

Búsqueda de Perfiles en CVU-TecNM con Diseño Orientado al Usuario

Profile Searching in CVU-TecNM with User Focus Design

Reporte de Proyecto

Christian Ríos-Mancilla¹, Vanessa Reyes-Reyes¹, M.S.C. Francisco Cervantes-Zambrano²,
M.G.T.I. Ramona Evelia Chávez-Valdez³, Dr. Jesús Alberto Verduzco-Ramírez³.
TecNM/Instituto Tecnológico de Colima, Estudiantes de la carrera de Ingeniería Informática¹,
Departamento de Sistemas y Computación², División de Estudios de Posgrados e Investigación³.
Av. Tecnológico No. 1, Villa de Álvarez, Colima, México, C.P. 28976, Tel. 01 (312) 314
0933, 314 0683, 312 6393, 312 9920, francisco.cervantes@itcolima.edu.mx

Resumen

El Tecnológico Nacional de México (TecNM) es la mayor Institución de Educación Superior del país, su planta docente supera los 25000 profesores. Por sus dimensiones, se ha optado por el uso de las TIC con el propósito de concentrar datos y dar seguimiento a docentes e investigadores que participen en convocatorias de la Dirección General. Ante esto, el presente trabajo describe el diseño y desarrollo de un sistema para la búsqueda de perfiles de usuario en el módulo administrativo de la plataforma CVU-TecNM, el cual permitirá consultar la información registrada de estos. Este sistema se desarrolló empleando la metodología ágil XP, en conjunto con la aplicación de principios de usabilidad para satisfacer los requerimientos del cliente. La usabilidad de éste se evaluó comparando el diseño de interfaz de usuario y el rendimiento con otros directorios de investigadores de tres instituciones, usando el framework SIRUS para la evaluación de usabilidad web. Como resultado, el sistema propuesto alcanzó un mayor porcentaje de usabilidad que los otros sistemas, lo que se traduce en una mejora de la experiencia de usuario, así como un rendimiento óptimo en la obtención de resultados, permitiendo la elaboración de reportes generales aplicando diversos filtros.

Palabras clave: Desarrollo de Software, experiencia de usuario, usabilidad, desarrollo ágil, aplicaciones Web.

Abstract

Tecnológico Nacional de Mexico (TecNM) is the largest High Learning Education Institution in Mexico, it contains over 25000 teachers. Due to magnitude, the high direction uses Information and Communication technologies to concentrate data and follow up to teachers and researches that participate on institutional calls. This paper describes the design and development of a software system for user profiles search on the CVU-TecNM platform, which allows query recorded data. For its development the eXtreme Programming agile methodology for software development was applied, as many usability principles to meet customer

needs. To evaluate usability rate, the user interface design and performance is compared with another researcher's directory from three institutions, using the web usability evaluation SIRIUS. On given results, the proposal reaches the higher usability percentage than the other systems, meaning on a better user experience, also had an optimal performance to get search results, enabling report generation applying many filters.

Keywords: Software development, user experience, usability, agile development, Web application.

Introducción

El Tecnológico Nacional de México (TecNM) es la Institución de Educación Superior (IES) más grande [1], constituida por 254 instituciones en el territorio nacional [2]. Cuenta con un órgano administrativo denominado Dirección General, el cual coordina, gestiona y regula las actividades realizadas en los planteles adscritos.

A inicios de 2018, cuenta con 28,988 docentes [3], de los cuales 2,174 tienen reconocimiento de Perfil Deseable PRODEP (Programa para el Desarrollo Profesional Docente) [2] y 725 son miembros del Sistema Nacional de Investigadores (SNI) [4].

A finales de 2015, se implementó la plataforma CVU-TecNM, a fin de identificar de manera permanente la formación profesional y competitividad del profesorado adscrito a la Institución, y contar de manera específica con los datos de contacto, formación, productividad académica y reconocimiento de cada uno de los docentes e investigadores del TecNM [5]. Desde entonces, se considera en múltiples procesos y convocatorias de apoyo a la investigación, principalmente de la Secretaría Académica, la cual requiere herramientas de consulta de información para la toma de decisiones.

Con base en lo anterior, se plantea la implementación de un sistema de información que permita a la Dirección General del TecNM consultar la información registrada en la plataforma, validar los datos capturados en los perfiles de usuario y actualizar los catálogos.

Dicho sistema deberá contar con un motor de búsqueda, mediante el cual se podrán encontrar perfiles de CVU-TecNM, así como permitir el uso de filtros que permitan delimitar los resultados de la búsqueda.

Para el desarrollo de este proyecto se seleccionó la metodología eXtreme Programming (XP) en conjunto con el framework Agile Model Driven Development, permitiendo el desarrollo y documentación en el momento, enfatizando la entrega a tiempo.

Fundamentos teóricos

El sistema propuesto para la búsqueda de perfiles se desarrolló utilizando el modelo Cliente-Servidor. Se empleó el servidor Web Apache en combinación con PHP y HTML para la generación de páginas dinámicas, así como MySQL para la realización de las consultas a la base de datos.

Para facilitar el desarrollo en backend (lado del servidor) se utilizó un framework MVC (Model-View-Controller) que separa el código en tres capas, el Modelo de negocio, las Vistas con las que interactúa el usuario y el Controlador que administra el flujo del sistema, además de soportar la creación de consultas SQL dinámicas y anidadas, simplificando la creación de sentencias complejas de consulta a la base de datos.

En el frontend (lado del cliente) la experiencia del usuario final se complementa con estilos en formato CSS (Cascading Style Sheets) e interactividad mediante JavaScript, en conjunto con la utilización de herramientas de preprocesamiento como SASS (Syntactically Awesome Style Sheets) y TypeScript, respectivamente, permitiendo organizar y simplificar el código de manera más legible.

Además de las herramientas previamente mencionadas, se utilizaron algunas que permiten simplificar la formulación de consultas y el despliegue de gráficos. Estas herramientas son: Expresiones Regulares (RegExp) y Scalable Vector Graphics (SVG), mismas que se describen a continuación:

Expresiones Regulares

Las expresiones regulares es un lenguaje declarativo que describe patrones de caracteres en secuencia.

Se utiliza principalmente en la búsqueda de coincidencias en cadenas de texto, o secuencia de bytes, y a partir de ello, determinar si la secuencia es válida para un propósito definido [6].

Un uso alternativo de RegExp es en el reemplazo de subcadenas de texto, aplicando la sustitución en cada coincidencia.

Aprovechando su naturaleza simple, es útil para identificar el tipo de entrada proporcionada por el usuario y responder adecuadamente a la petición del mismo.

Scalable Vector Graphics

Los Scalable Vector Graphics (SVG) son una plataforma para gráficos bidimensionales. Se compone de dos partes: el formato de archivo, basado en XML, y una API de programación para aplicaciones gráficas. Las características claves incluyen formas, texto y mapas de bits incrustados, con múltiples estilos de pintado [7].

SVG tiene algunas ventajas sobre los gráficos de mapa de bits, como lo son JPEG, GIF y PNG, comúnmente utilizados en ambientes de navegadores web, debido a lo siguiente [8]:

- Los archivos son generalmente más pequeños que los mapas de bits, resultando en menores tiempos de descarga.
- Los gráficos pueden escalarse para ser ajustados a diferentes dispositivos de despliegue sin la distorsión asociada con la ampliación de mapas de bits.
- Los usuarios finales pueden interactuar con los gráficos sin necesidad de comunicación compleja y costosa con el servidor.

Con las ventajas mencionadas, SVG se establece como un formato sólido para la inclusión de gráficos en la web, teniendo como desventaja que, a pesar de existir desde hace varios años, su uso no es tan extendido, aunque esto último ha cambiado conforme evoluciona la tecnología. Otra desventaja frente a los gráficos de mapas de bits es la ausencia de técnicas estándar para incluir sprites de contenido, las cuales permitían reducir la cantidad de peticiones realizadas al servidor para cargar múltiples elementos gráficos [9], aunque este último se compensa con técnicas de compilación de múltiples archivos en un único SVG utilizando la etiqueta `symbol`. Por lo que el costo de las desventajas de este formato en comparación con sus ventajas es mínimo, además de agregar funcionalidad y facilidad de adaptación a diferentes dispositivos.

Usabilidad

Adicional a las herramientas para el desarrollo, se siguieron principios prácticos para el diseño de experiencia de usuario, enfocando el diseño hacia la funcionalidad y a que el usuario obtenga los resultados esperados. Este tipo de diseño centrado en el usuario se basa en el concepto de usabilidad.

La usabilidad de un sistema de información puede tener numerosos términos, según Jacob Nielsen, pionero en la difusión de la usabilidad. Un sistema se considera usable cuando tiene las siguientes características: capacidad de aprendizaje, eficiencia en el uso, facilidad de memorizar, tolerancia a fallos y subjetivamente satisfactorio [10].

Algunos principios de usabilidad según Bruce Tognazzini [11] son:

- Colores distinguibles
- Valores por defecto
- Reducción de la latencia
- Legibilidad
- Navegación visible

Así, al ser considerada como parte fundamental del diseño del software se obtiene una retroalimentación positiva del usuario, que le proporciona mayor seguridad de sus acciones, lo que se traduce en menor tiempo invertido para realizar ajustes futuros de la aplicación.

Materiales y métodos

Uno de los requisitos principales del módulo administrativo de CVU-TecNM es permitir al usuario consultar información de los perfiles registrados, utilizando filtros para limitar los resultados obtenidos de la consulta, mismos que serán utilizados para propósitos administrativos, informativos y toma de decisiones.

Con la intención de permitir un desarrollo flexible, capaz de adaptarse rápidamente a las necesidades de los interesados del proyecto (*stakeholders*), se optó por utilizar eXtreme Programming (XP), que es una metodología ágil para el desarrollo de software centrada en potenciar el trabajo en equipo como clave del éxito. Además, fomenta la retroalimentación del cliente, permitiendo un desarrollo completamente adaptado a sus requerimientos. Asimismo, se apoya en atender las necesidades inmediatas, lo que la hace especialmente adecuada para proyectos con requisitos imprecisos y cambiantes.

La metodología XP se compone de cuatro actividades que a continuación se mencionan [12]:

Planeación. En esta actividad se describen las características y funcionalidades principales del sistema con la elaboración de historias de usuario. Asimismo, se analizan por un equipo de trabajo que determinará la fecha de entrega del sistema, considerando que este puede crecer conforme se entreguen avances al cliente, de tal manera que pueda agregar, modificar o eliminar las historias existentes.

Diseño. En esta fase se entregan diseños simples que cumplan con los requerimientos del sistema, eliminando la redundancia, preservando la esencia del problema y su solución. XP se apoya en el uso de tarjetas de Clase-Responsabilidad-Colaboración (CRC), que describe el diseño de la interacción y colaboración entre distintos objetos. Además, se basa en la retroalimentación continua entre el cliente y el equipo de desarrollo.

Codificación. Después de creadas las historias de usuario y refactorizado el diseño, se deberán realizar pruebas de unidad en cada historia. XP recomienda que dos personas trabajen juntas en el código para buscar una solución al problema planteado y sobre todo siguiendo el estándar que propuso el cliente. Una vez concluida la actividad, se podrá probar de inmediato, y después de haber completar el trabajo, se deberá integrar con el de otros.

Pruebas. Se realizan de manera automática y repetitiva utilizando un framework, con el fin de apoyar una estrategia de regresión de pruebas cuando el código es modificado, para que después se realicen las pruebas de aceptación o pruebas del cliente.

Con base en las actividades previamente mencionadas, se concluye que la metodología XP es práctica para proyectos de software pequeños y medianos, donde las entregas se realizan en tiempo y se priorizan características mediante la evaluación de historias de usuario. Al ser iterativo e incremental, la funcionalidad del sistema aumenta continuamente, y las fases de refactorización permiten optimizar el código y el diseño conforme se avance en el proceso de desarrollo.

Sumado a lo anterior, para llevar a cabo una documentación efectiva del desarrollo del sistema, se combina la metodología XP con Agile Modeling Driven Development (AMDD), el cual es una colección de valores, principios y prácticas para el modelado de software aplicables al proceso de desarrollo. Estos principios permiten a los desarrolladores cubrir las necesidades de los *stakeholders* conforme vayan surgiendo.

La filosofía principal de esta práctica consiste en evitar análisis y modelado extenso y detallado antes de iniciar el desarrollo, puesto que el tiempo invertido en crear los modelos puede utilizarse para el avance del proyecto. También en caso de haber cambios, la documentación tendría que actualizarse, lo que se traduce a trabajo innecesario [13].

Finalmente, aunque pareciera que estas prácticas dejan en segundo plano el modelado, la realidad es que enfatizan la utilización de cualquier técnica, lenguaje o herramienta para el diseño y modelado, considerándolo parte importante del desarrollo, siempre y cuando sea absolutamente necesario.

Medición de resultados

Con el objetivo de medir la efectividad del módulo administrativo del CVU-TecNM, se utilizó el “Sistema de Evaluación de la Usabilidad Web Orientado al Usuario y basado en la Determinación de Tareas Críticas” (SIRIUS) [14], en el que se toman en cuenta

aspectos considerados relevantes en el diseño de un sitio web tales como:

- Look and feel
- Identidad e información
- Estructura y navegación
- Rotulado
- Layout de la página
- Entendibilidad y Facilidad de la interacción
- Control y retroalimentación
- Elementos multimedia
- Búsqueda
- Ayuda

Dicha evaluación se realizó a tres directorios de investigadores de diferentes instituciones nacionales y extranjeras:

- Instituto de Investigaciones Estéticas de la UNAM
- Colegio de la Frontera Sur (ECOSUR)
- Universidad de Talca (Chile).

Cabe destacar que estos directorios son públicos y por lo tanto difieren parcialmente en su contenido, sin embargo, dichas diferencias son irrelevantes considerando que sirven a un propósito similar al de la propuesta.

Desarrollo del proyecto

El desarrollo del proyecto comenzó con la planeación, en la que se recopilaron los requisitos de los stakeholders, los cuales hicieron mención de la importancia de contar con un acceso para consulta rápida de los datos capturados en la plataforma CVU-TecNM. A partir de dichos requisitos se elaboraron las historias de usuario que describen de manera puntual las necesidades y a cada una de estas se les asignó una ponderación por el cliente, señalando cuáles son de mayor importancia y urgencia para él.

Algunas de estas historias de usuario son:

- *Como usuario del sistema podrá realizar una búsqueda individual del perfil de CVU-TecNM utilizando la clave, CURP o RFC, así como una búsqueda general a partir del nombre y apellidos o cualquiera de sus partes, de manera que se visualice el usuario o usuarios que cumplan con el término de búsqueda.*
- *Como usuario del sistema podrá visualizar la adscripción actual de uno o más perfiles de CVU-TecNM simultáneamente de manera que pueda*

identificar fácilmente el origen o adscripción de cada uno.

- *Como usuario del sistema podrá visualizar el Nivel SNI y su estado de Perfil Deseable PRODEP, de manera que se conozca su estado actual de reconocimiento por entidades externas.*
- *Como usuario del sistema podrá ejecutar búsquedas utilizando filtros de institución, Nivel SNI y Perfil deseable, de manera que pueda encontrar todos los perfiles que cumplan con dichos criterios, además del término regular de búsqueda.*

Posteriormente, se realizó un análisis de las historias de usuario, en donde se determinó el nivel de alcance de cada una, basándose en la prioridad del cliente y la familiaridad del equipo de desarrollo con el proyecto, estableciendo fechas para la presentación de un prototipo de avance.

Después del análisis, se procedió con la fase de diseño, en las que se acordó que, en primera instancia, se atendería la historia de usuario en la que se ejecutan búsquedas localizando a los perfiles mediante clave de CVU-TecNM, CURP, RFC, el nombre o apellidos del usuario.

Como parte del análisis se consideró la posibilidad de utilizar cajas de texto independientes para recibir el término de búsqueda del usuario (Figura 1), sin embargo, este diseño hacía un uso poco práctico del espacio disponible en la pantalla, y cabía la posibilidad de que el usuario final se confundiera, creyendo que se requiere capturar contenido en todos los campos.



Figura 1. Búsqueda de perfil en cuadros independientes.

Otro diseño consistía en la inclusión de una sola caja de texto, acompañada de una lista desplegable en la que se podría seleccionar el tipo de criterio para realizar la búsqueda (Figura 2), este diseño reducía la saturación de controles en la interfaz, dejando un aspecto más limpio, simplificando el área de búsqueda.



Figura 2. Búsqueda de perfil con selección de tipo.

El diseño anterior resultó muy práctico, sin embargo, el uso de la lista desplegable no eliminaba el conflicto ocurrido cuando el usuario no seleccionaba adecuadamente el criterio de búsqueda, por lo que se optó por un tercer diseño.

En el tercer y último diseño se implementó una caja de texto, y mediante expresiones regulares se validaba el formato del valor introducido haciendo que la selección del tipo de búsqueda se realizara de manera transparente al usuario, utilizando un flujo de selección dinámica, representado en la Figura 3.

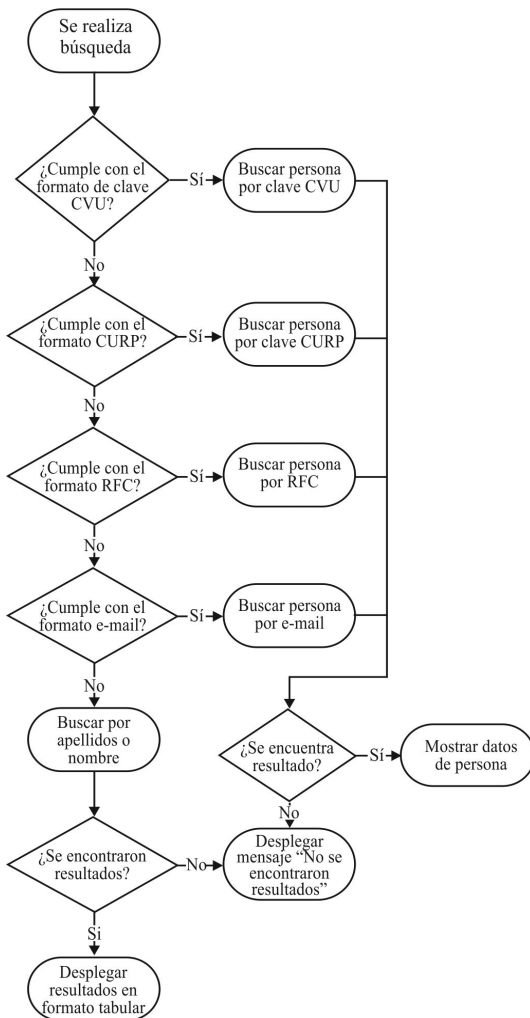


Figura 3. Diagrama de flujo para determinar tipo de búsqueda.

A continuación, se anexan las expresiones regulares utilizadas para determinar el tipo de búsqueda a partir del término introducido por el usuario:

```
CVU_TECNM: /^[0-9]{2}[A-Z]{0-9}{3}$/i
RFC: /^[A-Z]{4}[0-9]{6}[0-9A-Z]{2}[0-9A]$/i
CURP: /^[A-Z][AEIOUX][A-Z]{2}[0-9]{6}(H|M)[A-Z]{2}[BCDFGHJKLMNPQRSTVWXYZ]{3}[012A][0-9]$/i
EMAIL: /^[A-Z0-9._%+~]+@[A-Z0-9_-]+\.([A-Z0-9_-]+)$/i
```

Una vez definida la estructura completa del proceso de búsqueda se procedió a la codificación del módulo, donde se integró el diseño de la interfaz, con la lógica de negocio.

Para que la interfaz funcionara se modificó con la apariencia mostrada en la Figura 4, para combinar el botón de búsqueda con el cuadro de texto, e incluir pistas de los términos de búsqueda permitidos.



Figura 4. Interfaz de usuario para búsqueda simple.

La próxima historia de usuario consistía en realizar búsquedas utilizando filtro de institución, para obtener a todos los usuarios registrados que cumplan con la adscripción seleccionada. Debido a la similitud con otra historia de usuario en la que se permite realizar búsquedas mediante filtro de Nivel SNI y Perfil Deseable PRODEP, ambas historias se combinaron, dando como resultado la interfaz presentada en la Figura 5.



Figura 5. Interfaz de usuario con búsqueda por filtros.

En cuanto a los resultados de búsqueda, se optó por incluir un diseño orientado a formato tabular, en el cual en distribución amplia permite al usuario visualizar múltiples registros de manera organizada, tal y como se muestra en la Figura 6.

#	CVU-TecNM	Primer apellido	Segundo apellido	Nombre(s)	Correo	Plazet	Nivel SNI	Perfil PRODEP
1	IT15A001	CERVANTES	ZAMBRANO	FRANCISCO	francisco.cervantes@itcolima.edu.mx	IT Colima		
2	IT16D998	CHÁVEZ	VALDEZ	RAMONA EVELIA	echavez@itcolima.edu.mx	IT Colima		prodep
3	IT18Z665	REYES	REYES	VANESSA	14460665@itcolima.edu.mx	IT Colima		
4	IT18Z052	RÍOS	MANCILLA	CHRISTIAN	13460852@itcolima.edu.mx	IT Colima		

Figura 6. Resultados de búsqueda en formato tabular.

Para la estructura del documento HTML se utilizó la estructura estándar de TABLE, porque a solicitud del cliente, los resultados pueden ser copiados fácilmente a Excel para su manipulación y guardado. Esto último es relevante, porque existe la necesidad de incluir diseño responsivo y puesto que se tiene que trabajar con el formato establecido, se empleó el layout GRID de CSS, incrustando en cada tupla el patrón para ajustar las celdas, proporcionando una apariencia adecuada para pantallas de ancho limitado, tal y como se visualiza en la Figura 7.

#	CVU-TecNM	Primer apellido	Segundo apellido	Nombre(s)	Correo	Plazet	Nivel SNI	Perfil PRODEP
1	IT15A001	CERVANTES	ZAMBRANO	FRANCISCO	francisco.cervantes@itcolima.edu.mx	IT Colima		
2	IT16D998	CHÁVEZ	VALDEZ	RAMONA EVELIA	echavez@itcolima.edu.mx	IT Colima		prodep
3	IT18Z665	REYES	REYES	VANESSA	14460665@itcolima.edu.mx	IT Colima		
4	IT18Z052	RÍOS	MANCILLA	CHRISTIAN	13460852@itcolima.edu.mx	IT Colima		

Figura 7. Resultados de búsqueda en modo responsivo.

Resultados y discusión

Con la conclusión del desarrollo del módulo de búsquedas y consultas de perfiles de usuario en la plataforma CVU-TecNM, se aplicaron pruebas utilizando el Sistema de Evaluación de la Usabilidad Web Orientado al Usuario y basado en la Determinación de Tareas Críticas (SIRIUS), que aplicando técnicas de revisión heurística pondera el cumplimiento de criterios de evaluación dependiendo del tipo de sitio en revisión, y como resultado se obtiene un valor porcentual que representa el nivel de usabilidad alcanzado en el sitio [14].

La evaluación del sistema resultante fue realizada por cuatro personas: un docente y tres estudiantes de la carrera de informática del Instituto Tecnológico de Colima. Los resultados finales de las cuatro evaluaciones se muestran en la Tabla 1.

Tabla 1. Resultados de evaluación del sistema con SIRIUS.

	Criterios evaluados	Sumatoria de relevancia	Sumatorio de columna <i>i</i> de criterio	Porcentaje de usabilidad
Evaluador 1	63	163	8.8098	88.10
Evaluador 2	75	257	9.1907	91.91
Evaluador 3	76	297	9.0067	90.07
Evaluador 4	75	291	8.5155	85.15
Promedio				88.8075

Cabe destacar que los evaluadores 1 y 2 tenían conocimiento pleno del sistema, mientras que los evaluadores 3 y 4 lo desconocían por completo hasta el momento de la evaluación, en la que se les instruyó únicamente para definir el tipo y objetivo del sitio.

Considerando que los cuatro resultados tienen una desviación estándar de 2.5049, se considera que la discrepancia es lo suficientemente baja para considerar algún tipo de sesgo en la evaluación.

También se aplicaron evaluaciones de SIRIUS a los directorios de Investigadores de distintas instituciones: la Universidad de Talca, el Instituto de Investigaciones Estéticas de la UNAM y el Colegio de la Frontera Sur, obteniendo los resultados graficados en la Figura 8.

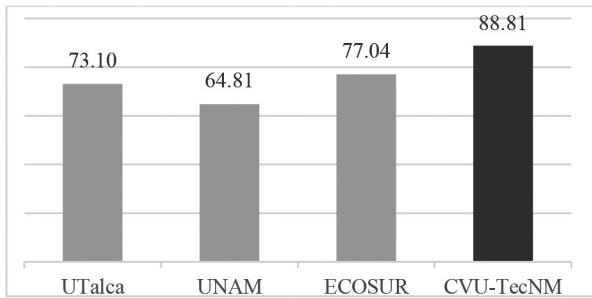


Figura 8. Gráfica de resultados de evaluación SIRIUS

Con estos resultados se obtiene que, el actual diseño del sistema cumple en gran medida con métricas de usabilidad evaluadas en SIRIUS, llegando a obtener un mayor puntaje en la evaluación.

Adicional a los criterios previamente evaluados, se consideraron las siguientes métricas:

- Tiempo de carga de la página.
- Total de registros de investigadores presentados en la interfaz.
- El promedio total de registros presentados por cada segundo de carga de la página.
- La cantidad de datos varios que se presentan por registro en la consulta.

Con lo que se pretende determinar el rendimiento y eficiencia de la búsqueda y visualización de resultados en comparación con los otros sistemas. Utilizando el mismo equipo de cómputo y conexión a internet se procedió a evaluar el rendimiento de cada uno de los sistemas y los resultados de este proceso se muestran en la Tabla 2.

	UTalca	UNAM	ECOSUR	CVU-TecNM
Tiempo de carga	19.1s	3.0s	5.9s	6.9s
Total de registros	209	69	165	178
Registros por segundo	10.9424	23	27.9661	27.7971
Datos por registro (consulta general)	<input type="checkbox"/> Nombre <input type="checkbox"/> Facultad <input type="checkbox"/> Departamento	<input type="checkbox"/> Nombre <input type="checkbox"/> Instituto <input type="checkbox"/> Grado <input type="checkbox"/> E-mail	<input type="checkbox"/> Nombre <input type="checkbox"/> E-mail	<input type="checkbox"/> Fotografía <input type="checkbox"/> # CVU-TecNM <input type="checkbox"/> Nombre <input type="checkbox"/> E-mail <input type="checkbox"/> Adscripción <input type="checkbox"/> Nivel SNI <input type="checkbox"/> Perfil deseable PRODEP
Densidad de datos	3	4	2	7

Tabla 2. Resultados de medición de tiempos de carga.

De la tabla anterior se puede observar en promedio el rendimiento de carga de registros por segundo transcurrido, quedando en orden de mayor a menor: ECOSUR, CVU-TecNM, UNAM y UTalca. Estos resultados son graficados en la Figura 9 para su mejor apreciación.

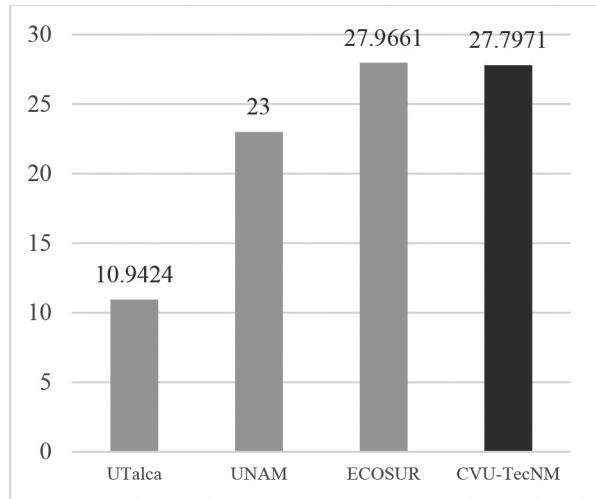


Figura 9. Gráfico de rendimiento de registros por segundo de carga.

A pesar de que el rendimiento de carga para ECOSUR aparenta una mayor cantidad de registros, encontramos que su densidad de datos, es decir, la cantidad de datos únicos por registro es menor a sus contrapartes, mostrando únicamente dos datos, el nombre y dirección de correo electrónico. En cambio, la consulta en CVU-TecNM presenta siete datos únicos, lo que incrementa la carga útil de información para los usuarios.

Conclusiones

El módulo administrativo para búsqueda de perfiles de usuario en la plataforma CVU-TecNM permitirá al personal administrativo de Dirección General del Tecnológico Nacional de México encontrar información relevante de los usuarios de una manera fácil e intuitiva. Además, permitirá un nivel de acceso de consulta detallada en un formato simple, permitiendo a los usuarios la elaboración de reportes generales en los ámbitos de: Perfiles adscritos a un plantel, pertenencia al Sistema Nacional de Investigadores (SNI) y reconocimiento al Perfil deseable de PRODEP.

En cuanto a la usabilidad y el rendimiento, se toma en cuenta que el diseño de la interfaz de usuario resulta importante en el incremento de la usabilidad, así como una mejora en el rendimiento permite al

usuario final aprovechar mejor el tiempo al realizar búsquedas de usuarios.

El uso de herramientas para la evaluación de la usabilidad, como lo es SIRIUS permite la valoración de la efectividad del diseño de la interfaz del usuario, sin requerir el uso de herramientas hardware específico. Gracias a este instrumento se pudo determinar de manera objetiva que el diseño actual es una mejora significativa con respecto a diseños existentes en otras instituciones.

De igual manera, en el desempeño se encontró que la obtención de resultados fue rápida y oportuna, considerando que en el alcance del sistema se abarca a más de diez mil perfiles de usuario y la densidad de información proporcionada al usuario es adecuada en contraste con otras del mismo estilo.

Trabajo Futuro

El desarrollo del módulo administrativo de la plataforma CVU-TecNM continúa en proceso y se espera la inclusión de características que faciliten la obtención de datos, visualización e interpretación de la información capturados. Así como la generación de estadísticas y seguimiento de indicadores que apoyen a la toma de decisiones.

También se considera implementar herramientas y mecanismos para la detección de incongruencias en los registros, lo que permitirá a los usuarios aplicar acciones correctivas lo que se significará que los reportes proporcionen información más precisa y confiable. Asimismo, la inclusión de análisis del contenido, con el cual se puedan realizar proyecciones de la evolución de la institución en las áreas de investigación, docencia y formación del personal.

Adicionalmente, se pretende añadir nuevos tipos de entradas para el registro en CVU-TecNM, de manera que se pueda extender más allá de la Dirección de Posgrado, Investigación e Innovación, e integrarse en procesos de la Dirección de Docencia e Innovación Educativa.

Referencias

- [1] Tecnológico Nacional de México, consultado 18/ Julio/2018. <http://www.tecnm.mx>, .
- [2] Tecnológico Nacional de México (2017), *Informe de Rendición de Cuentas 2017*, p. 7.
- [3] Tecnológico Nacional de México, consultado 27/julio/2018. <https://www.youtube.com/watch?v=Nv2SODarups>
- [4] CONACYT, consultado 19/julio/2018. <http://www.siicyt.gob.mx>
- [5] Cervantes, F. (2016) *Gestor Académico-Administrativo de Proyectos de Investigación*, Instituto Tecnológico de Colima (México).
- [6] Jan Goyvaerts, consultado 23/julio/2018. <http://www.regular-expressions.info>
- [7] Lilley, C., Jackson, D. consultado 23/julio/2018. <http://www.w3.org>, W3C
- [8] Lilley, C., Quin, L. consultado 24/julio/2018 <http://www.w3.org>
- [9] Buckler, C. consultado 24/julio/2018 *How to Use SVG Image Sprites*
- [10] Nielsen, J. (1993) *Usability Engineering* Academic Press Professional (Boston, MA, USA).
- [11] Tognazzini, B. consultado 24/julio/2018. <https://asktog.com/atc/principles-of-interaction-design/>
- [12] Wells, D. consultado 19/julio/2018 *Extreme Programming: A gentle introduction* <http://www.extremeprogramming.org/>
- [13] Scott, S. consultado 19/julio/2018. <http://agilemodeling.com/>
- [14] Suárez, M.C. (2011), *SIRIUS: Sistema de Evaluación de la Usabilidad Web Orientado al Usuario y basado en la Determinación de Tareas Críticas*, Universidad de Oviedo (España).

Recibido: 6 de agosto de 2018

Aceptado: 12 de diciembre de 2018