura 16. Modelo de investigación propuesto.

# Capítulo 4

---

## **Análisis de resultados**

Nunca he encontrado una persona tan ignorante que no pueda aprender algo de ella

Galileo Galilei

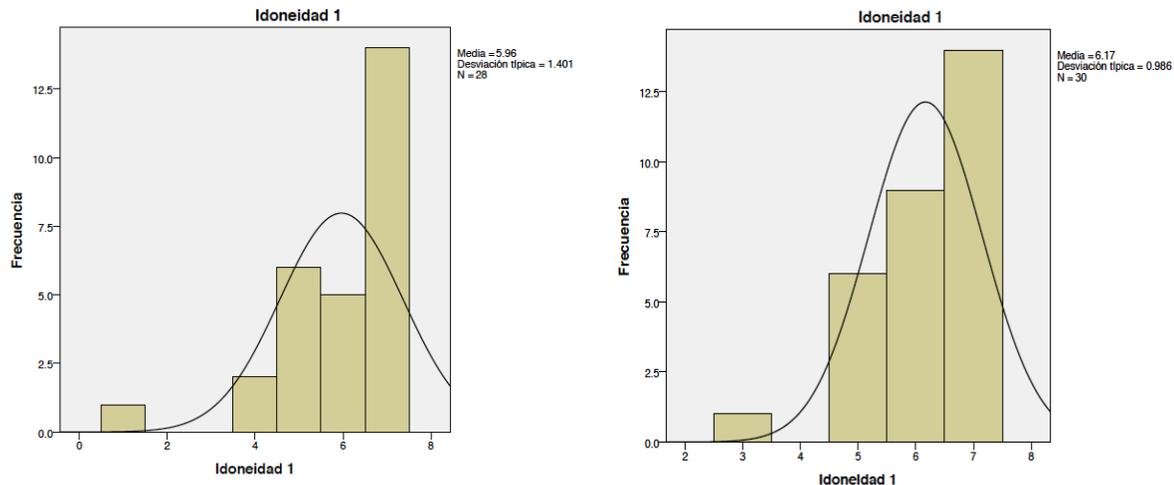
## 4.1 Prueba de medias

Para la prueba de medias se considera un valor de  $p \leq 0.05$  para poder aceptar que existe una diferencia significativamente estadísticamente hablando a favor de la Web semántica, por lo tanto todo valor  $p$  arriba de esto fue rechazado así como su correspondiente hipótesis. Las siguientes secciones describen los valores obtenidos para cada una de las preguntas utilizadas por el instrumento de evaluación.

### 4.1.1 Característica de Funcionalidad

Al hacer el análisis estadístico de los datos tomados de los usuarios nos encontramos con que la sub-característica de Idoneidad, para la pregunta **¿El funcionamiento de los botones para cambiar de página te parece?** tiene un valor  $p=0.525$ , por lo tanto, no cuenta con una diferencia significativa entre una aplicación Web semántica con una aplicación Web normal. También se encontró que la Web semántica tiene una calidad promedio = 5.96 y la Web normal tiene una calidad promedio = 6.17, esto quiere decir que existe una diferencia del 3% a favor de la Web tradicional, por lo que los usuarios tiene una mejor percepción de la Web normal, pero no significativamente.

Los histogramas correspondientes para la Web semántica (lado izquierdo) y para la Web norma (lado derecho) se muestran en la Figura 17, en ellos se puede observar un comportamiento a favor de la aplicación Web normal. Así mismo, en la Tabla 4 se puede apreciar que el 67.9% de los valores se concentran en los rangos de 6 y 7, y en la Tabla 5 se puede observar que el 76.7% de los valores se concentran en los rangos de 6 y 7, de esta manera se muestra gráficamente que existe una diferencia entre las dos aplicaciones, a favor de la aplicación Web normal, pero estadísticamente hablando no existe diferencia significativa. Por lo tanto, la hipótesis H1.A1 es rechazada.



**Figura 17.** Funcionamiento de los botones para cambiar de página.

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	1	1	3.6	3.6	3.6
	4	2	7.1	7.1	10.7
	5	6	21.4	21.4	32.1
	6	5	17.9	17.9	50.0
	7	14	50.0	50.0	100.0
	Total	28	100.0	100.0	

**Tabla 4.** Frecuencias Idoneidad 1 – Semántica.

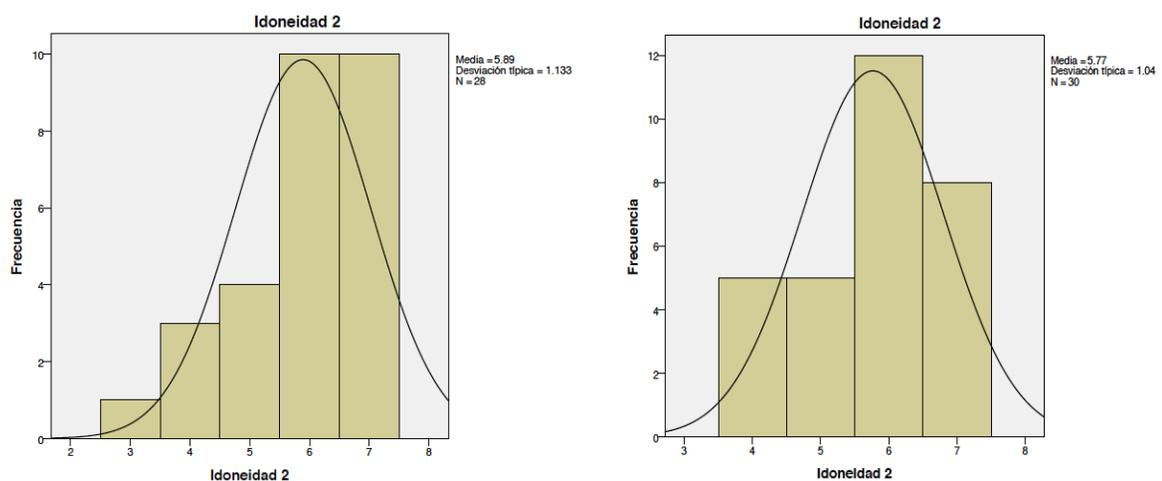
		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	3	1	3.3	3.3	3.3
	5	6	20.0	20.0	23.3
	6	9	30.0	30.0	53.3
	7	14	46.7	46.7	100.0
	Total	30	100.0	100.0	

**Tabla 5.** Frecuencias Idoneidad 1 – Normal.

Continuando con la sub-característica de Idoneidad, para la pregunta **¿La información que está en la página te parece que es?** tiene un valor  $p=0.660$ , por

lo tanto, no existe una diferencia significativa entre una aplicación Web semántica con una aplicación Web normal. Además se encontró que la Web semántica tiene una calidad promedio = 5.89 y la Web normal tiene una calidad promedio = 5.77, esto quiere decir que existe una diferencia del 1.71% a favor de la Web semántica, por lo que los usuarios tiene una ligera percepción de mejora en la Web semántica, pero no es significativa.

Los histogramas correspondientes para la Web semántica (lado izquierdo) y para la Web norma (lado derecho) se muestran en la Figura 18, en ellos se puede observar un comportamiento a favor de la aplicación Web semántica. Así mismo, en la Tabla 6 se puede apreciar que el 71.4% de los valores se concentran en los rangos de 6 y 7, y en la Tabla 7 se puede observar que el 66.7% de los valores se concentran en los rangos de 6 y 7, de esta manera se muestra gráficamente que existe una diferencia entre las dos aplicaciones, a favor de la aplicación Web semántica, pero estadísticamente hablando no existe diferencia significativa. Por lo tanto, la hipótesis H1.A2 es rechazada.



**Figura 18.** La información que está en la página.

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	3	1	3.6	3.6	3.6
	4	3	10.7	10.7	14.3
	5	4	14.3	14.3	28.6
	6	10	35.7	35.7	64.3
	7	10	35.7	35.7	100.0
Total		28	100.0	100.0	

**Tabla 6.** Frecuencias Idoneidad 2 – Semántica.

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	4	5	16.7	16.7	16.7
	5	5	16.7	16.7	33.3
	6	12	40.0	40.0	73.3
	7	8	26.7	26.7	100.0
Total		30	100.0	100.0	

**Tabla 7.** Frecuencias Idoneidad 2 – Normal.

Para terminar con la con la sub-característica de Idoneidad, para la pregunta **¿Las distintas opciones que tiene la página para hacer cosas te parecen?** tiene una probabilidad de 0.577, lo cual indica que no existe una diferencia significativa entre una aplicación Web semántica con una aplicación Web normal. Además, se encontró que la Web semántica tiene una calidad promedio = 5.82 y la Web normal de 6.00, esto quiere decir que existe una diferencia del 2.57% a favor de la Web normal, por lo que los usuarios tiene una percepción de calidad mejor para la aplicación Web normal, pero esto no es significativo.

Se puede observar un comportamiento a favor de la aplicación Web semántica en la Figura 19. Así mismo en la Tabla 8, se puede apreciar que el 67.9% de los valores se concentran en los rangos de 6 y 7, y en la Tabla 9 se puede observar que el 63.3% de los valores se concentran en los rangos de 6 y 7, de esta manera se muestra gráficamente que no existe una diferencia a favor de la aplicación Web normal por lo contrario la aplicación Web semántica es mejor, pero estadísticamente hablando no existe diferencia significativa. Por lo tanto, la hipótesis H1.A3 es rechazada.

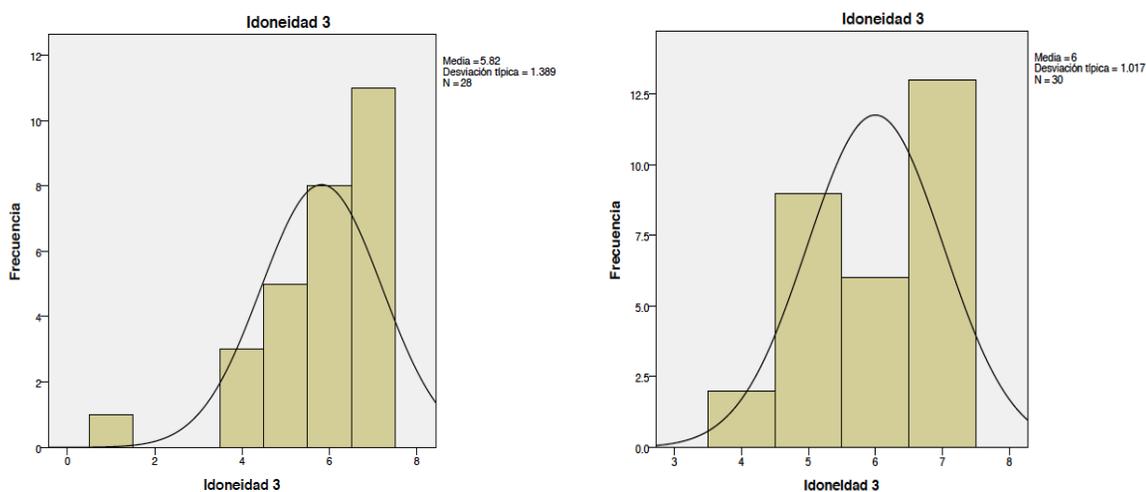


Figura 19. Distintas opciones que tiene la página.

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	1	1	3.6	3.6	3.6
	4	3	10.7	10.7	14.3
	5	5	17.9	17.9	32.1
	6	8	28.6	28.6	60.7
	7	11	39.3	39.3	100.0
	Total	28	100.0	100.0	

Tabla 8. Frecuencias Idoneidad 3 – Semántica.

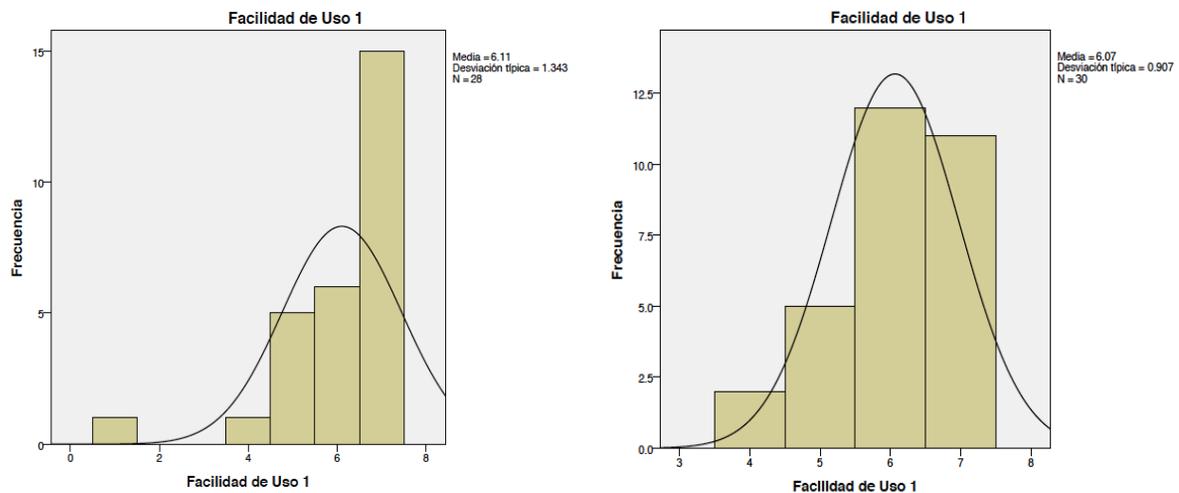
		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	4	2	6.7	6.7	6.7
	5	9	30.0	30.0	36.7
	6	6	20.0	20.0	56.7
	7	13	43.3	43.3	100.0
	Total	30	100.0	100.0	

**Tabla 9.** Frecuencias Idoneidad 3 – Normal.

#### 4.1.2 Característica de Facilidad de Uso

Para el análisis estadístico de los datos tomados de los usuarios nos encontramos con que la sub-característica de Facilidad de Comprensión, para la pregunta **¿La forma en que está organizada la información en la página te parece que está?** tiene un valor de probabilidad=0.893, por lo tanto, no se encontró diferencia significativa entre una aplicación Web semántica comparada con una aplicación Web normal. Además, la Web semántica tiene una calidad promedio de 6.11 y la Web normal tiene una calidad promedio de 6.07, por lo que existe una diferencia del 0.57% a favor de la Web semántica, lo cual indica una mejora en la aplicación con Web semántica, pero no es significativa.

Los histogramas correspondientes para la Web semántica (lado izquierdo) y para la Web norma (lado derecho) se muestran en la Figura 20, en los histogramas se puede observar un comportamiento a favor de la aplicación Web normal. Así mismo en la Tabla 10 se puede apreciar que el 75% de los valores se concentran en los rangos de 6 y 7, y en la Tabla 11 se puede observar que el 76.7% de los valores se concentran en los rangos de 6 y 7, de esta manera se muestra gráficamente que existe una diferencia entre las dos aplicaciones, a favor de la aplicación Web normal, pero estadísticamente hablando no existe diferencia significativa. Por lo tanto, la hipótesis H2.A1 es rechazada.



**Figura 20.** La forma en que está organizada la información.

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	1	1	3.6	3.6	3.6
	4	1	3.6	3.6	7.1
	5	5	17.9	17.9	25.0
	6	6	21.4	21.4	46.4
	7	15	53.6	53.6	100.0
	Total	28	100.0	100.0	

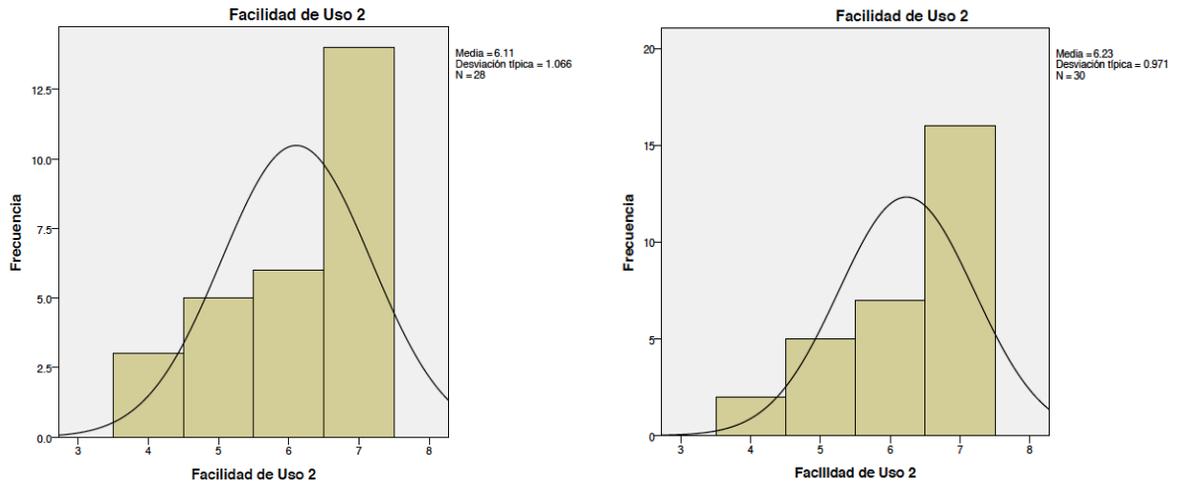
**Tabla 10.** Frecuencias Facilidad de Uso 1 – Semántica.

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	4	2	6.7	6.7	6.7
	5	5	16.7	16.7	23.3
	6	12	40.0	40.0	63.3
	7	11	36.7	36.7	100.0
	Total	30	100.0	100.0	

**Tabla 11.** Frecuencias Facilidad de Uso 1 – Normal.

Con respecto al análisis de la sub-característica de Facilidad de Comprensión, para la pregunta **¿El uso de imágenes y la letra que se usa en la página piensa que esta?** tiene un valor  $p=0.639$ , por lo tanto, no cuenta con una diferencia significativa entre una aplicación Web semántica con una aplicación Web normal. Además se encontró que la Web semántica tiene una calidad promedio = 6.11 y la Web normal tiene una calidad promedio = 6.23, por lo que existe una diferencia del 1.71% a favor de la Web normal, por lo que se mantiene una mejor percepción en la aplicación Web normal, pero no es significativa.

Los histogramas correspondientes para la Web semántica (lado izquierdo) y para la Web norma (lado derecho) se muestran en la Figura 21, en los histogramas se puede observar un comportamiento a favor de la aplicación Web normal. Así mismo en la Tabla 12 se puede apreciar que el 71.4% de los valores se concentran en los rangos de 6 y 7, y en la Tabla 13 se puede observar que el 76.6% de los valores se concentran en los rangos de 6 y 7, de esta manera se muestra gráficamente que existe una diferencia entre las dos aplicaciones, a favor de la aplicación Web normal, pero estadísticamente hablando no existe diferencia significativa. Por lo tanto, la hipótesis H2.A2 es rechazada.



**Figura 21.** El uso de imágenes y la letra en la página.

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	4	3	10.7	10.7	10.7
	5	5	17.9	17.9	28.6
	6	6	21.4	21.4	50.0
	7	14	50.0	50.0	100.0
Total		28	100.0	100.0	

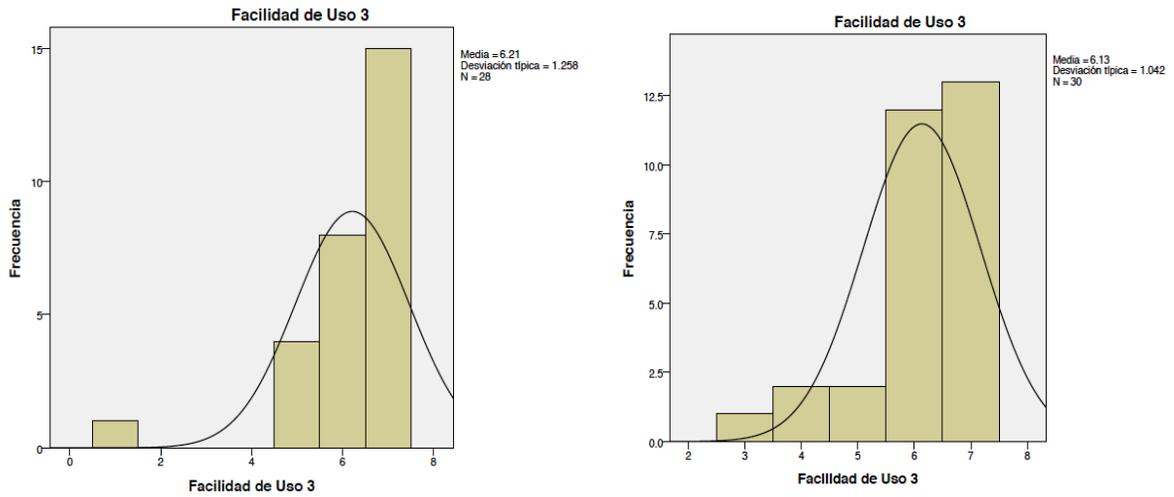
**Tabla 12.** Frecuencias Facilidad de Uso 2 – Semántica.

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	4	2	6.7	6.7	6.7
	5	5	16.7	16.7	23.3
	6	7	23.3	23.3	46.7
	7	16	53.3	53.3	100.0
Total		30	100.0	100.0	

**Tabla 13.** Frecuencias Facilidad de Uso 2 – Normal.

Para la Facilidad de Comprensión se evaluó mediante la pregunta **¿La información que tiene la página está muy entendible para ti?** tiene una probabilidad de 0.790, lo cual no es una diferencia significativa entre una aplicación Web semántica con una aplicación Web normal. Además se encontró que la Web semántica tiene una calidad promedio = 6.21 y la Web normal tiene una calidad promedio = 6.13, por lo que existe una diferencia del 1.14% a favor de la aplicación Web semántica, por lo se observa una ligera mejora en la aplicación Web semántica, pero no cuenta con nivel de significancia.

Los histogramas correspondientes para la Web semántica (lado izquierdo) y para la Web norma (lado derecho) se muestran en la Figura 22, en los histogramas se puede observar un comportamiento a favor de la aplicación Web normal. Así mismo en la Tabla 14 se puede apreciar que el 82.2% de los valores se concentran en los rangos de 6 y 7, y en la Tabla 15 se puede observar que el 83.3% de los valores se concentran en los rangos de 6 y 7, de esta manera se muestra gráficamente que existe una diferencia entre las dos aplicaciones, a favor de la aplicación Web normal, pero estadísticamente hablando no existe diferencia significativa. Por lo tanto, la hipótesis H2.A3 es rechazada.



**Figura 22.** La información que tiene la página.

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	1	1	3.6	3.6	3.6
	5	4	14.3	14.3	17.9
	6	8	28.6	28.6	46.4
	7	15	53.6	53.6	100.0
	Total	28	100.0	100.0	

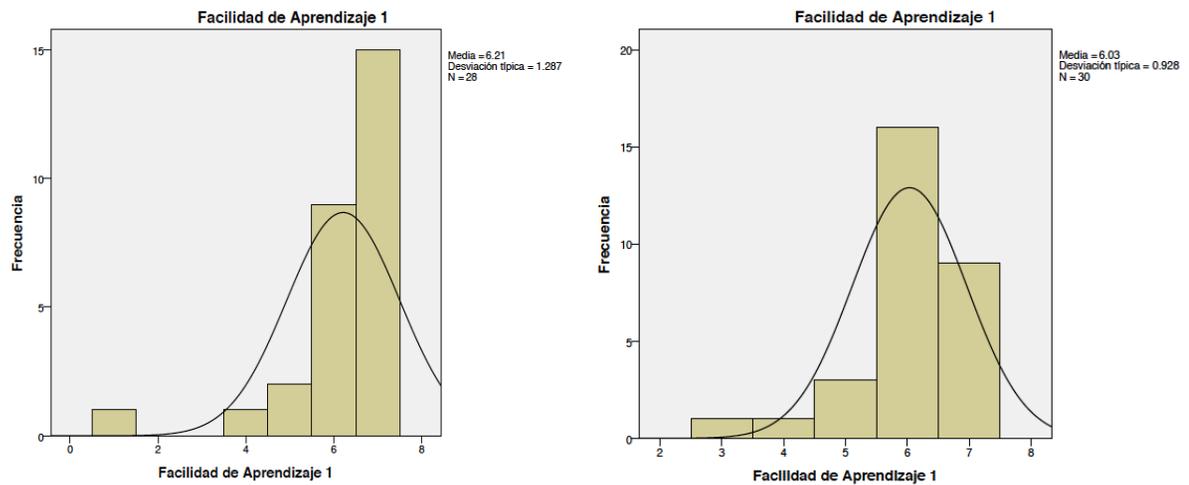
**Tabla 14.** Frecuencias Facilidad de Uso 3 – Semántica.

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	3	1	3.3	3.3	3.3
	4	2	6.7	6.7	10.0
	5	2	6.7	6.7	16.7
	6	12	40.0	40.0	56.7
	7	13	43.3	43.3	100.0
	Total	30	100.0	100.0	

**Tabla 15.** Frecuencias Facilidad de Uso 3 – Normal.

Continuando con el análisis estadístico de los datos tomados de los usuarios para la característica de Facilidad de uso, nos encontramos con que la sub-característica de Facilidad de Aprendizaje, para la pregunta **¿Entiendes todo lo que puedes hacer en la página?** tiene un valor  $p=0.540$ , por lo tanto, no cuenta con una diferencia significativa entre una aplicación Web semántica con una aplicación Web normal. Además se encontró que la Web semántica tiene una calidad promedio = 6.21 y la Web normal tiene una calidad promedio = 6.03, por lo que existe una diferencia del 2.57% a favor de la aplicación Web semántica, por lo se observa una ligera mejora en la aplicación Web semántica, pero no se cuenta con un nivel de significancia.

Los histogramas correspondientes para la Web semántica (lado izquierdo) y para la Web norma (lado derecho) se muestran en la Figura 23, en los histogramas se puede observar un comportamiento a favor de la aplicación Web semántica. Así mismo en la Tabla 16 se puede apreciar que el 85.7% de los valores se concentran en los rangos de 6 y 7, y en la Tabla 17 se puede observar que el 83.3% de los valores se concentran en los rangos de 6 y 7, de esta manera se muestra gráficamente que existe una diferencia entre las dos aplicaciones, mostrando una mejora la aplicación Web semántica, pero estadísticamente hablando no existe diferencia significativa. Por lo tanto, la hipótesis H3.A1 es rechazada.

**Figura 23.** Entiendes todo lo que puedes hacer.

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	1	1	3.6	3.6	3.6
	4	1	3.6	3.6	7.1
	5	2	7.1	7.1	14.3
	6	9	32.1	32.1	46.4
	7	15	53.6	53.6	100.0
	Total	28	100.0	100.0	

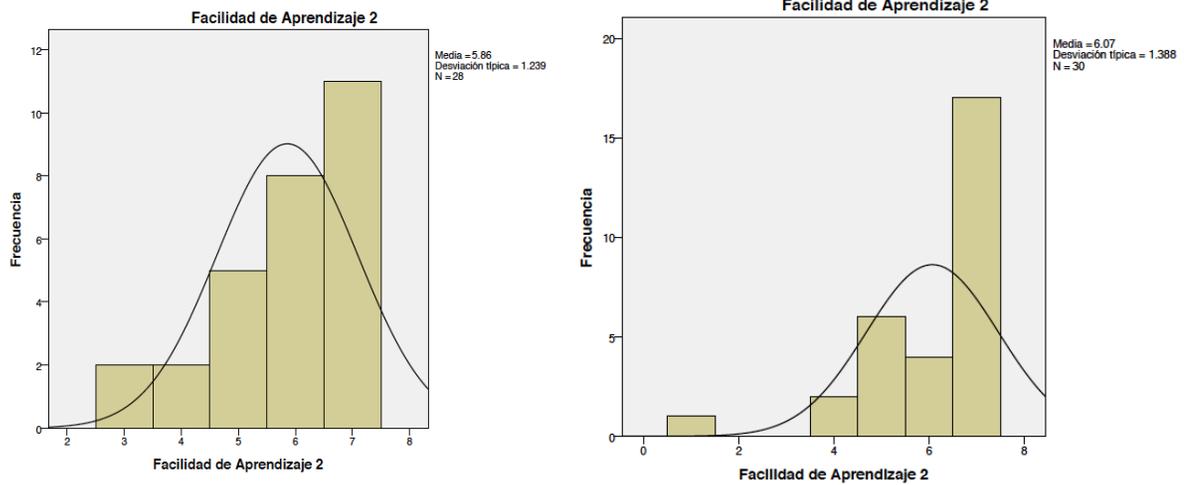
**Tabla 16.** Frecuencias Facilidad de Aprendizaje 1 – Semántica.

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	3	1	3.3	3.3	3.3
	4	1	3.3	3.3	6.7
	5	3	10.0	10.0	16.7
	6	16	53.3	53.3	70.0
	7	9	30.0	30.0	100.0
	Total	30	100.0	100.0	

**Tabla 17.** Frecuencias Facilidad de Aprendizaje – Normal.

Con respecto a la sub-característica de Facilidad de Aprendizaje, para la pregunta **¿La manera de buscar los juegos te parece?** tiene un valor  $p=0.548$ , por lo tanto, no cuenta con una diferencia significativa entre una aplicación Web semántica con una aplicación Web normal. También se encontró que la Web semántica tiene una calidad promedio de 5.86 y la Web normal tiene una calidad promedio de 6.07, por lo que existe una diferencia del 3% a favor de la Web normal, por lo que se mantiene una mejor percepción de calidad en la aplicación Web normal, pero no es significativa.

Los histogramas correspondientes para la Web semántica (lado izquierdo) y para la Web norma (lado derecho) se muestran en la Figura 24, en los histogramas se puede observar un comportamiento a favor de la aplicación Web normal. Así mismo en la Tabla 18 se puede apreciar que el 67.9% de los valores se concentran en los rangos de 6 y 7, y en la Tabla 19 se puede observar que el 70% de los valores se concentran en los rangos de 6 y 7, de esta manera se muestra gráficamente que existe una diferencia entre las dos aplicaciones, a favor de la aplicación Web normal, pero estadísticamente hablando no existe diferencia significativa. Por lo tanto, la hipótesis H3.A2 es rechazada.



**Figura 24.** La manera de buscar los juegos.

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos 3	2	7.1	7.1	7.1
4	2	7.1	7.1	14.3
5	5	17.9	17.9	32.1
6	8	28.6	28.6	60.7
7	11	39.3	39.3	100.0
Total	28	100.0	100.0	

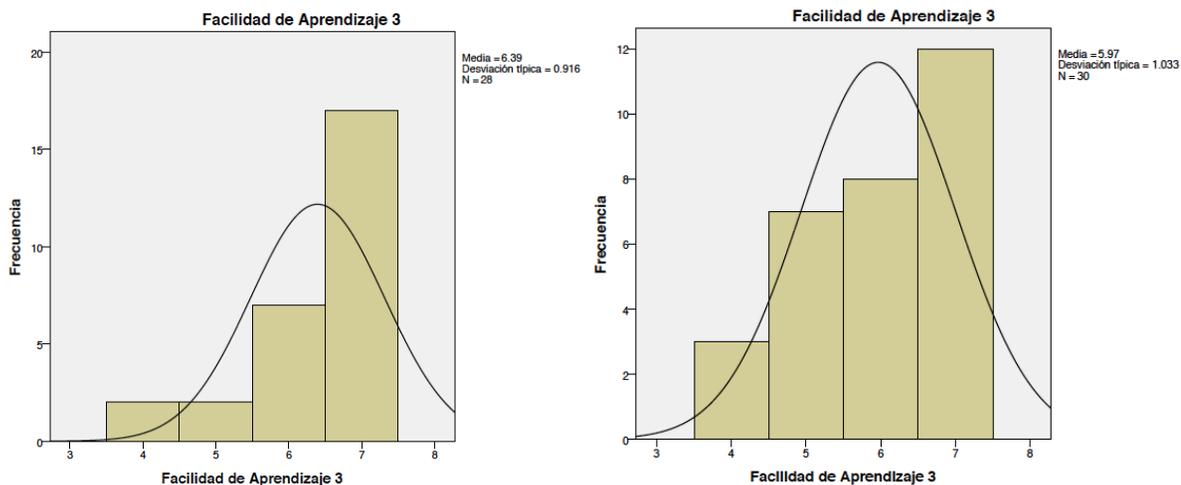
**Tabla 18.** Frecuencias Facilidad de Aprendizaje 2 – Semántica.

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos 1	1	3.3	3.3	3.3
4	2	6.7	6.7	10.0
5	6	20.0	20.0	30.0
6	4	13.3	13.3	43.3
7	17	56.7	56.7	100.0
Total	30	100.0	100.0	

**Tabla 19.** Frecuencias Facilidad de Aprendizaje – Normal.

Con respecto a la característica de Facilidad de uso, nos encontramos con que la sub-característica de Facilidad de Aprendizaje, para la pregunta **¿El jugar en la página te parece?** tiene un valor  $p=0.103$  por lo tanto no cuenta con una diferencia significativa entre una aplicación Web semántica con una aplicación Web normal. Además, se encontró que la Web semántica tiene una calidad promedio = 6.39% y la Web normal tiene una calidad promedio = 5.97, por lo que existe una diferencia del 6% a favor de la aplicación Web semántica, por lo se observa una mejora en la aplicación Web semántica, pero no es significativo.

Los histogramas correspondientes para la Web semántica (lado izquierdo) y para la Web norma (lado derecho) se muestran en la Figura 25, en los histogramas se puede observar un comportamiento a favor de la aplicación Web semántica. Así mismo en la Tabla 20 se puede apreciar que el 85.7% de los valores se concentran en los rangos de 6 y 7, y en la Tabla 21 se puede observar que el 66.7% de los valores se concentran en los rangos de 6 y 7, de esta manera se muestra gráficamente que existe una diferencia entre las dos aplicaciones, mostrando una mejora para la aplicación Web semántica, pero estadísticamente hablando no existe diferencia significativa. Por lo tanto, la hipótesis H3.A3 es rechazada.



**Figura 25.** El jugar en la página te parece.

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	4	2	7.1	7.1	7.1
	5	2	7.1	7.1	14.3
	6	7	25.0	25.0	39.3
	7	17	60.7	60.7	100.0
	Total	28	100.0	100.0	

**Tabla 20.** Frecuencias Facilidad de Aprendizaje 3 - Semántica.

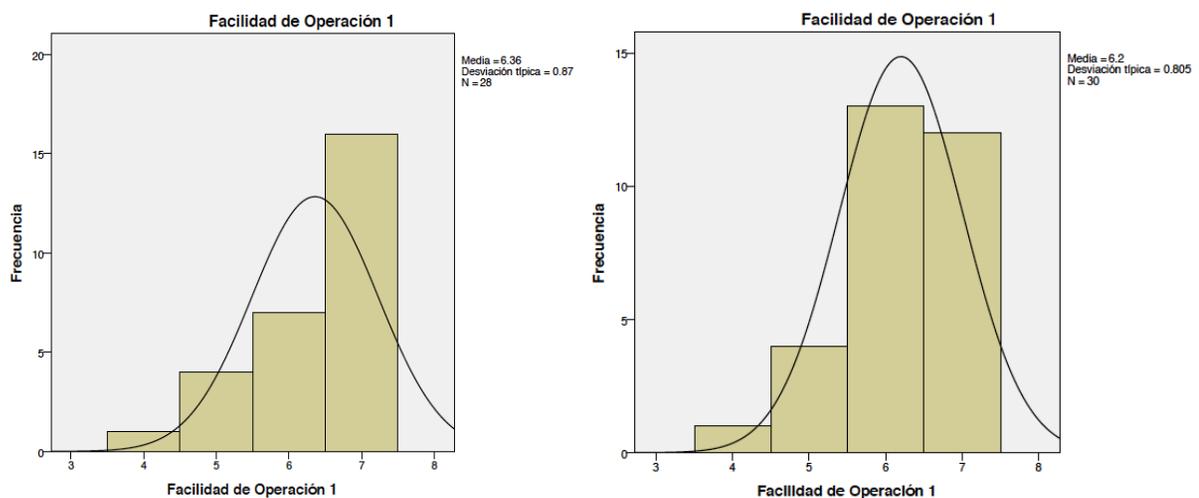
		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	4	3	10.0	10.0	10.0
	5	7	23.3	23.3	33.3
	6	8	26.7	26.7	60.0
	7	12	40.0	40.0	100.0
	Total	30	100.0	100.0	

**Tabla 21.** Frecuencias Facilidad de Aprendizaje – Normal.

Continuando con el análisis estadístico de los datos tomados de los usuarios para la característica de Facilidad de uso, nos encontramos con que la subcaracterística de Facilidad de Operación, para la pregunta **¿La forma en que**

**puedes usar el mouse en la página te parece?** tiene un valor  $p=0.478$  por lo tanto no cuenta con una diferencia significativa entre una aplicación Web semántica con una aplicación Web normal. Además, se encontró que la Web semántica tiene una calidad promedio de 6.36 y la Web normal tiene una calidad promedio de 6.20, por lo que existe una diferencia del 2.28% a favor de la aplicación Web semántica, por lo que se observa una ligera mejora en la aplicación Web semántica, pero no se cuenta con un nivel de significancia.

Los histogramas correspondientes para la Web semántica (lado izquierdo) y para la Web norma (lado derecho) se muestran en la Figura 26, en los histogramas se puede observar un comportamiento a favor de la aplicación Web normal. Así mismo en la Tabla 22 se puede apreciar que el 82,1% de los valores se concentran en los rangos de 6 y 7, y en la Tabla 23 se puede observar que el 83.3% de los valores se concentran en los rangos de 6 y 7, de esta manera se muestra gráficamente que existe una diferencia entre las dos aplicaciones, mostrando una mejora para la aplicación Web normal, pero estadísticamente hablando no existe diferencia significativa. Por lo tanto, la hipótesis H4.A1 es rechazada.



**Figura 26.** La forma en que puedes usar el mouse.

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	4	1	3.6	3.6	3.6
	5	4	14.3	14.3	17.9
	6	7	25.0	25.0	42.9
	7	16	57.1	57.1	100.0
Total		28	100.0	100.0	

**Tabla 22.** Frecuencias Facilidad de Operación 1 – Semántica.

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	4	1	3.3	3.3	3.3
	5	4	13.3	13.3	16.7
	6	13	43.3	43.3	60.0
	7	12	40.0	40.0	100.0
Total		30	100.0	100.0	

**Tabla 23.** Frecuencias Facilidad de Operación 1 – Normal.

Para la característica de Facilidad de uso, nos encontramos con que la sub-característica de Facilidad de Operación, para la pregunta **¿La forma de usar la página piensas que es?** tiene una probabilidad de 0.138, por lo tanto, no cuenta con una diferencia significativa entre una aplicación Web semántica con una aplicación Web normal. Además, se encontró que la Web semántica tiene una calidad promedio = 6.43 y la Web normal tiene una calidad promedio = 6.03, por lo que existe una diferencia del 5.71% a favor de la aplicación Web semántica, por lo que se observa una ligera mejora en la aplicación Web semántica, pero no se cuenta con un nivel de significancia.

Los histogramas correspondientes para la Web semántica (lado izquierdo) y para la Web norma (lado derecho) se muestran en la Figura 27, en los histogramas se puede observar un comportamiento a favor de la aplicación Web semántica. Así mismo en la Tabla 24 se puede apreciar que el 82,1% de los valores se concentran en los rangos de 6 y 7, y en la Tabla 25 se puede observar que el 70% de los valores se concentran en los rangos de 6 y 7, de esta manera se muestra gráficamente que existe una diferencia entre las dos aplicaciones, mostrando una mejora para la aplicación Web semántica, pero estadísticamente hablando no existe diferencia significativa. Por lo tanto, la hipótesis H4.A2 es rechazada.

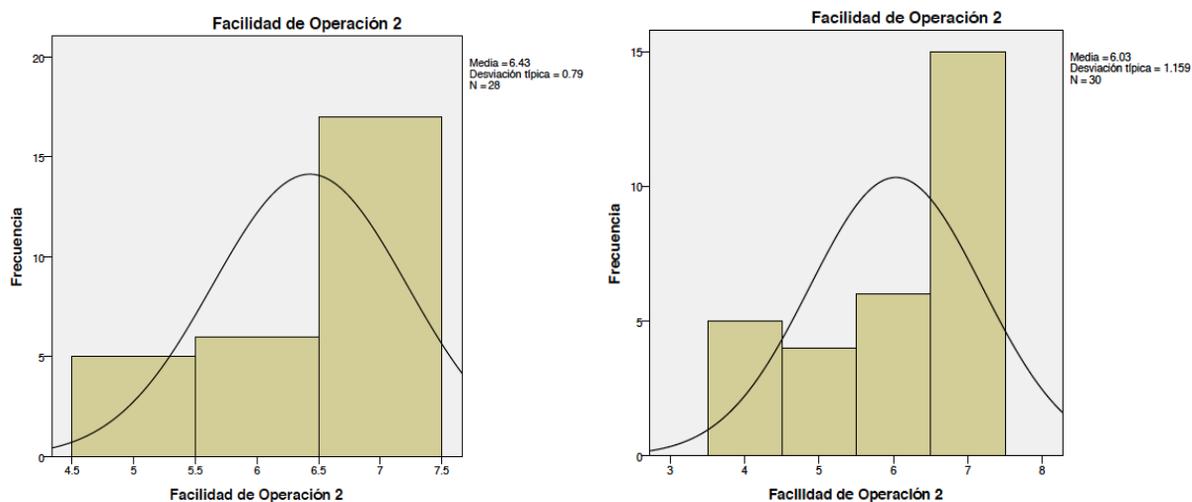


Figura 27. La forma de usar la página.

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	5	5	17.9	17.9	17.9
	6	6	21.4	21.4	39.3
	7	17	60.7	60.7	100.0

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	5	5	17.9	17.9	17.9
	6	6	21.4	21.4	39.3
	7	17	60.7	60.7	100.0
Total		28	100.0	100.0	

**Tabla 24.** Frecuencias Facilidad de Operación 2 – Semántica.

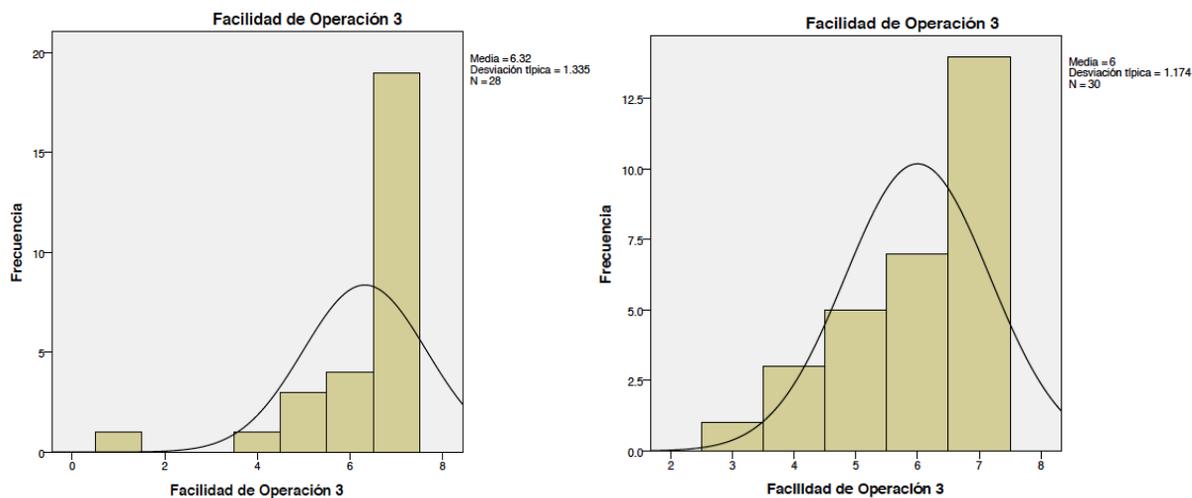
		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	4	5	16.7	16.7	16.7
	5	4	13.3	13.3	30.0
	6	6	20.0	20.0	50.0
	7	15	50.0	50.0	100.0
Total		30	100.0	100.0	

**Tabla 25.** Frecuencias Facilidad de Operación 2 – Normal.

Con respecto a la sub-característica de Facilidad de Operación, evaluada con la pregunta **¿La manera de moverte en la página para jugar te parece?** tiene un probabilidad de 0.334, esto indica que no cuenta con una diferencia significativa entre una aplicación Web semántica con una aplicación Web normal. Además, se encontró que la Web semántica tiene una calidad promedio de 6.32 comparada con la Web normal, la cual tiene una calidad promedio de 6.00, por lo que existe una diferencia del 4.57% a favor de la aplicación Web semántica, esto muestra una ligera mejora en la aplicación Web semántica, mas no significativa.

Los histogramas correspondientes para la Web semántica (lado izquierdo) y para la Web norma (lado derecho) se muestran en la Figura 28, en los histogramas se puede observar un comportamiento a favor de la aplicación Web semántica. Así mismo en la Tabla 26 se puede apreciar que el 82.2% de los valores se concentran en los rangos de 6 y 7, y en la Tabla 27 se puede observar que el 70%

de los valores se concentran en los rangos de 6 y 7, de esta manera se muestra gráficamente que existe una diferencia entre las dos aplicaciones, mostrando una mejora para la aplicación Web semántica, pero estadísticamente hablando no existe diferencia significativa. Por lo tanto, la hipótesis H4.A3 es rechazada.



**Figura 28.** La manera de moverte en la página.

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	1	1	3.6	3.6	3.6
	4	1	3.6	3.6	7.1
	5	3	10.7	10.7	17.9
	6	4	14.3	14.3	32.1
	7	19	67.9	67.9	100.0
Total		28	100.0	100.0	

**Tabla 26.** Frecuencias Facilidad de Operación 3 - Semántica.

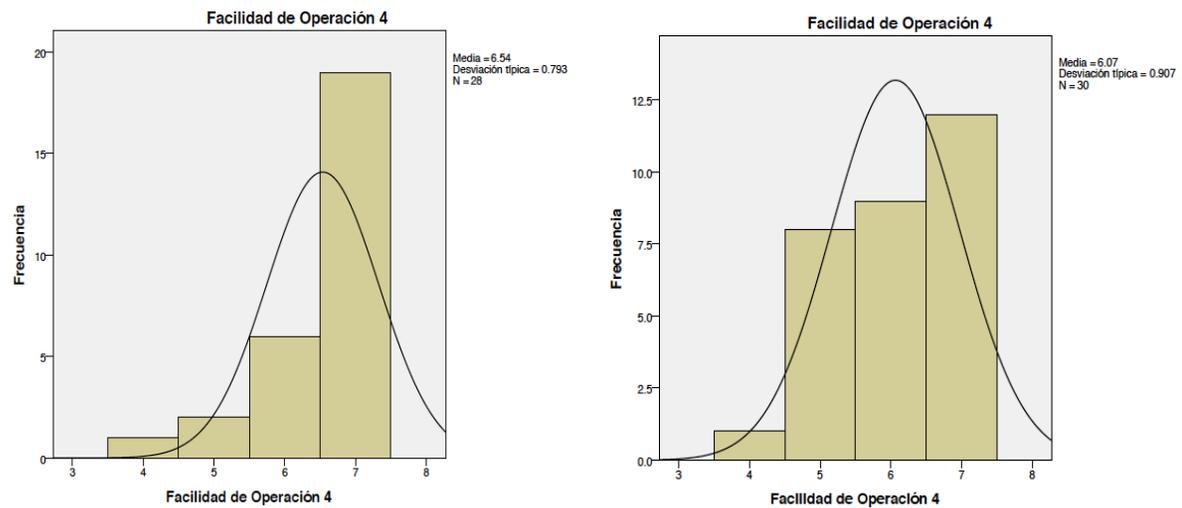
		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	3	1	3.3	3.3	3.3
	4	3	10.0	10.0	13.3

5	5	16.7	16.7	30.0
6	7	23.3	23.3	53.3
7	14	46.7	46.7	100.0
Total	30	100.0	100.0	

**Tabla 27.** Frecuencias Facilidad de Operación 3 – Normal.

Continuando con el análisis estadístico de los datos tomados de los usuarios para la característica de Facilidad de uso, nos encontramos con que la sub-característica de Facilidad de Operación, para la pregunta **¿La forma en que trabaja la página te parece?** tiene un valor  $p=0.041$  por lo tanto se cuenta con una diferencia estadística a demostrando la mejora en una aplicación Web semántica. Además se encontró que la Web semántica tiene una calidad promedio = 6.54 y la Web normal tiene una calidad promedio = 6.07, por lo que existe una diferencia del 6.71% a favor de la aplicación Web semántica, por lo que se observa una mejora en la aplicación Web semántica, contando con una significancia estadística.

Los histogramas correspondientes para la Web semántica (lado izquierdo) y para la Web norma (lado derecho) se muestran en la Figura 29, en los histogramas se puede observar un comportamiento a favor de la aplicación Web semántica. Así mismo en la Tabla 28 se puede apreciar que el 89.3% de los valores se concentran en los rangos de 6 y 7, y en la Tabla 29 se puede observar que el 70% de los valores se concentran en los rangos de 6 y 7, de esta manera se muestra gráficamente que existe una diferencia entre las dos aplicaciones, mostrando una mejora para la aplicación Web semántica y estadísticamente hablando existe una diferencia significativa. Por lo tanto, la hipótesis H4.A4 es aceptada.



**Figura 29.** La forma en que trabaja la página.

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	4	1	3.6	3.6	3.6
	5	2	7.1	7.1	10.7
	6	6	21.4	21.4	32.1
	7	19	67.9	67.9	100.0
	Total	28	100.0	100.0	

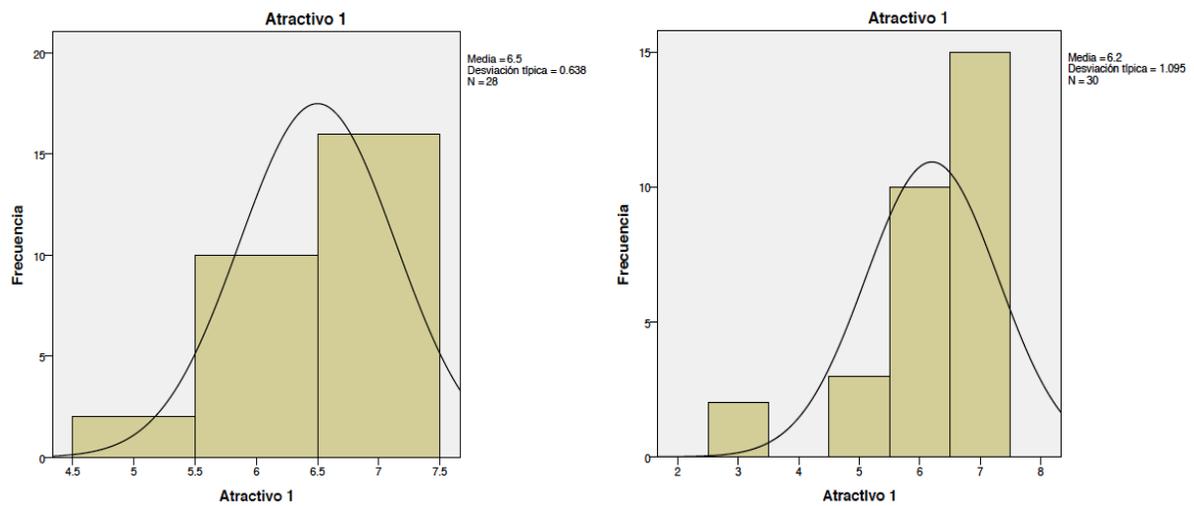
**Tabla 28.** Frecuencias Facilidad de Operación 4 – Semántica.

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	4	1	3.3	3.3	3.3
	5	8	26.7	26.7	30.0
	6	9	30.0	30.0	60.0
	7	12	40.0	40.0	100.0
	Total	30	100.0	100.0	

**Tabla 29.** Frecuencias Facilidad de Operación 4 – Semántica.

Para la característica de Facilidad de uso, nos encontramos con que la sub-característica de Atractividad, para la pregunta **¿Qué tanto te gusta la página?** tiene un valor de probabilidad de 0.212; esto indica que no existe una diferencia estadística a demostrando la mejora en una aplicación Web semántica. Además, se encontró que la Web semántica tiene una calidad promedio = 6.50 y la Web normal tiene una calidad promedio = 6.20, por lo que existe una diferencia del 4.28% a favor de la aplicación Web semántica, por lo que se observa una mejora en la aplicación Web semántica, pero no se cuenta con significancia estadística.

Los histogramas correspondientes para la Web semántica (lado izquierdo) y para la Web norma (lado derecho) se muestran en la Figura 30, en los histogramas se puede observar un comportamiento a favor de la aplicación Web semántica. Así mismo en la Tabla 30 se puede apreciar que el 92.8% de los valores se concentran en los rangos de 6 y 7, y en la Tabla 31 se puede observar que el 83.3% de los valores se concentran en los rangos de 6 y 7, de esta manera se muestra gráficamente que existe una diferencia entre las dos aplicaciones, mostrando una mejora para la aplicación Web semántica pero estadísticamente hablando no se cuenta con significancia. Por lo tanto, la hipótesis H5.A1 es rechazada.



**Figura 30.** Que tanto te gusta la página.

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	5	2	7.1	7.1	7.1
	6	10	35.7	35.7	42.9
	7	16	57.1	57.1	100.0
	Total	28	100.0	100.0	

**Tabla 30.** Frecuencias Atractivo 1 – Semántica.

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	3	2	6.7	6.7	6.7
	5	3	10.0	10.0	16.7
	6	10	33.3	33.3	50.0
	7	15	50.0	50.0	100.0
	Total	30	100.0	100.0	

**Tabla 31.** Frecuencias Atractivo 1 – Normal.

Para la sub-característica de Atractividad con respecto a la pregunta **¿Qué tanto te gusta la combinación de colores que tiene la página?** tiene un valor  $P=0.408$ , por lo tanto se cuenta con una diferencia, mas no estadísticamente significativa. Además, se encontró que la Web semántica tiene una calidad promedio = 6.25 y la Web normal tiene una calidad promedio = 6.47, por lo que existe una diferencia del 3.14% a favor de la aplicación Web normal, por lo que el usuario percibe mejor calidad en la aplicación Web normal.

Los histogramas correspondientes para la Web semántica (lado izquierdo) y para la Web norma (lado derecho) se muestran en la Figura 31, en los histogramas se puede observar un comportamiento a favor de la aplicación Web normal. Así mismo en la Tabla 32 se puede apreciar que el 78.6% de los valores se concentran en los rangos de 6 y 7, y en la Tabla 33 se puede observar que el 86.7% de los valores se concentran en los rangos de 6 y 7, de esta manera se muestra gráficamente que existe una diferencia entre las dos aplicaciones, mostrando una mejora para la aplicación Web normal pero estadísticamente hablando no se cuenta con significancia. Por lo tanto, la hipótesis H5.A2 es rechazada.

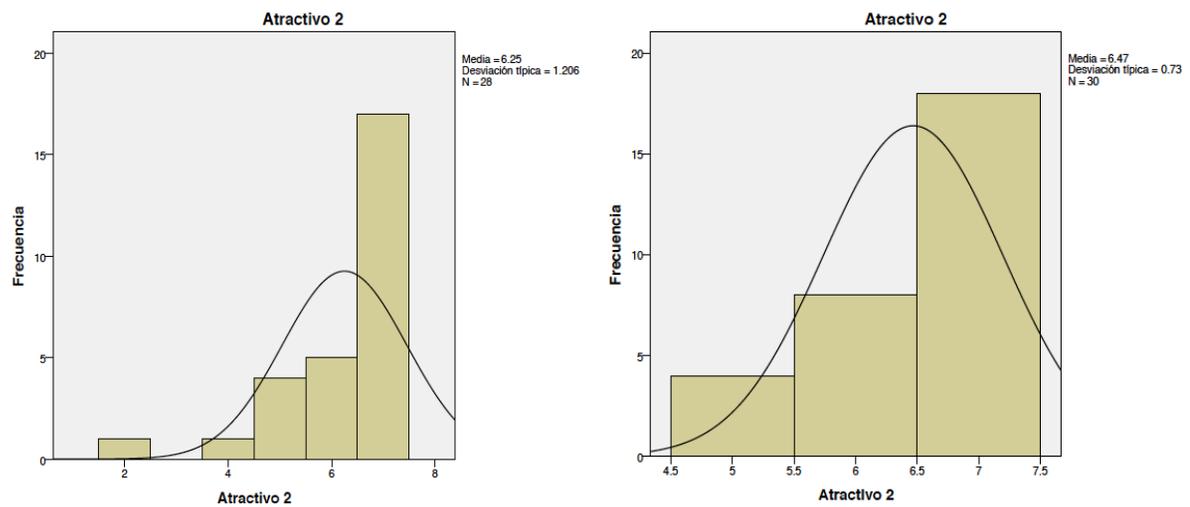


Figura 31. Que tanto te gusta la combinación de colores.

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	2	1	3.6	3.6	3.6
	4	1	3.6	3.6	7.1
	5	4	14.3	14.3	21.4
	6	5	17.9	17.9	39.3
	7	17	60.7	60.7	100.0
	Total	28	100.0	100.0	

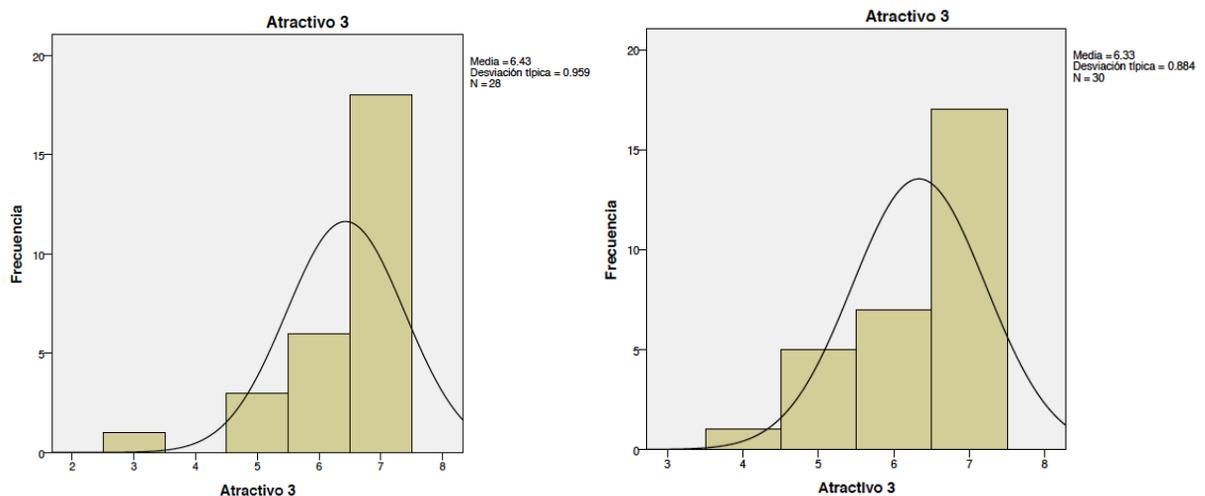
Tabla 32. Frecuencias Atractivo 2 – Semántica.

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	5	4	13.3	13.3	13.3
	6	8	26.7	26.7	40.0
	7	18	60.0	60.0	100.0
	Total	30	100.0	100.0	

Tabla 33. Frecuencias Atractivo 2 – Normal.

Por último, evaluando la sub-característica de Atractividad mediante la pregunta **¿Qué tanto te gusta cómo están acomodadas las imágenes en la página?** Se obtuvo un valor de probabilidad de 0.695. Además, se encontró que la Web semántica tiene una calidad promedio = 6.43 y la Web normal tiene una calidad promedio = 6.33, por lo que existe una diferencia del 1.42% a favor de la aplicación Web normal, por lo que se observa una mejora en la aplicación Web semántica, pero la prueba de hipótesis muestra que no estadísticamente significativa.

Los histogramas correspondientes para la Web semántica (lado izquierdo) y para la Web norma (lado derecho) se muestran en la Figura 32, en los histogramas se puede observar un comportamiento a favor de la aplicación Web Semántica. Así mismo en la Tabla 34 se puede apreciar que el 85.7% de los valores se concentran en los rangos de 6 y 7, y en la Tabla 35 se puede observar que el 80% de los valores se concentran en los rangos de 6 y 7, de esta manera se muestra gráficamente que existe una diferencia entre las dos aplicaciones, mostrando una mejora para la aplicación Web semántica pero estadísticamente hablando no se cuenta con significancia. Por lo tanto, la hipótesis H5.A3 es rechazada.



**Figura 32.** Qué tanto te gusta cómo están acomodadas las imágenes.

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	3	1	3.6	3.6	3.6
	5	3	10.7	10.7	14.3
	6	6	21.4	21.4	35.7
	7	18	64.3	64.3	100.0
Total		28	100.0	100.0	

**Tabla 34.** Frecuencias Atractivo 3 – Semántica.

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	4	1	3.3	3.3	3.3
	5	5	16.7	16.7	20.0
	6	7	23.3	23.3	43.3
	7	17	56.7	56.7	100.0
Total		30	100.0	100.0	

**Tabla 35.** Frecuencias Atractivo 3 – Normal.

### 4.1.3 Resumen de análisis de hipótesis de Usuario

La Tabla 36 muestra las hipótesis las hipótesis aceptadas y rechazadas para cada una de las sub-características mencionadas arriba.

Hipótesis	Sub-factor	F	Sig.	Resultado
H1.A1	Idoneidad 1	1.845	.180	Rechazada
H1.A2	Idoneidad 2	.018	.894	Rechazada
H1.A3	Idoneidad 3	.705	.405	Rechazada
H2.A1	Facilidad de Uso 1	1.828	.182	Rechazada
H2.A2	Facilidad de Uso 2	.292	.591	Rechazada
H2.A3	Facilidad de Uso 3	.178	.674	Rechazada
H3.A1	Facilidad de Aprendizaje 1	1.399	.242	Rechazada
H3.A2	Facilidad de Aprendizaje 2	.135	.715	Rechazada
H3.A3	Facilidad de Aprendizaje 3	.547	.463	Rechazada
H4.A1	Facilidad de Operación 1	.615	.436	Rechazada
H4.A2	Facilidad de Operación 2	4.218	.045	<b>Aceptada</b>

H4.A3	Facilidad de Operación 3	.003	.955	Rechazada
H4.A4	Facilidad de Operación 4	.848	.361	Rechazada
H5.A1	Atractivo 1	2.427	.125	Rechazada
H5.A2	Atractivo 2	3.095	.084	Rechazada
H5.A3	Atractivo 3	.023	.880	Rechazada

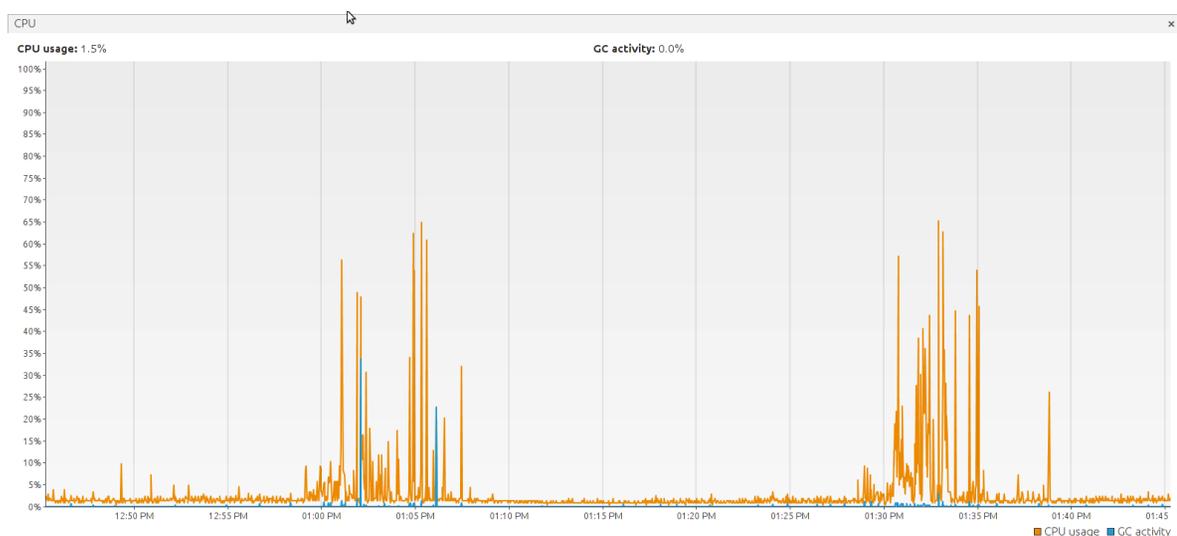
**Tabla 36.** Resultados Hipótesis medidas por el usuario.

## 4.2 Métricas

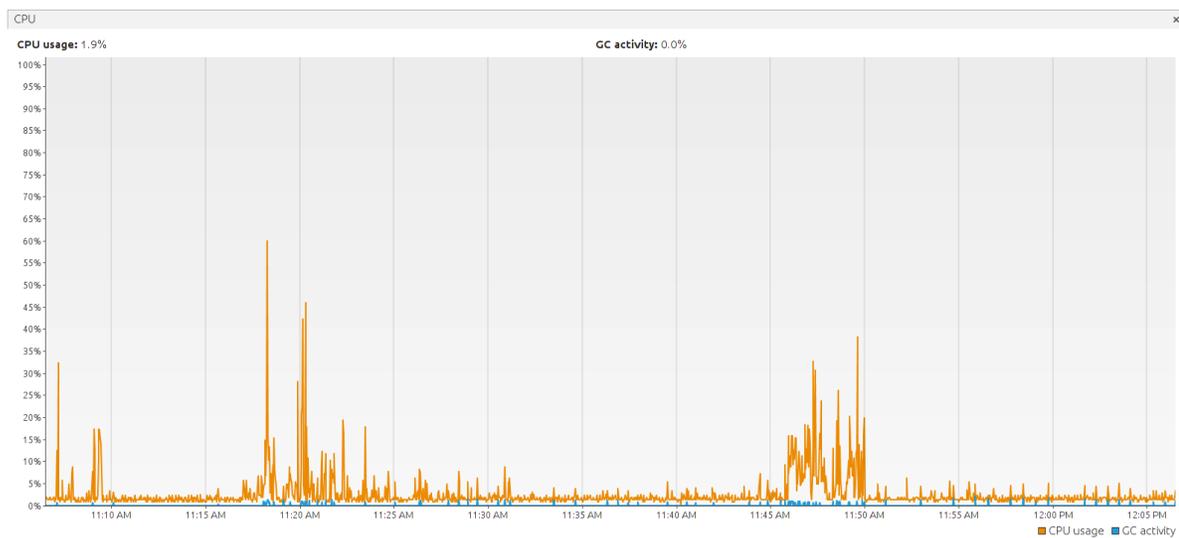
A continuación se describe los resultados obtenidos por las métricas tomadas por parte del desarrollador.

### 4.2.1 Característica de Eficiencia

La medida tomadas para la sub-característica de Comportamiento con respecto al tiempo y el comportamiento de los recursos se pueden observar en la Figura 33 para la AWS y la Figura 34 para la AWC. Si estas dos figuras son comparadas podemos observar que la aplicación Web semántica hace un mayor consumo de CPU durante un periodo de tiempo. Por lo tanto la H6.A1 es rechazada así como la H7.A1.

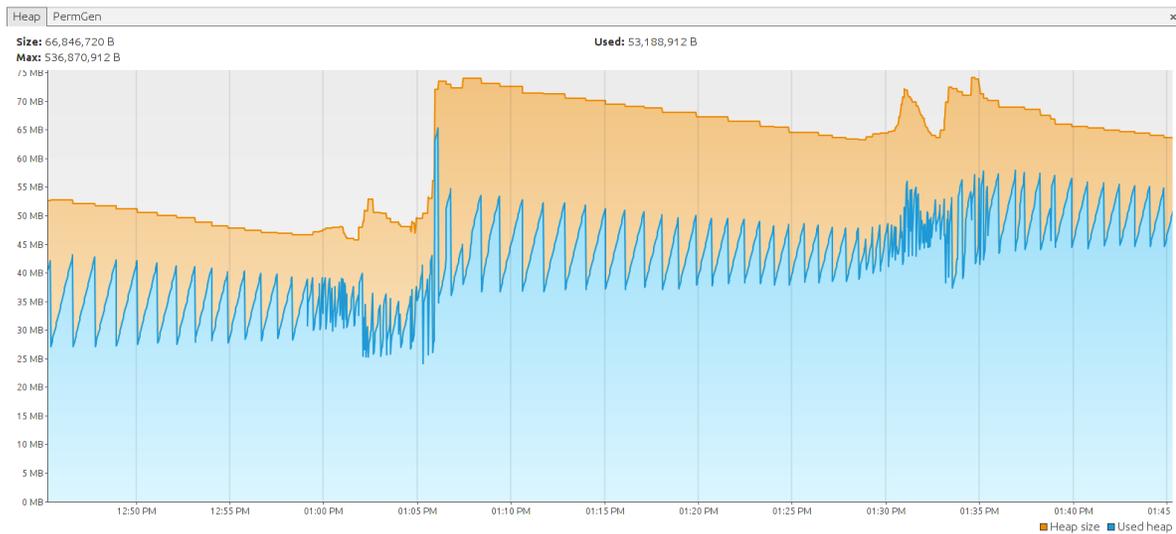


**Figura 33.** Uso de CPU aplicación Web semántica.

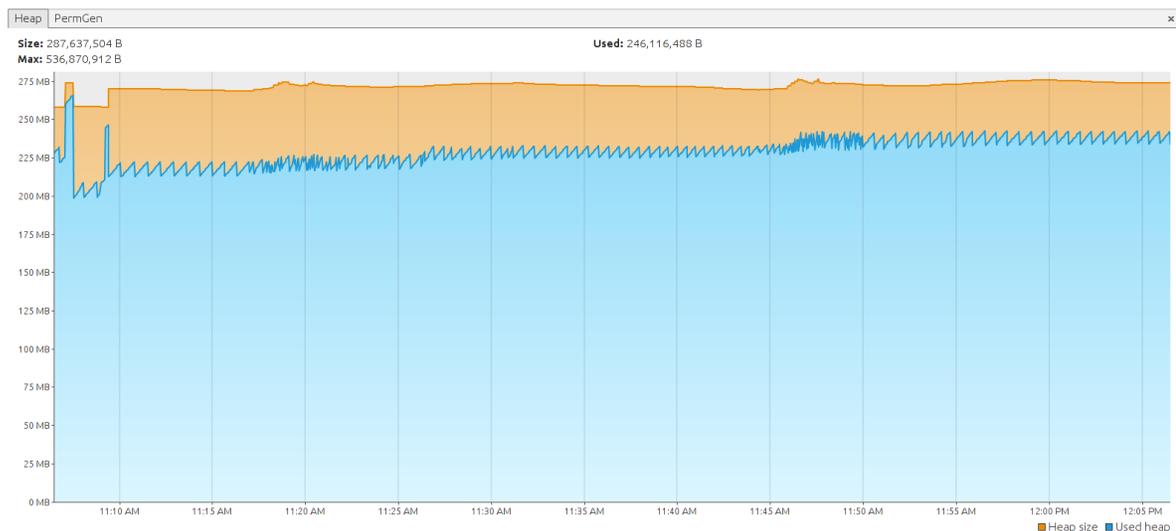


**Figura 34.** Uso de CPU aplicación Web Normal.

Para el caso de la memoria RAM si comparamos la Figura 35 y Figura 36 podemos observar que la aplicación Web semántica hace menor uso de la memoria RAM, esto se debe a que la AWS ofrece al usuario los contenidos al momento de ingresar a la página esto se refleja en que la aplicación no tiene que estar cargando en memoria diferentes búsquedas para proporcionar un juego al usuario, si no que el usuario al momento de abrir la AWS observar que ya hay juegos por lo tanto omite la búsqueda de los mismo, esto le facilita el trabajo al usuario y a la aplicación. Por lo tanto la H6.A2 es aceptada así como la H7.A2.



**Figura 35.** Uso memoria RAM aplicación Web semántica.



**Figura 36.** Uso memoria RAM aplicación Web Normal.

#### 4.2.2 Característica de Facilidad de Mantenimiento

Para lograr la medición de las sub-características correspondientes a la facilidad de mantenimiento, los cálculos de algunas de las métricas como se menciona a continuación se basaron en la Figura 37 para la aplicación Web semántica y en la Figura 38 para la aplicación Web normal.

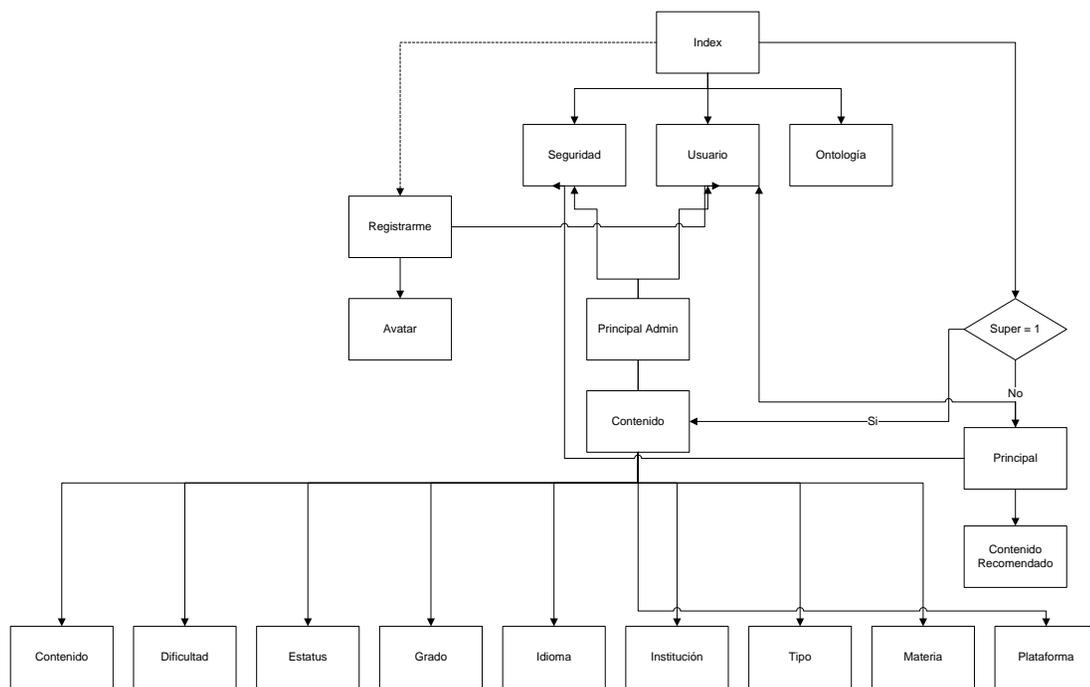


Figura 37. Diagrama flujo aplicación Web semántica.

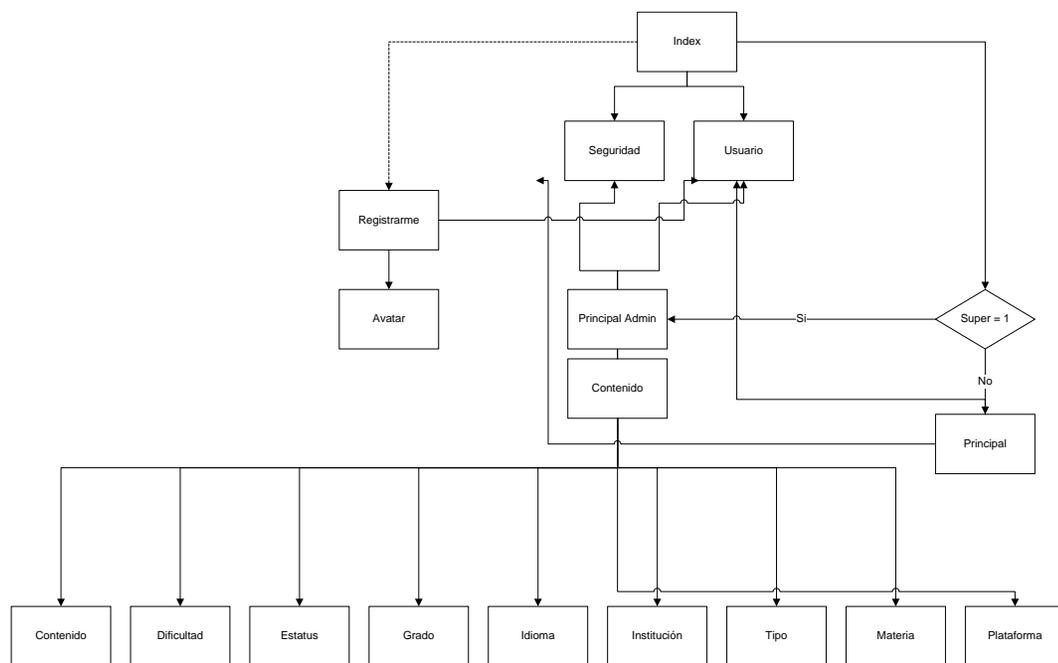


Figura 38. Diagrama flujo aplicación Web normal.

Sub-característica Facilidad de Análisis.

### WMC

Calculo de WMC para la aplicación Web semántica, la Tabla 37 muestra los valores obtenidos de WMC para cada una de las clases. EL WMC para todo el sistema se calculó al sumar todos los valores de WMC y dividiéndolos entre el número de clases, lo cual genero un valor promedio de 1.28. Por otro lado, para el cálculo de WMC para la aplicación Web normal, lo cual generó un valor promedio de 1.33.

Por lo cual podemos decir que la H8.A1 es aceptada dado que existe una mejora en la aplicación Web semántica, esto no se debea que la aplicación Web contenga semántica sino porque el desarrollador cumplió con los estándares de desarrollo de software orientado a objetos propuestos por la ingeniería de software, por esa razón se puede apreciar una mejora.

Número Clase	Web Semántica		Web Normal	
	Clase	WMC	Clase	WMC
1	Seguridad	2	Seguridad	2
2	Usuario	2	Usuario	2
3	Ontología	1		
4	Avatar	1	Avatar	1
5	Contenido	3	Contenido	3
6	Contenido Recomendado	1		
7	Dificultad	1	Dificultad	1
8	Estatus	1	Estatus	1
9	Grado	1	Grado	1
10	Idioma	1	Idioma	1
11	Institución	1	Institución	1
12	Tipo	1	Tipo	1
13	Materia	1	Materia	1
14	Plataforma	1	Plataforma	1

**Tabla 37.** Calculo de WMC aplicación Web semántica y aplicación Normal.

## DIT

El cálculo de la métrica de profundidad de la herencia (DIT) para la aplicación Web semántica se apoyó en la Figura 70. Donde podemos ver que se obtiene un valor de 5. Por otro lado, la DIT para la aplicación Web normal es idéntica con un valor de 5 (ver Figura 71). Por lo tanto, podemos asumir que existe una mejora en la aplicación Web semántica ya que se incluyeron más clases para lograr la semántica y al parecer estas clases respetaron los principios de la programación orientada a objetos propuestas por la ingeniería del software, por lo que la H8.A2 es aceptada.

## NOC

El cálculo de la métrica de NOC para la aplicación Web semántica se apoyó en la Figura 70. Observando la Tabla 38, donde podemos ver el número de descendientes que tiene cada una de las clases. Así mismo, podemos ver en la Figura 70 que no existe una herencia más grande a 2 por lo que podemos decir que el probar el sistema nos es tan difícil. En promedio existen un 1.11 hijos por clase. Por otro lado, para el cálculo de la métrica de NOC para la AWC se podemos ver el número de descendientes que tiene cada una de las clases es en promedio igual 1.125 hijos por clase, lo cual nos dice que tan poco es muy difícil de probar. Por lo tanto podemos decir que la H8.A3 es aceptada dado que existe una mejora en la aplicación Web semántica, esta mejora es notable dado que las nuevas clases que se incluyeron mejoraron al valor que se obtenía para una AWC, esto al igual que la métrica anterior se debe a que el desarrollador respetó los lineamientos de la programación orientada a objetos propuestos por la ingeniería del software.

Número Clase	Web Semántica		Web Normal	
	Clase	NOC	Clase	NOC
1	Index	3	Index	2
2	Seguridad	0	Seguridad	0
3	Usuario	0	Usuario	0
4	Ontología	0		
5	Registrarme	2	Registrarme	2
6	Avatar	0	Avatar	0
7	Principal	4	Principal	3
8	Contenido Recomendado	0		
9	Principal Admin	3	Principal Admin	3
10	Contenido	8	Contenido	8
11	Dificultad	0	Dificultad	0
12	Estatus	0	Estatus	0
13	Grado	0	Grado	0
14	Idioma	0	Idioma	0
15	Institución	0	Institución	0
16	Tipo	0	Tipo	0
17	Materia	0	Materia	0
18	Plataforma	0	Plataforma	0

**Tabla 38.** NOC aplicación Web semántica y Web normal.

## CBO

Como podemos ver en la Tabla 39 tenemos un acoplamiento entre 3 clases del total de 14 para la AWS lo cual nos dice que el 23.07% de la aplicación Web se encuentra acoplado. Por otro lado, para la AWC 1 clase del total de 12 lo cual nos dice que el 8.33% de la aplicación se encuentra acoplado. Por lo tanto la H8.A4 es rechazada, dado que al parecer las nuevas clases que fueron agregadas para lograr semántica depende una de la otra lo que obliga a que le sistema tenga un acoplamiento mayor, lo cual se convierte en una dificultad al momento de dar mantenimiento.

Número Clase	Clase	Web semántica	Web Normal
1	Seguridad	0	0
2	Usuario	1	0
3	Ontología	1	-
4	Avatar	0	1
5	Contenido	0	0
6	Contenido Recomendado	1	-
7	Dificultad	0	0
8	Estatus	0	0

9	Grado	0	0
10	Idioma	0	0
11	Institución	0	0
12	Tipo	0	0
13	Materia	0	0
14	Plataforma	0	0

**Tabla 39.** CBO aplicación Web semántica y Web Normal.

## RFC

El valor de RFC está en función de CBO, porque si existen objetos que se encuentra acoplados, quiere decir que existen métodos dentro de esos objetos que reacciona al mensaje de una clase dada, por lo que el cálculo de RFC se apoyó en el valor obtenido en CBO = 3 en la AWS, donde se observaron los métodos de esas clases y se obtuvo un valor de RFC = 4, existen 4 métodos que reacciona al mensaje enviado por otra clase para ejecutarse. Por otro lado para la AWC se obtuvo un valor de CBO = 1, y los métodos que reaccionan a un mensaje son RFC = 1. Por lo tanto podemos concluir que la H8.A5 es rechazada al igual que en CBO, dado que como ya se comentó con el CBO el acoplamiento entre objetos dificulta la facilidad de mantenimiento.

## LCOM

Como se puede ver en la Tabla 40, el cálculo de LCOM para la AWS arroja que 5 de las 14 clases contiene una cohesividad baja lo cual nos dice que el 35.71% de la aplicación cuenta con una cohesividad baja, lo deseable es obtener una cohesividad alta. Por otro lado para la AWC 4 de las 12 clases contiene una cohesividad baja lo cual indica que el 33.33% de la aplicación se encuentra con una cohesividad baja. Esto se transforma en que el mantenimiento es más complicado dado el número de métodos que utilizan los mismos atributos. Por lo tanto la H8.A6 es rechazada, dado que la aplicación AWC cuenta con una mejor cohesividad en comparación con la AWS.

Clase	Web Semántica			Web Normal		
	Métodos que utilizan los mismos atributos	Número de atributos	Resultado	Métodos que utilizan los mismos atributos	Número de atributos	Resultado
Seguridad	3	2	0.66	3	2	0.66
Usuario	12	9	0.75	12	9	0.75
Ontología	0	0	0	-	-	-
Avatar	2	1	0.5	2	1	0.5
Contenido	20	13	0.65	20	13	0.65
Contenido Recomendado	2	1	0.5	-	-	-
Dificultad	0	0	0	0	0	0
Estatus	0	0	0	0	0	0
Grado	0	0	0	0	0	0
Idioma	0	0	0	0	0	0
Institución	0	0	0	0	0	0
Tipo	0	0	0	0	0	0
Materia	0	0	0	0	0	0
Plataforma	0	0	0	0	0	0

**Tabla 40.** LCOM aplicación Web semántica.

### ***Sub-característica Facilidad de Cambio.***

Apoyándose en los resultados obtenidos para CBO y LCOM podemos decir que la H9.A1 y H9.A2 son rechazadas, dado que la AWC, obtuvo mejores valores para estas métricas.

### ***Sub-característica Estabilidad***

Al igual que la sub-característica de Facilidad de Cambio, la H10.A1 y H10.A2 son rechazadas, dado que existe un valor de acoplamiento más elevado en la AWS así como un valor de cohesividad bajo, esto se refleja en que cambios en la aplicación pueden afectar la estabilidad de la misma, por las dependencias que existen entre clases y métodos.

***Sub-característica Facilidad de Prueba.***

Apoyándose en la Figura 37 de la AWS se obtuvo el siguiente valor para la sub-característica **Facilidad de Prueba**.

El cálculo de la complejidad ciclomática arrojó el siguiente valor:

$$V(G) = E - N + 2$$

$$E = 22$$

$$N = 18$$

Por lo tanto:

$$V(G) = 22 - 18 + 2 = 6$$

Esto quiere decir que para asegurarse que todas las instrucciones de la aplicación Web semántica se hayan ejecutado cuando menos una sola vez se tiene que hacer por lo menos 6 casos de prueba para las diferentes rutas. Por otro lado, para la AWC se obtuvo el siguiente valor apoyándose en la Figura 38.

El cálculo de la complejidad ciclomática arrojó el siguiente valor:

$$V(G) = E - N + 2$$

$$E = 20$$

$$N = 16$$

Por lo tanto:

$$V(G) = 20 - 16 + 2 = 6$$

Por lo tanto, se puede decir que la H11.A1 es aceptada, dado que las nuevas clases que fueron agregadas no hacen más complejo el proceso de prueba de la aplicación.

### 4.2.3 Resumen métricas del desarrollador

La Tabla 41 muestra los resultados obtenidos de las métricas tomadas por el desarrollador.

Hipótesis	sub.- característica	Valor		Resultado
		AWS	AWC	
H6.A1	Comportamiento con respecto al tiempo uso de CPU	Se obtienen valores más altos, como lo muestra la Figura.	Los valores para esta aplicación son más bajos a comparación de la AWS.	Rechazada
H6.A2	Comportamiento con respecto al tiempo uso de memoria RAM	Como se puede observar en la Figura , la AWS hace menor uso de memoria RAM a comparación de la AWC	El uso de memoria RAM en la AWC es mucho mayor en comparación con la AWS	<b>Aceptada</b>
H7.A1	Comportamiento de los recursos, uso de CPU	Al igual que en la H6.A1 se utilizan más el CPU en la AWS.	Al igual que la H6.A1 se utilizan menos el CPU con la AWC.	Rechazada
H7.A2	Comportamiento de los Recursos uso de memoria RAM	El uso de RAM es menor en una AWS.	El uso de RAM es mayor en una AWC.	<b>Aceptada</b>
H8.A1	Facilidad de Análisis - WMC	1.28	1.33	<b>Aceptada</b>
H8.A2	Facilidad de Análisis - DIT	5	5	<b>Aceptada</b>
H8.A3	Facilidad de Análisis - NOC	1.11	1.125	<b>Aceptada</b>
H8.A4	Facilidad de Análisis - CBO	23.07%	8.33%	Rechazada
H8.A5	Facilidad de Análisis - RFC	4	1	Rechazada
H8.A6	Facilidad de Análisis - LCOM	35.71%	33.33%	Rechazada
H9.A1	Facilidad de Cambio - CBO	23.07%	8.33%	Rechazada
H9.A2	Facilidad de Cambio - LCOM	35.71%	33.33%	Rechazada
H10.A1	Estabilidad - CBO	23.07%	8.33%	Rechazada

H10.A2	Estabilidad – LCOM	35.71%	33.33%	Rechazada
H11.A1	Facilidad de Prueba	6	6	<b>Aceptada</b>

**Tabla 41.** Resultado Métricas Desarrollador

# Capítulo 5

---

## Conclusiones y Trabajo Futuro

Las circunstancias no hacen a las personas..solo revelan y forjan su carácter...

Anónimo

## 5.1 Conclusiones

¿Qué se puede concluir de este trabajo? .Primero que nada, la calidad es un valor muy subjetivo, especialmente en un producto intangible como el software, ya que el usuario evalúa las cosas en base a sus gustos y preferencias, por lo que, lo que para unos es calidad, para otros no. Ahora bien, esto no indica que no se debe desarrollar software sin buscar la calidad. Al contrario, esto indica que se deben hacer estudios serios acerca de la calidad y su impacto y la forma óptima de medirla. Adicionalmente, indica que dadas las diferencias en percepción de los usuarios finales es muy importante conocer, lo más ampliamente posible la demografía de los mismos, de forma tal que se puedan identificar claramente sus necesidades y preferencias. De esta forma, el desarrollador puede maximizar las posibilidades de aceptación de su producto, mejorar la relación desarrollador-usuario final, así como la razón costo/calidad del producto.

En cuanto al objetivo general del estudio, se pudo determinar y comparar el cambio cuantitativo en calidad que existe entre las dos aplicaciones Web con diferentes tecnologías. Donde se encontró que por parte del usuario final solo una de las 16 hipótesis planteadas tuvo diferencia significativa estadísticamente hablando. Dicha hipótesis hace referencia a la forma de usar la página, la cual analizándola desde el punto de vista de la semántica suena razonable que haya mejorado la forma en que se usa la página, dado que con la semántica ofrecida por la aplicación, el usuario final ya no pierde tiempo buscando lo que desea, simplemente accede de manera directa a lo que le interesa, lo cual es una importante ventaja de los desarrollos con Web semántica.

En algún punto de la investigación se mencionó que la Web semántica serviría para mejorar el procesamiento arrojado por una máquina, con lo cual se puede hacer relación a la hipótesis de los usuarios aceptada. Por esta razón no fue sorpresa encontrar que algunos aspectos como, son lo atractivo del sistema, no tuvieron cambio significativo, dado que la web semántica se enfoca un poco más

en el contenido ofrecido por la aplicación y le procesamiento que se le pueda hacer a este, que en el aspecto visual.

En términos del desarrollador podemos ver que existen más cambios al estar programando una aplicación semántica. Lo primero que se observó es que la facilidad de analizar la aplicación mejora pero existe un mayor acoplamiento entre la aplicación y la parte semántica, lo cual disminuye la facilidad de cambio así como la estabilidad. Por otro lado, la facilidad de prueba se mantuvo igual entre ambas tecnologías de desarrollo, lo cual quiere decir que no es necesario hacer más pruebas con la aplicación semántica que con la aplicación normal. Por último, se observó que el uso de memoria RAM se vio mejorado lo cual es normal dado que el usuario ya no perdía tiempo cargando en memoria todos los contenidos ofrecidos por la aplicación sino que la aplicación le ofrecía los contenidos necesarios y dado que este es un recurso limitado eso es algo bueno.

Un punto muy importante es que independientemente de si se trabaja con Web semántica Web 2.0 o alguna otra tecnología que emerja en un futuro cercano, es importante que el desarrollador tome en cuenta los lineamientos establecidos por la Ingeniería del Software, ya que cuidándolos (como por ejemplo la WMC, CBO o LCOM por mencionar algunos) se pueden controlar la calidad el software, lo cual nos llevaría a lograr producto con calidad óptima.

Por lo tanto se puede decir que la Web semántica no mejora la calidad en todos los factores estudiados, y en consecuencia, a la calidad total de la aplicación Web, pero simejora la calidad en cuanto al procesamiento de información de la aplicación, así como a algunos de los factores importantes a considerar por el desarrollador, mas no por el usuario final.

En cuanto a los objetivos particulares, se separaron las sub-características del estándar ISO/IEC 9126 para que fueran evaluadas por el usuario final así como por el desarrollador de aplicaciones Web. Se establecieron las métricas para la

medición de cada una de las sub-características seleccionadas así como la definición del cuestionario que fue aplicado con los usuarios finales.

## **5.2 Limitaciones**

Se recomienda tomar con cautela los resultados obtenidos en el presente estudio ya que existen una serie de limitaciones, las cuales pudieron haberlos afectado. Es posible que una de las limitaciones es que los usuarios finales al momento de estar utilizando la aplicación, le dieron más importancia a los juegos que podían utilizar y no tanto a las nuevas características que podía encontrar dentro de ella, como, los juegos recomendados, simplemente les interesó poder utilizar los juegos mas no el sistema desarrollado con web semántica para acceder a ellos. Esto pudo ser debido a que los usuarios finales son niños y simplemente los juegos fueron de mucho mayor importancia que la interface de accesos a los mismos.

Otra limitante es que, el experimento se ejecutó en un solo punto del tiempo (transeccional) por lo que puede ser que en un estudio longitudinal se obtenga diferentes resultados.

Una limitante más es el hecho que los juegos ya estaban creados y solo se ligaron al producto desarrollado con el fin de comprobar las hipótesis de investigación. En consecuencia, los resultados podrían ser diferentes si se omitieran dichos juegos y los participantes solo evalúan el producto creado para el presente estudio.

Pudieran existir otras limitantes no identificadas debido a que no se encontraron un buen número de estudios similares, los cuales pudieran servir de apoyo para desarrollar la presente investigación.

### **5.3 Trabajos Futuro**

En esta ocasión no se validó la ontología creada, sería interesante validarla para ver la calidad de esta, un trabajo propuesto por la literatura para esto es el desarrollado por Astrid (2010), en el cual se aplica el estándar ISO 25000 para la evaluación de la calidad de ontologías.

Replicar el estudio, dejando fuera los juegos y buscando usuarios finales con conocimientos de Computación, para pedirles que sean críticos y evalúen las funcionalidades que tiene la aplicación. Posteriormente, validar los resultados con niños similares a los que participaron en el estudio.

Se recomienda ampliar la revisión de literatura, y con esto, mejorar los conocimientos con respecto a la creación de ontologías y aplicarlos en otros escenarios o aplicaciones.

Por último, se recomienda hacer un estudio longitudinal a través del cual se pueda evaluar si la calidad apreciada por el usuario final cambio conforme se familiariza más con el sistema.

## **Anexos**

## Cuestionario Usuario

1. ¿El funcionamiento de los botones para cambiar de página te parece?

Buenísimo    Muy Bueno    Bueno    Más o menos    Malo    Muy Malo    Malísimo  
                                                                                                                       

2. ¿La información que está en la página te parece que es?

Buenísimo    Muy Bueno    Bueno    Más o menos    Malo    Muy Malo    Malísimo  
                                                                                                                       

3. ¿Las distintas opciones que tiene la página para hacer cosas te parecen?

Buenísimo    Muy Bueno    Bueno    Más o menos    Malo    Muy Malo    Malísimo  
                                                                                                                       

4. ¿La forma que puedo usar el mouse en la página te parece?

Buenísimo    Muy Bueno    Bueno    Más o menos    Malo    Muy Malo    Malísimo  
                                                                                                                       

5. ¿La forma en que está organizada la información en la página te parece que está?

Buenísimo    Muy Bueno    Bueno    Más o menos    Malo    Muy Malo    Malísimo  
                                                                                                                       

6. ¿El uso de imágenes y la letra que se usa en la página piensas que está?

Buenísimo    Muy Bueno    Bueno    Más o menos    Malo    Muy Malo    Malísimo  
                                                                                                                       

7. ¿La información que tiene la página está muy entendible para ti?

Completamente    Casi toda    Algo    Más o menos    Un poco    Casi nada    Nada  
                                                                                                                       

8. ¿Entiendes todo lo que puedes hacer en la página?

Completamente    Casi toda    Algo    Más o menos    Un poco    Casi nada    Nada  
                                                                                                                       

9. ¿La manera de buscar los juegos te parece?

Facilísimo    Muy fácil    Fácil    Más o menos    Difícil    Muy difícil    Difícilísimo  
                                                                                                                       

10. ¿El jugar en la página te parece?

Facilísimo    Muy fácil    Fácil    Más o menos    Difícil    Muy difícil    Difícilísimo  
                                                                                                                       

11. ¿La forma de usar la página piensas que es?

Facilísimo    Muy fácil    Fácil    Más o menos    Difícil    Muy difícil    Difícilísimo  
                                                                                                                       

12. ¿La manera de moverte en la página para jugar te parece?

Facilísimo	Muy fácil	Fácil	Más o menos	Difícil	Muy difícil	Difícilísimo
<input type="checkbox"/>						

13. ¿La forma en que trabaja la página te parece?

Buenísimo	Muy Bueno	Bueno	Más o menos	Malo	Muy Malo	Malísimo
<input type="checkbox"/>						

14. ¿Qué tanto te gusta la página?

Muchísimo	Mucho	Algo	Más o menos	Poco	Casi nada	Nada
<input type="checkbox"/>						

15. ¿Qué tanto te gusta la combinación de colores que tiene la página?

Muchísimo	Mucho	Algo	Más o menos	Poco	Casi nada	Nada
<input type="checkbox"/>						

16. ¿Qué tanto te gusta cómo están acomodadas las imágenes en la página?

Muchísimo	Mucho	Algo	Más o menos	Poco	Casi nada	Nada
<input type="checkbox"/>						

## Bibliografía

- 9000:2000, I. (2000). Quality management systems – Fundamentals and vocabulary.
- 9001:2000, I. (2007). Quality management systems - Requirements. *III*.
- 9004:2000, I. (2000). Quality management systems – Guidelines for performance improvements.
- Abrams, M. (1998). World Wide Web - Beyond the Basics. Prentice Hall.
- Abran, A., Moore, J. W., Bourque, P., & Dupuis, R. (2004). *Guide to the Software Engineering Body of Knowledge*. California: IEEE.
- Abud Figueroa, M. A. (2001). Calidad en la Industria del Software. La Norma ISO-9126.
- Alvarez, M. A. (2001, Junio 14). *Desarrollo Web*. Retrieved Mayo 04, 2010, from <http://www.desarrolloweb.com/articulos/450.php>
- Barchini, G., Álvarez, M., Herrera, S., & Trejo, M. (2007, Mayo). El Rol de las Ontologías en los SI. *Revista de Ingeniería Informática*(14), 1-12.
- Berners-Lee, T. (2000). *Tejiendo la Red El inventor del World Wide Web nos descubre su origne*. Madrid, España: Siglo Veintiuno de España Editores.
- Berners-Lee, T., Cailliau, R., Luotonen, A., Fystyk Nielsen, H., & Secret, A. (1994). The World-Wide Web. *Communications of the ACM*, 37(8), 76-82.
- Berners-Lee, T., Hendler, J., & Lassila, O. (2001, Mayo). The Semantic Web. *Scientific American*, 284(5), 34-43.
- Bessa Albuquerque, A., & Dias Belchior, A. (2001). E-Commerce Websites: a Qualitative Evaluation. 1-4.
- Biscoglio, I., Fusani, M., Lami, G., & Trentanni, G. (2007). Establishing a quality-model based . 1-8.
- Biscoglio, I., Fusani, M., Lami, G., & Trentanni, G. (2007). Establishing a quality-model based evaluation process for websites. 1-8.
- Botella, P., Burgués, X., Carvallo, J., Franch, X., Grau, G., Marco, J., et al. (2004). ISO/IEC 9126 in practice: what do we need to know?
- Bravo, H. (2007, Agosto 21). *Maestros de la Web*. Retrieved Abril 12, 2010, from <http://www.maestrosdelweb.com/editorial/la-web-30-anade-significado/>
- Carnegie Mellon, S. E. (2001, Diciembre). CMMI for Systems Engineering and Software Engineering.
- Castells, P. (2003). La web semántica.
- Cavano, J. P., & McCall, J. A. (1978). A FRAMEWORK FOR THE MEASUREMENT OF SOFTWARE QUALITY. 133-139.
- Chidamber, S. R., & Kemerer, C. F. (1991). Towards A Metrics Suite for Object Oriented Design. *ACM*, 197-211.
- Chidamber, S. R., & Kemerer, C. F. (1994, Junio). A Metrics Suite for Object Oriented Design. *IEEE TRANSACTIONS ON SOFTWARE ENGINEERING*, 20(6), 476-493.
- Chile, B. d. (2007, Mayo 7). *Biblioteca del Congreso Nacional de Chile*. Retrieved Abril 13, 2010, from [http://www.bcn.cl/carpeta\\_temas\\_profundidad/temas\\_profundidad.2007-04-11.6955930382/temas\\_profundidad\\_view](http://www.bcn.cl/carpeta_temas_profundidad/temas_profundidad.2007-04-11.6955930382/temas_profundidad_view)

- Chua, B. B., & Dyson, L. E. (2004, Diciembre). Applying the ISO 9126 model to the evaluation of an elearning. *Beyond the comfort zone: Proceedings of the 21st ASCILITE Conference*, 189-190.
- Connolly, D. (2000). *w3c*. Retrieved Abril 12, 2010, from <http://www.w3.org/History.html>
- Cueva Lovelle, J. M. (1999, Octubre 21). Calidad del Software. 1-12.
- Cueva, S. P. (2008, Abril). WEB SEMÁNTICA: Principios y Estándares. 1-4.
- da Cruz, D., Rangel Henriques, P., & João Varanda, M. (2008). Exploring and Visualizing the "alma" of XML Documents.
- Deitel, P. J., & Deitel, H. M. (2008). *Como Programar JAVA* (Vol. VII). Pearson Education.
- Deming, W. E. (1989). *Calidad, Productividad y Competitividad*. Madrid: Cambridge University Press.
- Devanshu, D., Wee, K. N., & Sourav, S. B. (2002). A Survey of Web Metrics. *ACM Computing Surveys*, 34(4), 469-503.
- Dréo, J. P. (2006). *Metaheuristics for Hard Optimization*. (A. Chatterjee, Trans.) Germany: Springer.
- Duque-Ramos, A., Lopez, U., Fernandez-Breis, J., & Stevens, R. (2010). Towards an SQUaRE-based Quality Evaluation. 1-12.
- Engineering, C. f. (2003). *Centre for Software Engineering*. Retrieved Abril 19, 2010, from <http://www.cse.dcu.ie/essiscope/sm2/9126ref.html>
- Erazo, S. R. (2006). Evaluation of the quality (norm ISO 9126) in applications educational multimediales. *Current Developments in Technology-Assisted Education*.
- Escalona Moreno, I. (1997). *Monografías*. Retrieved 04 2009, from <http://www.monografias.com/trabajos11/primdep/primdep.shtml>
- Española, R. A. (2001). *Diccionario de la Lengua Española*, 22. Retrieved Abril 28, 2009, from [http://buscon.rae.es/draeI/SrvltConsulta?TIPO\\_BUS=3&LEMA=Est%E1ndar](http://buscon.rae.es/draeI/SrvltConsulta?TIPO_BUS=3&LEMA=Est%E1ndar)
- Española, R. A. (2009). *Diccionario de la Lengua Española*, 22. Retrieved 04 19, 2009, from [http://buscon.rae.es/draeI/SrvltConsulta?TIPO\\_BUS=3&LEMA=calidad](http://buscon.rae.es/draeI/SrvltConsulta?TIPO_BUS=3&LEMA=calidad)
- Fernández H., A. (2000). Manual y Procedimientos de un Sistema de ISO 9001-2000. *Centro para la Calidad en Austrias*, V, 1-139.
- Fernández-Breis, J. T., Egaña Aranguren, M., & Stevens, R. (2008). Quality evaluation framework for bio-ontologies. 1-25.
- Gamma, E., Helm, R., Johnson, R., & Vlissides, J. (1995). *Patrones de Diseño Elementos de software orientado a objetos reutilizable*. España: Pearson Education.
- Garza Treviño, J. G. (2002). *Administración Contemporánea* (Vol. II). Mc Graw Hill.
- Gerald, R., Harald, G., & Mehdi, J. (2005, Mayo). WEESA - Web Engineering for Semantic Web Applications. *ACM*, 722-729.
- Gruber, T. R. (1993). A Translation Approach to Portable Ontology Specifications. *Appeared in Knowledge Acquisition*, 5(2), 199-220.
- Guðbjörnsson, K. (2004, Junio). Applicability of ISO 9126 product quality standard in assessing software quality. *Tesis de Maestría*, 1-84.
- hamish cunningham, k. b. (2009, Mayo 29). *GATE, A General Architecture for Text Engineering*, 5.0. Retrieved Agosto 14, 2009, from GATE: <http://gate.ac.uk/>
- Hans-Jörg, H., Walid, M., & Ljiljana, S. (2008). TEAM: Towards a Software Engineering Semantic Web. *ACM*, 57-60.
- Hendler, J. (2009, Enero). Web 3.0 Emerging. *IEEE Computer Society*, 111-113.

- Hobbs, J. (1993). The generic information extraction system. In M. Kaufmann (Ed.), *In Proceedings of the 5th Message Understanding Conference*, (pp. 87-92).
- Hörbst, A., Fink, K., & Goebel, G. (2005). The ISO/IEC 9126-1 as a Supporting Means for the System Development Process of a Patient Information Web Service. *ENMI*, 967-970.
- Horrocks, I., & PatelSchneider, P. F. (2003). Three Theses of Representation in the Semantic Web. *ACM*, 39-47.
- ISO/IEC, I. O. (2001, Junio 15). ISO/IEC 9126 Software engineering - Product quality - Part 1 Quality Model. 1-25.
- Joyanes, L., Hermoso, A., & Zahonero, I. (1995). *Pascal y Turbo Pascal Un Enfoque Practico*. Mc Graw Hill.
- Juran, J. M., & Gryna, F. M. (1993). *Manual de Control de Calidad* (cuarta edición ed.). Madrid: Mc Graw Hill.
- Kalaimagal, S., & Srinivasan, R. (2008, Noviembre). A Retrospective on Software Component Quality Models. *SIGSOFT Software Engineering Notes*, 33, 1-9.
- Kehler, A. (2001, June). The Need for Accurate Alignment in Natural Language System Evaluation. *Computational linguistics*, 27(2), 231-248.
- Khaddaj, S., & Horgan, G. (2004). The Evaluation of Software Quality Factors in Very Large Information Systems. *Information Systems Evaluation*, 7, 43-48.
- Klettke, M., Schneider, L., & Heuer, A. (2002). Metrics for XML Documents Collections. *In EDBT '02: Proceedings of the Workshops XMLDM, MDDE, and YRWS on XML-Based Management and Multimedia Engineering-Revised*, 15-28.
- Koontz, H., & Weilhrich, H. (2004). *Administración Una Perspectiva Global* (Vol. XII). Mc Graw Hill.
- Lafuente, G. J., & Olsina, L. (2001). Catalogando Métricas Web. *I Jornadas de Ingeniería Web*, 1-5.
- Lamarca Lapuente, M. J. (2009, 04 04). *El gran hipertexto: la WWW*. Retrieved 06 12, 2009, from Hipertexto: <http://www.hipertexto.info/documentos/web.htm>
- Lamarca Lapuente, M. J. (2009, 04 04). *Historia de la WWW*. Retrieved 06 12, 2009, from Hipertexto: [http://www.hipertexto.info/documentos/h\\_www.htm#Berners](http://www.hipertexto.info/documentos/h_www.htm#Berners)
- Lamarca Lapuente, M. J. (2009, 04 04). *Historia del Hipertexto*. Retrieved 06 12, 2009, from Hipertexto: [http://www.hipertexto.info/documentos/h\\_hipertext.htm#Nelson](http://www.hipertexto.info/documentos/h_hipertext.htm#Nelson)
- Lammel, R., Kitsis, S., & Remy, D. (2005). Analysis of XML schema usage. *XML 2005 Conference proceeding by RenderX*, 1-38.
- Lincke, R., & Löwe, W. (2007, Abril 3). Compendium of Software Quality Standards and Metrics - Version 1.0. 1-129.
- López, G. (2001). Metodología six-sigma: Calidad Industrial. 1-14.
- Lozano Tello, A. (2001). Ontologías en la Web Semántica. 1-4.
- Mark C., P. (1999). Analyzing the Conceptual Relationship Between ISO/IEC 15504 (Software Process Assessment) and the Capability Maturity Model for Software. *American Society for Quality*.
- Mavromoustakos, S., & Andreou, A. (2007). WAQE: a Web Application Quality Evaluation model. *Int. J. Web Engineering and Technology*, 3(1), 96-120.
- Mavromoustakos, S., & Andreou, A. (2007). WAQE: a Web Application Quality Evaluation model. *Int. J. Web Engineering and Technology*, 3(1), 96-120.

- McCabe, T. J. (1976, Diciembre). A Complexity Measure. *IEEE TRANSACTION ON SOFTWARE ENGINEERING*, SE-2(4), 308-320.
- McCall, J., Richards, P., & Walters, G. (1977, Noviembre). Factors in Software Quality.
- McDowell, A., Schmidt, C., & Yue, K.-B. (2002). Analysis and Metrics of XML Schema. 1-7.
- Molpeceres, A. (2001). Convenciones de Código para el lenguaje de programación JAVA. *Sun Microsystems Inc.*, 1-28.
- Neuman, W. L. (2003). *Social Research Methods, Qualitative and Quantitative Approaches* (5 ed.). Boston: Allyn and Bacon.
- Philip B., C. (1987). *La Calidad no Cuesta El Arte de Cerciorarse de la Calidad* (Vol. X). Continental.
- Preece, J., Rogers, Y., & Sharp, H. (2007). *Interaction Design Beyond Human-Computer Interaction* (Segunda edición ed.). USA: John Wiley.
- Pressman, R. S. (2006). *Ingeniería del Software un Enfoque Practico* (Vol. VI). Mc Graw Hill.
- Rada, R. (1996, Marzo). ISO 9000 Reflects de Best in Standars. *ACM*, 1-4.
- Ramírez, M. T. (2007, 06 05). *Comunidad MoProsoft*. Retrieved 05 06, 2010, from MoProsSoft Modelo de Procesos para la Industria de Software: <http://www.comunidadmoprosoft.org.mx/>
- Reif, G., Harald, G., & Mehdi, J. (2005, Mayo). WEESA - Web Engineering for Semantic Web Applications. *Tesis*, 1-149.
- Ruiz Morilla, J. L. (2008, Enero 09). ISO 9126 vs. SQuaRE. *Calidad y Medición de Sistemas de Información*.
- Sanz, L. F. (1997). Software quality: concepts and evidences. 1-4.
- Sharma, A., Kumar, R., & Grover, P. S. (2008). Estimation of Quality for Software Components – an Empirical Approach. *SIGSOFT Software Engineering Notes*, 33, 1-10.
- Téllez Valero, A. (2005). *Extracción de Información con Algoritmos de Clasificación*. Tesis de Maestría, INAOE, Ciencias Computacionales del Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica., Tonantzintla, Pue.
- UNCTAD/OMC, C. d. (2001). Una introducción a ISO 9000:2000. *Export Quality*(70), pp. 1-25.
- Visser, J. (2006, Febrero). Structure Metrics for XML Schema. In *XATA - XML: Aplicaciones y Tecnologías Asociadas*.
- W3C. (2010, Marzo 14). *Extensible Markup Language (XML)*. Retrieved Mayo 04, 2010, from <http://www.w3.org/XML/>
- William, A., & Ward, J. (1998). Some Observations on Software Quality. 1-9.
- Yourdon, E. (1989). *Analisis Estructurado Moderno*. Prentice Hall Hispanoamerica S.A.
- Zeiss, B., Vega, D., Schieferdecker, I., Neukirchen, H., & Grabowski, J. (2007). Applying the ISO 9126 Quality Model to Test Specifications - Exemplified for TTCN-3 Test Specifications. *Software Engineering*, 231-242.