

## **Usabilidad Web: situación actual de los portales Web de las Universidades de Ecuador**

Luis Chamba-Eras<sup>a</sup>, Edison Coronel-Romero<sup>b</sup>, Milton Labanda-Jaramillo<sup>b,c</sup>

<sup>a</sup> Departamento de Ciencias de la Computación y Electrónica, Universidad Técnica Particular de Loja,  
San Cayetano Alto y Paris, Loja, Ecuador, CP: 11-01-608  
lachamba6@utpl.edu.ec

<sup>b</sup> Unidad de Telecomunicaciones e Información, Universidad Nacional de Loja,  
Av. Pío Jaramillo Alvarado y Reinaldo Espinosa, Loja, Ecuador, CP: 11-01-03  
{edisoncor, miltonlab}@unl.edu.ec

<sup>c</sup> Escuela de Informática y Multimedia, Universidad Internacional del Ecuador,  
Av. Manuel Agustín Aguirre entre Mercadillo y Lourdes, Loja, Ecuador, CP: 11-01-01

**Resumen.** El presente artículo aborda un estudio heurístico sobre el nivel de usabilidad de los portales Web de 24 universidades que pertenecen a la Red Nacional de Investigación y Educación Ecuatoriana (REDCEDIA-RNIE). Se utilizó la herramienta Prometheus que presta el soporte en la valoración de usabilidad de sitios Web aplicando el sistema de evaluación SIRIUS que integra 10 heurísticas para realizar este proceso. Los resultados preliminares obtenidos son prometedores, debido a que las valoraciones conseguidas permitirán a los departamentos de Tecnologías de la Información (TI) rediseñar o en otros casos implementar nuevos portales Web que cumplan los estándares de usabilidad.

**Palabras Clave:** interacción humano-computador, usabilidad, heurísticas, portales Web, Prometheus, SIRIUS.

### **1 Introducción**

Actualmente, el acceso eficaz a la información que cada universidad de Ecuador proporciona a los usuarios finales, es clave a la hora de tener visibilidad en el ambiente digital, además, esto permitirá tener presencia en los diferentes rankings académicos de las universidades del mundo que consideran a los portales Web como uno de sus parámetros de evaluación [1]. Los portales Web universitarios son la cara a la comunidad digital del mundo, ofreciendo información actualizada y servicios que dan valor agregado a lo que las instituciones ofrecen en sus campus presenciales.

Los usuarios (estudiantes, profesores, administrativos, autoridades, ciudadanía) cuando acceden a los diversos servicios que brindan los portales Web universitarios, al encontrarse con un abanico grande de información, puede conllevar, a que los usuarios no encuentren lo que buscan o el acceso se realiza en incontables pasos. En Ecuador, no existen trabajos sobre la usabilidad Web de portales universitarios, ocasionando que no se tenga medidas cuantitativas para la toma de decisiones, por tal motivo, se plantea la interrogante que guía la investigación: *¿cuál es el valor*

*cuantitativo de usabilidad que presentan los portales Web de las universidades que pertenecen a la Red Nacional de Investigación y Educación Ecuatoriana?*

La organización del artículo es de la siguiente: inicialmente en la Sección 2 se presenta el estado del arte de la usabilidad Web en contextos universitarios. Posteriormente se presenta la metodología utilizada durante la investigación en la Sección 3. Finalmente en la Sección 4 se presentan los resultados y su análisis, con el objeto de demostrar que la usabilidad Web debe ser considerada a la hora de diseñar, implementar y evaluar portales Web universitarios en Ecuador.

## **2 Estado del Arte**

### **2.1 Definiciones preliminares**

Se define a la usabilidad como un atributo que mide la facilidad de uso que tienen las interfaces Web y es una parte muy importante en el ámbito de la interacción humano-computador (HCI) [2], además, se trata de un concepto empírico, es decir, puede ser medido y evaluado. De hecho, la usabilidad es un atributo de calidad, cuya definición formal es resultado de la enumeración de los diferentes componentes o variables a través de los cuales puede ser medida. Entre estos componentes, se mencionan: facilidad de aprendizaje (learnability), eficiencia, cualidad de ser recordado (memorability), eficacia, satisfacción [3].

Otra definición en el contexto de estudio, es que la usabilidad es la columna vertebral que conecta la universidad con el usuario final. La usabilidad Web es un enfoque que se utiliza para evaluar si los sitios Web son fáciles de utilizar por los usuarios finales sin una formación previa, eficaz, o de aprendizaje [4].

En el trabajo de [2] se describen cuatro categorías para trabajar con la usabilidad Web:

A. Métodos de inspección: es una técnica que emplea el trabajo de expertos para inspeccionar aspectos de la interfaz del sistema relacionados con la usabilidad y la accesibilidad que esta ofrece a sus usuarios.

B. Heurística: es la técnica más utilizada y conocida dentro del contexto de evaluación de usabilidad. Este método desarrollado por Nielsen, tiene como objetivo encontrar problemas de usabilidad en el diseño de la interfaz de usuario para que estos puedan ser subsanados en el proceso de diseño iterativo. Se revisa la conformidad de la interfaz con respecto a una serie de reglas (heurísticas) previamente determinadas mediante la inspección de varios evaluadores expertos. Los principales métodos de evaluación por heurísticas tenemos:

- Recorrido cognitivo (cognitive walkthrough): se centra en evaluar la facilidad de aprendizaje a través de prototipos del sistema, lo cual ayuda a evaluar el software en las etapas iniciales de desarrollo, esto permite reducir los tiempos y costos al poder realizarse sin la intervención del usuario.

- Recorrido de usabilidad plural: método desarrollado en los laboratorios IBM. En [3] se lo define como *“una reunión en la que usuarios, desarrolladores y expertos en usabilidad recorren un escenario de tareas impresas y ordenadas, asumen el rol de usuarios del sistema, anotan la secuencia de acciones que desarrollan para llevar*

*a efecto cada tarea, discuten sobre las soluciones y, finalmente, los expertos ofrecen sus opiniones evaluando además cada elemento de diálogo”.*

- Inspección de estándares: el objetivo de este método es verificar que la interfaz de usuario en evaluación esté de acuerdo con los patrones establecidos en los estándares industriales, esta tarea es realizada por un experto en usabilidad con amplios conocimientos de los estándares relativos a interfaces de usuarios.

C. Métodos de indagación: consiste en hablar con los usuarios y observarlos detenidamente usando el sistema en tiempo real y obteniendo respuestas a preguntas formuladas verbalmente o por escrito. Los principales métodos de evaluación por indagación son los siguientes:

- Observación de campo: se trata de entender como los usuarios de los sistemas interactivos realizan sus tareas y más concretamente conocer todas las acciones que estos efectúan durante su realización. Con esto se pretende capturar toda la actividad relacionada con la tarea y el contexto de su realización, así como entender los diferentes modelos mentales que de estas tienen los usuarios.

- Grupo de discusión dirigido (FocusGroup): técnica de recogida de datos donde se reúnen de seis a nueve personas para discutir aspectos relacionados con el sistema. Permite capturar reacciones espontáneas e ideas de los usuarios que evolucionan en el proceso dinámico del grupo.

- Entrevista: usada para conocer la opinión de los usuarios o posibles usuarios de un sitio Web. Son técnicas exploratorias y en ningún caso pueden constituir medición alguna de la usabilidad. El principal aporte es que nos permite conocer el grado de satisfacción que tiene el usuario con el sitio Web y sus valoraciones sobre los contenidos.

- Cuestionario: técnica exploratoria de usos y motivaciones de los usuarios actuales o potenciales que nos permite conocer preferencias sobre contenidos, momentos de conexión, familiaridad con Internet e intereses. No es una técnica para medir usabilidad.

D. Test: los usuarios representativos trabajan en tareas concretas utilizando el sistema (o el prototipo) y los evaluadores utilizan los resultados para ver cómo la interfaz de usuario da soporte a estos con sus tareas. Los test se pueden clasificar en:

- Pensando en voz alta (thinkingaloud): descrito por Nielsen. Se le solicita a los usuarios y de forma individual que expresen en voz alta y libremente sus pensamientos, sentimientos y opiniones sobre cualquier aspecto sobre el sistema o prototipo. Eficaz para capturar aspectos relacionados con las actividades cognitivas de los usuarios potenciales del sistema.

- Ordenación de tarjetas (cardsorting): esta técnica es utilizada para conocer cómo los usuarios visualizan la organización de la información. El diseñador utiliza las aportaciones de los usuarios para decidir cómo deberá estructurarse la información en la interfaz. Es utilizada para decidir la estructura organizativa de cualquier sistema de información. Es una técnica de ayuda en la toma de decisiones para realizar una organización de categorías centrada en el usuario. Esta técnica es realizada por el arquitecto de información.

Varios investigadores han intentado identificar los elementos que contribuyen hacia el buen diseño Web y usabilidad. Esto condujo a la aparición de un buen número de directrices de usabilidad o heurística, que se han formulado tanto para

interfaces de usuario genéricos y para el diseño de páginas Web. Existen dos tipos de herramientas de análisis de usabilidad: los que tratan de predecir el uso de sitios Web y los que hacen uso de conformidad con normas estandarizadas [5].

El Cognitiva Tutorial para la Web (CWW) es una modificación en la teoría basada en el método de inspección de usabilidad cognitiva (CW) que hace uso de indexación semántica latente [6], técnica para estimar similitud semántica para el cálculo de la información de cada enlace. A través de la utilización de CWW, analiza comportamientos probables de usuarios que navegan con objetivos concretos por la Web que se quiere probar. Se aplica de página en página y sirve para detectar los siguientes errores: enlace con significado no reconocible, pares de enlaces confusos semánticamente, encabezados compitiendo entre sí por un objetivo concreto, enlaces compitiendo entre sí por un objetivo concreto. Sin embargo, el uso de CWW es un proceso engorroso, ya que es incapaz de analizar automáticamente todas las páginas de un sitio Web.

La usabilidad de una aplicación puede ser algo realmente difícil de determinar. Una de las razones es lo complejo de los procesos involucrados: el comportamiento del usuario y del sistema. Los componentes que regularmente son medidos (efectividad, eficiencia y satisfacción) no están correlacionados fuertemente y no son consistentemente recolectados. Hoy en día, el panorama en cuanto a las métricas aún es muy limitado. Existen factores cuantitativos a medir al hacer una prueba de usabilidad (por ejemplo: el tiempo requerido para completar una tarea en especial), pero definitivamente muchos de los factores a evaluar en un sistema, (hablando de usabilidad) son de carácter cualitativo. De cualquier manera, una prueba puede mejorar de manera dramática un producto (sea Web o no) al detectar problemas que afectan su pleno aprovechamiento los desarrolladores de la aplicación proceden a hacer los ajustes correspondientes.

Las pruebas de usabilidad han sido aplicadas extensivamente en la industria para evaluar los prototipos de un sistema en diferentes niveles de fidelidad. El objetivo principal es derivar una lista de problemas de usabilidad basados en las observaciones de evaluadores y en el análisis de los usuarios, tanto en su comportamiento verbal como no-verbal. Generalmente, las pruebas con usuarios expertos involucran el recorrido por el sitio Web, tratando de emular lo que un usuario común haría en él. Conforme se realiza la exploración, se hacen anotaciones sobre problemas detectados y se proponen alternativas para su solución [7].

La usabilidad de los sitios Web juega un papel central en el establecimiento de una comunicación saludable entre la universidad y sus grupos de interés, sin duda, esto permitirá contribuir a la gobernabilidad de la universidad de muchas maneras. Los sitios Web de las universidades sirven como plataforma para que la comunidad pueda expresar sus preocupaciones y demandas de la gestión universitaria, esto permitirá escuchar las preocupaciones de las partes interesadas, y, proporcionará a las administraciones universitarias la oportunidad de tomar decisiones bien argumentadas que contribuirán a la transparencia que es el ingrediente fundamental de una buena gobernabilidad [8].

La usabilidad tiene una correlación con la accesibilidad Web, mientras que la accesibilidad intenta vencer las discapacidades del usuario para acceder a la información; la usabilidad busca mejorar la experiencia del usuario al usar las páginas

Web. La accesibilidad sería entonces la capacidad de una página Web, o una aplicación, para facilitar a los usuarios (independientemente de sus niveles de discapacidad física o tecnológica) el acceso a la misma y a sus contenidos. Y la usabilidad sería una forma de medir lo fácil, rápido y agradable que resulta utilizar dicha página Web o aplicación. Ambos conceptos convergen en la búsqueda de la facilidad de acceso y consulta, por parte de los usuarios, a una página Web o a una aplicación [9].

El sistema de evaluación heurístico SIRIUS [3], permite a desarrolladores y evaluadores un conjunto de criterios para considerar en el proceso de desarrollo y evaluación de un sitio Web, además, permite obtener una medida cuantitativa en el rango [0-10], que cuantifica el nivel de usabilidad obtenido en un sitio Web, considerando el tipo de sitio (16 considerados) en evaluación para realizar el ajuste en la medición. SIRIUS permite conocer la evolución del nivel de usabilidad Web en un período de tiempo, elaboración de rankings de usabilidad, así como, realizar la comparación dos o más sitios Web respecto al nivel de usabilidad alcanzado entre los mismos. SIRIUS usa diez aspectos/rúbricas (Tabla 1) y por cada uno de ellos se utilizan criterios que deben ser evaluables por los revisores en el proceso de evaluación. Para más detalles del sistema SIRIUS lo visualizamos en la figura 1.

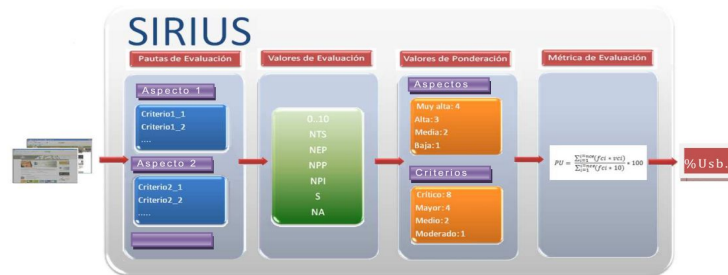


Fig. 1. Sistema de evaluación SIRIUS [3].

Tabla 1. Aspectos o rúbricas del sistema SIRIUS.

Siglas	Descripción	Siglas	Descripción	Siglas	Descripción
AG	Aspectos Generales	LA	Layout de Página	BU	Búsqueda
II	Identidad e Información	EF	Entendibilidad y Facilidad de la interacción	AY	Ayuda
EN	Estructura y Navegación	CR	Control y Retroalimentación		
RO	Rotulado	EM	Elementos Multimedia		

Prometheus es una herramienta que implementa el sistema SIRIUS, pretende detectar los problemas de usabilidad presentes en los sitios Web antes o tras su puesta en explotación, proporcionando un instrumento de referencia, evaluación y medición. Los resultados obtenidos a través de la herramienta permiten la toma de decisiones

para la mejora de la usabilidad del sitio en cuestión, ya que proporciona una puntuación en forma de porcentaje que determina el nivel de usabilidad alcanzado en el sitio y la relación de criterios fallados ordenados en base a su prioridad en el arreglo [3].

## 2.2 Trabajos relacionados

Luego de la base teórica presentada en la subsección 2.1, se describe las investigaciones relacionadas a la usabilidad Web en entornos universitarios. En el trabajo de Navarrete y Luján [10] verifican por medio de herramientas de software el nivel de cumplimientos de directrices sobre accesibilidad Web en los portales de las principales universidades del Ecuador, ellos recomiendan un análisis manual por parte de los expertos para que el análisis sea completo y fiable. En el trabajo de Hassan et al. [11], se aborda a la usabilidad, percibida por los estudiantes, basada en las teorías procedentes de los campos de la HCI, la psicología, la educación, y el diseño.

Adepoju y Shehu [4], evalúan la usabilidad de los sitios Web universitarios empleando el uso de herramientas automatizadas y métodos de prueba de usuario. Las herramientas automatizadas incluyen HTML Toolbox and Web Page Analyzer. La investigación muestra que el tiempo de descarga, tamaño de la imagen, entre otros, no están en conformidad con acción estándar aceptable. El nivel de satisfacción de los usuarios fue declarado no alentador. Por otra parte, Zaphiris y Ellis [12], evaluaron la usabilidad Web y contenido de la accesibilidad de las mejores universidades de Estados Unidos Americanos, para ello utilizaron dos herramientas automatizadas; Bobby y Ascensor. Se determinó que hubo un cumplimiento bajo (30%) con las especificaciones WCAG 1.0 y una baja calificación de usabilidad para la mayoría de los sitios Web de las universidades. Se descubrió que la accesibilidad se correlaciona significativamente con puntuaciones generales de usabilidad de los sitios Web. Fernández Ozcorta et al. [13], definen que la evaluación de usabilidad Web es una de las pruebas más sencillas y aplicable en cualquier momento del diseño y modificación de un sitio Web educativo. Bórquez et al. [14] usan SIRIUS para el estudio de la usabilidad Web de 25 portales de Universidades Chilenas, corroborado por un conjunto de técnicas de interrogación. Jano et al. [15], realizan un estudio de usabilidad Web en universidades de Malasia y Australia, descubren como el factor cultural tiene una gran influencia en el aspecto de los diseños de portales Web. Méndez [16], demuestra que es importante y necesario evaluar la calidad de diseño de un portal Web por medio de indicadores cuantitativos distantes de valoraciones subjetivas.

## 3 Metodología

El objetivo de la investigación es responder la interrogante: *¿cuál es el valor cuantitativo de usabilidad que presentan los portales Web de las universidades que pertenecen a la Red Nacional de Investigación y Educación Ecuatoriana?*

La experimentación se desarrolló en un ambiente controlado en laboratorio, tomando como base el estudio de casos descritos en la subsección 2.2. La población objeto de estudio se ha conformado por 24 portales Web de las universidades que pertenecen a la Red Nacional de Investigación y Educación del Ecuador<sup>1</sup> que poseen oferta académica de pregrado y posgrado.

Para cuantificar la usabilidad de los portales Web, se seguirán los siguientes pasos: (1) selección de portales universitarios, (2) evaluación técnica de usabilidad, (3) análisis de resultados y (4) exposición de conclusiones; definidos en la metodología utilizada en [17].

Durante el proceso de evaluación, se usó la técnica de interrogación definida en [14], utilizando la herramienta Prometheus que da soporte a la valoración de usabilidad de sitios Web aplicando el sistema de evaluación SIRIUS. Para el paso (1), se visitó el portal Web de la REDCEDIA-RNIE, para tener acceso al portal Web de las 24 universidades, esto permitió registrar cada portal con un rol de usuario (propietario) en la herramienta Prometheus<sup>2</sup>. En el paso (2) se realizaron dos acciones, la primera consistió en realizar una inspección global en cada portal Web, para ello se seleccionó previamente tres páginas de cada portal: (a) investigación; (b) docencia; y (c) vinculación; posteriormente con un nuevo rol (evaluador) en Prometheus se evaluó los 24 portales Web. Durante el paso (3) se obtuvo los resultados cuantitativos preliminares de la evaluación utilizando los 10 aspectos/rúbricas definidos en SIRIUS. Finalmente, en el paso (4) se obtuvo una matriz donde se resume cuantitativamente la valoración obtenida de los portales Web por cada uno de los aspectos.

## 4 Resultados y análisis

Para cada aspecto/rúbrica se construyó una matriz de contingencia para el análisis de datos, luego, se promedió los valores de la matriz y se cuantificó en un solo valor por cada aspecto/rúbrica de usabilidad utilizada (Tabla 2).

**Tabla 2.** Resultados globales de la evaluación mediante la herramienta Prometheus.

---

<sup>1</sup> <https://www.cedia.org.ec/instituciones-miembros>

<sup>2</sup> <https://156.35.98.176/prometheus/>

Nro.	Universidad	% Usabilidad	Aspectos/métricas									
			AG [0-10]	II [0-10]	EN [0-10]	RO [0-10]	LA [0-10]	EF [0-10]	CR [0-10]	EM [0-10]	BU [0-10]	AY [0-10]
1	Escuela Politécnica Nacional (EPN)	83.24	10.00	9.14	9.64	8.00	6.50	6.07	5.00	2.50	8.00	3.60
2	Escuela Superior Politécnica del Litoral (ESPOL)	73.28	9.78	9.00	9.57	8.00	6.50	5.42	5.00	0.63	8.00	3.60
3	Universidad San Francisco de Quito (USFQ)	76.75	8.80	6.86	7.21	4.67	7.80	7.14	6.25	8.00	9.13	6.80
4	Universidad de Cuenca (UC)	72.24	7.45	6.57	7.38	6.67	6.05	8.57	5.56	8.00	6.81	4.00
5	Universidad de las Fuerzas Armadas (ESPE)	38.96	9.67	6.86	4.50	5.00	2.20	0.00	1.00	0.50	7.43	4.00
6	Escuela Superior Politécnica de Chimborazo (ESPOCH)	90.69	7.67	9.71	9.55	9.75	9.44	10.00	10.00	10.00	7.13	9.00
7	Pontificia Universidad Católica del Ecuador (PUCE)	93.58	8.70	9.71	9.56	9.83	9.33	10.00	10.00	10.00	8.86	8.80
8	Universidad Católica Santiago de Guayaquil (UCSG)	93.19	8.90	10.00	9.64	10.00	8.70	7.92	10.00	9.50	8.63	5.00
9	Universidad Central del Ecuador (UCE)	84.78	9.70	6.57	8.86	10.00	9.30	10.00	10.00	10.00	6.75	9.60
10	Universidad Católica de Cuenca (UCACUE)	88.95	6.67	7.50	9.46	9.17	8.06	8.57	10.00	8.33	8.44	9.80
11	Universidad del Azuay (UDA)	96.68	9.25	10.00	10.00	10.00	8.61	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00
12	Universidad Nacional de Loja (UNL)	85.65	9.60	8.17	8.07	9.25	7.90	7.86	8.00	7.50	9.38	9.40
13	Universidad Politécnica Salesiana (UPS)	94.11	9.35	9.80	9.86	8.17	9.80	8.21	10.00	10.00	9.13	9.20
14	Universidad Técnica de Ambato (UTA)	86.04	9.60	7.00	9.75	9.67	8.85	6.07	8.50	8.33	8.75	9.20
15	Universidad Técnica del Norte (UTN)	89.20	9.20	8.57	9.21	9.08	8.00	8.21	8.00	9.58	9.38	9.60
16	Universidad Técnica Particular de Loja (UTPL)	71.01	9.30	5.07	5.96	7.80	6.70	6.79	5.75	7.08	7.06	8.50
17	Universidad Tecnológica Indoamérica (UTI)	57.79	8.50	7.07	6.14	4.75	6.30	6.07	6.00	5.42	6.25	8.00
18	Universidad Estatal Amazónica (UEA)	89.15	8.50	7.79	5.58	4.92	6.00	7.14	6.50	6.25	6.63	8.20



19	Universidad de las Américas (UDLA)	93.83	8.00	7.86	7.50	7.50	7.50	7.86	6.67	7.50	7.50	NA
20	Universidad Internacional del Ecuador (UIDE)	96.59	7.50	10.00	10.00	10.00	6.00	0.00	0.00	10.00	10.00	10.00
21	Universidad Estatal del Bolívar (UEB)	96.78	10.00	10.00	2.14	4.17	7.50	7.50	NA	10.00	5.75	9.25
22	Universidad Nacional de Chimborazo (UNACH)	94.44	10.00	9.86	9.86	9.83	9.80	10.00	9.00	8.33	8.38	NA
23	Universidad Regional Autónoma de los Andes (UNIANDES)	92.62	9.60	9.57	9.41	8.67	9.00	10.00	10.00	10.00	8.38	9.80
24	Universidad Técnica de Babahoyo (UTB)	71.00	8.90	7.86	10.00	4.17	7.50	10.00	10.00	10.00	8.38	9.80

Para el análisis usamos la técnica de agrupación, para ello se definió tres clústeres basados en los rangos obtenidos en porcentajes de usabilidad Web de los portales universitarios: clúster uno, rango de [50-66]; clúster dos, rango de [67-83]; y clúster tres, rango de [84-100]. Con los clústeres definidos, identificamos cuales son los rangos de los aspectos/métricas mejor valorados (rango [8-10], alto), nivel intermedio (rango [5-7.9], medio) y menos valorados (rango [0-4.9], bajo) por Prometheus para cada una de las páginas de los portales Web: investigación, docencia y vinculación.

**Tabla 3. Resultados del análisis por medio de clústeres.**

Clúster Universidad	AG [0-10]	II [0-10]	EN [0-10]	RO [0-10]	LA [0-10]	EF [0-10]	CR [0-10]	EM [0-10]	BU [0-10]	AY [0-10]	Alto [8-10]	Medio [5-7.9]	Bajo [0-4.9]	NA	% Ranking usabilidad
<b>Clúster tres [84-100]</b>															
UEB	10.00	10.00	2.14	4.17	7.50	7.50	NA	10.00	5.75	9.25	AG, II, EM, AY	LA, EF, BU	EN, RO	CR	96.78
UDA	9.25	10.00	10.00	10.00	8.61	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	AG, II, EN, RO, LA, EF, CR, EM, BU, AY				96.68
UIDE	7.50	10.00	10.00	10.00	6.00	0.00	0.00	10.00	10.00	10.00	II, EN, RO, EM, BU, AY	AG, LA	EF, CR		96.59
UNACH	10.00	9.86	9.86	9.83	9.80	10.00	9.00	8.33	8.38	NA	AG, II, EN, RO, LA, EF, CR, EM, BU			AY	94.44
UPS	9.35	9.80	9.86	8.17	9.80	8.21	10.00	10.00	9.13	9.20	AG, II, EN, RO, LA, EF, CR, EM, BU, AY				94.11
UDLA	8.00	7.86	7.50	7.50	7.50	7.86	6.67	7.50	7.50	NA	AG	II, EN, RO, LA, EF, CR, EM, BU		AY	93.83
PUCE	8.70	9.71	9.56	9.83	9.33	10.00	10.00	10.00	8.86	8.80	AG, II, EN, RO, LA, EF, CR, EM, BU, AY				93.58

UCSG	8.90	10.00	9.64	10.00	8.70	7.92	10.00	9.50	8.63	5.00	AG, II, EN, RO, LA, CR, EM, BU	EF, AY				93.19
UNIANDES	9.60	9.57	9.41	8.67	9.00	10.00	10.00	10.00	8.38	9.80	AG, II, EN, RO, LA, EF, CR, EM, BU, AY					92.61
ESPOCH	7.67	9.71	9.55	9.75	9.44	10.00	10.00	10.00	7.13	9.00	II, EN, RO, LA, EF, CR, EM, AY	AG, BU				90.69
UTN	9.20	8.57	9.21	9.08	8.00	8.21	8.00	9.58	9.38	9.60	AG, II, EN, RO, LA, EF, CR, EM, BU, AY					89.20
UEA	8.50	7.79	5.58	4.92	6.00	7.14	6.50	6.25	6.63	8.20	AG, AY	II, EN, LA, EF, CR, EM, BU	RO			89.15
UCACUE	6.67	7.50	9.46	9.17	8.06	8.57	10.00	8.33	8.44	9.80	EN, RO, LA, EF, CR, EM, BU, AY	AG, II				88.95
UTA	9.60	7.00	9.75	9.67	8.85	6.07	8.50	8.33	8.75	9.20	AG, EN, RO, LA, CR, EM, BU, AY	II, EF				86.04
UNL	9.60	8.17	8.07	9.25	7.90	7.86	8.00	7.50	9.38	9.40	AG, II, EN, RO, CR, BU, AY	LA, EF, EM				85.65
UCE	9.70	6.57	8.86	10.00	9.30	10.00	10.00	10.00	6.75	9.60	AG, EN, RO, LA, EF, CR, EM, AY	II, BU				84.78
<b>Clúster dos [67-83.9]</b>																
EPN	10.00	9.14	9.64	8.00	6.50	6.07	5.00	2.50	8.00	3.60	AG, II, EN, RO, BU	LA, EF, CR	EM, AY			83.24
USFQ	8.80	6.86	7.21	4.67	7.80	7.14	6.25	8.00	9.13	6.80	AG, EM, BU	II, EN, LA, EF, CR, AY	RO			76.75
ESPOL	9.78	9.00	9.57	8.00	6.50	5.42	5.00	0.63	8.00	3.60	AG, II, EN, RO, BU	LA, EF, CR	EM, AY			73.28
UC	7.45	6.57	7.38	6.67	6.05	8.57	5.56	8.00	6.81	4.00	EF, EM	AG, II, EN, RO, LA, CR, BU	AY			72.24
UTPL	9.30	5.07	5.96	7.80	6.70	6.79	5.75	7.08	7.06	8.50	AG, AY	II, EN, RO, LA, EF, CR, EM, BU				71.01
UTB	8.90	7.86	10.00	4.17	7.50	10.00	10.00	10.00	8.38	9.80	AG, EN, EF, CR, EM, BU, AY	II, LA	RO			71.00
<b>Clúster uno [50-66.9]</b>																
UTI	8.50	7.07	6.14	4.75	6.30	6.07	6.00	5.42	6.25	8.00	AG, AY	II, EN, LA, EF, CR, EM, BU	RO			57.79
<b>Ningún clúster</b>																
ESPE	9.67	6.86	4.50	5.00	2.20	0.00	1.00	0.50	7.43	4.00	AG	II, RO, BU	EN, LA, EF, CR, EM, AY			38.96

Clúster tres: existen 16 portales Web que pertenecen a este clúster, la Tabla 3, refleja que la métrica Aspectos Generales (AG), tiene una valoración alta y presente en 13 portales Web universitarios. Además, la métrica Rotulado (RO), obtuvo valoración baja y presente en dos portales Web. Un caso particular, es que existen tres portales Web cuyo porcentaje de usabilidad es alto, a pesar de que una métrica no se la considera para evaluar y toma el valor de no aplica (NA).

Clúster dos: existen seis portales Web que pertenecen a este clúster, por medio de la Tabla 3, se identifica que la métrica Aspectos Generales (AG), tiene una valoración alta y presente en cinco portales Web universitarios. La métrica Layout de Página (LA) tiene una valoración intermedia y presente en el 100 % de los portales que pertenecen a este clúster, además, la métrica Ayuda (AY) tiene una valoración baja y se encuentra en tres portales Web.

Clúster uno: existe un portal Web que pertenece a este clúster, en la Tabla 3, se identifica que siete métricas tienen una valoración intermedia. Además, existe una relación entre las métricas Aspectos Generales (AG) y Rotulado (RO) con valoraciones alta y baja respectivamente semejante a lo que ocurre en el clúster tres.

El portal Web de la ESPE, tiene un porcentaje inferior que el 50 % de usabilidad, por tal motivo existen seis métricas que tienen una valoración baja, tres métricas con una valoración intermedia y la métrica Aspectos Generales (AG) tiene una valoración alta.

## **5 Conclusiones y trabajos futuros**

Uno de los aportes de la investigación, es la obtención de valores cuantitativos de nivel de usabilidad de los portales Web de las universidades que pertenecen a la Red Nacional de Investigación y Educación Ecuatoriana. Dentro del ranking de las universidades que tienen un alto porcentaje en usabilidad Web se encuentran 16 de las 24 universidades, esto representa aproximadamente el 67 % del total de la población estudiada.

El sistema de evaluación de usabilidad SIRIUS presenta un amplio espectro de criterios que forman parte de 10 métricas/heurísticas, las mismas que resultaron comprensivas y efectivas al momento de evaluar los portales, debido a su simplicidad, de igual manera la herramienta Prometheus, permitió trabajar de manera semiautomatizada durante el proceso de evaluación de la usabilidad Web.

La retroalimentación continua de los usuarios presenta una valiosa aportación a las universidades para mejorar sus portales Web, con el fin de satisfacer las cambiantes demandas de los usuarios en la Web, los administradores pueden desplegar una encuesta de interceptación y recoger datos durante un tiempo prolongado, que permitirá a los gerentes de TI la toma de decisiones en mejora del portal Web.

Como trabajos futuros se puede definir un estudio con nuevas variables de comparación, como pueden ser cuestionarios aplicados a usuarios finales, entrevistas a webmasters, entre otros instrumentos, que permitan definir y adaptar los portales Web universitarios a estándares internacionales de usabilidad.

Otro campo posible a experimentar, es crear herramientas inteligentes que permitan monitorear en tiempo real el cumplimiento de estándares de usabilidad y de esta manera alertar sobre los sucesos que ocurran en el entorno y poder tomar decisiones de manera autónoma.

## Agradecimientos

Los autores desean expresar su agradecimiento a: la sección de Inteligencia Artificial de la Universidad Técnica Particular de Loja, estudiantes de la asignatura de Diseño Gráfico de la Escuela de Informática y Multimedia de la Universidad Internacional del Ecuador extensión Loja, estudiantes de la Carrera de Ingeniería en Sistemas de la Universidad Nacional de Loja que realizan prácticas pre-profesionales en la Unidad de Telecomunicaciones e Información.

## Referencias

1. Hilera, J.R., Fernández, L., Suárez, E., Vilar, E.T.: Evaluación de la accesibilidad de páginas web de universidades españolas y extranjeras incluidas en rankings universitarios internacionales. *Rev. Española Doc. Científica*. 36, 1–16 (2013).
2. Perurena Cancio, L., Moráguez Bergues, M.: Usabilidad de los sitios Web, los métodos y las técnicas para la evaluación. *Rev. Cuba. Inf. en Ciencias la Salud*. 24, 176–194 (2013).
3. Suárez Torrente, M. del C.: SIRIUS: Sistema de Evaluación de la Usabilidad Web Orientado al Usuario y basado en la Determinación de Tareas Críticas, (2011).
4. Adepoju, S.A., Shehu, I.S.: Usability Evaluation of Academic Websites Using Automated Tools. In: *User Science and Engineering (i-USEr)*, 3rd International Conference on. pp. 186–191 (2014).
5. Dingli, A., Cassar, S.: An Intelligent Framework for Website Usability. *Adv. Human-Computer Interact.* 2014, 1–13 (2014).
6. Gutiérrez, R.M.: Análisis Semántico Latente : ¿Teoría psicológica del significado? *Rev. Signos*. 38, 303–323 (2005).
7. Baeza-Yates, R., Loaiza, C.R., Martín, J.V.: Arquitectura de la información y usabilidad en la web. *El Prof. la Inf.* 13, 168–178 (2004).
8. Menteş, S.A., Turan, A.H.: Assessing the Usability of University Websites: An Empirical Study on Namık Kemal University. *TOJET Turkish Online J. Educ. Technol.* 11, 61–69 (2012).

9. Mascaraque Serrano, E.: Accesibilidad vs usabilidad web: Evaluación y correlación. *Investig. Bibl.* 23, 61–103 (2009).
10. Navarrete, R., Luján, S.: Accesibilidad web en las Universidades del Ecuador. Análisis preliminar. *Rev. Politécnica.* 33, 1–8 (2014).
11. Hassan, Y., Martín Fernández, F.J., Iazza, G.: Diseño web centrado en el usuario: usabilidad y arquitectura de la información. *Hipertext.net.* 1–14 (2004).
12. Zaphiris, P., Ellis, R.D.: Website Usability and Content Accessibility of the top USA Universities. *WebNet 2001 Conf.* 1–6 (2001).
13. Fernández Ozcorta, E.J., García Martínez, J., Tornero Quiñones, I., Sierra Robles, Á.: Evaluación de la Usabilidad de un Sitio Web Educativo y de promoción de la Salud en Contexto Universitario. *EduTec-e. Rev. Electrónica Technol. Educ.* 1–27 (2011).
14. Bórquez, V., Muñoz, R., Providel, E., Barcelos, T., Ibáñez, E.: Usabilidad de los Portales Web de las Universidades Pertenecientes al Consejo de Rectores de Chile. In: *XXIV Encuentro Chileno de Computación ECC.* pp. 1–13 (2012).
15. Jano, Z., Noor, S.M., Ahmad, R., Saad, M.S.M., Saadan, R., Bokhari, M., Abdullah, A.N.: Website Usability and Cultural Dimensions in Malaysian and Australian Universities. *Asian Soc. Sci.* 11, 1–10 (2015).
16. Méndez, F.M.: Análisis y medida de la ubicuidad y usabilidad de los portales web de las universidades españolas. *Scire Represent. y Organ. del Conoc.* 14, 87–107 (2008).
17. Teleservicios, F.: Evaluación técnica de la accesibilidad y valoración de la experiencia de usuario en 15 portales de universidades españolas. , Madrid (2004).