



PROGRAMA DE DOCTORADO EN CIENCIAS INFORMÁTICAS

TESIS DOCTORAL

TEMA:

**Interfaces Proactivas Móviles desde Legacies Web: Un
Enfoque de Diseño Conductual**

TUTORES:

DR. MARIO MATIAS URBIETA

DR. GUSTAVO ROSSI

AUTORA:

VIVIANA ELIZABETH CAJAS CAJAS

LA PLATA - ARGENTINA

2022

"Un poco de Ciencia nos aparta de Dios, mucha nos aproxima".

Louis Pasteur

AGRADECIMIENTO

A la Universidad Nacional de la Plata, por brindarme una puerta al conocimiento siendo estudiante extranjera a través de su oferta académica y de sus selectos maestros para cumplir con mis estudios de doctorado. A mis directores de tesis Dr. Matías Urbietta y Dr. Gustavo Rossi, por su profesionalismo, paciencia y por formarme en todas las habilidades necesarias para guiarme e incentivarme en el desarrollo de este trabajo y principalmente por ayudarme a alcanzar el perfil investigativo requerido. Al Dr. Yves Rybarczyk por ser un excelente investigador y un guía externo que siempre me apoyó creyendo en mis ideas. Al Dr. Edward De Bono quien de manera oportuna me inspiró a través de sus obras acerca de la aplicación del pensamiento creativo en la solución de problemas. A mis padres, hermanos, familiares, todos mis amigos, compañeros de estudios, colegas, y todas las personas que se cruzaron en mi camino en el momento justo que, de una u otra forma, colaboraron conmigo con su tiempo y apoyo para alcanzar los objetivos planteados en esta tesis.

Muchas Gracias.

Viviana Cajas

DEDICATORIA

A DIOS Todopoderoso, a la Virgen de Luján, por bendecirme con la salud, la disciplina, la perseverancia, la sabiduría y sobre todo con la fe que requería a cada momento que parecía todo imposible. Gracias por todas las experiencias de aceptación, crecimiento y mejora durante todo este proceso.

Viviana Cajas

PUBLICACIONES

- Rivero, J. M., Urbieto, M., Firmenich, S., Witkin, M., Serrano, R., Cajas, V. E., & Rossi, G. (2018, June). Improving legacy applications with client-side augmentations. In *International Conference on Web Engineering* (pp. 162-176). Springer, Cham. (José Matías Rivero et al., 2018)
- Cajas, V., Urbieto, M., Rybarczyk, Y., Rossi, G., & Guevara, C. (2018, August). Portability Approaches for Business Web Applications to Mobile Devices: A Systematic Mapping. In *International Conference on Technology Trends* (pp. 148-164). Springer, Cham. (Viviana Cajas et al., 2018)
- Cajas, V., Urbieto, M., Rybarczyk, Y., Rossi, G., & Guevara, C. (2019, April). An Approach for Migrating Legacy Applications to Mobile Interfaces. In *World Conference on Information Systems and Technologies* (pp. 916-927). Springer, Cham.(V. Cajas et al., 2019)
- Cajas, V., Urbieto, M., Rossi, G., & Mayo, F. D. (2020). Challenges of Migrating Legacies Web to Mobile: A Systematic Literature Review. *IEEE Latin America Transactions*, 18(05), 861-873.
- Cajas, V., Urbieto, M., Rossi, G., & Rybarczyk, Y. (2020). Migrating legacy Web applications. *Cluster Computing*, 1-17.

RESUMEN EJECUTIVO

Contexto: Los sistemas heredados o legacies son sistemas independientes construidos en una era tecnológica anterior que disponen de precaria documentación que se resisten significativamente a su modificación y evolución, para cubrir cambios en sus requerimientos, además son grandes sistemas parcialmente desconocidos y vitales para las organizaciones y que en su mayoría no poseen financiamiento para mejoras. En contraposición a los legacies, las aplicaciones móviles cambiaron inesperadamente la vida de las personas dado que las aplicaciones son una herramienta omnipresente en la vida cotidiana y clave fundamental en los modelos de negocio en todo el mundo. Los problemas de usabilidad de aplicaciones heredadas se han estudiado en diferentes trabajos, debido a que desde este auge estos inconvenientes se han hecho evidentes cada día, algunos de los más relevantes radican en la legibilidad de la tipografía, los iconos, el tamaño, la orientación de la pantalla, la pérdida de tiempo y la excesiva carga cognitiva para los usuarios debido al tamaño de la pantalla, entre otras limitaciones de los dispositivos.

Objetivo: En esta tesis se propone un enfoque empático multidisciplinario que permite la correcta portabilización de legacies web a móviles a través de algoritmos predictivos como las cadenas de Markov que ofrecen una mejorada experiencia de usuario a través de la obtención del modelo de comportamiento de navegación avalada por métricas de usabilidad, de manera adicional se logra la mejora de la productividad laboral y el cumplimiento de las heurísticas de Nielsen.

Método: Este estudio se basó en el método de ingeniería del paradigma evolutivo el cual se trata de observar las soluciones existentes, etapa realizada a través de un mapeo y revisión sistemática de la literatura de la última década, luego se debe proponer mejores soluciones, crear o desarrollar, medir y analizar y repetir hasta que no haya más mejoras posibles, etapa en la cual se propone el enfoque empático basado en el modelo Markoviano para obtener el modelo de navegación del usuario, entregado a través del mínimo producto viable en varias iteraciones hasta lograr perfeccionar el modelo. Por lo tanto, llegar a una mejor propuesta final depende en gran medida de la creatividad y el sentido común aplicado a la construcción del nuevo método. Esta vista orientada a la mejora evolutiva supone que el investigador ya tiene modelos del proceso de software, producto, personas, del entorno y modifica el modelo o los aspectos del modelo para mejorar lo que se está estudiando.

Resultados: En el mapeo sistemático se obtienen 44 artículos que presentan diferentes enfoques que solucionan de manera básica, parcial o específica la portabilización, se evidencia que no existen enfoques de diseño centrados en el usuario, tampoco basados en modelos de Markov y que las propuestas no son evaluadas con métricas como la de la productividad laboral, heurísticas de Nielsen ni las de la ISO 9241-11, así como la Leyes de Fitts y Hick. Al proponer y

posteriormente implementar este enfoque empático a través de una herramienta se logra demostrar que la productividad laboral mejora en un rango de 75% a 530% con respecto a la aplicación original, por otro lado, los tiempos de consecución de las tareas se reducen en una proporción de 3 a 1 para los casos analizados. Los deslizamientos en pantalla se reducen en promedio a la mitad. Además, la satisfacción del usuario a través de una encuesta muestra un aumento en la calificación de parámetros de estética y diseño, la facilidad de uso, los contenidos e información, y la utilidad para el 100% de los usuarios. Cabe destacar que a partir de este estudio se han logrado cinco publicaciones SCOPUS.

Conclusiones: La contribución incluye un trabajo transdisciplinario que demuestra que este modelo hace posible un diseño de interfaz inteligente y proactivo, considerando además variables sociodemográficas directamente relacionadas que contribuyen a la economía del contexto. Este estudio apoya la idea de que incluir cadenas de Markov para predecir el comportamiento del usuario podría ser una de las teorías conductuales que se pueden aplicar para mejorar otros enfoques, como los sistemas basados en modelos, en términos de asignación automática de pesos y prioridades. Por otro lado la tecnología al fin de cuentas debe apoyar la producción de valor en el negocio, por lo que los enfoques para el desarrollo y diseño de sistemas deben considerar metodologías interdisciplinarias, transversales que incluyan profesionales o teorías establecidas por otras áreas como la sociología, economía, matemática que permitan humanizar el software con la capacidad de predecir las conductas para que el producto llegue a ser lo que el cliente quiere, inclusive alcanzar una investigación aplicada al ciudadano. A través de este tipo de enfoques, las empresas pueden llegar a ser más independientes de las redes sociales enriqueciendo la base de clientes, generando su propio big data, CRMs, business intelligence y finalmente inbound marketing que permita ser una organización orientada por los datos generando la hiperpersonalización. Por tanto, los perfiles de usuario juegan un papel importante ya que ayudan a definir diferentes niveles de personalización para aumentar el valor de vida útil del cliente (CLV) y también el retorno sobre inversión (ROI) en la transformación digital. Como trabajo futuro, se planea la mejora continua del enfoque e integrar en primera instancia todas las personalizaciones en un solo sitio web para que el usuario con un único inicio de sesión pueda acceder a todas sus personalizaciones y comportamientos de navegación para que no deba instalar el script de un dispositivo a otro.

Palabras Claves: aplicación legacy; cadenas de Markov; dispositivos móviles; enfoque empático; interfaz proactiva; mapeo sistemático; migración; portabilización.

EXECUTIVE SUMMARY

Context: Inherited systems or legacies are independent systems built in a previous technological era that have precarious documentation that significantly resist to its modification and evolution, to cover changes in its requirements, furthermore, are large systems that are partially unknown and vital for organizations and most of them do not have financing for improvements. In contrast to legacies, mobile applications have unexpectedly changed people's lives due to applications are an omnipresent tool in daily life and a fundamental key in business models around the world. The usability problems of legacy inherited applications have been studied in different works, because since this boom these drawbacks have become evident every day, some of the most relevant lie in the legibility of typography, icons, size, orientation of the screen, the waste of time and the excessive cognitive load for the users due to the size of the screen among other limitations of the devices.

Objective: In this thesis, a multidisciplinary empathic approach is proposed that allows the correct portability of web legacies to mobiles through predictive algorithms such as Markov chains that offer an improved user experience through obtaining the guaranteed navigation behavior model by usability metrics, additionally the improvement of labor productivity and compliance of Nielsen heuristics is achieved.

Method: This study was based on the evolutionary paradigm engineering method which tries to observe the existing solutions, a stage carried out through a mapping and systematic review of the literature of the last decade, then better solutions must be proposed, created or developed, to measure and analyze and repeat until no more improvements are possible, stage in which the empathic approach based on the Markovian model is proposed to obtain the user navigation model, delivered through the minimum viable product in several interactions until the model becomes perfected. Therefore, reaching a better final proposal depends largely on creativity and common sense applied to the construction of the new method. This evolutionary improvement oriented view assumes that the researcher already has models of the software process, product, people, and environment as well as modifies the model or aspect of the model to improve what is being studied.

Results: In the systematic mapping, 44 articles are obtained that present different approaches that solve portability in a basic, partial or specific way, it is evident that there are no user-centered design approaches, nor are based on Markov models and that the proposals are not evaluated with metrics as the labor productivity, Nielsen heuristics nor the ISO 9241-11, as well as the Laws of Fitts and Hicks. By proposing and subsequently implementing this empathetic approach through a tool, it is possible to demonstrate that labor productivity improves in a range of 75% to 530% with respect to the original application, on the other hand, the times for completing

tasks are reduced in a proportion of 3 to 1. Screen swipes are reduced by half on average. In addition, user satisfaction through a survey shows an increase in the rating of aesthetic and design parameters, ease of use, content and information, and usefulness for 100% of users. Noteworthy, that from this study five SCOPUS publications have been achieved.

Conclusions: The contribution includes a transdisciplinary work that demonstrated that this model makes possible an intelligent and proactive interface design, also considering directly related sociodemographic variables that contribute to the economy of the context. This study supports the idea that including Markov chains to predict user behavior could be one of the behavioral theories that can be applied to improve other approaches, such as models based on systems, in terms of automatic assignment of weights and priorities. On the other hand, technology, in the end, must support the production of value in business, so the approaches for the development and design of systems must consider interdisciplinary, transversal methodologies that include professionals or theories established by other areas such as sociology, economics, mathematics that allow humanizing the software with the ability to predict behaviors so that the product becomes what the client wants, including achieving applied research for the citizen. Through this type of approach, companies can become more independent of social networks, enriching the customer base, generating their own big data, CRMs, business intelligence and finally inbound marketing that allows them to be an organization guided through the data generating hyperpersonalization. Therefore, user profiles play a significant role as they help define distinct levels of personalization to increase customer lifetime value (CLV) and return on investment (ROI) in digital transformation. As future work, it is planned to continuously improve the approach and integrate in the first instance all the customizations in a single website so that the user with a single login can access all their customizations and browsing behaviors, so the user should not have to install the script from one device to another.

Keywords: legacy application; Markov chains; empathic approach; proactive interface; systematic mapping; migration, mobile devices; portability

INDICE DE CONTENIDO

OBJETIVOS	1
INTRODUCCION	2
CAPITULO I	8
METODOLOGIA Y MARCO TEORICO	8
CAPITULO II	20
TRABAJOS RELACIONADOS	20
CAPITULO III	68
ENFOQUE PROPUESTO	68
CAPITULO IV	85
LA HERRAMIENTA	85
CAPITULO V	102
CASOS DE ESTUDIO	102
CAPITULO VI	127
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	127
LINEAS FUTURAS	131
REFERENCIAS	132
ANEXOS	151
Anexo 1 – Matriz de Cercanía Primera Iteración Sistema SGA	151
Anexo 2 – Descripción de las Tablas Principales	153

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Matriz de Proximidad o Cercanía	17
Tabla 2. Términos de Búsqueda	20
Tabla 3. Resultados de la Búsqueda Aplicando los Criterios Filtro	26
Tabla 4. Características de los Estudios	55
Tabla 5. Contribución de los Estudios.....	56
Tabla 6. Alcance Vs Faceta de Investigación y Contribución.....	61
Tabla 7. Matriz de Cercanía Ejemplo.....	76
Tabla 8. Matriz de evaluación [23]	80
Tabla 9. Historias de Usuario	89
Tabla 10. Widgets Evaluados	103
Tabla 11. Matriz de Proximidad o Cercanía del Sga.....	104
Tabla 12. Prioridad de Pares de los Widgets del Perfil	105
Tabla 13. Métricas Anteriores Vs. Métricas Nuevas del Sga.....	109
Tabla 14. Widgets Evaluados EcuadorlegalOnLine.....	112
Tabla 15. Matriz de Cercanía o Proximidad de EcuadorLegalOnLine	113
Tabla 16. Prioridad de Pares de Widgets	114
Tabla 17. Matriz de Transición de EcuadorLegalOnLine	114
Tabla 18. ELOL Métricas Anteriores Vs. ELOL Métricas Actuales	121
Tabla 19 . Comparación de Heurísticas de Nielsen.....	121
Tabla 20 . Comparación de Resultados	123
Table 21. Evaluación de Métricas	124
Tabla 22. Evaluación de Métricas II	125
Tabla 23. Comparación de Resultados.....	126

INDICE DE FIGURAS

Figura No. 1 Sitio Web Legacy	4
Figura No. 2 Organizador Lógico de Variables	9
Figura No. 3 Navegación de Cadenas de Markov	15
Figura No. 4 Enfoques	57
Figura No. 5 Estrategias	60
Figura No. 6 Estrategia de Mejora de Experiencia de Usuario	69
Figura No. 7 Etapas de Adaptación	71
Figura No. 8 Enfoque o Ruta conceptual	73
Figura No. 9 Grafo Widget 1	77
Figura No. 10 Distribución Inicial de Widgets	78
Figura No. 11 Necesidades Emergentes de Transformación Digital	87
Figura No. 12 Historias de Usuarios – Inicial	88
Figura No. 13 Login	89
Figura No. 14 Registro	90
Figura No. 15 Menú Flotante	91
Figura No. 16 Menú Flotante Activado	92
Figura No. 17 Capas de aplicación	93
Figura No. 18 MarkovBehaviour Tool – Proceso del Enfoque Empático	95
Figura No. 19 Matriz de Cercanía	96
Figura No. 20 Matriz de Transición	97
Figura No. 21 Interfaz Original SGA	97
Figura No. 22 Mockup con Nueva Interfaz	98
Figura No. 23 Modelo de Navegación de Prueba	99
Figura No. 24 MarkovBehaviour Tool – Función Drag&Drop	99
Figura No. 25 MarkovBehaviour Tool – Modelo de Datos	101
Figura No. 26 Reorganización de Widgets	106
Figura No. 27 Distribución Anterior Vs. Nueva del Sga	108
Figura No. 28 Captura en Móvil de EcuadorLegalOnLine	110
Figura No. 29 Componentes de la página principal del sitio Ecuador Legal Online	111
Figura No. 30 Widget ANT	116
Figura No. 31 Transición de Widgets	117
Figura No. 32 Modelo de Interfaz de Usuario Refactorizada	118
Figura No. 33 Prototipo de EcuadorLegalOnLine (izquierda: widgets contenedor; centro: widgets hijos; derecha: navegación de página)	119

OBJETIVOS

Los principales objetivos de la tesis se mencionan a continuación:

- Investigar los métodos utilizados para la portabilización de aplicaciones legacies a móviles mediante una revisión sistemática de la literatura de la última década.
- Establecer una metodología para el análisis de aplicaciones Web que permita una correcta portabilidad a dispositivos móviles a partir de la identificación de necesidades del usuario y del negocio integrando los componentes y servicios más adecuados para la versión móvil.
- Desarrollar una herramienta que permita implementar de forma práctica el enfoque propuesto para evidenciar la factibilidad técnica.
- Evaluar la metodología con su aplicación en casos de estudio utilizando métricas de usabilidad, productividad y accesibilidad.

INTRODUCCION

Antecedentes

El concepto de sistemas heredados, legados o legacy systems en inglés, admite algunas definiciones según el punto de vista considerado, uno de ellos es el de Ulrich (Ulrich, 2002) que hace referencia a ellos como sistemas independientes construidos en una era tecnológica anterior que disponen de precaria documentación. Por otro lado, Brodie y Stonebraker (Brodie & Stonebraker, 1995) los definen como todo sistema de información que se resiste significativamente a su modificación y evolución, para cubrir cambios en sus requerimientos. Mientras Bennett (Bennett, 1995) desde su concepción habla de grandes sistemas parcialmente desconocidos y vitales para las organizaciones.

En contraposición a los legacies, las aplicaciones móviles cambiaron inesperadamente la vida de las personas dado que las aplicaciones son una herramienta omnipresente en la vida cotidiana y clave fundamental en los modelos de negocio en todo el mundo. Desafortunadamente, las aplicaciones creadas antes del desarrollo de dispositivos móviles, se convierten automáticamente en legacies (Mahrach Mahrach, 2019)(O'Reilly, 2005), porque mientras pasa el tiempo, las aplicaciones se vuelven heredadas debido a muchas razones como falta de mantenimiento o avance de nuevos dispositivos incompatibles, el problema radica en el hecho de que no se diseñaron con la previsión de adaptarse automáticamente, puesto que la tecnología se ha tornado disruptiva y anteriormente con la tecnología disponible era muy complicado visionar las tendencias que se han generado en la actualidad, por este motivo hoy en día estas son aplicaciones que han quedado desactualizadas.

Sin embargo, debido a los procesos o conocimiento que manejan, todavía son utilizadas por los usuarios (generalmente por organizaciones o empresas) y en este contexto no se desea, no se puede reemplazar o actualizar fácilmente. Este fenómeno se repite cada vez que se adopta un nuevo dispositivo como por ejemplo los Smartwatch o la evolución de uno nuevo como los refrigeradores que

proporcionan características de internet de las cosas (IoT), puesto que el hardware avanza más rápido que el software.

El Problema

Los problemas de usabilidad de aplicaciones heredadas se han estudiado en diferentes trabajos, debido a que desde el auge de las aplicaciones móviles estos inconvenientes se han hecho evidentes cada día, algunos de los más relevantes radican según Zimmerman y Yohon (Zimmerman & Yohon, 2009) en la legibilidad de la tipografía, los iconos, el tamaño, la orientación de la pantalla, etc. Además, la usabilidad en aplicaciones móviles acorde con Hoehle (Hoehle et al., 2016) sugiere que los gráficos estéticos corresponden a un equilibrio entre los colores, las formas, el idioma, la música o la animación, lo cual se convierte en un concepto importante al evaluar. Taylor (Taylor et al., 2015) ha recopilado experimentos de usabilidad de 10 aplicaciones populares, donde 3.575 usuarios calificaron la usabilidad utilizando el cuestionario de Escala de usabilidad del sistema (SUS) (Brooke, 1996). La calificación promedio del SUS fue de 77.7 de 100, que es comparable a una calificación de C en la escala de calificación universitaria (Bangor et al., 2009), esto sugiere que, aunque las aplicaciones móviles se utilizan en gran medida, no son perfectamente utilizables.

En otro experimento los autores (J.M. Rivero et al., 2018), evaluaron la productividad y el rendimiento de los usuarios que acceden tanto a una versión heredada como a una versión móvil de una aplicación. Los resultados basados en dos sitios mostraron problemas de usabilidad que indican que se requieren más eventos de desplazamiento y acercamiento / alejamiento en la versión original en comparación con la versión optimizada para dispositivos móviles. La Figura 1 muestra el diseño clásico de un sitio Web legacy, en el cual existe una descomunal cantidad de enlaces, excesiva carga cognitiva para el usuario, no hay balance entre los gráficos y texto puesto que la tecnología de ese momento no permitía la generación de una identidad visual adecuada, por lo tanto este sitio en una pantalla de dispositivo móvil inclusive genera fatiga visual para los usuarios quienes en primer lugar deben realizar zoom para poder leer adecuadamente el texto de los enlaces, posteriormente realizar n desplazamientos para poder encontrar la

información. Pese a que los exploradores actuales ayudan con el efecto responsivo, este sitio requiere de una mejora puesto que la miniatura del sitio original presenta como inconvenientes que el contenido no se representa correctamente en las ventanas gráficas de dispositivos móviles. Se requieren interacciones de IU innecesarias para realizar una tarea determinada. Desde el punto de vista del diseño, no se pensó que las aplicaciones se ejecutarán en tales dispositivos. El diseño basado en tablas HTML no es compatible con dispositivos móviles.



Figura No. 1 Sitio Web Legacy

Lamentablemente, pese al conocimiento de estos problemas, los usuarios se ven obligados a interactuar con estas aplicaciones, incluso si tienen poca usabilidad,

porque los sistemas heredados tienden a expandirse con el tiempo, ya que el esfuerzo para eliminar el código no utilizado casi nunca se financia (Mahrach, 2019). Por lo tanto, para abordar el problema, la industria ha tratado de mejorar la usabilidad aumentando el ancho de los dispositivos, entre otras soluciones parciales relativas al hardware y ciertas mejoras en software.

No obstante, la diversidad de usuarios requiere una aplicación personalizada, adaptada a cada perfil individual y que brinde la mejor experiencia. De hecho, los colaboradores de las empresas que brindan servicio de campo pasan su tiempo de trabajo en la carretera o con el cliente o en el lugar del cliente (Attaran, 2019). A partir de esta premisa, las empresas que no han adaptado sus modelos de negocio a los dispositivos móviles corren el riesgo de desaparecer en el mediano plazo.

Un modelo de negocio (Zott & Amit, 2015) está respaldado por un sistema diseñado para satisfacer las necesidades percibidas del mercado y, por lo tanto, crear valor para todos los interesados involucrados: clientes, socios estratégicos, proveedores y empleados. Los nuevos modelos de negocio se pueden implementar a través de herramientas del ecosistema digital, un elemento trascendental de este ecosistema son las aplicaciones móviles (Ramírez Vique, 2019) las cuales permiten que el negocio sea accesible a una gama más amplia de usuarios y clientes empresariales que acceden principalmente a aplicaciones Web desde sus dispositivos móviles en cualquier momento y en cualquier lugar.

Con estas premisas, algunos enfoques intentan solucionar esta portabilización, generando ciertas mejoras. Sin embargo, en la mayoría de estas soluciones que fueron motivo de un mapeo y revisión sistemática de la literatura (Viviana Cajas et al., 2018) (V. Cajas et al., 2020) previos, que se detallarán en los siguientes capítulos, no existe una participación directa de los usuarios; no consideran su identidad visual, no se hacen análisis de sentimientos o minería de opinión ni se usan modelos predictivos de comportamiento.

En definitiva, no se observaron enfoques empáticos (Dalton & Kahute, 2016), los cuales requieren observar a los usuarios que utilizan productos y servicios en sus propios entornos para encontrar usos insospechados del sistema

que pueden conducir a mejores oportunidades. Este tipo de enfoque también ayuda a descubrir los problemas que generalmente los usuarios no mencionan explícitamente en entrevistas o encuestas de satisfacción. Además, un diseño empático requiere técnicas de colaboración inusuales por equipos multidisciplinares para diseñar soluciones disruptivas.

Por todo lo expuesto, esta tesis propone un enfoque empático con el usuario a través de cadenas de Markov (Deters & Rybarczyk, 2018), que son una herramienta creada por el matemático ruso Andrei Markov en 1907 que mezcla principios algebraicos y estadísticos para analizar procesos estocásticos (que evolucionan con el tiempo en un conjunto de estados).

Es un algoritmo utilizado principalmente en muchas áreas de negocios y ciencia, pero en los últimos años ha ganado importancia en tecnología, principalmente en hardware, redes y luego en software, en este caso específico ayuda a la migración de aplicaciones Web heredadas para que se priorice la funcionalidad disponible, obteniendo el modelo de comportamiento de navegación de la aplicación web a través de estas heurísticas de Markov que corresponden a un método predictivo de comportamiento de usuario, partiendo de la matriz de cercanía de los widgets para reconsiderar la experiencia de la interfaz de usuario acorde a sus prioridades de uso.

El resultado destaca que una interfaz de usuario dinámica basada en el modelo de cadenas de Markov proporciona métricas de usabilidad mejoradas de la ISO 9241-11 para los usuarios, evidenciadas en la productividad laboral; las leyes de Fitts y Hick, la eficiencia, la eficacia y satisfacción a través de la comparación entre versiones.

Este trabajo transdisciplinario, por lo tanto, demuestra que este modelo hace posible un diseño de interfaz inteligente y proactivo, considera además variables sociodemográficas directamente relacionadas que contribuyen a la economía del contexto. Por tanto, los perfiles de usuario juegan un papel importante ya que ayudan a definir diferentes niveles de personalización para aumentar el valor de vida útil del cliente (CLV) (Ofek, 2014) y también el retorno sobre inversión (ROI) en la transformación digital.

Después de todo lo mencionado para establecer una propuesta de solución es necesario especificar los antecedentes históricos del tema, los trabajos relacionados y los fundamentos teóricos en los cuales se basa el enfoque. Así, esta tesis se encuentra organizada de la siguiente manera:

El Primer Capítulo corresponde a la metodología en donde se analiza el método investigativo, el problema que motiva la tesis y los principales elementos teóricos.

El Segundo Capítulo se enfoca los antecedentes y estudios relacionados al tema resultado del mapeo y de la revisión sistemática.

En el Tercer Capítulo se trata de la propuesta que presenta la descripción teórica para resolver el problema.

El Cuarto Capítulo evidencia la herramienta desarrollada para poner en práctica el enfoque propuesto.

El Quinto Capítulo corresponde a los casos de estudios en los cuáles se aplica y evalúa el enfoque propuesto.

En el Sexto Capítulo se pone en consideración las conclusiones y plantea el trabajo futuro de la investigación desarrollada.

Finalmente se presentan las referencias bibliográficas y los anexos.

CAPITULO I

METODOLOGIA Y MARCO TEORICO

1.1. METODO DE INVESTIGACION

Este estudio se basa en el método de ingeniería del paradigma evolutivo (Lázaro & Marcos, 2005): el cual sugiere observar las soluciones existentes, proponer mejores soluciones, crear o desarrollar, medir y analizar y repetir hasta que no haya más mejoras posibles. Por lo tanto, llegar a una mejor propuesta final depende en gran medida de la creatividad (De Bono, 1991) y el sentido común (De Bono, 2016) aplicado a la construcción del nuevo método.

Puesto que, en el caso de la ingeniería, es necesario un componente importante de la creatividad, lo que dificulta la elaboración de un método universal para resolver problemas en este campo. Esta vista orientada a la mejora evolutiva (Pérez et al., 2021) supone que el investigador ya tiene modelos del proceso de software, producto, personas, un entorno y modifica el modelo o los aspectos del modelo para mejorar lo que se está estudiando.

Por esta razón, el proceso de investigación inicia con un mapeo sistemático (Viviana Cajas et al., 2018) que estudia el problema, los enfoques y los desafíos presentes al migrar aplicaciones Web heredadas a plataformas móviles en la última década. Después de examinar los estudios publicados anteriormente, se establece que las cadenas Markov no se han propuesto como una herramienta para configurar las interfaces de usuario en el proceso de migración de aplicaciones heredadas a dispositivos móviles. Dicho esto, se presenta un enfoque basado en el modelo Markoviano (V. Cajas et al., 2019), probado por medio de casos de estudio. Finalmente, se realiza una evaluación que informa la evidencia preliminar sobre el beneficio del enfoque.

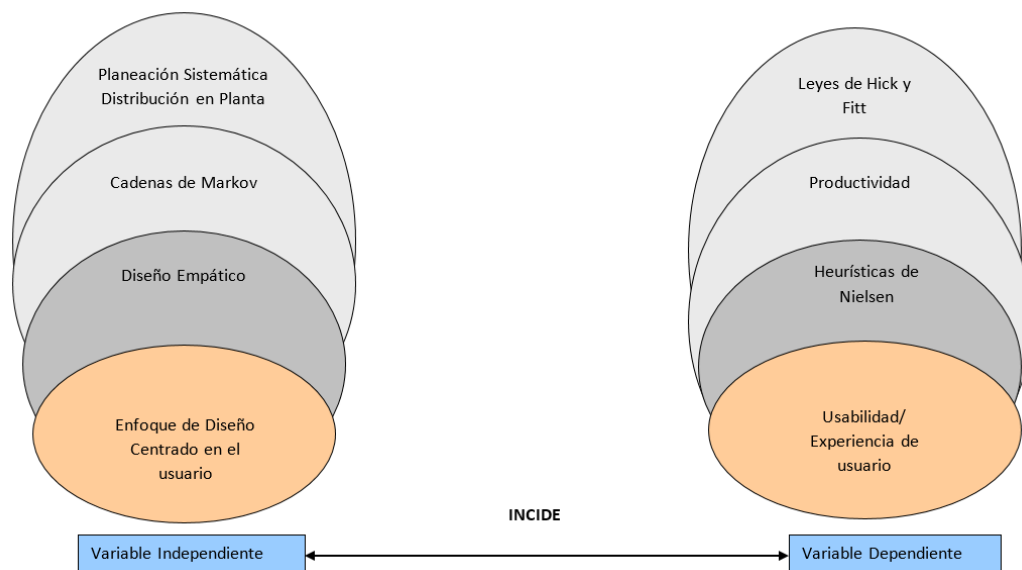


Figura No. 2 Organizador Lógico de Variables

La Figura 2 resume la relación entre las variables dependientes e independientes del enfoque que permiten establecer el marco conceptual en el que se desarrolla esta tesis, el cual será detallado en la siguiente sección.

1.2. Marco Conceptual

1.2.1. Evolución de las Aplicaciones Web

Los primeros sitios Web corresponden a la Web 1.0 (O'Reilly, 2005) una Web sencilla sin interacción y con carácter divulgativo y publicitario, en ella las empresas pioneras conjugaron sus principales servicios hacia la comunidad, posteriormente algunos esfuerzos permitieron gestionar los contenidos desde un perfil de usuario menos técnico, que no necesariamente tenga conocimiento de programación o Internet en donde se vuelven sitios algo más dinámicos, y por este motivo se les denomina Web 1.X.

Sin embargo, el crecimiento galopante de la tecnología trae a la Web 2.0 que surge bajo otras condiciones tanto de hardware como de software que incluyen conexiones ADSL (Asymmetric Digital Subscriber Line) (Van Den Berg et al., 2018), mejores servidores y herramientas de desarrollo Web, a ella se la conoce

también como la de la red social, en donde nacen los blogs, wikis, foros y las redes sociales propiamente dichas, la Web se vuelve colaborativa y el conocimiento es compartido.

Por otro lado, el avance de las aplicaciones se manifiesta a través de una Web 3.0 (Latorre, 2018) conocida también como la del futuro, correspondiente a la Web semántica, la de la nube, que permite el ahorro de hardware y software local, considerada además la era multidispositivo y poco a poco se presenta como una Web inteligente.

Sin embargo, en esta era multidispositivo surgen algunos problemas que requieren solución (Chacón Vázquez, 2021) por ejemplo si varios equipos comparten datos comunes se generan problemas de administración: inconsistencias, pérdidas de datos, dificultad de actualización y de uso. Por este motivo, se plantea la necesidad de un nuevo diseño en el que se considere la unificación del hardware con funcionalidad, la sincronización de los datos, el procesamiento distribuido de aplicaciones.

Además, esta era multidispositivo surge de la informática móvil que difiere de la informática de escritorio debido a la naturaleza dinámica del estado del sistema (Schilit et al., 1993), en la cual a través de los dispositivos móviles (Alonso et al., 2011) surgió un cambio drástico en la vida de las personas y todo lo referente a las comunicaciones generando nuevos espacios para el internet de las cosas (Giner et al., 2010) porque el usuario ahora quiere acceder a la información desde cualquier lugar y desde cualquier tipo de dispositivo.

En la última década, el mundo ha sido testigo de una rápida adopción de nueva tecnología desde dispositivos móviles hasta televisores inteligentes y refrigeradores entre otros equipos electrónicos que están interconectados y ejecutan aplicaciones; ese es el internet de las cosas (IoT) (Tascón, 2020). En la mayoría de los casos, la plataforma Web se ha utilizado para desarrollar interfaces de usuario sofisticadas como juegos o reproductores de películas avanzados implementados en estos dispositivos.

Por esta razón, en vista de la acogida que tuvo este tipo de aplicaciones surgen las aplicaciones empresariales móviles que funcionan como extensiones de un core organizacional, entre otros aplicativos de carácter personal, que sentaron bases para nuevos modelos de negocios, negocios globalizados, generando ventaja competitiva con respecto a negocios similares que no tomaron esta dirección (Santiago et al., 2017) y finalmente las aplicaciones que se direccionaron hacia el fortalecimiento de las redes sociales bajo la arquitectura de las aplicaciones Web 2.0 (Ríos et al., 2018), en las que el usuario se vuelve protagonista.

Dado que la llegada de una nueva familia de dispositivos presenta un gran desafío para los ingenieros que deben acompañar el rápido ritmo de la evolución de la aplicación. La nueva versión de la aplicación debe adaptarse para ejecutarse sobre una plataforma conocida como el navegador o incluso desarrollarse para una nueva plataforma imprevista como el reloj inteligente. En otras palabras, se necesita ajustar una solución a los canales disponibles, lo que significa proporcionar una experiencia de usuario diferente debido a las restricciones del dispositivo.

Por ejemplo, pasar de una aplicación Web de escritorio a una versión móvil probablemente reduzca las funciones disponibles debido a la vista móvil, y pasar de una versión móvil a una versión de reloj inteligente lo restringe aún más y también cambia la metáfora de navegación. Para empeorar las cosas, la estrategia de entrega continua parece establecer las aplicaciones en estado "beta": las nuevas características de la interfaz se introducen, prueban y luego consolidan o descartan rápidamente.

Considerando que la portabilidad directa es el grado de efectividad con que se puede transferir un sistema de software de un entorno de software a otro, sin la necesidad de adaptación o reemplazo (Brown, 1979), se vuelve un problema adaptar, migrar o portabilizar de forma directa una aplicación Web empresarial legacy o heredada Web 1.0 hasta Web 2.0 y Web 3.0 que no fue pensada para modificarse rápidamente en el tiempo hacia su uso en dispositivos móviles. Por consiguiente, este cambio puede demandar proyectos con duración de semanas o quizá años, y tener costos variables en concordancia a su complejidad, entre otras características como su portabilidad y funcionalidad multiplataforma, debido a que

existen actualmente plataformas prácticamente incompatibles y cerradas entre las principales se encuentran Android e iOS con lógicas de programación tan distintas que adaptar una aplicación de un sistema a otro representa un costo considerable (Pardo et al., 2018).

Así pues, es importante reflexionar también en los recursos limitados de los dispositivos móviles como sus procesadores poco potentes, pantallas de dimensiones reducidas, teclados pequeños o la inexistencia de ellos, generan como consecuencia que la experiencia de los usuarios no sea completamente satisfactoria, a causa de encontrarse con demasiados problemas para acceder a los Websites.

Dicho de otra manera, cada tipo de aplicación viene con desafíos, y por ende las empresas pueden optar por aplicaciones nativas o sacrificar parte de la funcionalidad para crear aplicaciones Web, siendo esta una decisión trascendental para su administración de operaciones.

Ante todo este escenario, existen varias iniciativas que han tratado de resolver este inconveniente, como el diseño Web adaptable (Responsive Web Design) (Marcotte, 2010b) el cual prioriza la correcta maquetación de una misma página en distintos dispositivos: desde ordenadores de escritorio a tablets o móviles usando media queries (W3C, 2012) y CSS (Cascading Style Sheets), sin embargo los dispositivos antiguos no se adaptan correctamente a estos diseños, existen aplicaciones con pantallas de ancho fijo, además existe sobrecarga en la red del usuario al enviar más datos de los que necesita el dispositivo para mostrar correctamente el sitio cuando se adapta una Web porque se deben ocultar contenidos para facilitar la navegación pero se baja toda la página.

Adicionalmente, en la actualidad no todos los exploradores ni todas sus versiones poseen el renderizado sub-pixel (Weinzettelova, n.d.) que soluciona el problema del redondeo de los porcentajes de grillas o márgenes en los CSS (Alawar & Abu-Naser, 2017), de forma adicional se debe considerar previamente en el diseño no utilizar ciertos elementos como sliders, lightboxes, tabs que no permiten una buena experiencia para el usuario en móviles.

No obstante la experiencia de usuario a través de una maquetación correcta de las aplicaciones Web móviles no es el único problema existente a resolver, se debe también tomar en cuenta que para los negocios tradicionales entre el diseño de un sitio Web empresarial y un sitio móvil con características y opciones más livianas puede generarse un abismo (NIELSEN, 2012), adicionalmente estas aplicaciones pueden enmarcarse aún en arquitectura Web 1.0 o Web 1.x, por lo tanto se debe seleccionar cuidadosamente que los contenidos para cada caso sean los más adecuados y no generen inconsistencias ni conflictos de requerimientos de negocio (Urbieta et al., 2012).

1.2.2. Enfoque de diseño centrado en el usuario (UCD)

UCD (Norman, D. A., & Draper, 1986) es un enfoque de desarrollo de sistema interactivo centrado en aumentar la usabilidad de las interfaces del sistema de acuerdo con las necesidades y expectativas del usuario. En UCD, a diferencia de los diseños centrados en el sistema, los usuarios participan directamente en el proceso de diseño. El objetivo es mejorar la usabilidad, utilidad y accesibilidad del sistema con la información adquirida de los usuarios.

Este enfoque enfatiza que los sistemas están diseñados para usuarios, por lo tanto, las necesidades de los usuarios deben estar a la vanguardia al diseñar interfaces. Un estudio de Normal Group (Nielsen et al., 2019) muestra que las mejoras en usabilidad en dólares dentro de los sitios de comercio electrónico se duplican en ventas. Los sitios de intranet ganan productividad en tiempo ahorrado, que es dinero ahorrado en comparación con el costo por hora de los empleados. Finalmente, recomendaron gastar el 10% del presupuesto de un proyecto para la usabilidad, aunque un ROI (retorno de la inversión) óptimo requiere gastar un 20% o más.

1.2.3. Empático

El diseño empático (Dalton & Kahute, 2016) se usó generalmente en el período inicial de desarrollo del producto o en el proceso de diseño para generar conceptos innovadores. Dorothy y Jeffrey (1997) proporcionaron cinco pasos de diseño empático y preguntaron qué formas se pueden usar para mostrar a los

usuarios finales o el conocimiento interno del diseñador para descubrir sus necesidades y qué métodos se pueden aplicar al análisis del proceso. Estas preguntas no se han respondido a las necesidades potencialmente críticas de los clientes. La demanda de usuarios es uno de los principales problemas a resolver en el diseño empático.

1.2.4. Markov Chains

Son un tipo de redes bayesianas dinámicas (Murphy, K. P.(University of California, Berkeley, 1998) que predicen el estado de un sistema en un momento dado desde el estado anterior. Los elementos más importantes para el establecimiento de la cadena son: espacio de estado, la matriz de transición y la distribución inicial (Thimbleby et al., 2001). El diagrama de transición de estado presenta gráficamente la misma información proporcionada por la matriz de transición, como en la Figura. 3.

Los nodos (círculos) representan los estados posibles, mientras que las flechas muestran las transiciones (se incluye la opción de volver al mismo estado). Una probabilidad de transición define la probabilidad de moverse de un estado a otro (flechas en la Figura 2).

Algoritmos exitosos como PageRank, creado por Google, permite otorgar un valor numérico a cada página Web y, a partir de ella, establece el orden en que aparecen después de una búsqueda, utiliza cadenas de Markov y demuestra que son adecuadas para establecer modelos de navegación Web.

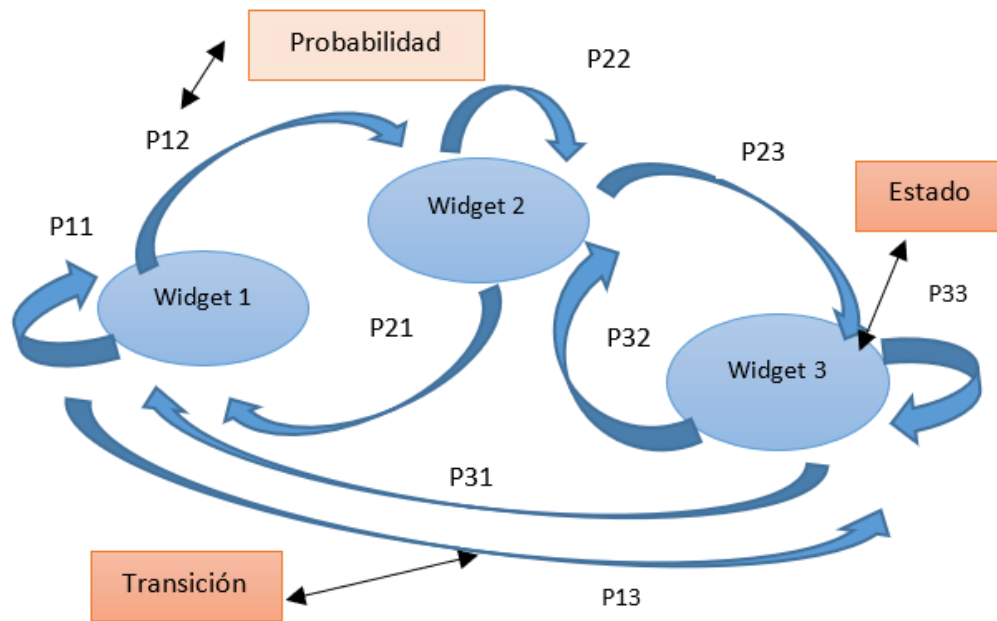


Figura No. 3 Navegación de Cadenas de Markov

Las cadenas de Markov han sido aplicadas en numerosas áreas, siendo una de ellas la tecnología con incidencia directa en el hardware, redes y en los últimos años el software. Los principales estudios relacionados que abarcan el uso de cadenas de Markov en software se resumen a continuación:

- Se proponen los modelos de Markov en una herramienta para integrarlos en el diseño de un dispositivo con botones: móviles, máquinas expendedoras, grabadoras (Thimbleby et al., 2001) que pueden representarse como máquinas de estados finitos. El enfoque se puede aplicar a diseños abstractos, prototipos y animaciones, o sistemas completamente operativos.
- Las cadenas de Markov son utilizadas dentro de un modelo extendido (EMM) para desarrollar planes y métodos de prueba desde los componentes hasta el análisis del sistema (Mao & Lu, 2004). Los resultados de la prueba muestran que se puede mejorar gradualmente el EMM para realizar pruebas de regresión y también pueden usarse para corregir programas, siendo un marco semiautomático.
- Una cadena discreta de Markov es utilizada para obtener el modelo de comportamiento de una aplicación Mashup (Yanchun & Xingpeng, 2009)

para construir el modelo de las actividades previo a la construcción del modelo de riesgo de seguridad.

- Se utiliza una cadena jerárquica de Markov para realizar las pruebas de la línea de productos de software (Chohan & Bibi, 2017). Se implementan tres modelos: (i) captura el comportamiento potencial de los productos; (ii) mantiene un registro de las funciones con las similitudes o variaciones entre los productos y (iii) realiza una especificación de la asignación de elementos en las transiciones de prueba.
- Se utiliza el modelo teórico de juegos y el concepto de teoría del flujo para obtener una interfaz de usuario óptima modelada a través de cadenas de Markov (Nwobi-Okoye & Okiy, 2018). La validación fue de tres estudios de caso; una aplicación Web, una aplicación de escritorio y la comparación de interfaces móviles, dejando a Windows Phone 7 en desventaja con respecto a Android y iPhone.

Posterior a la publicación del enfoque teórico (V. Cajas et al., 2019) y primer experimento (Cajas, V., Urbieto, M., Rossi, G., & Rybarczyk, 2020) surgen propuestas con similar metodología como:

- TADAP (Mezhoudi & Vanderdonckt, 2020) un enfoque basado en modelos, capaz de generar una interfaz adaptable al contexto y predictiva con base en aprendizaje automático y cadenas de Markov incluyendo en los contenedores las tareas acordes a la predicción como respuesta a la retroalimentación de los usuarios en forma mixta que incluye comentarios explícitos e implícitos.

Esta herramienta de adaptación de la interfaz de usuario en tiempo de ejecución de iniciativa mixta proporciona recomendaciones de interfaz para usuarios con el mismo perfil. Se mide a través de una métrica de idoneidad y evaluación del usuario, sin embargo, la adaptación no incluye sistemas legados.

Los trabajos demuestran que las cadenas de Markov pueden ser una solución útil en la ingeniería de software. Sin embargo, el potencial de una técnica de este tipo

todavía está infrautilizado en los procesos de migración de aplicaciones Web a móviles. Por este motivo, se propone utilizar Markov para obtener en primera instancia el modelo de comportamiento de la aplicación Web que permite generar una adaptación más eficiente basada en la usabilidad y accesibilidad para los usuarios finales, teniendo en cuenta la probabilidad determinada por las áreas más utilizadas, actividades comunes, así como, los enlaces más navegados.

1.2.5. Planeación Sistemática de la Distribución en Planta (Systematic Layout Planning)

Esta técnica fue propuesta por Muther (Muther, R., & Wheeler, 1994) cuyo acrónimo es SLP, permite que la organización o distribución de la planta de fabricación mejore la productividad en la gestión de las operaciones a través de la reducción de movimientos, de acuerdo con el flujo de información o materiales y la cercanía de las áreas comunes para lograr un proceso. Para representar las relaciones existentes, se utiliza una tabla relacional de actividades o áreas, llamada matriz de cercanía. Es habitual expresar estas necesidades a través de un código de letras, siguiendo una escala que disminuye con el orden de las cinco vocales, como se muestra en la Tabla 1.

Este trabajo hace una analogía entre la aplicación de software y una planta de fabricación, que corresponde al espacio dentro de la pantalla. Entonces, la distribución de elementos en los que los usuarios navegan debe ser óptima con respecto a esta matriz. Y debe considerarse de acuerdo con el flujo de trabajo y la distribución del proceso. El uso eficiente del espacio dentro de la pantalla se garantiza de acuerdo con el principio del flujo óptimo del proyecto.

Tabla 1. Matriz de Proximidad o Cercanía

Clave	Cercanía	Valor
A	Absolutamente necesario	5
E	Especialmente importante	4
I	Importante	3
O	Ordinaria	2
U	Sin importancia	1
X	No deseable	0

1.2.6. Experiencia de usuario (UX)

UX (Beauregard & Coriveau, 2007) se define como las emociones, actitudes, pensamientos, comportamientos y percepciones de los usuarios a lo largo del ciclo de vida de uso y sugiere que una relación conceptual entre estas construcciones, surge de una interacción entre un usuario y un producto dentro de un contexto. Este marco sugiere que una interacción con un producto o concepto percibido o notado a través de uno o más de los cinco sentidos da lugar a emociones, pensamientos y actitudes.

1.2.7. Productividad Laboral

La productividad laboral (Education, 2019) se define como la producción por trabajador o por hora trabajada. Los factores que pueden afectar la productividad laboral incluyen las habilidades de los trabajadores, el cambio tecnológico, las prácticas de gestión y los cambios en otros insumos (como el capital).

Por esta razón, debe tenerse en cuenta que las mejoras en la interfaz de usuario tienen un impacto positivo en las métricas de Productividad Laboral (PL) como se muestra en la Ecuación (1).

$$LP = \frac{\text{Salidas}}{\text{Horas Trabajadas}} \quad (1)$$

1.2.8. Ley de Hick

La ley de Hick (Hick, 1952) describe el tiempo que le toma a una persona tomar una decisión como resultado de las posibles opciones que tiene: aumentar el número de opciones aumentará el tiempo de decisión logarítmicamente.

1.2.9. Ley de Fitts

Esta ley científica (Paul M. Fitts, 1954) predice que el tiempo requerido para moverse rápidamente a un área objetivo es una función de la relación entre la distancia al objetivo y el ancho del objetivo. Se pueden derivar múltiples pautas de diseño para las GUI a partir de las implicaciones de la ley de Fitts. En su forma

básica, la ley de Fitts dice que los objetivos que un usuario debe alcanzar deben tener el mayor tamaño posible.

1.2.10. Interaction Flow Modeling Language (IFML) y la Transformación de Interfaz de Usuario

En la mayoría de los enfoques de diseño Web maduros (Rossi et al., 2008), como UML-based Web engineering (UWE), Web Modeling Language (WebML), UWA, Hera, Object Oriented Web Solution (OOWS) u Object Oriented Hypermedia Design Method (OOHDM), una aplicación Web está diseñada con un proceso iterativo que comprende: al menos el modelado conceptual y de navegación. Según el estado del arte en ingeniería Web basada en modelos (Aragón et al., 2013), estos métodos producen un modelo independiente de la implementación que luego se puede asignar a diversas plataformas de tiempo de ejecución. Este enfoque centrará la atención en IFML.

En 2013, el Object Management Group (OMG)(OMG, n.d.-b) adoptó el lenguaje de modelado de flujo de interacción (IFML) (OMG, n.d.-a) como método estándar para describir la interacción entre las características de las aplicaciones Web y de otros tipos de aplicaciones interactivas, lo que las convierte en parte del conjunto de modelos de software estándares como el lenguaje de modelado unificado (UML) o la notación de modelado de procesos de negocio (BPMN). La descripción completa del idioma con el detalle de los elementos, ejemplos y una descripción del metamodelo se encuentra en el Sitio IFML (OMG, n.d.-a).

Cabe destacar que IFML implementa la metáfora del modelo vista controlador (MVC) (Lowe et al., 2002) y hereda la sencillez y expresividad de su padre WebML. Además, el lenguaje admite el mismo tipo de mecanismos de extensión que UML ya posee (por ejemplo, estereotipos o valores etiquetados) y se describe en sí mismo mediante un metamodelo claramente definido.

CAPITULO II

TRABAJOS RELACIONADOS

Como se mencionó en el capítulo anterior de metodología, el estudio partió de un mapeo sistemático (Viviana Cajas et al., 2018) y consecutivamente de una revisión sistemática de la literatura (V. Cajas et al., 2020) del periodo comprendido entre 2006 y 2017 determinado por la introducción del término Web 2.0 por Tim O'Reilly. Los términos de búsqueda se construyeron usando el criterio PICO (Problema, Intervención, Comparación, Resultado) que se detallan en la Tabla 2, además para obtener los estudios se establece el uso de SCOPUS, IEEE Xplore Digital Library y ACM Digital Library puesto que permiten recuperar investigaciones avaladas por Institutos u Organismos que establecen estándares para el desarrollo de aplicaciones móviles, siendo los más representativos en el área. Además, SCOPUS ya incluye las editoriales más grandes del mundo, como IEEE, Elsevier, Emerald, Springer y Wiley.

Cabe aclarar que no se consideraron los informes técnicos, tesis doctorales o resultados no publicados, así como el motor de búsqueda de Google Scholar porque los resultados incluyen literatura gris.

Tabla 2. Términos de Búsqueda

PICO	Términos Principales	Términos Alternativos
Population	Portability	Adaptation, modernization, migration, transformation
Intervention	Legacy Application	Web application
Comparison	Mobile	Multi devices, small screens
Outcomes	Approach	Framework

Por lo tanto, la cadena de búsqueda resultante es:

(Portability OR Adaptation OR Modernization OR Migration OR Transformation) AND (Legacy Application OR Web Application) AND (Mobile OR Multi devices OR Small Screens) AND (Approach OR Framework).

Los criterios explícitos de inclusión y exclusión para evaluar cada estudio se muestran a continuación.

Criterios de Inclusión:

- (i) Documentos que cumplan la cadena de búsqueda.
- (ii) Documentos escritos en inglés.
- (iii) Journals, conferencias y documentos de talleres.
- (iv) Documentos publicados desde el 2006 hasta diciembre de 2017 (inclusive).
- (v) Documentos con propuesta de contribución relacionada.
- (vi) Documentos con enfoques de portabilización de aplicaciones web a móviles en software.

Criterios de Exclusión:

- (i) Fuera de tópico.
- (ii) Documentos resumen de una presentación de taller.
- (iii) Documentos duplicados (misma investigación en diferentes bases de datos).
- (iv) Documentos en que el tema se mencione de manera introductoria o general
- (v) Sin propuesta relacionada entre las contribuciones del documento.
- (vi) Documentos disponibles solo en forma de resúmenes o presentaciones en PowerPoint.
- (vii) Migraciones de otro tipo de aplicaciones que no correspondan a sitios web y adaptaciones basadas solamente en hardware.

La selección de los estudios se realiza en dos etapas:

(i). Un investigador revisa el título y resumen de los estudios identificados por las búsquedas iniciales y los documentos irrelevantes son rechazados. La

comprobación es realizada por otro investigador como inspector, si los investigadores no se ponen de acuerdo, el estudio debe ser incluido.

(ii). Se obtienen las copias completas de los documentos no rechazados previamente. Se revisan por dos investigadores los criterios de inclusión/exclusión definidos, para obtener una lista final de los estudios. Si no resuelven sus desacuerdos se incluye la ayuda de un mediador.

Cabe destacar que por ser este estudio el primer mapeo sistemático de aplicaciones heredadas a móviles corresponde a un importante aporte al tema, cuyos resultados al ejecutar la cadena de búsqueda arrojaron 824 artículos: 354 Scopus, 160 IEEE y 300 ACM. Para la clasificación de los estudios, se utilizó el esquema de categorías sugerido por Wieringa (Wieringa et al., 2006). De los estudios resultantes a continuación se puede observar las características:

- Fuera del Tópico: 748 estudios que corresponden al 90,8%.
- Duplicados: 25 estudios que corresponden al 3,0%.
- Revisiones mapeos: 7 estudios que corresponden al 0,8%.
- Migraciones de otros legacies: 7 estudios que corresponde al 0.81%.
- Incluido: 37 estudios que corresponden al 4,49%.

Los datos extraídos de cada estudio fueron:

- (i) Metadatos básicos: título, autor y fecha de publicación.
- (ii) Tipo de investigación (basado en el esquema de clasificación de Wieringa): opinión, personal experiencia, filosófica, propuesta de solución, validación de la propuesta y evaluación.
- (iii) Tipo de contribución (basado en el esquema de clasificación de Kosar et al. (Kosar et al., 2016)): proceso, modelo, prototipo, herramienta, marco, mapeo y técnica.
- (iv) El ámbito de aplicación: academia, industria o mixto.

El resumen visual y el detalle de los estudios seleccionados se presenta en los siguientes apartados.

2.1. Revisiones de Literatura

Con respecto a los hallazgos obtenidos a continuación se evidencian los estudios que se han desarrollado en cuanto a revisiones de la literatura, estado del arte y mapeos sistemáticos acerca de las aplicaciones Web en dispositivos móviles publicados en el período 2006 - 2017:

Zimmerman et al. (Zimmerman et al., 2009) realizan una revisión de la literatura en cuanto a los problemas de las aplicaciones en dispositivos de pantallas pequeñas, determinando temas que podrían ser profundizados a posterior, entre los cuales se mencionan: la legibilidad de fuentes, los iconos, el tamaño y orientación de la pantalla, es decir cuadrados versus rectángulos, mencionan otros problemas que surgen en la navegación como el audio que debería ser incluido en los iconos para incrementar la comprensión.

Los problemas detectados en este trabajo son coherentes, sin embargo, no se establece una estructura formal del protocolo de búsqueda para determinar la justificación de la selección de los estudios, no se puede determinar la cadena de búsqueda ni las fuentes bibliográficas referenciales, tampoco se establece una línea clara del futuro de la investigación.

En Masner et al. (Masner et al., 2015) se realiza una revisión de la literatura básica, usando términos conocidos acerca del contenido de la información, se muestran gráficamente los cambios más importantes y los esperados a futuro. Por otro lado, se presenta una visión general de los sistemas de gestión de contenidos. Los resultados de este estudio indican que el lenguaje HTML5 (HyperText Markup Language, versión 5) debe ser utilizado como portador principal, además que es necesario definir una capa abstracta con Extensible Markup Language (XML) o JavaScript Object Notation (JSON) o ambos para mantener el contenido de la

información en bloques y para permitir la portabilidad, la comunicación con CMS (Content Management System), dispositivos móviles u otras aplicaciones. También manifiesta que se debe establecer un soporte para la comunicación y la cooperación con los sistemas de gestión de contenidos u otras aplicaciones.

Por último, estas recomendaciones se centran en los portales para aplicaciones de agricultura. De igual manera que el trabajo anterior, este trabajo no posee la rigurosidad de una revisión sistemática mencionando solamente las fuentes bibliográficas referenciales de manera general y su alcance es más limitado.

En Zhang et al. (D. Zhang & Lai, 2011) como manifiestan sus autores se intenta proporcionar una revisión exhaustiva de los enfoques de vanguardia para adaptación Web para dispositivos móviles. El estudio no solo clasifica, sintetiza, y compara los pros y los contras de los principales métodos de adaptación, sino que también discute los problemas observados en la metodología de investigación adoptada en estudios relacionados y destacados futuras direcciones de investigación a través del planteamiento de 10 pautas generales para desarrollar un método de adaptación de páginas Web para dispositivos móviles lo que correspondería al aporte de este trabajo.

En Mastorakis et al (Mastorakis et al., 2015) se realiza una revisión de literatura en donde se examinó el estado del arte de las tecnologías relacionadas con multimedia omnipresente, comunicaciones a través de la Web y luego se revisó los desafíos planteados por su combinación.

Deuschel et al. (Deuschel & Scully, 2016) realizan una evaluación de los trabajos más importantes enumerando los principales aspectos que condicionan la percepción espacial de las Interfaces de Usuarios Adaptativas (AUI) que cambian su apariencia a lo largo del tiempo e incluso en tiempo de ejecución. Por ejemplo, las interfaces Web implementan este concepto mediante un diseño receptivo (Responsive Design) y representa una característica fundamental que deben satisfacer las aplicaciones legacies portadas a una plataforma móvil.

El artículo resulta ser relevante y una referencia para el análisis de las UI de las aplicaciones portadas con el fin de evaluar si estas implementan adecuadamente aspectos tales como el ajuste de tamaño (Resizing) o la transición de pantallas (*screen transition*).

Otro trabajo es el de Younas et al. (Younas et al., 2016) en el cual se realiza una encuesta que examina los principales enfoques de desarrollo basados en modelos, para aplicaciones móviles, que soportan la ejecutabilidad y los clasifica con base en las fases del proceso de desarrollo, los aspectos de la aplicación móvil cubiertos, las técnicas modeladas y aplicadas, las aplicaciones móviles desarrolladas y las plataformas compatibles y determinando las fases cubiertas. Sin embargo, no existe evidencia del protocolo utilizado, además no se propone trabajo futuro de la investigación, quedan propuestos simplemente como marcos teóricos.

En Alshahwan et al. (Alshahwan et al., n.d.) se presentan resultados de una investigación acerca de mecanismos de descarga y migración que facilitan la prestación de servicios Web móviles adaptables y distribuidos con su respectiva evaluación de la carga y el rendimiento de los servicios distribuidos utilizando aplicaciones con uso intensivo de recursos.

Los resultados indican que los servicios móviles basados en Representational State Transfer (REST) son más adecuados que los basados en Simple Object Access Protocol (SOAP) para entornos de redes móviles con recursos limitados. Los servicios Web móviles adaptables pueden ayudar a proporcionar servicios Web complejos alojados en recursos limitados para dispositivos móviles, uno basado en SOAP, el otro basado en REST.

Finalmente en Siebra et al (Siebra et al., n.d.) se realiza un análisis de 247 artículos científicos y técnicos para identificar requisitos que se discuten relacionados con diferentes tipos de impedimentos de usabilidad para accesibilidad móvil para los usuarios con cierto tipo de discapacidades como: ceguera, usuarios con visión limitada, usuarios con discapacidad visual, usuarios con discapacidad

auditiva, usuarios sin control en manos, usuarios con discapacidad de movimiento, proponen un esquema de clasificación propio y por otro lado hacen un análisis de observación con usuarios que extienden la lista de requisitos para presentar una propuesta de directrices con requisitos funcionales, que deberían ser considerados por las aplicaciones móviles para garantizar la accesibilidad y usabilidad, en el trabajo a futuro se prevé asignar pesos y prioridades para los requisitos de tal manera que se puedan calificar las aplicaciones.

2.2. Análisis de los Estudios Seleccionados

Esta sección suministra la descripción de cada uno de los estudios seleccionados dentro del mapeo y revisión sistemática, la Tabla 3 resume los autores y títulos de los 44 trabajos mencionados.

Tabla 3. Resultados de la Búsqueda Aplicando los Criterios Filtro

No.	Autor	Título
P1	Lehtonen et al.	Towards user-friendly mobile browsing (Lehtonen et al., n.d.)
P2	Di Santo et al.	Reversing GUIs to XIML descriptions for the adaptation to heterogeneous devices (Santo & Zimeo, n.d.)
P3	Cheng et al.	An adaptive and unified mobile application development framework for java
P4	He et al.	A flexible content adaptation system using a rule-based approach (He et al., 2007)
P5	Ennai et al.	MobileSOA: A Service Oriented Web 2.0 Framework for Context-Aware, Lightweight and Flexible Mobile Applications (Ennai & Bose, 2008)
P6	Ahmadi et al.	Efficient Web browsing on small screens (Ahmadi & Kong, 2008)
P7	Kopf et al.	Adaptation of Web pages and images for mobile applications (Kopf et al., 2009)
P8	Eap et al.	Personalised mobile learning content delivery: a learner centric approach (Mey Eap et al., 2009)
P9	Iñesta et al.	Framework and authoring tool for an extension of the UIML language (Iñesta et al., 2009)
P10	Xiao et al.	Mashup-Based Web Page Adaptation for Small Screen Mobile Device (Xiao et al., 2009)
P11	Paternò, F.	MARIA: A universal, declarative, multiple abstraction-level language for service-oriented applications in ubiquitous environments (Paterno ' et al., 2009)
P12	Ueyama et al.	Exploiting a generic approach for constructing mobile device applications (Ueyama et al., 2009)
P13	Paternò et al.	Desktop-to-mobile Web adaptation through customizable two-dimensional semantic redesign (Paterno & Zichittella, 2010)
P14	Armenise et al.	A tool for automatic adaptation of Web pages to different screen size (Armenise et al., 2010)
P15	Chmielewski et al...	Mobile interfaces for building control surveyors (Chmielewski et al., 2010)

P16 Guirguis et al. A smart framework for Web content and resources adaptation in mobile devices (Guirguis & Hassan, 2009)

P17 Li et al. Web page layout adaptation based on WebKit for e-paper device (Q.-C. Li et al., 2011)

P18 Koehl et al. M.Site: Efficient content adaptation for mobile devices (Koehl & Wang, 2012)

P19 Macbeth et al. A Middleware Service for Image Adjustment and Filtering for Small Screens (Macbeth & Wong, 2012)

P20 Rajkumar et al. Dynamic Web page segmentation based on detecting reappearance and layout of tag patterns for small screen devices (Rajkumar & Kalaivani, 2012)

P21 Challiol et al. Crowdsourcing mobile Web applications (Challiol et al., 2013)

P22 Shaari et al. Achieving “One-Web” through customization and prioritization (Shaari et al., 2013)

P23 Amendola et al. Adapting CRM systems for mobile platforms: An MDA perspective (Amendola & Favre, 2013)

P24 Chen et al. Organization and correction of spatial data in mobile GIS (F. Chen et al., 2013)

P25 Albasir et al. Smart mobile Web browsing (Albasir et al., 2013)

P26 Yun et al. MobiTran: tool support for refactoring PC Websites to smart phones (Yun et al., 2013)

P26 Sumit Pandey Responsive design for transaction banking - a responsible approach (Pandey, 2013)

P28 Coondu et al. Mobile-enabled content adaptation system for e-learning Websites using segmentation algorithm (Coondu et al., 2014)

P29 Toile et al. Adaptation of composite E-Learning contents for reusable in smartphone based learning system (Toile H, 2014)

P30 Badam et al. Polychrome: A cross-device framework for collaborative Web visualization (Badam & Elmqvist, 2014)

P31 Yang et al. Panelrama: Enabling easy specification of cross-device Web applications (Yang & Wigdor, 2014)

P32 Kovachev et al. Direwolf: A framework for widget-based distributed user interfaces (Kovachev, D., Renzel, D., Nicolaescu, P., Koren, I., & Klamma, 2014)

P33 Xiang et al. Effective Page Segmentation Combining Pattern Analysis and Visual Separators for Browsing on Small Screens (Xiang et al., 2007)

P34 Yin et al. WebC: toward a portable framework for deploying legacy code in Web browsers (Yin et al., 2015)

P35 Tseng et al. Migratom.js: A JavaScript migration framework for distributed Web computing and mobile devices (Tseng et al., 2015)

P36 Sarkis et al. MSoS: A Multi-Screen-Oriented Web Page Segmentation Approach (Sarkis et al., 2015)

P37 Wang et al. Towards Web Application Mobilization via Efficient Web Control Extraction (Wang et al., 2015)

P38 Bouzit et al. Evanescent Adaptation on Small Screens (Bouzit et al., 2015)

P39 Miján et al. Supporting personalization in legacy Web sites through client-side adaptation (Miján et al., 2016)

P40 Favre et al. Modernizing software in science and engineering: From C/C++ applications to mobile platforms (Favre et al., 2016)

P41 G. Huang et al. Programming Situational Mobile Web Applications with Cloud-Mobile Convergence: An Internetware-Oriented Approach (Huang et al., 2015)

P42 H. Li et al. Extracting Main Content of Webpage to Enhance Adaptively Rendering for Small Screen Size Terminals (H. Li et al., 2016)

P43 Bosetti et al. An approach for building mobile Web applications through Web augmentation (Bosetti et al., 2017)

P44 Sarkis et al. A multi-screen refactoring system for video-centric Web applications (Sarkis et al., 2017)

Considerando que la contribución de cada trabajo debió ser analizada para clasificarla y principalmente detectar las oportunidades de investigación, a continuación, se presenta un resumen de cada uno de ellos:

- Lehtonen et al. “Towards user-friendly mobile browsing” (Lehtonen et al., n.d.)

Presentan la prueba de concepto con un prototipo denominado TutMobi, cuyo objetivo es descargar una página lo más rápido posible, y conservar el diseño del sitio Web de escritorio también en el dispositivo móvil, preservando hasta el 90% del ancho de banda, a través de un proxy que responde con un paquete (TMP) que se transfiere sobre http, contiene una descripción de la página con solo el 10% de la original e incluye una imagen en miniatura de la página y el contenido y coordenadas de los elementos más importantes en la página, la separación de los elementos siguen el mismo principio que en Lee et al. (WS Lee X Yin, 2004), del lado del cliente, se usa MIDP Java como mecanismo de implementación.

Para evaluar el enfoque se comparó contra los navegadores Opera Mini (Opera, 2018) y Opera Mobile (Opera Mobile Browser, 2018) ejecutándose en un teléfono móvil con plataforma Nokia S60, siendo más del 35% más rápido que Opera Mini y más del 85% más rápido que el navegador móvil Opera.

El inconveniente evidente de conservar el diseño visual de la página Web es que la interfaz de usuario resultante da a los usuarios solo una interfaz visualmente orientada del sitio Web, los formularios HTML no son compatibles con todo, falta refinar la función del zoom y la experiencia general del usuario también podría ser mucho mejor si la interfaz de usuario contiene más características.

- Di Santo et al. "Reversing GUIs to XIML descriptions for the adaptation to heterogeneous devices" (Santo & Zimeo, n.d.)

En este trabajo se presenta una herramienta para ingeniería inversa de interfaz gráfica de usuario (GUI) de Java a través de sus transformaciones a descripciones abstractas basadas en lenguaje de marcado de interfaz extensible (XIML). Las descripciones resultantes son utilizadas por el framework TCPTE (aplicación de cliente ligero para dispositivos limitados) (Giuseppe, 2004), que permite la reingeniería semiautomática por su legado de AWT de Java hacia Personal Wireless Devices (PWD).

Proporciona un middleware y kit de herramientas, para ser procesadas en diferentes GUIs, que se adaptan dinámicamente a dispositivos heterogéneos en función de su perfil comunicado en el momento de la solicitud. Sin embargo, hace falta proporcionar un soporte en tiempo de ejecución para permitir adaptación de widgets usando los perfiles y dominio en términos de actividades y tareas.

- Cheng et al. "An adaptive and unified mobile application development framework for java" (Cheng & Yuan, 2007)

Los autores presentan al framework GMA (aplicación móvil genérica) Java que permite que una aplicación se adapte a diferentes dispositivos de acuerdo no solo con los formatos de interfaz de usuario sino también con la potencia informática y las funcionalidades de los dispositivos. Además, se propone una interfaz de servicio universal y los desarrolladores pueden usar una interfaz de programación de aplicaciones (API) unificada para acceder a diferentes servicios de back-end.

Además, porque el documento XML es flexible y extensible, cualquiera puede ampliar fácilmente la base de datos del dispositivo final para admitir más dispositivos finales. Para admitir diferentes dispositivos finales, está diseñado

para ejecutarse en tres modos diferentes: navegador, cliente y maestro-esclavo. Sin embargo, hacen falta más pruebas que determinen resultados más específicos.

- He et al. “A flexible content adaptation system using a rule-based approach” (He et al., 2007)

Se propone a Xadaptor que permite la adaptación de contenido abstracto para dispositivos móviles a través de reglas usando Prolog, que se invoca en función de la información del usuario a través de plantillas que se especifican en un esquema XML. El analizador de contenido toma una página Web, identifica objetos en la página de acuerdo con las etiquetas HTML, analiza sus propiedades, y genera hechos de página que se utilizan posteriormente para las inferencias de adaptación de contenido, además usa CSS para establecer formatos para páginas Web reformateadas y finalmente lógica difusa para modelar el nivel de satisfacción del enfoque de adaptación. Sin embargo, hace falta ampliar la base de reglas para admitir diseños de diseño extensos para todos los objetos de estructura.

- Ennai et al. “MobileSOA: A Service Oriented Web 2.0 Framework for Context-Aware, Lightweight and Flexible Mobile Applications” (Ennai & Bose, 2008)

Presentan la plataforma MobileSOA, que permite la interacción entre las aplicaciones móviles y los backends empresariales, con ejecución de servicios locales, ambientales y remotos a través de virtualización, proporciona a los usuarios y las empresas la capacidad de crear, aprovisionar y ejecutar aplicaciones dinámicas livianas funciona en Windows mobile y en plataformas Linux.

Utiliza un modelo de aplicación bilateral, un cliente ligero en el dispositivo móvil para manejar detección de contexto, renderizado de interfaz de usuario (IU) ligero, interacciones de usuario y acceso a servicios locales; y al lado del

servidor un componente para el suministro de servicios basado en el contexto, política ejecución y generación de aplicaciones. Se encuentra planificado explorar la invocación asincrónica de las aplicaciones y construir un framework mashup.

- Ahmadi et al. “Efficient Web browsing on small screens”(Ahmadi & Kong, 2008)

Exponen un método que adapta automáticamente aplicaciones de escritorio a móvil, en dos pasos: detección de límites entre diferentes bloques de información y representación de la información para pantallas pequeñas, analizando tanto la estructura del modelo de objetos del documento (DOM) y el diseño visual para dividir la página Web original en varias subpáginas, cada una de las cuales incluye contenido estrechamente relacionado y adecuado, obtenido en dos fases principales: detección de contenido relacionado y adaptación de diseño, a través del desarrollo de un conjunto de reglas heurísticas, que se utilizan para detectar límites entre diferentes temas de la estructura y diseño visual.

Además, se genera automáticamente una tabla del contenido para facilitar la navegación entre diferentes subpáginas. La evaluación del prototipo del navegador para dispositivos de pantalla pequeña (SSD), muestra que la usabilidad es significativamente mejorada con respecto a Opera (Opera, n.d.), porque permite a los usuarios cambiar el tamaño de la ventana de visualización en el navegador, eliminar o preservar los objetos dinámicos y el orden, eliminar o preservar el estilo de formato de la página Web y cambiar los tamaños de fuente, además la tabla de contenido y los enlaces mejoraron significativamente la navegación.

Sin embargo hace falta refinar las reglas heurísticas al ser comprobado que tienen menor rendimiento en ciertos sitios y la inclusión de criterios de importancia de bloque (Song et al., 2004) para adaptación eficiente del diseño.

- Kopf et al. “Adaptation of Web pages and images for mobile applications” (Kopf et al., 2009)

Presentan un servicio de visualización para páginas Web e imágenes que simplifique el diseño y la estructura para lograr una presentación compacta, combinando varias técnicas en dispositivos con diferentes resoluciones. Primero, se utiliza un enfoque semiautomático, en donde se identifican y recortan las fronteras irrelevantes, manejando regiones de interés, se eliminan las partes internas de una imagen tallando la costura si la imagen es mucho más grande que la resolución esperada o si las relaciones de aspecto difieren significativamente, se usa la interpolación lineal como último paso para escalar la imagen a su resolución final.

Además, se ha desarrollado una herramienta de software para validar, agregar, eliminar o modificar todo datos extraídos automáticamente, también simula diferentes dispositivos móviles, de modo que el usuario tenga la sensación de cómo la página Web o imagen adaptada se verá. Se han realizado estudios de usuarios para evaluar la calidad de la adaptación del sistema, los usuarios confirmaron que ven un gran beneficio que ofrece un sistema de adaptación, y solicitan que se simplifique la interfaz de la herramienta, bajando el esfuerzo manual, además falta adaptar audio y video.

- Eap et al.”Personalised mobile learning content delivery: a learner centric approach” (Mey Eap et al., 2007)

Esta investigación propone un framework personalizado y consciente del contexto (PCAF) que adapta automáticamente el contenido de aprendizaje diseñado para computadoras personales a móviles, a través de un complemento de aplicación Web que captura patrones de acceso y los utiliza con configuraciones entrenadas, preferencias del alumno y perfiles de dispositivos para adaptar el contenido de aprendizaje a sus necesidades a través de un portal

de proxy móvil (PPM), se crean plantillas y se trata de copiar elementos seleccionados del contenido Web y agregarlos al nuevo documento creado a partir de las plantillas.

Aunque se muestra la prueba de concepto del framework en la plataforma Java y el servidor Web Tomcat, debe ser válida para la mayoría de las plataformas y servidores Web, se evidencia que es de bajo costo y proporciona una herramienta excelente para que los desarrolladores de contenido de aprendizaje abran portales móviles sin volver a crear contenido de aprendizaje para cada dispositivo específico manualmente.

Como mejora los autores sugieren incluir un conjunto predeterminado de configuraciones para que los estudiantes promedio no tengan que hacer ninguna configuración y al implementarlo realizar la evaluación heurística final con una prueba de usabilidad.

- Iñesta et al. Framework and authoring tool for an extension of the UIML language (Iñesta et al., 2009)

Se propone una framework que permite generar diferentes interfaces de usuario a través de transformaciones de modelo para sitios de escritorio, sitios Web dinámicos y aplicaciones móviles. El enfoque utiliza una adaptación de UIML (Lenguaje de marcado de interfaz de usuario) con el elemento de vocabulario, donde los modelos de interfaz de usuario son transformados de niveles abstractos a niveles concretos, se utiliza un meta-modelo central que tiene suficiente expresividad para representar enlaces entre elementos, para proporcionar definiciones de vocabulario independientes del renderizado. Se definen widgets como contenedor superior para aquellos que no necesitan estar contenidos en otro widget.

La herramienta presentada en este trabajo ha sido desarrollada usando Eclipse, traduce el concepto de UIML directamente al editor y proporciona cuatro vistas:

estructura del modelo, diseñador de la interfaz de usuario, tabla de contenido y comportamiento reglas, la aplicación sigue una arquitectura de tres capas (modelo-visor-controlador), que permite la modularidad. Se encuentra pendiente la extensión y mejora del meta-modelo, la adición de más funcionalidad en la aplicación y el proceso actual de vocabulario transformación mediante la integración de asistentes de tal manera que los usuarios podrán parametrizar el proceso de transformación y desarrollar un motor propio. Además, validar la propuesta con un conjunto de experimentos como trabajo futuro.

- Xiao et al. “Mashup-Based Web Page Adaptation for Small Screen Mobile Device” (Xiao et al., 2009)

Se presenta un prototipo en java que propone una adaptación de página Web personalizada, adaptable y basada en Mashup para dispositivos móviles mediante el motor de adaptación de páginas Web que fue diseñado anteriormente en Yunpeng et al. (Yunpeng et al., 2008) en donde una página Web original se divide en pequeños bloques, posteriormente, se clasifican mediante el análisis de capas y su relación iterativa tanto en dirección horizontal como vertical, esta adaptación se compone de tres módulos: bloqueador de páginas, clasificador de páginas y generador de API de servicios Web, para la generación del árbol DOM.

Una ventaja del trabajo radica en que, si el móvil admite la interfaz del cliente del servicio Web, el esquema puede implementarse directamente en el cliente móvil sin un proveedor de servicios externo. Como trabajo futuro se encuentra planificado optimizar el motor de adaptación para páginas Web complejas en las que el sistema requiere ser mejorado de acuerdo con las evaluaciones realizadas.

- Paternò, F. “MARIA: A universal, declarative, multiple abstraction-level language for service-oriented applications in ubiquitous environments” (Paterno ' et al., 2009)

Paternò presenta MARIA, un lenguaje basado en modelos para interfaces de usuario multidispositivos inspirado en TERESA (Mori et al., 2004), con diferentes niveles de abstracción y la herramienta asociada que identifica 4 aspectos principales: el nivel de abstracción de la descripción de la interfaz, la granularidad de la interfaz, aspectos que se ven afectados por la composición de la interfaz y el momento en que la composición ocurre (tiempo de diseño / tiempo de ejecución), además ofrece la posibilidad de personalizar las transformaciones de modelo a modelo (hacia adelante y hacia atrás) y también las reglas permitiendo pasar de un modelo a la implementación final.

Se prueba con una aplicación que se trata del juego Pac-Man donde se transforma a una nueva versión adaptada para el móvil iPhone, con ciertas características como multitouch y acelerómetro, se tiene pendiente continuar probando la usabilidad.

- Ueyama et al. “Exploiting a generic approach for constructing mobile device applications” (Ueyama et al., 2009)

En este documento se discute el uso de un enfoque genérico de componentes para la construcción de aplicaciones adaptables que pueden integrar y reutilizar tecnologías (por ejemplo, middleware y componentes heredados) y desplegarlas a través de dispositivos heterogéneos. Se implementó un prototipo Java para máquinas virtuales J2ME y se evaluó los beneficios potenciales utilizando estudios de casos de desarrollo y medidas de rendimiento.

Se muestra que es posible abordar un amplio rango de heterogeneidad con un mínimo de gastos generales de recursos, debido a la creciente demanda de aplicaciones que se pueden ejecutar en una amplia gama de dispositivos móviles

(por ejemplo, computadoras portátiles inalámbricas, teléfonos móviles, sensores).

Además, la aparición de nuevas tecnologías de software (por ejemplo, enfoques de componentes, enlaces de suscripción de publicación, servicios Web, protocolos de descubrimiento de servicios) ha exigido que tales aplicaciones se enfrenten a plataformas de software heterogéneas. Sin embargo, los enfoques existentes para construir aplicaciones de dispositivos móviles a menudo se dirigen a una plataforma particular (por ejemplo, teléfonos móviles, PDA, sensores) y tecnología de software (servicios Web, Microsoft COM, componentes de Java).

- Paternò et al. "Desktop-to-mobile Web adaptation through customizable two-dimensional semantic redesign" (Paterno & Zichittella, 2010)

En este artículo se presenta un método diseñado y desarrollado en una arquitectura basada en modelos, que admite transformaciones inversas y avanzadas que transforman aplicaciones Web de escritorio existentes a móviles, a través de un proxy (servidor de adaptación intermedio).

Se describe un algoritmo de reglas inteligentes y el soporte de herramientas (rediseño semántico bidimensional personalizable), explotando descripciones lógicas de la interfaz de usuario capaces de capturar información semántica de interacción que indica el propósito de los elementos de la interfaz. También se compara la solución con las herramientas existentes para objetivos similares como Mowser (Erick, 2008) y Skweezer (Skweezer, 2018), observando un mejor rendimiento.

La ventaja de esta solución radica en que no requiere que las aplicaciones se implementen utilizando un kit de herramientas particular para que puedan adaptarse y permite a los usuarios configurar el proceso de adaptación y proporciona un mayor control sobre el cálculo de costos y los resultados de

adaptación. Contenido como Flash, los applets de Java no están actualmente adaptados. Además, existe la necesidad de proporcionar a los usuarios un mayor control sobre el acceso ubicuo, de acuerdo con el paradigma de desarrollo del usuario final. Además, en este trabajo no considera otros tipos de transformaciones como adaptación gráfica a vocal.

- Armenise et al. "A tool for automatic adaptation of Web pages to different screen size" (Armenise et al., 2010)

Proponen una herramienta, basada en un algoritmo genético evolutivo, capaz de entregar contenido adaptado a dispositivos móviles, a partir de una página determinada, busca diseños alternativos para ajustar mejor el contenido al tamaño reducido de la pantalla de destino, teniendo en cuenta las preferencias del diseñador, la visualización del objetivo y las limitaciones del dispositivo.

El resultado es un conjunto de páginas Web adaptadas, cuyos resultados experimentales muestran que este enfoque es factible y puede competir con el diseño hecho por humanos, sin embargo, el algoritmo implementado no es capaz de manejar múltiples preferencias y restricciones conflictivas, además, se debe conservar el diseño dado, ya que la estructura no se modifica. Otras limitaciones se refieren al costo computacional para buscar y evaluar soluciones.

- Chmielewski et al. "Mobile interfaces for building control surveyors" (Chmielewski et al., 2010)

Los autores presentan el framework ASIS (Sistema de interfaz SOA adaptable), que trata de resolver el problema de integrar plataformas de back-end heterogéneas, creando interfaces de usuario móviles adaptables para aplicaciones basadas en servicios SOA a través de plantillas SUELO.

En el proceso de adaptación, el contenido mostrado se ajusta de la mejor manera a las capacidades del dispositivo móvil y además permite a los usuarios elegir el contenido y las funciones, que más necesitan con la información de contexto adicional como la ubicación. Se ha realizado una prueba con un sistema de control de edificios, sin embargo, se plantea que funcionaría con aplicaciones que utilicen el paradigma SOA.

- Guirguis et al. "A smart framework for Web content and resources adaptation in mobile devices" (Guirguis & Hassan, 2009)

En este trabajo se propone un framework para adaptación de contenido Web y recursos en dispositivos móviles (WRAMD) a través de una herramienta para Web masters que permite editar conjuntamente Web móvil y Web tradicional, que se podría integrar con cualquier sistema de gestor de contenido (CMS) o cualquier sistema basado en plantilla, además los dispositivos móviles obtendrían un ancho de banda minimizado de acceso, sin embargo se han realizado pruebas experimentales con pocos Web masters con Joomla CMS por lo que queda pendiente determinar la usabilidad con clientes reales.

- Li et al. "Web page layout adaptation based on WebKit for e-paper device" (Q.-C. Li et al., 2011)

Presentan un método de adaptación del diseño de páginas Web basado en WebKit (Inc., n.d.), motor de navegador Web de código abierto para dispositivo móviles, el cual a través de un agente de adaptación de diseño preserva toda la estructura del HTML original modificando los estilos en el css, para cambiar las posiciones, eliminar el desplazamiento horizontal, ajustar tamaños de fuente, filtrar información inútil.

Los resultados experimentales demuestran que la velocidad de carga mejora porque los estilos personalizados son mucho más simples que los originales y el método es aceptable para dividir las páginas ordenadamente porque las

subpáginas generadas son desplegadas en widgets. Se plantea a futuro extender estos principios a otros navegadores móviles y detectar la semántica de páginas Web para proporcionar más significado a los títulos para subpáginas.

- Koehl et al. "M.Site: Efficient content adaptation for mobile devices" (Koehl & Wang, 2012)

Proponen a m.Site, un enfoque de adaptación de los sitios Web existentes al paradigma móvil. Un administrador del sitio selecciona visualmente objetos dentro de una página Web y asigna uno o más atributos a objetos a partir de una colección de modificaciones predefinidas, el sistema propuesto genera código para una sesión múltiple, a través de un servidor proxy basado en php, para proporcionar una interfaz simplificada, con herramientas de manipulación DOM, que no dependen de navegadores especiales o de servicios remotos de terceros.

El almacenamiento en caché del lado del servidor permite amortizar los costos de procesamiento en el cliente. Se ha construido un prototipo y se ha evaluado su eficacia en una aplicación Web compleja cuyo resultado es una experiencia de navegación mucho más agradable en el dispositivo móvil.

- Macbeth et al. "A Middleware Service for Image Adjustment and Filtering for Small Screens" (Macbeth & Wong, 2012)

Exponen un servicio de middleware, que involucra técnicas de análisis y clasificación de imágenes, para determinar el propósito de ellas dentro de un sitio Web, las clasifica en 7 categorías, de acuerdo a un concepto ya presentado por Hu y Bagga (Hu, J., & Bagga, 2004), además usa un algoritmo de árbol de decisión ID3 (Peng et al., n.d.), dentro del procedimiento primero se determinan varias propiedades de una imagen como ancho, altura, si contiene texto, esquinas redondeadas, ubicación, para determinar su propósito dentro del sitio Web, este conocimiento se puede usar para ajustar el posición de la imagen,

tamaño o eliminar las imágenes en consecuencia, durante el proceso de reconstrucción de la página Web, se usa también el filtro de Sobel (Jähne et al., 1999).

En las pruebas se determinó que se debió limitar las categorías con varios ajustes para obtener una mejor clasificación sin embargo se debe seguir trabajando en la optimización del algoritmo para reducir errores por imágenes incorrectamente clasificadas.

- Rajkumar et al. “Dynamic Web page segmentation based on detecting reappearance and layout of tag patterns for small screen devices” (Rajkumar & Kalaivani, 2012)

Presentan un nuevo algoritmo (DWS) segmentación dinámica de página Web, que mejora la precisión de la segmentación, basado en reconocimiento de patrones de reaparición de etiquetas en el DOM, generando nodos implícitos para segmentar correctamente bloques anidados y luego el usuario selecciona hipervínculos basados en su área de interés.

Los bloques informativos están evaluados por la cantidad de información, que puede hacerse asignando un peso de importancia a cada nodo teniendo en cuenta la cantidad de reapariciones de patrones del nodo. En los experimentos se compara con REPS y DWS y es más adecuado para entornos Web dinámicos.

- Challiol et al. “Crowdsourcing mobile Web applications” (Challiol et al., 2013)

Los autores presentan un enfoque de aumentación, del lado del cliente en donde los usuarios pueden crear sus scripts personalizados en aplicaciones existentes a través del framework MOWA (Mobil Web augmentation) para mejorar la experiencia a través de plugin.

La evaluación demuestra que el enfoque es factible y que permite desarrollar de una forma rápida y eficaz en comparación a otras técnicas de desarrollo Web. Sin embargo, los cambios que se pueden realizar son limitados y están trabajando en la creación de herramientas visuales para pre-construir una aplicación específica con el fin de simplificar el proceso de desarrollo.

- Shaari et al. “Achieving “One-Web” through customization and prioritization” (Shaari et al., 2013)

Proponen la reestructuración del contenido para diferentes dispositivos a través de una priorización de elementos con clasificación de los div con un atributo rank (prioritario/no prioritario), este motor diseñado para operar en el servidor, reordena, muestra y elimina elementos según la prioridad establecida por los usuarios o desarrolladores, reduciendo el tamaño de la página y los tiempos de descarga, esta priorización se almacena en una base de datos del lado del servidor para las configuraciones por default y las configuraciones definidas por el usuario.

Este enfoque es muy práctico para reducir costo de tener diferentes versiones de los sitios, durante la evaluación con usuarios se observa que las tareas se cumplen más rápido con la versión priorizada, sin embargo, como limitación se observa que se debe tener una experiencia alta como usuario para poder priorizar los elementos y que es complicado interactuar en sitios con demasiados scripts en el cliente.

- Amendola et al. “Adapting CRM systems for mobile platforms: An MDA perspective” (Amendola & Favre, 2013)

Consideran a las aplicaciones heredadas como críticas de ser reemplazadas en los negocios debido a los conocimientos adquiridos durante la vida de la empresa, por este motivo se propone la migración a móviles a través de la reingeniería que integra técnicas tradicionales de ingeniería inversa como

análisis estático y dinámico con Model Driven Development abierto usando como herramienta de transformación a Eclipse hacia plataforma Android, como caso de estudio se presenta un CRM Sellwin que permite gestionar los datos de los clientes, y oportunidades de venta para los usuarios, es una aplicación de código abierto implementado completamente con Java, la primera etapa consiste a través de ingeniería inversa generar diagramas UML, recuperando diagramas de clases para detectar relaciones entre los diversos componentes que componen los módulos principales.

Sin embargo como limitaciones del trabajo se presenta las diferencias existentes entre la versión de Java de Android con la estándar, por otro lado debido a limitaciones tecnológicas y características de la plataforma es necesario crear un equivalente con diferentes widgets. Y finalmente al contar con el código como única información, el éxito del proceso de ingeniería inversa depende principalmente en la disponibilidad de asistencia y automatización herramientas y de la calidad de este.

- Chen et al. "Organization and correction of spatial data in mobile GIS" (F. Chen et al., 2013)

Proponen un formulario de archivo mixto de almacenamiento para los sistemas de información geográfica (SIG) móviles, debido a que los dispositivos móviles son muy utilizados en el trabajo de campo, sin embargo por su limitación de recursos no pueden almacenar la información de la misma manera que las PC's, con este particular se presenta un esquema para la organización de datos vectoriales que incluyen datos espaciales y datos de atributos, además la corrección en SIG móvil, para evitar problemas de compatibilidad cuando se intercambian datos con el PC y para evitar pérdida o error de datos.

Se ha verificado la eficiencia del archivo mixto a través de un experimento usando un dispositivo Android, demostrando que la adopción del formulario de organización, resuelve efectivamente el problema del almacenamiento de datos y la eficacia de lectura-escritura del móvil, y con la adopción de un método en

tiempo real local para la corrección de los datos espaciales vectoriales facilita las operaciones de campo.

- Albasir et al. "Smart mobile Web browsing" (Albasir et al., 2013)

Los autores presentan un sistema que adapta contenido Web controlando la cantidad de anuncios que se mostrarán en la página Web en función del nivel actual de la batería del dispositivo y el tipo de red, cumpliendo como objetivos prolongar la vida útil de la batería y preservar el ancho de banda necesario para descargar las páginas Web y equilibrar la satisfacción de los editores de las páginas Web y los usuarios finales a través de un navegador inteligente y un servidor que extrae la información necesaria para tomar la decisión, aplicando determinada política. Este trabajo es un borrador del algoritmo, en el trabajo futuro, se propone mejorarlo.

- Yun et al. "MobiTran: tool support for refactoring PC Websites to smart phones" (Yun et al., 2013)

Presentan a MobiTran, una herramienta de desarrollo en línea para refactorizar visualmente sitios Web de PC y adaptarlos a teléfonos inteligentes como aplicación ligera, se requiere la dirección URL de los sitios Web originales como entrada, y toma tres pasos para generar semiautomáticamente una versión específica del teléfono inteligente, se implementa como un servicio basado en servidor, consiste en un proceso de diseño, con un entorno de desarrollo basado en una extensión del navegador y un conjunto de servicios back-end compatibles en la nube.

Se ideó un nuevo algoritmo para dividir la página Web original en un conjunto de piezas de acuerdo con el tamaño de la pantalla, mientras se conservan la mayoría de los comportamientos CSS y JavaScript. Luego, se ayuda a los desarrolladores a ajustar manualmente las aplicaciones Web semiacabadas, como las plantillas de diseño y estilo, la recuperación de páginas a petición, la navegación, los comportamientos táctiles, la integración con características y aplicaciones locales, etc. MobiTran proporciona algunos widgets visuales útiles

para ayudar a los desarrolladores con esta tarea, además define un Lenguaje de generación de plantillas (TGL) para describir cómo generar la plantilla de destino para páginas Web de la misma categoría. Sin embargo, al ser un paper corto no se evidencian los experimentos realizados ni sus estadísticas.

- Sumit Pandey. “Responsive design for transaction banking - a responsible approach” (Pandey, 2013)

Presentan a través de un estudio de caso el primer proceso de diseño impulsado por prototipos móviles, utilizado para el diseño de una aplicación híbrida de teléfono inteligente y tableta para la banca de transacciones empresariales, con una estrategia Web responsable y receptiva, reconocen que el modelo de desarrollo seleccionado para esta aplicación presentaba desafíos únicos ya que iba a desarrollarse como una aplicación nativa con las pantallas de interfaz de usuario desarrolladas utilizando una estrategia Web receptiva, porque con la rápida tasa de crecimiento de los dispositivos habilitados para internet capaces de mostrar la Web completa, el diseño receptivo (Marcotte, 2010) se está convirtiendo en el próximo gran cambio de paradigma en el diseño y desarrollo Web, y también se detallan las principales conclusiones del diseño para ese contexto.

- Coondu et al. “Mobile-enabled content adaptation system for e-learning Websites using segmentation algorithm” (Coondu et al., 2014)

Proponen una técnica de adaptación de contenido de sitios y su correcta visualización en dispositivos móviles. La técnica utiliza un servidor proxy responsable de orquestar la resolución del contenido, analizar si debe ser considerado para su adaptación y solicitar la adaptación del contenido a un motor de adaptaciones si correspondiese. Las interfaces de usuario se ajustan mediante un enfoque de segmentación de estas.

Un enfoque de solución similar se presenta en Toile et al. (Toile H, 2014) para también ajustar aplicaciones de E-Learning. En este caso el sitio original es procesado para extraer su información que será utilizada para generar nuevo contenido de acuerdo con las capacidades del dispositivo destino. En el artículo, se aplica el enfoque para adaptar contenido generado con una plataforma obsoleta (Microsoft Producer) y generar Web Services que brinden acceso a la información. Posteriormente, una nueva generación de aplicaciones móviles accede a dichos recursos mediante el consumo de Web Services. El análisis de usabilidad indicó que la solución es aceptable y fácil de entender.

- Toile et al. "Adaptation of composite E-Learning contents for reusable in smartphone based learning system" (Toile H, 2014)

Presentan un método para adaptar contenido e-learning basado en PC hacia dispositivos móviles, extrayendo la información, realizando la transcodificación y generando un nuevo contenido como un servicio Web (SOA) para aplicaciones de teléfonos inteligentes. El método funciona al 100% con éxito al extraer el contenido de las muestras con Microsoft Producer y generar nuevo contenido para acceder en el teléfono inteligente. La prueba de usabilidad muestra el puntaje aceptado 94%.

- Badam et al. "Polychrome: A cross-device framework for collaborative Web visualization" (Badam & Elmqvist, 2014)

Los autores proponen un framework de software genérico para la construcción de visualizaciones de dispositivos basados en la Web, interactuando directamente con la estructura del modelo de objetos de documento (DOM). Debido a que está construido completamente en JavaScript, los dispositivos participantes no necesitan ningún software especial más allá de un navegador Web moderno.

El intercambio de interacciones y la sincronización entre dispositivos usando PolyChrome se realiza a través de una red segura punto a punto (P2P), mientras que los datos persistentes como detalles de inicio de sesión, preferencias de configuración de visualización, estado compartido y administración de consistencia son administrados por un servidor dedicado. Proporciona tres contribuciones: sitios Web legados aumentados, visualizaciones Web colaborativas, gestión de consistencia y sincronización, también módulos para almacenar la interacción del usuario (representado como operaciones). En combinación con el estado inicial de un sitio Web, los registros de interacción son útiles para sincronizar dispositivos dentro del entorno de colaboración, administración de coherencia y reproducción de interacción.

- Yang et al. "Panelrama: Enabling easy specification of cross-device Web applications" (Yang & Wigdor, 2014)

Proponen un framework denominado Panelrama, un framework de pantallas distribuidas basando en HTML5, para el desarrollo de aplicaciones complejas multiusuario. Mediante la combinación de distribución de UI, el posicionamiento de paneles de contenido condicionado por las características de los dispositivos y la posibilidad de ser extendido por desarrolladores, este framework permite a los usuarios interactuar con una sola aplicación desde diferentes dispositivos. A pesar de ser una solución potente, el framework está orientado al desarrollo de nuevas aplicaciones y portabilizar aplicaciones legacy.

- Kovachev et al. "Direwolf: A framework for widget-based distributed user interfaces" (Kovachev, D., Renzel, D., Nicolaescu, P., & Klamma, 2013)

Presentan un componente de migración sincronizado a través del framework DireWolf, para aplicaciones ricas con interfaces de usuario distribuidas (DUI) en una federación de dispositivos básicos heterogéneos compatibles con navegadores Web modernos como computadoras portátiles, teléfonos

inteligentes y tabletas, se basan en una tecnología integral combinada con la comunicación entre widgets multiplataforma y la movilidad de sesión sin interrupciones, permite aplicaciones de colaboración en tiempo real, durante la cual los widgets pueden volverse inactivos si detectan desconexión y puede recuperar el estado como una instantánea para continuar la tarea, se basa en el SDK1 de ROLE basado en Java de código abierto que incluye una plataforma para hospedar y administrar aplicaciones Web basadas en widgets, los resultados muestran que el framework facilita el caso de uso de la anotación de video semántica colaborativa.

- Xiang et al. "Effective Page Segmentation Combining Pattern Analysis and Visual Separators for Browsing on Small Screens" (Xiang et al., 2007)

Proporcionan a la segmentación de páginas como un método efectivo de segmentación automática que combina análisis de patrones y separadores visuales que guían la percepción humana para la estructura semántica de una página. El método presentado PAS (Análisis de Patrones y Separadores Visuales) se implementa en C++ y funciona en tres pasos: generar un árbol de etiquetas refinado más conciso, preciso con información de ubicación y diseño que el árbol DOM original, reconocer y fusionar patrones inexactos recursivamente y segmentar a los restantes por separadores visuales y regiones de color de forma similar en esta parte a VIPS (Cai et al., 2013).

Los resultados experimentales muestran que el método propuesto supera a algunos de los métodos existentes como VIPS cuando la cantidad de bloques es grande, especialmente para páginas generadas automáticamente a partir de plantillas. Para lograr mejores resultados, se deben considerar más señales, como el uso del análisis semántico latente para tratar con semántica de texto y se requiere tener un framework flexible para incorporar diferentes técnicas.

- Yin et al. "WebC: toward a portable framework for deploying legacy code in Web browsers" (Yin et al., 2015)

Proponen WebC como un complemento de navegador que permite ejecutar código legacy C/C++ de forma segura mediante la utilización de un lenguaje intermedio que brinda mejor portabilidad y rendimiento. El trabajo presenta un plugin de Chrome cuyo objetivo es permitir que los navegadores incorporen código C / C ++ heredado con cierta garantía de seguridad, a través del formato de bitcode de la máquina virtual de bajo nivel (LLVM), existen aplicaciones con código de C o C ++ considerados como lenguajes inseguros en comparación con Java, pero que por otro lado son 3x-20x más rápidos que JavaScript por lo que algunas funcionalidades se las prefiere realizar en esos lenguajes, el formato del bitcode es sobre todo independiente de la máquina y mucho más portable que código nativo, se evidencia además una nueva técnica de protección de la memoria utilizando un área de memoria de sombra, adopta un modelo de dos pilas.

Una evaluación preliminar de WebC utilizando programas de referencia y algunos estudios de caso obtiene resultados experimentales que muestran que la penalización de rendimiento es modesta, sin embargo, quedaría pendiente proveer mecanismos de que permitan la ejecución segura de los componentes heredados de C / C ++ en un entorno de host de confianza, o reescribir el código inseguro de C / C ++ en una variante de tipo C segura.

- Tseng et al.”Migratom.js: A JavaScript migration framework for distributed Web computing and mobile devices” (Tseng et al., 2015)

Los autores proponen un framework de Java-Script Migratom.js, que permite delegar la ejecución de determinadas operaciones en un servidor para disminuir la carga de procesamiento en dispositivos móviles. La descarga de tareas y la migración de código con el paradigma de programación basado en flujo, y se utilizó HTML5 WebSocket y Assistant Server para soportar los sistemas de comunicación clientserver y device-to-device, primero permite a los desarrolladores dividir aplicaciones Web en componentes con la biblioteca FBP.js, y luego la migración dinámica de componentes entre nodos por el

administrador de migraciones, está diseñado con portabilidad multiplataforma, peso ligero y API sencillas para simplificar el uso para dividir un programa en tareas de grano fino o grano grueso.

Como resultados en los estudios de caso, las aplicaciones Web se aceleraron descargando los componentes de cómputo intensivo a fuentes de cómputo superiores. También se ha enriquecido los escenarios de aplicación al proporcionar capacidades para lograr una computación distribuida y colaborativa entre dispositivos compatibles con HTML5 y como usable para el Internet de las cosas (IoT). Se pretende a futuro incrementar los escenarios emergentes.

- Sarkis et al. "MSoS: A Multi-Screen-Oriented Web Page Segmentation Approach" (Sarkis et al., 2015)

Describen a MSoS un enfoque orientado a pantallas múltiples para segmentar páginas Web, automático y guiado, basado en: análisis visual, análisis DOM y análisis de contenido de funciones para lograr la distribución de la aplicación, actualizando el valor pG (parámetro de granularidad) en función del contenido que se refiere al tipo de interacción entre un usuario y un bloque de contenido, por ejemplo, 'visualización' para contenido multimedia e 'interacción' para contenido interactivo.

Además, reutiliza la idea de identificar las funciones de bloque del contenido de la página como en FOM (J. Chen et al., 2001), pero se definen las funciones desde la perspectiva del usuario final y no desde el autor. Los experimentos se llevan a cabo en un conjunto de aplicaciones existentes que contienen elementos multimedia, los resultados se comparan con el método de segmentación BOM (Sanoja & Gancarski, 2014) y con una verdad fundamental creada manualmente GT. El procedimiento se basa en la evaluación de tres parámetros de rendimiento: la coherencia visual de los bloques, la corrección de la función atribuida a cada bloque y que los bloques se mantengan separados, con una

precisión del 81%, el MSoS es un método adaptativo, con mejores resultados de segmentación, especialmente en las regiones críticas de la página sin embargo se encuentra pendiente extender esta evaluación y validar de forma cualitativa y cuantitativa con diferentes métodos de segmentación.

- Wang et al. "Towards Web Application Mobilization via Efficient Web Control Extraction" (Wang et al., 2015)

Proponen un enfoque para extraer una parte de una página como un control Web ejecutable, monitorea la ejecución de código, crea un gráfico de dependencia de código ejecutado por el usuario y realiza el corte basado en el gráfico de dependencia, partiendo de que las aplicaciones Web son impulsadas por eventos (G. Li et al., 2014), extrae los elementos del DOM seleccionados para la presentación del control Web específico e infiere controladores de eventos, para probar el enfoque se implementa una herramienta prototipo para dos casos de estudio, sin embargo pese a demostrarse que es eficiente ahorrando un del 26% al 98% de ancho de banda, se requiere un trabajo manual para adaptar los controles Web extraídos a diferentes pantallas móviles, y se planea en el trabajo futuro que funcione automáticamente.

- Bouzit et al. "Evanescent Adaptation on Small Screens" (Bouzit et al., 2015)

Exponen el concepto de Adaptación Evanesciente, cuyo principio es una representación basada en dos capas: ítems pronosticados en la primera capa que se muestran arriba y desaparecen progresivamente bajo el control del usuario y abajo como segunda capa la lista de elementos completa, el enfoque es basado en ICD (Bouzit et al., 2014), mejorado con la integración del control de usuario, para probar se usa teléfonos Android, con codificación en Java, de acuerdo a los resultados el trabajo requiere incluir ciertos grados de control del usuario aparte del botón salir, suavizar el efecto de desaparición, ya que aún genera algunos errores, también puede mejorar la forma de mostrar la transición entre

los elementos que aún pueden cliquarse y los que simplemente se desactivan, además la razón de ser de la predicción.

- Miján et al. “Supporting personalization in legacy Web sites through client-side adaptation” (Miján et al., 2016)

Presentan una metodología para agregar la personalización en el Navegador Web (client-side) a un sitio Web existente el cual no es evolucionable orientado a diseñadores sin experiencia como desarrollador o propietarios de sitios Web, definiendo un conjunto de reglas de personalización que se aplicarán en el lado del cliente con las mínimas alteraciones en la aplicación de backend.

El propósito de estos ajustes es mejorar la experiencia del usuario incorporando nuevos comportamientos sin embargo no incorpora adaptaciones para que las aplicaciones funcionen adecuadamente en dispositivos móviles. El reporte es preliminar un enfoque preliminar que debe ser validado y presenta una herramienta como prueba de concepto.

- Favre et al. “Modernizing software in science and engineering: From C/C++ applications to mobile platforms” (Favre et al., 2016)

En este trabajo, se propone un proceso de migración desde el software C / C ++ a diferentes plataformas móviles que integran los estándares MDA con HAXE (Chung, 2018). C / C ++ es uno de los lenguajes de programación más comúnmente utilizados en los dominios de la ciencia y la ingeniería y numerosos componentes de software heredados escritos en C ++ requieren ser modernizados. Por un lado, el proceso propuesto sigue los principios impulsados por modelos: todos los artefactos involucrados en el proceso pueden verse como modelos que conforman un metamodelo particular, el proceso en sí mismo puede verse como una secuencia de transformaciones de modelo a modelo y toda la información extraída se representa de forma estándar a través de metamodelos. Por otro lado, HAXE adapta fácilmente los comportamientos

nativos de las diferentes plataformas dirigidas en proyectos de desarrollo, lo que permite un desarrollo multiplataforma extremadamente eficiente, en última instancia, ahorrando tiempo y recursos.

La propuesta fue validada en Eclipse Modeling Framework teniendo en cuenta que algunas de sus herramientas y entornos en tiempo de ejecución están alineados con los estándares de MDA. El documento incluye un estudio de caso simple, la migración de una aplicación C ++, "el Conjunto de Mandelbrot", que nos permite ejemplificar los diferentes pasos del proceso. El modelo intermedio permite fácilmente adaptar el comportamiento original a las peculiaridades de cada tecnología nativa (IOS, Android, Windows Phone) ahorrando tiempo y esfuerzo. La propuesta es prometedora sin embargo por el momento solo se ha presentado una prueba de concepto de su aplicación.

- G. Huang et al."Programming Situational Mobile Web Applications with Cloud-Mobile Convergence: An Internetware-Oriented Approach" (Huang et al., 2015)

Presentan Internetware, un enfoque orientado a Internet para aplicaciones Web móviles situacionales (Balasubramaniam et al., 2008) (contexto + datos sensoriales), esto guiado por un nuevo modelo de software Service-Model-View-Controller (SMVC), una variante de MVC, que agrega un nuevo elemento denominado servicio junto al modelo, la vista: incluye estilos, diseños y otros widgets de interacción del usuario, iMashup (X. Z. Liu et al., 2014) y el controlador.

Explora las preocupaciones de adaptación de los dispositivos móviles al sintetizar los recursos, servicios de móvil, su comunicación y aprovechamiento en la nube con máquinas virtuales Docker (Docker Inc., 2008), tomando en consideración la diversidad de capacidades de hardware, el acceso a datos confiable y flexible en redes dinámicas: Wi-Fi, 3G y 4G / LTE, aún fuera de línea, patrones de interacción del usuario: interacción táctil, como acercamiento

y alejamiento, cambios en la orientación de la pantalla, detección por gravedad y acelerómetro, etc, integración de servicios y comunicación entre aplicaciones: teléfono, SMS, GPS, otros sensores y una cantidad de aplicaciones nativas, puede implementarse como servicios Web regulares en la nube, sin embargo para un funcionamiento óptimo se espera conexión en una red de gran ancho de banda y estable aunque en la práctica se pueden implementar servidores en Lan cercanos, nubes públicas o Cloudlets (Satyanarayanan et al., 2009).

Los usuarios finales solo necesitan la cuenta en la nube para registrar una máquina virtual en la nube, se manejan plantillas y reorganización del DOM para aplicaciones Web heredadas, con un algoritmo de particionamiento en un lenguaje específico de dominio (DSL) (X. Liu et al., 2015), para dividir la página Web de origen en un conjunto de unidades de página, este documento no demuestra la comunicación y composición entre aplicaciones basada en datos.

En el futuro, también se planea un IDE visual para reducir la curva de aprendizaje, tener un DSL óptimo, más eficiente, siendo más descriptivo y declarativo, con mejores capacidades de verificación de tipos y transformación, y con más funciones integradas.

- H. Li et al. "Extracting Main Content of Webpage to Enhance Adaptively Rendering for Small Screen Size Terminals" (H. Li et al., 2016)

Los autores describen un algoritmo de transformación para adaptar páginas de acuerdo con la densidad del texto y características de los enlaces HTML de la página, extrayendo el contenido principal y adaptarlo al tamaño de las terminales móviles de forma adaptativa, los resultados demuestran que el método de transformación no depende de un software específico o plantillas de página Web, en el trabajo futuro, se necesita manejar páginas Web con imágenes y videos.

- Bosetti et al. "An approach for building mobile Web applications through Web augmentation" (Bosetti et al., 2017)

Los autores incorporan conceptos de hipermedia física a aplicaciones Web convencionales cuando estas son accedidas desde dispositivos móviles. Mediante el cómputo de la posición del usuario, se identifican puntos de interés y su información relacionada tal como descripción para enriquecer el contenido de la página Web original utilizando aumentaciones del lado del cliente. El artículo presenta la aplicación de una herramienta responsable de enriquecer las páginas considerando como caso de estudio un Museo.

- Sarkis et al. "A multi-screen refactoring system for video-centric Web applications" (Sarkis et al., 2017)

Los autores presentaron un sistema de refactoring automático que crea Sistemas de Multi-Pantallas (SMP). La solución resuelve varios de los principales desafíos de la creación de SMP tal como la caracterización del ambiente, la división y distribución de la UI, y finalmente el funcionamiento de la aplicación en múltiples dispositivos. El sistema analiza la estructura de la aplicación y su aspecto visual para segmentar la UI en bloques.

Una arquitectura Maestro-Esclavo realiza la sincronización y actualización de los cambios entre los distintos dispositivos en tiempo real. Uno de los aspectos más relevantes de la solución propuesta es que es capaz de rediseñar la interfaz dinámicamente para ser ajustarse al tipo de dispositivo, o, en otras palabras, ser responsive.

Al mismo tiempo, cabe destacar que en la Tabla 4 se muestra un resumen del año, la fuente bibliográfica, los enfoques aplicados o planteados y el sector de dónde provienen estas investigaciones.

Tabla 4. Características de los Estudios

No.	Año	Fuente	Enfoque	Sector
P1	2006	ACM	DOM	Academia
P2	2007	SCOPUS	Migraciones específicas	Academia
P3	2007	SCOPUS	Migraciones específicas	Academia
P4	2007	SCOPUS	XML	Industria
P5	2008	IEEE	SOA	Industria
P6	2008	ACM	DOM	Academia
P7	2009	SCOPUS	Multipantalla	Academia
P8	2009	SCOPUS	XML	Academia
P9	2009	SCOPUS	Modelos	Academia
P10	2009	IEEE	Mashups	Academia
P11	2009	ACM	Traductores	Industria
P12	2009	ACM	Traductores	Academia
P13	2010	SCOPUS	Modelos	Academia
P14	2010	SCOPUS	Programación Genética	Academia
P15	2010	SCOPUS	SOA	Academia
P16	2010	SCOPUS	Multipantalla	Academia
P17	2011	SCOPUS	DOM	Academia
P18	2012	SCOPUS	DOM	Academia
P19	2012	IEEE	Inteligencia artificial	Academia
P20	2012	IEEE	DOM	Academia
P21	2013	SCOPUS	Aumentación	Academia
P22	2013	SCOPUS	Modelos	Academia
P23	2013	SCOPUS	Modelos	Academia
P24	2013	SCOPUS	Migraciones específicas	Academia
P25	2013	SCOPUS	DOM	Academia
P26	2013	ACM	Traductores	Mixto
P27	2013	ACM	Prototipos	Industria
P28	2014	SCOPUS	Middleware	Academia
P29	2014	SCOPUS	Migraciones específicas	Industria
P30	2014	SCOPUS	DOM	Industria
P31	2014	SCOPUS	Multipantalla	Industria
P32	2014	SCOPUS	Widgets	Academia
P33	2014	IEEE	DOM	Academia
P34	2015	SCOPUS	Traductores	Academia
P35	2015	SCOPUS	Arquitectura	Industria
P36	2015	ACM	XML	Industria
P37	2015	ACM	DOM	Academia
P38	2015	ACM	Técnicas de Visualización	Mixto
P39	2016	SCOPUS	DOM	Academia
P40	2016	SCOPUS	Modelos	Academia
P41	2016	IEEE	Cloud Computing	Industria
P42	2016	IEEE	Algoritmos	Academia
P43	2017	SCOPUS	DOM	Academia
P44	2017	SCOPUS	Multipantalla	Industria

Asimismo, la Tabla 5 muestra la contribución que cada estudio evidencia, clasificada como técnicas con 7 trabajos, herramientas con 20 trabajos, prototipo con 7 trabajos y framework con 10 trabajos. Las herramientas permiten probar la

metodología o solución propuesta. Luego, los frameworks, que son un conjunto estandarizado de conceptos, prácticas y criterios para abordar un tipo de problema. Después de eso, las técnicas, que definen los procedimientos para realizar tareas de producción de software, y los prototipos son una representación limitada de un producto, permite a las partes probarlo en situaciones reales o explorar su uso.

Tabla 5. Contribución de los Estudios

Contribución	Estudios
Técnicas	P1, P20, P23,P24, P29, P36, P42
Herramienta	P2, P3,P6, P7,P8,P9, P11,P13,P14, P16,P17, P19,P26, P34,P38,P39, P43,P44
Prototipo	P4, P10,P12, P25, P27,P33, P37
Framework	P5, P15, P18, P21, P22, P28,P30,P31,P32, P35,P40,P41

La Figura 4 permite tener un vistazo de los enfoques aplicados en los estudios y la cronología respectiva. La mayoría de las investigaciones proponen una solución basada en la reestructuración del DOM (Estudios P1, P6, P17, P18, P20, P25, P30, P33, P37, P39 y P43), luego hay soluciones basadas en el Modelo de Desarrollo Dirigido (P9, P13, P22, P23, P40). Luego, las soluciones más utilizadas implementan traductores (P11, P12, P26 y P34), XML (P3, P4, P8 y P36), migraciones específicas (P2, P24, P29) y desarrollo de pantallas múltiples (P7, P16, P31, P44). Solo dos estudios presentan soluciones sobre SOA (P5, P15).

Finalmente, en el mismo número hay otras soluciones como Mashups (P10), Programación genética (P14), Inteligencia artificial (P19), Aumento (P21), Prototipos (P26), Middleware (P28), Widgets (P32), Arquitectura (P35), Técnicas de visualización (P38), computación en la nube (P41) y Algoritmos (P42).

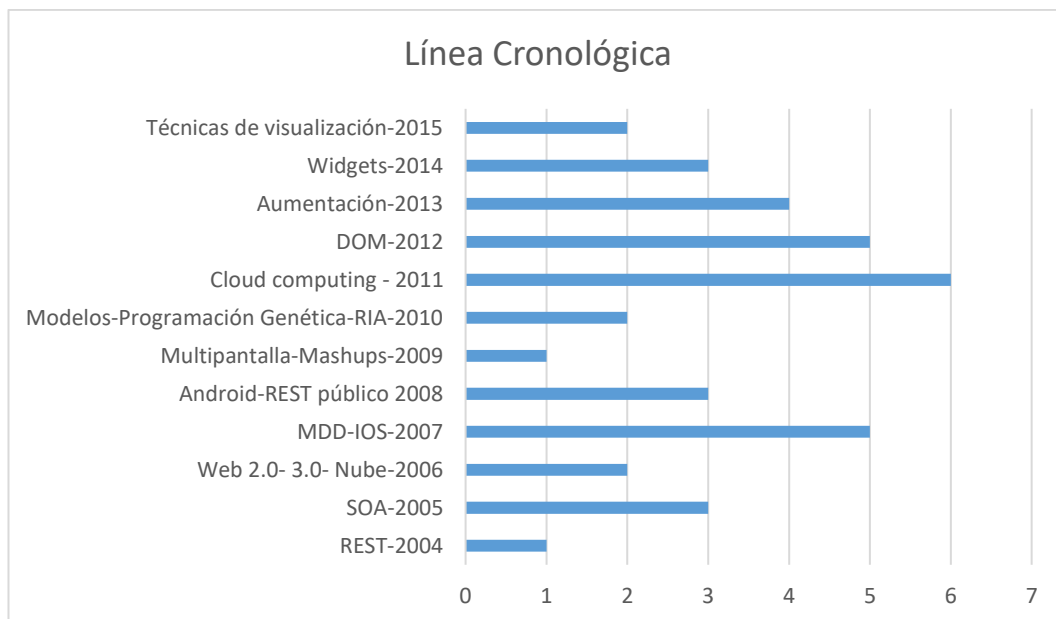


Figura No. 4 Enfoques

A continuación se describen varios enfoques que se han utilizado en el contexto de la portabilidad de aplicaciones, los cuales se evidenciaron en el mapeo sistemático (Viviana Cajas et al., 2018) realizado.

- *Desarrollo de Software Dirigido Por Modelos (MDD)* (Pons et al., 2010) plantea una nueva forma de entender el desarrollo y mantenimiento de sistemas de software con el uso de modelos como principales artefactos del proceso de desarrollo, los cuales son utilizados para dirigir las tareas de comprensión, diseño, construcción, pruebas, despliegue, operación, administración, mantenimiento y modificación de los sistemas.
- *Manipulación Del DOM* (Nicholus, 2016) o del modelo de objetos del documento es otra estrategia común responde a cómo crear, eliminar, actualizar, mover elementos y contenido del árbol DOM de las páginas para lograr personalizarlas de acuerdo al dispositivo, por ejemplo dividir la Web original en varias subpáginas, seleccionar visualmente objetos y asignarles uno o más atributos a partir de una colección de modificaciones predefinidas.
- *Cloud computing* (Mell & Grance, 2011) o computación en la nube es un modelo que permite acceso de red ubicuo, conveniente y bajo demanda a un grupo compartido de recursos informáticos configurables que pueden

aprovisionarse y lanzarse rápidamente con un mínimo esfuerzo administrativo o la interacción del proveedor de servicios

- *Traductores o sintetizadores de código fuente* (González et al., 2009) un traductor es un programa que recibe como entrada código escrito en un cierto lenguaje y produce como salida código en otro lenguaje.
- *Desarrollo Multipantalla* surge debido a la infinidad de modelos y tamaños de pantallas de dispositivos móviles, PCs existentes actualmente en el mercado, lo cual es un aspecto de relevancia para considerar en el diseño de sistemas.
- *Migraciones específicas* (Technet, 2013) la migración de software es un proceso delicado que corresponde a instalar el software en una nueva plataforma o en una versión mejorada, incluye todo, hasta considerar la mejor configuración de hardware para soportar las aplicaciones y su negocio, dentro de los límites como conjuntos de habilidades disponibles, presupuestos limitados y cumplimiento normativo
- *Middleware* (Bernstein, 1996) este servicio satisface las necesidades de una amplia variedad de aplicaciones en muchas industrias, está definido por las especificaciones de interfaz y protocolos que admite, puede tener múltiples implementaciones, por ello se ejecutan en múltiples plataformas, se distribuyen, y admite interfaces y protocolos estándar.
- *Aumentación* (Abolfazli et al., 2014) es el proceso de aumentar, mejorar y optimizar las capacidades informáticas de dispositivos móviles aprovechando diversos enfoques viables, hardware y software y conservar energía.
- *SOA* (Carey, 2008) la arquitectura orientada a servicios, es un enfoque que elimina las aplicaciones monolíticas, en su lugar una aplicación es estructurada como un conjunto de servicios orquestados por procesos de negocios, incluyendo los extraídos de varias aplicaciones existentes.
- *Inteligencia Artificial* (Soediono, 1989) hace referencia a la capacidad de programas de computador para operar en la misma forma en que el pensamiento humano ejecuta sus procesos de aprendizaje y reconocimiento, bajo el fundamento de la comparación de la inteligencia de las máquinas de computador con la inteligencia humana.

- *Mashup* (Zang et al., 2008) son aplicaciones de software que fusionan API (Application Programming Interface) y fuentes de datos separadas en una sola interfaz integrada y que aún requieren una considerable experiencia en programación.
- *Técnicas de Visualización* son técnicas gráficas de análisis de datos que permiten mejorar la presentación.
- *Algoritmos* (González et al., 2009) al igual que las funciones matemáticas, los algoritmos reciben una entrada y la transforman en una salida, debe ser definido, finito y eficiente, es decir que encuentre la solución en el menor tiempo posible
- *Arquitectura* (Luis, n.d.) asocia las capacidades del sistema especificadas en el requerimiento con los componentes del sistema que la implementarán, esta descripción arquitectónica incluye componentes y conectores (en términos de estilos) y la definición de operadores que crean sistemas a partir de subsistemas o, en otros términos, componen estilos complejos a partir de estilos simples
- *XML* (W3c, 2010) El Lenguaje de marcado extensible (XML) es un subconjunto de SGML (Standard Generalized Markup Language) diseñado para facilitar la implementación y la interoperabilidad con SGML y HTML.
- *Programación genética* (Marcos et al., 2010) Los Algoritmos Genéticos trabajan sobre una población de individuos, cada uno de ellos representa una posible solución al problema que se desea resolver.
- *Sistemas distribuidos* (Panorama, n.d.) Sistemas cuyos componentes hardware y software, que están en computadoras conectadas en red, se comunican y coordinan sus acciones mediante el paso de mensajes, para el logro de un objetivo. Se establece la comunicación mediante un protocolo preestablecido.
- *Widgets* (Oscar, 2013) son pequeñas aplicaciones que tienen como principal objetivo mostrar y dar fácil acceso a algunas de las principales funciones del móvil, ofreciendo informaciones de manera visual y sin requerir ser abiertos al estar ubicados en el escritorio
- *Prototipos Responsive Web* (UNL, 2009) es una representación de un sistema, aunque no es un sistema completo, posee las características del sistema final o parte de ellas.

De la misma manera, la Figura 5 presenta las estrategias utilizadas por los trabajos relacionados, en donde la estrategia más común, como la solución propuesta, responde a cómo crear, eliminar, actualizar y mover elementos y contenido del árbol DOM de las páginas para lograr la personalización de acuerdo con el dispositivo. Luego se encuentra el trabajo de ingeniería basado en modelos (MDE en inglés) donde las contribuciones usan metamodelos para representar el problema a resolver y transformaciones de modelos para obtener aplicaciones de software. Esta es una solución eficiente, pero es semiautomática porque requiere la ayuda del programador para completar el modelo cada vez que algo nuevo es urgente.

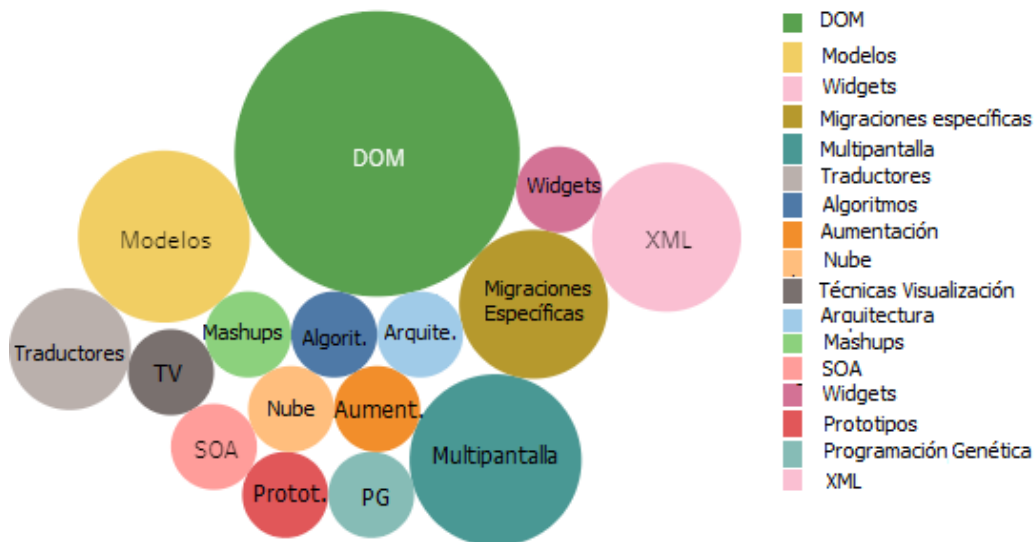


Figura No. 5 Estrategias

Adicionalmente, la Tabla 6 muestra que:

- (i) el 86,4% de los esfuerzos de investigación se han dirigido a las soluciones propuestas
- (ii) el 22,73% en la evaluación del proceso
- (iii) el 6,82% en el proceso de adaptabilidad,
- (iv) 56, 82% en proceso de verificación y validación
- (v) 6,82% corresponde a estudios basados en la experiencia
- (vi) 4,55% con evaluación del proceso
- (vii) 2,27% en proceso de verificación y validación.

(viii) Además, existen estudios de validación en 6,82%, con proceso de adaptabilidad en 2,27% y proceso de modelado en 4,55%.

La principal contribución de los estudios se resume de la siguiente manera: el 45,45% corresponde a contribuciones que entregan herramientas, el 22,7% corresponde a marcos, el 15,92% son técnicas y el 15,91% son prototipos.

Tabla 6. Alcance Vs Faceta de Investigación y Contribución

	Experience	Proposed Solution	Validation	Framework	Tool	Technique	Prototype
Process Evaluation	4,55%	22,73%	0,00%	6,82%	11,36%	4,55%	4,55%
Adaptability Process	0,00%	6,82%	2,27%	0,00%	4,55%	4,55%	0,00%
Modeling Process	0,00%	0,00%	4,55%	2,27%	2,27%	0,00%	0,00%
V & V process	2,27%	56,82%	0,00%	13,64%	27,27%	6,82%	11,36%
Total	6,82%	86,37%	6,82%	22,73%	45,45%	15,92%	15,91%

2.3. Conclusiones del Mapeo y Revisión Sistemática de la Literatura

Como resumen del mapeo sistemático (Viviana Cajas et al., 2018) realizado, existen varias alternativas para administrar la migración de una aplicación Web a una RIA (Aplicación de Internet enriquecida):

- (i) El DOM se modifica, de modo que el diseño se ajusta al tamaño de las pantallas, proporcionando una mejora en la apariencia Web, sin embargo, este diseño no toma en cuenta el comportamiento o el punto de vista del usuario, se traduce en una mejora netamente visual en armonía con los elementos y el concepto de responsive Web.
- (ii) El desarrollo basado en modelos facilita la generación de código semiautomáticamente a partir de modelos, y por esta característica requiere la presencia de un analista que coordine y vaya mejorando o corrigiendo

aspectos por falta de correspondencia en las traducciones del modelo a partir de lo que se vaya necesitando en el tiempo. Por otro lado, dentro de los modelos no se han considerado características propias de los usuarios como el comportamiento navegacional.

- (iii) Mashups permiten una mejora en la interfaz de usuario con la reutilización de componentes, y de la misma manera que los enfoques anteriores su fuerte reside en la armonía visual desde el punto de vista del diseño y la funcionalidad de la aplicación.
- (iv) Middleware requieren un alto conocimiento para combinar API y separar fuentes de datos en una única interfaz integrada, estos enfoques se concentran en el backend, son proyectos que requieren mayor cantidad de recursos tanto económicos, tecnológicos y humanos.
- (v) Técnica de aumento, donde el usuario es parte del proceso y puede seleccionar cierta personalización de las aplicaciones para su conveniencia, es una buena estrategia para tener un diseño centrado en el usuario, el punto débil de esta técnica corresponde a que las personalizaciones no están centralizadas y deben llevarse de un dispositivo a otro.

Cabe destacar después de todo lo evaluado que se requieren investigaciones en áreas como la obtención de interfaces ricas que contrarresten al enfoque de hacer reformateos con resultados básicos. Profundizar en herramientas que apliquen estrategias de visualización de grandes volúmenes de datos, porque no se enfoca el manejo de reportes, salvo el caso de estrategias de visualización de cartografía móvil.

Adicionalmente, se debe aprovechar el hardware con los recursos intrínsecos de los dispositivos móviles como cámara, geolocalización, comandos táctiles y no táctiles, reconocimiento de voz, voz a texto, movilidad, utilización de interfaces hápticas, hologramas, accesibilidad, de acuerdo con el concepto de aplicaciones progresivas.

Es importante mencionar que no se evidencian estudios acerca de las metodologías para la portabilización o migración de aplicaciones desarrolladas en herramientas licenciadas.

También hacen falta directrices sobre estándares de tipos de letra y otros aspectos de visualización.

Aún se requiere fortalecer la seguridad de aplicaciones móviles que manejen core empresarial con datos sensibles.

Tampoco se evidencia la utilización de herramientas de análisis de sentimiento de usuarios. Ni la adaptabilidad de Workflows empresariales a Workflows móviles. Así como pensar en protocolos que puedan ser emergentes y logren conectividad sin internet.

Cabe enfatizar que tanto en el mapeo como en la revisión sistemática de literatura no fue observado el uso de herramientas de análisis sensitivo o la adaptabilidad de los flujos de trabajo empresariales a dispositivos móviles, tampoco se consideran modelos predictivos como lo son los modelos de Markov, tampoco se mencionan conceptos acerca de aplicaciones sostenibles, ecológicas y progresivas.

Adicionalmente las propuestas observadas no relacionan los tres ejes de la transformación digital que involucran a las personas, procesos y tecnología para establecer un modelo de negocio sostenible que aporte al crecimiento empresarial a través de indicadores claros como la productividad, la efectividad, eficiencia y satisfacción tanto del cliente interno como externo.

De la misma manera no se evidencia la evaluación de las mejoras con las Leyes de Hick y Fitts. Tampoco se resaltan enfoques multidisciplinarios en el que otras áreas de conocimiento participen para enriquecer la visión de estos.

2.4. Enfoques Similares en Otras Áreas de Aplicación

A continuación, se detallan otros estudios que informan que el uso de la investigación de usuarios para el diseño de software predictivo o adaptativo se ha convertido en una técnica eficiente para contribuir directamente a la buena experiencia del usuario basada en el enfoque empático.

McKinley y col. (McKinley et al., 2004) revisa el software adaptativo compuesto el cual permite que el software modifique su estructura y comportamiento dinámicamente en respuesta a cambios en su entorno de ejecución. Este estudio concluye que esta base elevará la próxima generación de computación a nuevos niveles de flexibilidad, autonomía y facilidad de mantenimiento sin sacrificar la garantía y la seguridad.

Además, la composición dinámica se define como el enfoque más flexible para implementar la adaptación compositiva en tiempo de ejecución. Sin embargo, las herramientas existentes no son lo suficientemente fuertes para soportar un alto nivel de adaptación; sugieren a la comunidad la construcción de herramientas con una rigurosa ingeniería de software.

Kitajima y col. (Kitajima et al., 2005) describen un método para evaluar cuantitativamente la usabilidad de sitios Web orientados a la información a gran escala y los efectos de las mejoras realizadas en el diseño del sitio. Esto se logra utilizando el Recorrido cognitivo para la Web y el modelado de sitios Web utilizando cadenas de Markov y se demostró que el número promedio de clics antes de que un visitante alcance una meta se puede analizar de manera simple.

Como resultado, descubrieron que la simple alteración de enlaces puede mejorar significativamente la usabilidad. Creen que pueden evaluar el grado de mejora potencial de la usabilidad aplicando este método a sitios Web similares.

Zhang y col. (J. Zhang & Yu, n.d.) proponen predecir la formación de enlaces sociales en múltiples redes sociales parcialmente alineadas al mismo tiempo, lo que se define formalmente como el problema de predicción de enlaces de múltiples redes. En múltiples redes sociales parcialmente alineadas, los usuarios

pueden estar ampliamente correlacionados entre sí mediante varias conexiones. Este enfoque se basa en un marco evaluado con extensos experimentos llevados a cabo en dos redes alineadas del mundo real Foursquare (Foursquare, 2019) y Twitter (Twitter, 2019)) que demuestran que pueden funcionar muy bien en la predicción de enlaces sociales en múltiples redes parcialmente alineadas simultáneamente.

Shu y col. (Shu et al., 2015) proponen un marco para el problema de vinculación de la identidad del usuario dentro de las redes sociales. Vincular las identidades de los usuarios a través de las redes sociales en línea es de gran valor en muchas áreas de aplicación, como recomendaciones y predicciones de enlaces. La tarea principal de la predicción de enlaces es predecir enlaces perdidos o formados en el futuro en diferentes redes sociales (redes sociales homogéneas o heterogéneas).

Este enfoque consta de dos fases: i) Extracción de características y ii) Construcción del modelo, a través de una lista de campos de perfiles públicos representativos, es la siguiente: nombre de usuario, nombre de pantalla, ubicación, biografía, educación y avatar. Sin embargo, las limitaciones mencionadas en este trabajo corresponden a la privacidad del usuario, la verdad fundamental de los pares de vínculos de identidad de usuario conocidos, el acceso limitado, lo que dificulta la adquisición de datos a gran escala.

Soh y col. (Soh et al., 2017) presentó una arquitectura para una interfaz de usuario adaptativa (AUI) con una RNN (red neuronal recurrente) para mejorar la usabilidad de software complejo al proporcionar asistencia y adaptación contextual en tiempo real que aprovecha los desarrollos en:

(1) aprendizaje profundo, particularmente unidades recurrentes cerradas, para aprender de manera eficiente los patrones de interacción del usuario

(2) técnicas de filtrado colaborativo que permiten el intercambio de datos entre usuarios

(3) métodos rápidos aproximados del vecino más cercano en espacios euclidianos para un control rápido de la interfaz de usuario y / o recomendaciones

de contenido y superado. Genera una factorización de última generación y algoritmos de incorporación de métricas hasta en un 50% en promedio. Como trabajo futuro, el estudio puede extenderse para proyectar información lateral, como perfiles de usuario y características de elementos de interacción en el espacio latente. Finalmente, están en el proceso de integrar el DRNN con una interfaz de usuario adaptativa para el análisis de redes y esperan continuar este documento con estudios de usuarios.

Sarker y col. (Sarker et al., 2019) mencionó que los patrones de comportamiento de los usuarios de teléfonos inteligentes pueden variar mucho entre individuos en diferentes contextos. Además, el comportamiento del usuario es individual según el uso del teléfono y puede no ser estático en el mundo real, cambiando con el tiempo.

Luego proponen a Recenyminer un enfoque para producir y generar un conjunto completo de reglas actualizadas de acuerdo con los patrones de comportamiento recientes del individuo, basados en cuatro aspectos, como identificar cambios en el comportamiento del individuo dentro de un período de tiempo de datos de registro recientes, identificar y eliminar los obsoletos, descubriendo nuevas reglas de comportamiento recientes utilizando los datos de registro recientes determinados, y la gestión dinámica de estas reglas para generar un conjunto completo de reglas de comportamiento actualizadas basadas en la actualidad para usuarios individuales de teléfonos móviles. El trabajo futuro corresponde a evaluar la usabilidad de este enfoque a nivel de aplicación.

Tras la publicación del planteamiento teórico (V. Cajas et al., 2019) y el primer experimento (Cajas, V., Urbieto, M., Rossi, G., & Rybarczyk, 2020) surgen propuestas con metodología similar como:

Mezhoudi y col. (Mezhoudi & Vanderdonckt, 2020) proponen un enfoque basado en modelos llamado TADAP para generar una interfaz adaptable al contexto y predictiva basada en el aprendizaje automático y las cadenas de Markov. Las interfaces presentan los controles de tareas basados en comentarios de usuarios explícitos e implícitos. Las recomendaciones funcionan para usuarios con el mismo

perfil. El experimento se midió mediante métricas de idoneidad y evaluación de usuarios.

Los trabajos mencionados anteriormente se centraron en la importancia de la predicción para conocer la identidad o el comportamiento de los usuarios; sin embargo, no se considera el tema de las aplicaciones heredadas y su consecuente mejora de las aplicaciones móviles; por esta razón, esta estrategia es propuesta en este trabajo.

Por otro lado, es trascendental mencionar en este punto que el enfoque que se presenta a continuación. es multidisciplinario conjuga el área matemática estadística de la investigación de operaciones con las Cadenas de Markov, para predecir el comportamiento del usuario en la navegación, la administración de operaciones con la matriz de cercanía del Systematic Layout Planning para poder reorganizar los elementos en pantalla, logrando la efectividad, eficacia y satisfacción, la economía de contexto que permite partir de la hiperpersonalización a la personalización de productos y servicios generando un enfoque empático, proactivo y evolutivo que además logra producir un software ecológico debido al ahorro energético y efecto ergonómico .

CAPITULO III

ENFOQUE PROPUESTO

3.1. La Transformación Digital

Los sistemas heredados tienden a expandirse con el tiempo, ya que los esfuerzos para eliminar el código no utilizado casi nunca se financia (Mahrach Mahrach, 2019). Puesto que se partirá de aplicaciones legacies o heredadas las cuales involucran altos costos de desarrollo si se las deja de utilizar porque generalmente son sistemas de gestión de la información y sistemas de control y optimización es un reto para la transformación digital (García, J. A. T., Ferreira, C. P., & Romero, 2019) porque se trata de una transformación que va modificando tanto a las industrias, ciudades, y en el ámbito social a la manera de vivir.

El problema al querer implementar estos cambios en las empresas radica principalmente en los siguientes aspectos: en primer lugar, se debe contar con el talento humano alineado; en segundo lugar, se debe generar un cambio de expectativas y aspiraciones del negocio, procesos para generar ventaja competitiva; en tercer lugar, se debe disponer de accesibilidad inmediata a la información y por último, se debe difundir adecuadamente la gestión del conocimiento (Ramírez-Sáenz de Viteri, 2019). La transformación digital (Viviana Cajas et al., 2021) es un proceso complejo, que ha permitido a las organizaciones unirse a la llamada revolución digital, y al mismo tiempo, ir de la mano de los requerimientos de las actuales y nuevas generaciones, que se caracterizan por pasar la mayor parte de su tiempo en redes sociales y concretar sus compras a través de distintas plataformas.

En este caso en particular es importante optar como estrategia de optimización dentro del proceso de la transformación digital por una mejora en la experiencia del cliente, para poder modernizar las aplicaciones sin intervenir en la

capa del negocio que independientemente puede estar constituida por otro tipo de tecnologías, este proceso se puede observar en la Figura 6. Posteriormente cada industria o empresa en particular puede optar por una estrategia de transformación dentro del proceso de transformación digital acorde a su propio contexto puesto que conlleva la planificación de proyectos con mayor presupuesto, riesgo, pero a la vez pueden generar mejor retorno.



Figura No. 6 Estrategia de Mejora de Experiencia de Usuario

El enfoque propuesto en esta tesis está basado en las cadenas de Markov, puesto que son un modelo estocástico que permiten predecir el comportamiento del usuario, por este motivo su uso se ha extendido a muchos ámbitos, incluidos el hardware, redes, sin embargo, en software todavía su aplicación es limitada puesto que más se ha centrado en temas de usabilidad. Por otro lado, es importante destacar que este algoritmo o estrategia no fue utilizada anteriormente lo cual quedó demostrado con el mapeo y la revisión sistemática realizada previamente.

Además, se trata de un enfoque empático predictivo que como otros enfoques similares actuales permiten aportar a la economía de contexto desde la personalización hacia la hiperpersonalización.

3.1. Hipótesis

Las hipótesis que contemplan el modelo de Markoviano son las siguientes:

- i) asumir un número finito de estados para describir el comportamiento dinámico de los widgets;
- ii) suponer una distribución conocida de probabilidades iniciales, que refleja a qué estado pertenece un widget de aplicación, o los porcentajes de widgets en cada estado de la aplicación;
- iii) suponer que la transición de un estado actual a otro en el futuro depende solo del estado actual (propiedad Markoviana); y
- iv) suponer que la probabilidad de que esta transición sea independiente de la etapa temporal considerada (propiedad estacionaria), es decir, no cambia en el tiempo de estudio del sistema.

3.2. La Empatía en la Aplicación

El enfoque tiene como objetivo adaptar los sitios heredados modificando su estructura, contenido, aspecto y sensación para convertirse en una aplicación móvil amigable a través de un enfoque empático, como muestra la Figura 7.

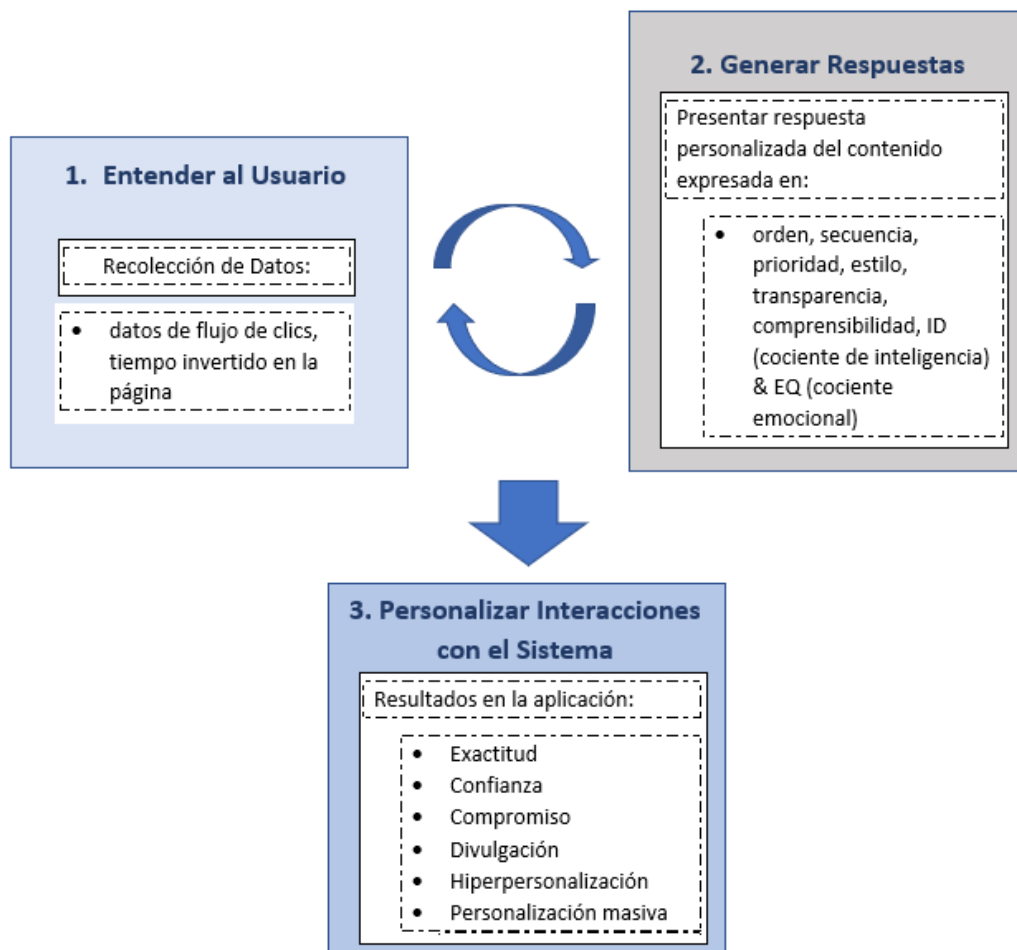


Figura No. 7 Etapas de Adaptación

Para **entender al usuario**, un enfoque empático, utiliza diferentes técnicas como entrevistas, observaciones de comportamiento, documentación en video o experiencias personales, ahí es donde los analistas recopilan información sobre el sistema existente y el impacto de las funciones disponibles en el negocio (Dalton & Kahute, 2016). Este trabajo utiliza observaciones automáticas de comportamiento. Este paso tiene como objetivo capturar las acciones del usuario (V. Cajas et al., 2019) como los clics sobre los widgets que el usuario realiza para realizar sus tareas, además del tiempo invertido en la página.

Generar respuestas corresponde a la parte del pensamiento de diseño (von Thienen et al., 2017) (Georgiev, 2012) en donde los analistas eligen una forma de resolver el problema planteado. Con base a esto, a partir de los requisitos

condensados de la recolección de los datos en el paso previo, los analistas proponen gestionar los componentes de la aplicación con las probabilidades desde un estado de navegación inicial para la primera vez. Esta información le permitirá predecir la distribución de los componentes en períodos posteriores según el modelo de Markov y de esta manera establecer el orden la secuencia, la prioridad.

Para **personalizar las interacciones con el sistema**, la creatividad es crítica y se apoya en el pensamiento lateral y creativo (De Bono, 2014) que hace referencia a un término inventado por el psicólogo Edward de Bono para nombrar todos los caminos alternativos no considerados en la resolución creativa de problemas. A diferencia de otros métodos (Dingli, 2008) para la generación de ideas, el pensamiento lateral puede usarse no solo para la resolución de problemas, sino también para propósitos de diseño y pensamiento constructivo. Se pueden crear o explotar oportunidades en diversas áreas, incluida la ciencia, la tecnología, la gestión, la educación, la economía y la formulación de políticas. Además, Parnes (Parnes & Harding, 1962) definió la creatividad como la capacidad de encontrar relaciones entre ideas previamente no relacionadas, que se manifiestan en forma de nuevos esquemas, experiencias o nuevos productos.

Por lo tanto, este enfoque combina la planificación sistemática del diseño (SLP) con las cadenas de Markov para crear una analogía entre la aplicación de software y una planta de fabricación, que corresponde al espacio dentro de la pantalla para obtener una interacción multipantalla o multicanal. El uso eficiente del espacio dentro de la pantalla está asegurado de acuerdo con el principio del flujo óptimo del proyecto.

Adicionalmente, la distribución de elementos en los que navegan los usuarios debe ser óptima en cuanto a la matriz de cercanía SLP. La ponderación matricial considera el flujo de trabajo y la distribución del proceso será detallado en las secciones siguientes. Además, este trabajo aprovecha el conocimiento previo sobre las cadenas de Markov como un algoritmo exitoso para obtener un comportamiento predictivo para aplicarlo en este caso a la navegación del usuario.

3.3. Etapas del Enfoque

La Figura 8 muestra el proceso de adaptación del enfoque a través de la ruta (Roadmap) (Díaz Pace & Bianchi, 2017) conceptual. Considerando las necesidades del negocio, los puntos de vista del cliente y con el soporte experto, los diferentes pasos del enfoque se profundizan a continuación:

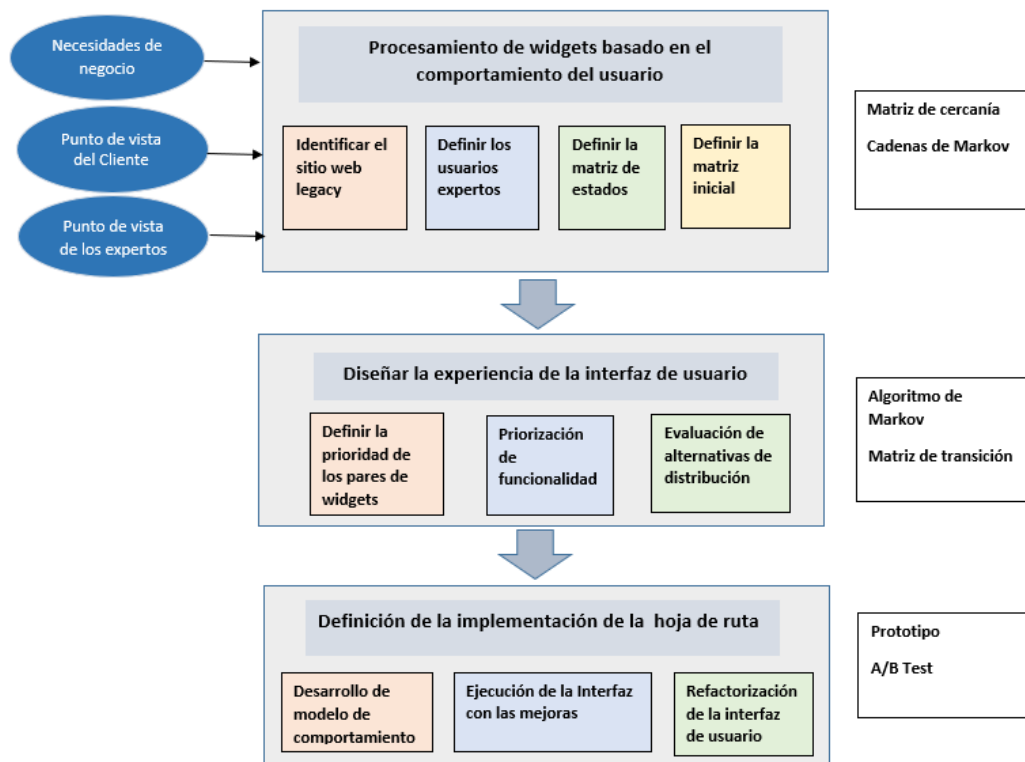


Figura No. 8 Enfoque o Ruta conceptual

El enfoque ha sido publicado en tres artículos; “Migrating Web to Mobile : A Systematic Literature Review” (V. Cajas et al., 2020) en donde se deja planteado de manera global luego de realizar una revisión sistemática de la literatura y llegar a la conclusión de que un enfoque que se base en cadenas de Markov de este tipo no fue propuesto; el segundo artículo “An Approach for Migrating Legacy Applications to Mobile Interfaces” (V. Cajas et al., 2019) es el segundo en el cual se abarca a detalle la parte teórica en donde se deja explicitada la fase del *procesamiento de los widgets basado en el comportamiento del usuario*: identificar

el sitio web legacy, definir los usuarios expertos, definir la matriz de estados, definir la matriz inicial, con base a la matriz de cercanía y a las cadenas de Markov, y este artículo también aborda la fase del *diseño de la interfaz del usuario* a través de un mockup: definir la prioridad de los pares de widgets, la priorización de la funcionalidad, la evaluación de alternativas de la solución.

El tercer artículo titulado: “Migrating legacy Web applications” (Cajas, V., Urbietta, M., Rossi, G., & Rybarczyk, 2020) adicional a lo que englobó el primer artículo incluye en la etapa de *diseño de experiencia del usuario* los cálculos implícitos en el algoritmo de Markov para las iteraciones de los usuarios en la matriz de transición y consecuentemente implica ya la etapa de *definición de la hoja de ruta*: desarrollo del modelo de comportamiento, ejecución de la interfaz de las mejoras y la refactorización específica de la interfaz de usuario con un prototipo y un A/B test. En la siguiente sección se brinda un detalle cada una de las fases inmersas.

3.3.1. Procesamiento de widgets basado en el comportamiento del Usuario

Acorde a la Figura 8 a continuación se detallarán las etapas del enfoque.

3.3.1.1. Identificar el sitio Web heredado

Un sitio Web heredado no se representa correctamente en pantallas pequeñas. Para identificarlo, los usuarios pueden minimizar o modificar el tamaño de la pantalla para verificar si el contenido se reorganiza de alguna manera para que puedan verificar si el contenido del diseño se representa correctamente o no. Además, pueden acceder al sitio desde diferentes dispositivos móviles, y cuando el sitio no es apto para dispositivos móviles puede requerir exceso de scroll, desplazamiento o zoom en el mejor de los casos, o algunos componentes quizá no se puedan cargar.

3.3.1.2. Definir usuarios expertos

Los usuarios seleccionados (Dalton & Kahute, 2016) deben tener cierta experiencia dentro del sitio, a fin de obtener la simulación adecuada para que las probabilidades de navegación sean óptimas y permitan generalizarse y predecirse para el resto de los usuarios. Es recomendable que este proceso se realice para cada rol de usuario porque la navegación podría no ser general, cada perfil puede manejar sus widgets o controles de acuerdo con la función que desempeña en la aplicación que pueden o no coincidir en ciertos casos.

3.3.1.3. Definir la Matriz de Estados

El primer paso para obtener el modelo de Markov se trata de llenar los espacios de estado (E), o también llamada matriz de estados, como en la Ecuación (2) la cual estará definida con los widgets en el sitio.

$$E = \{\text{Widget1}, \text{Widget2}, \text{Widget3}, \dots, \text{Widgetn}\} \quad (2)$$

3.3.1.4. Definir la Matriz Inicial

La matriz inicial (también llamada vector de probabilidad inicial) denominada P (0) que se completa como en la Ecuación (3) dentro de lo cual es obligatorio verificar que los elementos sumen 1.

$$P (0) = \{1,0,0, \dots, 0\} \quad (3)$$

Cabe destacar que la primera vez, el usuario siempre accede a la página principal de la aplicación. Por esta razón, las probabilidades son 1 en el widget1.

3.3.2. Diseñar la Experiencia de la Interfaz de Usuario

3.3.2.1. Definir la Prioridad de los Pares de Widgets

Los usuarios expertos seleccionados en el paso previo deben en consenso listar los widgets que utilizan de acuerdo con su rol y valorar la relación entre ellos por pares dándoles prioridad con la escala de la matriz de cercanía (SLP), es decir “A”: 5 cuando es absolutamente necesario, “E”: 4 especialmente importante, “I”: 3 importante, “O”: 2 cercanía ordinaria, “U”: 1 sin importancia y “X”: 0 cercanía no deseable. En este caso se aplica la distribución acorde al flujo de información por proceso (o función) en el que todas las operaciones del mismo proceso están agrupadas por sus características similares, un ejemplo se muestra en la Tabla 7.

Tabla 7. Matriz de Cercanía Ejemplo

	Widget 2	Widget 3	Widget ...	Widget n	Total
Widget 1	5	3	4	2	14
Widget 2		4	5	1	10
Widget 3			1	0	1
Widget ...				2	2

3.3.2.2. Priorización de Funcionalidad

Posteriormente se debe clasificar los widgets relacionados con respecto a la matriz de cercanía, es decir en primer lugar los widgets con "A" y colocarlos lo más cerca posible en la interfaz de usuario, continuar con los pares relacionados con "E", luego los pares valorados con "I", posteriormente los pares con "O", mientras que los pares relacionados con "U" es indiferente si quedan ubicados cerca o lejos. Por el contrario, los widgets relacionados con 'X' deben colocarse lo más lejos posible o mantenerse invisibles y solo mostrarse a pedido, porque no existe una relación directa entre ellos.

Es decir, se debe tomar el widget que tenga el mayor número en la matriz de cercanía. Alrededor de éste ir colocando los widgets que tengan relación de cuatro; luego se toma el widget que siga en puntaje y se hace lo mismo, hasta hacer una distribución gráfica de todos los widgets, relacionados con flechas o grafos como la Figura 9.

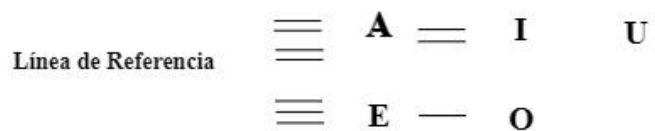
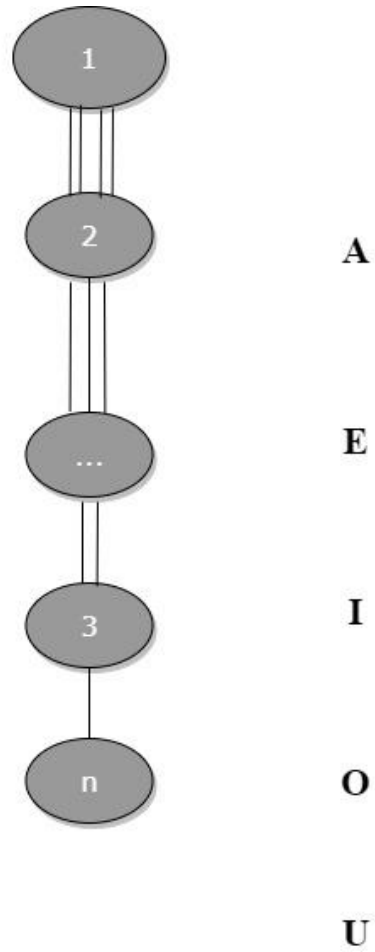


Figura No. 9 Grafo Widget 1

3.3.2.3. Evaluación de Alternativas de Solución

Las alternativas de solución vienen dadas a través de la **matriz de transición** o también denominada matriz de probabilidades, cuyos elementos no deben ser negativos, y la suma de las celdas que pertenecen a una fila debe tener como resultado 1. El orden de la matriz de transición debe ser igual al número de widgets (#Widget), por lo que, en concordancia con las reglas para realizar operaciones con matrices, el algoritmo puede multiplicar la matriz de transición por la matriz inicial.

Para cada widget descubierto en la matriz de estados que se muestra en una página, se colocan una fila y una columna en la matriz. Luego, la matriz se completa con las probabilidades de navegación. En este caso, en primera instancia se debe completar la matriz con pesos basados en una escala Likert los valores serán establecidos de acuerdo con las actividades relacionadas, de manera similar a la matriz de proximidad de un SLP. La Figura 10 muestra la distribución inicial acorde a la matriz de cercanía obtenida en el paso anterior.

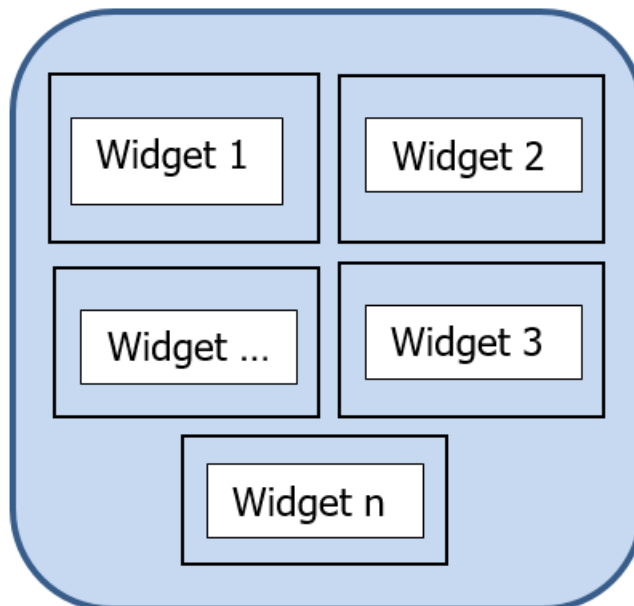


Figura No. 10 Distribución Inicial de Widgets

3.3.3. Definición de la Implementación de la hoja de Ruta

3.3.3.1. Desarrollo del Modelo de Comportamiento

Una vez que se obtienen la matriz inicial y la matriz de transición, el algoritmo debe multiplicar N veces estas dos matrices, hasta obtener una matriz estacionaria que representa el modelo de comportamiento. Se llama distribución estacionaria cuando la distribución inicial no cambia cuando se multiplica por la matriz de transición.

Mientras pasa el tiempo, no cambia con el paso del tiempo y, por lo tanto, se llama distribución estacionaria o invariable. Se dice que una cadena de Markov en tiempo discreto admite una distribución estacionaria en la medida en que existan probabilidades a largo plazo y es independiente de la distribución inicial $P(0)$.

Una vez obtenida la matriz estacionaria se puede contemplar el comportamiento de navegación del usuario en la aplicación.

3.3.3.2. Ejecución de la Interfaz con las Mejoras

Después de calcular la matriz estacionaria, las probabilidades de una navegación óptima del sitio deben registrarse en la base de datos. Además, se deben determinar las estrategias para establecer la mejora específica del sitio. En primer lugar, para realizar una mejora inicial, el algoritmo debe seleccionar los widgets relacionados con "A" y colocarlos lo más cerca posible de la interfaz de usuario.

Por el contrario, los widgets relacionados con 'X' o 'U' deben colocarse lo más lejos posible o mantenerse invisibles y solo mostrarse a pedido, ya que no existe una relación directa entre ellos. Todo esto además considerando el porcentaje de probabilidad de navegación de cada widget.

3.3.3.3 Refactorización de la Interfaz de Usuario

La Tabla 8 muestra el esquema de la evaluación de la usabilidad para las alternativas de distribución que se debe implementar para continuar con la mejora de la interfaz de usuario. El efecto de la manipulación de la variable independiente (distribución de los widgets) se refleja en las variables dependientes.

Tabla 8. Matriz de evaluación [23]

Variable	Medida	Explicación
Independiente	Distribución de widgets	La distribución de la pantalla afecta la distancia requerida para realizar las operaciones y, por lo tanto, el costo y la eficiencia de la operación o tarea.
Dependiente	Tiempo de finalización de la tarea (segundos)	La duración de las tareas o partes de tareas, el tiempo que los usuarios pasan en un modo particular de interacción.
	Velocidad de entrada	Velocidad de entrada del usuario, por ejemplo, usando el teclado o los controles deslizantes.
	Frecuencia de uso	Número de pulsaciones de teclas; cantidad de clics del mouse; número de acciones de interfaz; cantidad de actividad del ratón; desplazarse y hacer zoom.

La determinación de mejoras se realiza mediante el análisis del tamaño de la pantalla para:

- (i) Reorganizar el menú según los resultados obtenidos;
- (ii) Incluir accesos directos a las funciones que es más probable que se utilicen;
- (iii) Disminuir el zoom y desplazamiento por las páginas.

Para una mejora inicial el algoritmo agrupa los widgets según la prioridad de la matriz de proximidad, como se representó en los pasos previos. Una vez planteada la distribución de Markov, es necesario determinar si el Modelo de Aceptación Tecnológica (TAM) (Davis et al., 1989) del usuario es mejorado o aún requieren otras modificaciones.

Algo muy importante a destacar en este punto radica en que el enfoque se puede conjugar o adaptar con cualquier otro enfoque de los anteriormente

mencionados en el capítulo II puesto que es independiente de la implementación, debido a que el modelo de comportamiento obtenido con las iteraciones básicamente se encuentra en los cálculos que podrán ser registrados en el backend de la herramienta lo que le genera libertad de acción al proponer el front end, por motivos de prueba en primera instancia se decide implementarlo a través de aumentación para obtener el mínimo producto viable que es mejorado acorde al modelo de comportamiento hasta llegar a la matriz estacionaria.

3.3.3.4 Test

La evaluación consiste principalmente en medir la eficiencia de la distribución de nuevos widgets en comparación con la anterior a través de varios indicadores. Para evaluar la nueva interfaz de usuario, se realizan evaluaciones que involucran a diez usuarios en promedio por aplicación que se dividen en dos grupos independientes, uno de control y otro de tratamiento, de 5 miembros cada uno de acuerdo con la recomendación de Nielsen (Group, n.d.), en los que se requiere que cada sujeto complete ciertas tareas específicas.

La hipótesis está basada en que el rendimiento del usuario (por ejemplo, el tiempo de finalización para realizar una tarea) debería ser mejor en el grupo de tratamiento que en el grupo de control. El protocolo de evaluación se ejecuta de igual forma por todos los sujetos. Por esta razón, todos reciben una explicación rápida de las funcionalidades de la aplicación por parte de un moderador. Para ello los participantes deben cumplir con dos condiciones, nunca haber utilizado la aplicación anteriormente ni haber colaborado en el diseño de la matriz de cercanía. Además, dos testigos observan el comportamiento de los sujetos mientras realizan las tareas requeridas en su dispositivo móvil utilizando un navegador Chrome.

Durante la evaluación, se valora el tiempo de finalización de la tarea, las métricas de recuento de eventos de interacción del usuario (acercar / alejar, desplazarse y hacer clic). El moderador debe capturar el tiempo dedicado a completar la tarea, así como los eventos requeridos. Con el objetivo de calcular la

productividad laboral aparte de otras medidas como el promedio. Del mismo modo se evalúan la ley de Hick y la ley científica de Fitts.

Adicionalmente se estiman las siguientes heurísticas que Nielsen (Nielsen, n.d.) redactó para que diseñadores y desarrolladores pudieran testear las interfaces y comprobar si realmente se encuentran optimizadas :

- Visibilidad del estado del sistema
- Utilizar el mismo lenguaje que el usuario
- Control y libertad para el usuario
- Consistencia y estándares
- Prevención de errores
- Minimizar la carga de memoria del usuario
- Flexibilidad y eficiencia de uso
- Diálogos estéticos y diseño minimalista

También se calculan las métricas de usabilidad de la ISO 9241-11 (ISO, 2018) efectividad, eficiencia y se mide la satisfacción:

- Efectividad: que es la precisión e integridad con la que los usuarios logran metas.
- Eficiencia: recursos utilizados en relación con los resultados alcanzados.
- Satisfacción: es la sensación que tiene el usuario mientras usa un producto o después de haberlo usado, para tal efecto se manejará una encuesta al usuario con los siguientes aspectos en una escala de Likert:
 - Estética y diseño
 - Facilidad de uso
 - Contenidos e información
 - Utilidad
 - Recomendación de uso

3.3.3.5 Amenazas a las Validez

El alcance de este enfoque omite la heurística Nielsen número 9, que cubre la ayuda a los usuarios para reconocer, diagnosticar y recuperarse de los errores porque los mensajes son parte de la lógica empresarial y no de la interfaz de usuario. La ayuda heurística 10 ni la documentación tampoco están cubiertas en el enfoque porque este es un tema estrictamente implícito dentro de la lógica de la aplicación. Además, en cuanto a la productividad se ha considerado solamente la productividad laboral, debido a que la medición de la productividad multifactorial (MFP) se vuelve compleja debido a que algunos recursos naturales, capital y costo dependen del negocio.

Wholin Claes y col. (Wohlin et al., 2012) resumen los criterios propuestos por Cook y Campbell (Hornbaek, 2006) para evitar amenazas a la validez en las conclusiones obtenidas del estudio de caso. En consecuencia, una amenaza corresponde al bajo poder estadístico, es la capacidad de la prueba para revelar un patrón verdadero en los datos. Sin embargo, el experimento propuesto se basa en las recomendaciones de Nielsen (Group, n.d.), en el que 5 usuarios son suficientes para desarrollar una prueba de usabilidad dentro de un entorno controlado. Otra amenaza es la fiabilidad de las medidas, para evitar la amenaza se utilizó un instrumento cronómetro para registrar el tiempo requerido por los sujetos; una medida ordinal. Se llenó un formulario para realizar el seguimiento de las medidas y las métricas indirectas, como la productividad laboral (Education, 2019).

Otra amenaza radica en la fiabilidad de la implementación del tratamiento, en este caso, el experimento se llevó a cabo con un protocolo en el que, en primer lugar, los usuarios seleccionados eran personas que no habían utilizado la aplicación para evitar las consecuencias del efecto de aprendizaje: amenaza de maduración. Además, recibieron capacitación simultánea sobre las funcionalidades que ofrece el sitio. Todos los individuos realizaron las mismas tareas solicitadas según su grupo (control y tratamiento).

El experimento se realizó utilizando dispositivos con características similares (es decir, ancho de banda, hardware e instrumentos de medición) evitando la amenaza de instrumentación. Además, el experimento se realizó en una

habitación aislada. De esta manera, se evita las irrelevancias aleatorias en la amenaza del entorno experimental donde elementos perturbadores del exterior que pueden alterar los resultados, como el ruido fuera de la habitación o una interrupción repentina en el experimento.

En el siguiente capítulo se describen las características de la herramienta que permite implementar el enfoque.

CAPITULO IV

LA HERRAMIENTA

4.1 Markov Behaviour Tool

Se ha denominado Markov Behaviour Tool a la herramienta que da soporte al enfoque planteado en el Capítulo 3, es un software que permite a los usuarios externos e internos de las empresas (stakeholders) aprovechar las potencialidades de la tecnología para mejorar la eficiencia de casos de uso principalmente en la productividad a partir de la implementación de una interface amigable de las aplicaciones legacies en dispositivos móviles con una buena experiencia de usuario.

Se trata también de una solución de bajo costo porque no requiere desarrollo adicional y estará disponible de manera gratuita, adicionalmente demanda corto tiempo de parametrización por parte del usuario, cabe recalcar que esta herramienta no genera conflictos entre objetivos de negocio al contrario logra optimizar los procesos. Todo esto además se encuentra en concordancia con las inversiones en tecnología de la industria (Disruption & World, 2021), divididas en tres categorías:

- 1) al optimizar la interfaz de usuario la herramienta apoyará a la continuidad del negocio, sin necesidad de otras inversiones tecnológicas para garantizar la supervivencia y viabilidad de este,
- 2) al obtener el modelo de navegación del usuario se minimizan costos y gastos administrativos debido a la mejora en eficiencia, productividad y optimización en la digitalización de procesos, y
- 3) al estar basada en un algoritmo predictivo la herramienta provee de innovación y crecimiento a la empresa, puesto que permite generar nueva data que se puede utilizar en nuevos productos, servicios y modelos de negocios para encontrar nuevas fuentes de ingresos y beneficios.

4.2. Metodología para el Desarrollo de la Herramienta

Para proponer una solución afín con los requerimientos generales de las aplicaciones legacies web, para el desarrollo de la herramienta fue necesario elegir metodologías ágiles para el avance y administración de esta, ya que se adaptan correctamente a los procesos de tecnologías Web. Extreme programming (XP) (Teles, 2017) es una metodología que consiste en una programación rápida o extrema, cuya particularidad es tener como parte del equipo, al usuario final, pues es uno de los requisitos para llegar al éxito del proyecto.

Es idónea para proyectos con requisitos imprecisos y muy cambiantes, que en este caso se generan debido a que es una solución general más no específica para un solo sitio web, y por este motivo se debe poner el énfasis en la retroalimentación continua entre el cliente y el equipo de desarrollo. Además, al contrario de las metodologías tradicionales valora ante todo las personas que conforman el equipo de trabajo antes que los procesos, lo cual es trascendental en este caso por tratarse de un enfoque empático y con diseño centrado en el usuario.

4.2.1. Planificación de la Entrega

Los aspectos por tomarse en consideración para esta etapa de transformación digital tanto en personas, procesos y en tecnología se resumen en la Figura 11. En la que se observa que las personas que interactúan con las aplicaciones heredadas son multigeneracionales, interdisciplinarias que se encuentran actualmente obligadas a conocer el uso y manejo de plataformas digitales. Para lo cual se requiere un equipo de tecnología capacitado para dar soporte continuo.

Los procesos que se manejan son variados, sin embargo, generalmente cubren algunas etapas o todas las fases del proceso administrativo es decir la planificación, organización, dirección y control que están orientados cada día más a tornarse virtuales en cuanto al manejo de documentación y se encuentran alineados al cambio de leyes y reglamentos para la seguridad y privacidad de datos. En cuanto a la tecnología actualmente existen un sin número de dispositivos de

marcas y modelos dando como resultado que la competencia empresarial se ha volcado a la tecnología como ventaja competitiva con plataformas livianas de terceros acordes al contexto del giro del negocio para poder generar el flujo adecuado de información.

Además, el desarrollo de sistemas de información gerencial especializados en las áreas no se detiene, generando inversiones en conectividad e infraestructura emergente para el soporte online. Sumado a los legacies que tienen que convivir con toda esta nueva realidad proceso en el cual Markov Behaviour Tool permitirá generar la optimización requerida a estos sistemas que no se han podido portabilizar transparentemente hacia móviles.

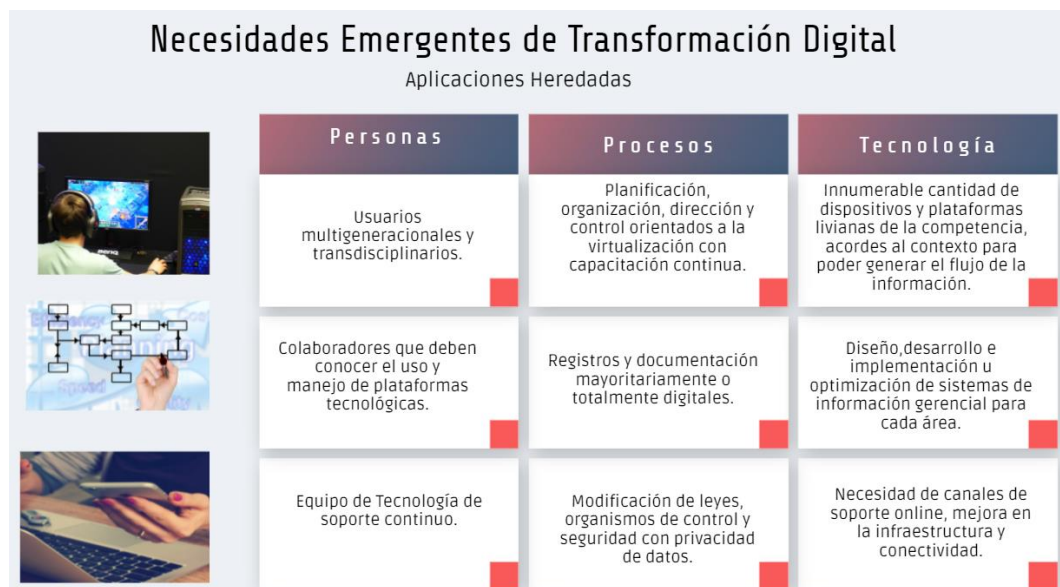


Figura No. 11 Necesidades Emergentes de Transformación Digital

Por otro lado, en los últimos años se han tratado de integrar las prácticas de design thinking en XP (Sohaib et al., 2019) para mejorar la calidad del producto de software para los usuarios finales y permitir que las empresas logren creatividad e innovación, por este motivo es la metodología más adecuada para el enfoque propuesto. El objetivo de enfoque con los conceptos antes mencionados para mejorar la experiencia del usuario (UX) (Voigt-Antons et al., 2018) en aplicaciones sobre dispositivos móviles se define como las emociones, actitudes, pensamientos, comportamientos y percepciones de los usuarios a lo largo del ciclo de vida de uso

y sugiere una relación conceptual entre estos constructos porque surge de una interacción entre un usuario y un producto dentro de un contexto.

Este fundamento sugiere que una interacción con un producto o concepto percibido o advertido a través de uno o más de los cinco sentidos da lugar a emociones, pensamientos y actitudes. Los usuarios finales cada día tienen mayor cantidad de necesidades digitales debido a que las aplicaciones ahora son parte de su vida cotidiana en todas las áreas, por este motivo sus mayores deseos radican en que tengan interfaces amigables, que sean rápidas y que su navegación sea óptima sin enlaces o pasos innecesarios.

Por otro lado, debido a que las aplicaciones legacies no se ajustan a todos los dispositivos generan en los usuarios emociones negativas como la frustración, tristeza, impotencia y estrés debido a la pérdida de tiempo o a la negativa experiencia de usuario que proveen. Adicionalmente, debido a estos problemas se generan estereotipos de la industria en la que no se sienten incluidos al momento de diseñar el software.

La Figura 12 muestra las historias de usuarios obtenidas en la primera lluvia de ideas.

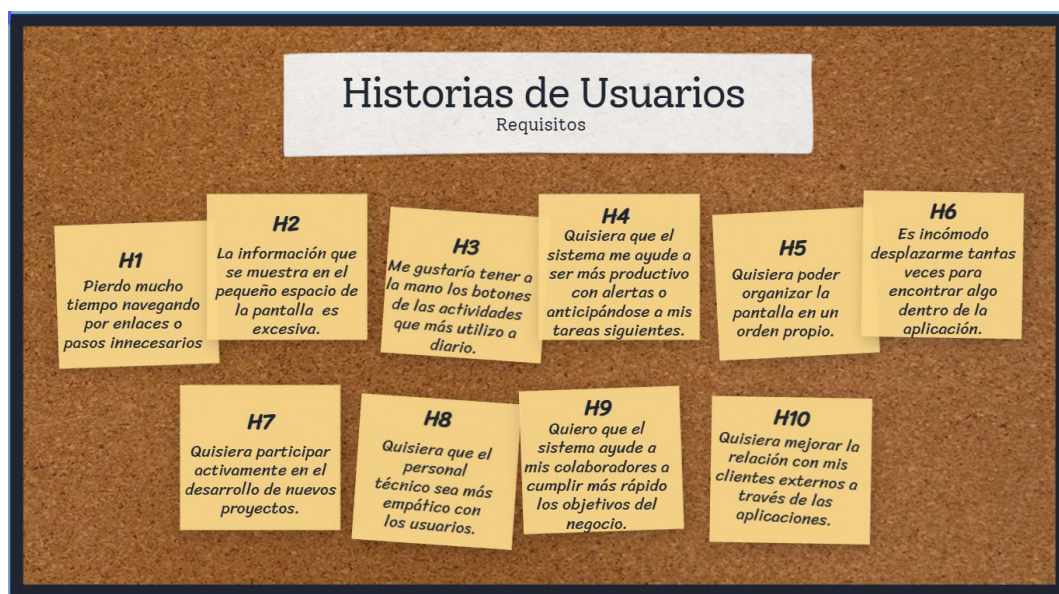


Figura No. 12 Historias de Usuarios – Inicial

Y posteriormente la Tabla 9 muestra los requerimientos refinados de la Figura 12 partiendo de las historias de usuarios acorde a la metodología XP. La clasificación de las historias fue realizada estrictamente por su grado de importancia en el proyecto.

Tabla 9. Historias de Usuario

Historia de Usuario	Entregables
H1: Yo como usuario, quiero llegar más rápidamente a los enlaces que utilizo con frecuencia, para ganar tiempo.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Priorizar los enlaces acordes con la navegación del usuario a través de un algoritmo. 2. Diseñar la interfaz reorganizada.
H2: Yo como usuario, quiero una interfaz más amigable que contenga lo estrictamente necesario acorde al tamaño de mi pantalla para evitar muchos desplazamientos.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Redistribuir los controles de acuerdo con el espacio y tamaño de la pantalla.
H3: Yo como usuario quiero establecer el orden con el que deben aparecer los controles que utilizo.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Proveer una herramienta drag & drop que permita la personalización de la aplicación.
H4: Yo como usuario quiero que el sistema me recuerde las tareas que siguen generalmente en mi flujo de trabajo para mejorar mi productividad.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Devolver en la interfaz una distribución proactiva acorde a probabilidades de utilización anterior.

Criterios de Aceptación:

Dada una petición en el navegador del usuario al momento de ingresar a una página web, en la esquina superior izquierda se mostrará un botón de usuario, al presionarlo desplegará una pantalla con las opciones de ingreso al sistema, en esta pantalla el usuario deberá digitar el *Nombre de Usuario y Clave*, posteriormente deberá presionar el botón *Login*, los datos que se ingresan serán proporcionados al momento de registrarse, sino se encuentra registrado debe dar clic sobre el link que muestra *Sign Up*, el cual desplegará una ventana en la que puede realizar el ingreso de su información, con el objetivo de otorgarle un *Usuario y Clave* para su correcto ingreso al sistema y que le permita realizar las iteraciones de su navegación, Figura 13.

Figura No. 13 Login

Mensajes de error

- *Campos incompletos*: Se debe completar todos los datos solicitados *Nombre de Usuario y Password*.
- *Usuario o contraseña incorrectos*: Su *Usuario o Contraseña* se encuentran incorrectos, verificar la activación de la tecla para mayúsculas.

Dado que el usuario no ha generado una cuenta anteriormente, Figura 14, al dar clic sobre el enlace *Sign Up* se despliega la ventana en la que se puede realizar el registro de usuario los campos solicitados se detallan a continuación:

- *Usuario*: Nombre de usuario que se utiliza para el ingreso al sistema.
- *Email Address*: Dirección electrónica del usuario.
- *Password*: Clave personal secreta de ingreso al sistema.
- *Confirmar Password*: Se necesita la confirmación del Password ingresado en el campo anterior por posibles fallos de digitación.



Por favor regístrese

¿Ya eres usuario? [Login](#)

Usuario

Email Address

Password

Confirmar Password

Registrarme

Figura No. 14 Registro

Mensajes de error


- *Campos incompletos*: Se debe completar todos los datos solicitados *Usuario, Email Address, Password, Confirmar Password*.
- *Email Incorrecto*: El campo email debe cumplir con el formato `xxxxxx@xxx.com`

- *Password no Coincide*: Los campos Password y Confirmar Password se deben llenar con la misma información.

Dado que el usuario ya tiene cuenta y ha ingresado correctamente sus credenciales, al realizar el ingreso al sistema y cargar la página web se activará un menú de opciones en la esquina superior izquierda de la página: *Logout, Opciones, Save*, Figura 15.



Figura No. 15 Menú Flotante

- *Logout* con esta opción el usuario saldrá de la herramienta, se volverá a al botón inicial de logeo para poder ingresar posteriormente.
- *Opciones* al dar clic sobre este botón se desplegará una ventana con las opciones con las cuales el usuario puede configurar la manera de realizar las modificaciones de objetos HTML y opciones de la página web:
 - Existen dos opciones:
 - *Manual*: Permite realizar las modificaciones a los objetos HTML de la página web de manera manual, es decir el usuario puede colocar aleatoriamente a su criterio los diferentes objetos que conforman la página, esta configuración de objetos será almacenada en la herramienta y cada vez que se ingrese a la página web será cargada por defecto en cada uno de los usuarios.
 - *Markov*: Permite activar la captura de eventos y movimientos de objetos en un periodo de tiempo para posteriormente aplicar el algoritmo de las cadenas de Markov y poder desplegar el resultado del procesamiento las posiciones de los objetos en la página HTML, la captura de eventos será mostrada por el icono  mientras se encuentre girando estará activada, Figura 16.

- *Save* permite guardar las configuraciones e iteraciones realizadas en la navegación.



Figura No. 16 Menú Flotante Activado

4.2.2. Planificación de la Iteración

Con todo lo analizado anteriormente, en la Figura 17 se pueden observar las capas de la aplicación requerida para implementar el enfoque propuesto en la fase de iteraciones. En primer lugar, debe permitir como se ha mencionado anteriormente mejorar la experiencia del usuario para satisfacer al cliente interno y externo a través de una interacción multicanal o con el uso de multidispositivos (tabletas, smartphones, computadores de escritorio, relojes inteligentes, televisores inteligentes) todo ello se propone obtener a través de las diferentes iteraciones con el usuario que permitan obtener el prototipo que radique en el mínimo producto viable.

En segundo lugar, se requieren APIs y servicios que capturen los eventos (clics, funciones de drag & drop) de la navegación del usuario que permita priorizar los controles con su respectiva probabilidad de uso para poder refactorizar la interfaz, utilizando el algoritmo de las cadenas de Markov para poder predecir estos comportamientos.

En tercer lugar, se requiere como backend la gestión del cálculo de iteraciones y generación de matrices que permitan que los usuarios que naveguen posteriormente ya posean una interfaz optimizada.

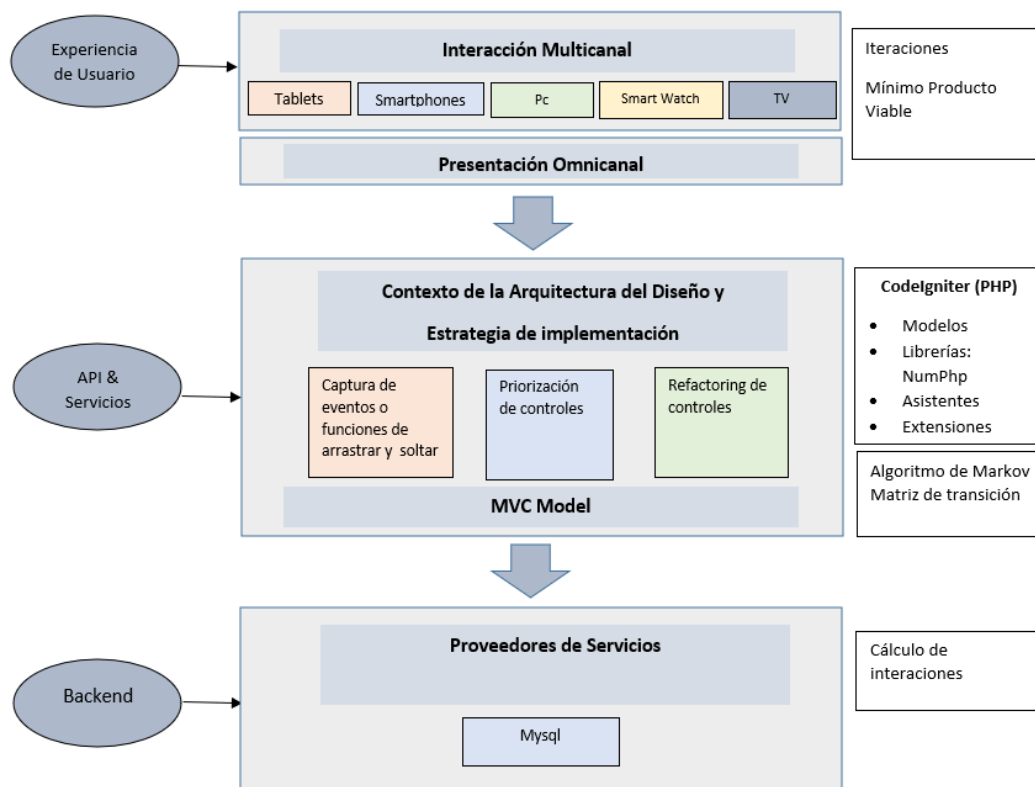


Figura No. 17 Capas de aplicación

Como herramientas para el ambiente de desarrollo se utilizó el framework Web CodeIgniter en PHP para la creación de cualquier tipo de aplicación Web. Es un producto de código libre, además como cualquier otro framework, contiene una serie de librerías y propone la manera de desarrollarlas para el funcionamiento óptimo de la aplicación. Esto es, marcar una manera específica de codificar las páginas Web y clasificar sus diferentes scripts, que sirve para que el código esté organizado y sea más fácil de crear y mantener. CodeIgniter (Alvarez, 2010) implementa el proceso de desarrollo llamado Model View Controller (MVC), que es un patrón de programación de aplicaciones, utilizado tanto para hacer sitios Web como programas tradicionales.

El código fuente de CodeIgniter se distribuye con una licencia MIT y se puede descargar desde la plataforma GitHub. También se utilizó Greasemonkey (Lieullen, 2021) un complemento del navegador que permite a los usuarios agregar JavaScript adicional a las páginas que se actualizan en el navegador, para

modificar la página de cualquier servidor Web con funcionalidad JavaScript programada por el usuario.

Además, este proyecto utilizó Web scraping (Vargiu & Urru, 2012), el conjunto de técnicas utilizadas para obtener automáticamente cierta información de un sitio Web en lugar de copiarla manualmente. Un raspado Web tiene como objetivo buscar tipos de información, extraerlos y agregarlos en nuevas páginas Web. En particular, los raspadores se centran en transformar datos no estructurados y guardarlos en bases de datos estructuradas. El Web scraping (Turland, 2010) es un proceso de recopilación automática de datos e información de Internet, comúnmente en páginas de sitios Web que utilizan lenguajes de marcado como HTML o XHTML, cuyos datos se analizan para determinadas necesidades y propósitos. En esta herramienta se utilizó principalmente para la detección de cambios en los sitios webs lo cual permite mantener la navegación actualizada.

Web Augmentation (S. Zhang & Balog, 2020) una tecnología del lado del cliente para proporcionar diseño, contenido y navegación relevantes sin crear un nuevo sitio Web al enmarcar el nuevo desarrollo dentro de la experiencia Web de un sitio Web existente con un uso extensivo de JavaScript y navegadores como Greasemonkey o plug-in. En esta herramienta Web Augmentation es parte fundamental debido a que esta técnica permite hacer las modificaciones en la interfaz de la aplicación sin afectar a la versión original, no obstante, le brinda al usuario la navegación óptima acorde a sus tareas o preferencias. Se utiliza scripts de Greasemonkey para añadir características y comportamientos a los objetos HTML por medio de JavaScript, las opciones de logeo, configuración, captura de eventos y funciones adicionales.

Debido a que el enfoque utiliza el algoritmo de Markov, es necesario registrar los eventos del usuario, para posteriormente procesarlos. Por este motivo, se decidió utilizar MySQL(Combaudon, 2018) por ser una base de datos gratuita, de código abierto, fácil de usar debido a los estándares que maneja al igual que otras bases de datos reconocidas de la industria. También es rápida, utiliza varias capas de seguridad, tiene poco requerimiento y eficiencia de memoria lo cual es un parámetro trascendental para trabajar con dispositivos móviles, en la Figura 18 se

puede observar en resumen las etapas obligatorias que se deben realizar en la aplicación para que la herramienta pueda optimizarla. Inicialmente en la estructura de Base de Datos se almacenan cada uno de los objetos HTML que forman parte del menú a ser modificado con un identificador y su posición inicial ordenada ascendentemente la cual se presenta en la página Web.

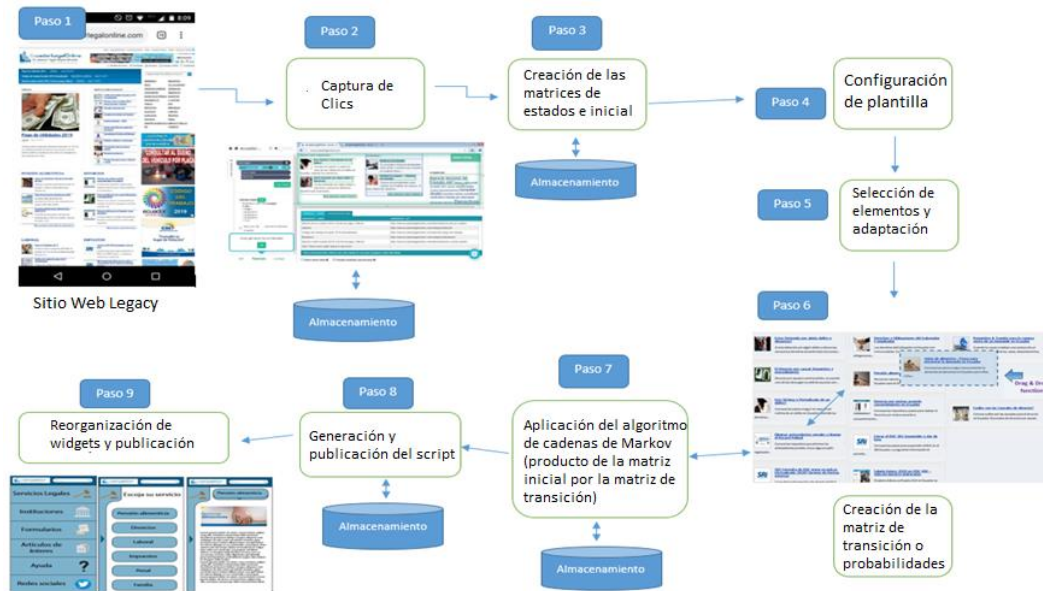


Figura No. 18 MarkovBehaviour Tool – Proceso del Enfoque Empático

Adicionalmente se añadió el evento arrastrar y soltar de cada uno de los elementos HTML que intervienen en la clasificación de menús utilizando la librería JavaScript Sortable.js, la cual por medio de agrupaciones en columnas de objetos HTML puede detectar el paso de objetos de una columna hacia otra y este cambio será almacenado para posteriores procesamientos.

La configuración inicial de la herramienta viene con la opción de colocar los menús de la página Web a discreción del usuario y este orden será almacenado en las bases de datos para una posterior carga del menú en el mismo orden inicial configurado cada vez que visite la página a ser afectada.

En la segunda opción de configuración se activa la opción de captura de los click con los cuales se interactúan y esta información es enviada a través de un API REST realizada en CodeIgniter la cual almacena estas acciones en la base de datos por un tiempo determinado según el administrador de la herramienta puesto que es configurable acorde al negocio.

Culminada la captura de eventos realizados por el usuario se procede al cálculo de la matriz estacionaria la cual determinará la posición final de los menús de cada usuario, a esta matriz se llega por la multiplicación de matrices, con un API REST se almacena cada una de las iteraciones hasta llegar a la matriz estacionaria.

El paso final es colocar el resultante de la matriz estacionaria ordenada por prioridades en cada uno de los menús para dar un orden de presentación en un fragmento HTML el cual será plasmado en la página Web con GreaseMonkey.

Previamente a obtener los resultados anteriormente mencionados, el proyecto fue dividido en 3 iteraciones, por consiguiente, se obtuvo un total de tres entregas para las cuales se desarrollaron partes de la aplicación completamente funcionales esto significó un éxito en el desarrollo del proyecto ya que mantenía el interés del usuario en continuarlo debido a que estaba viendo resultados en el corto plazo. Para aproximar el tiempo que demoraría cada iteración, se tomó como medida dos semanas. Cada semana constaba de cuatro días (lunes, martes, jueves y viernes) en los que se trabajaban cuatro horas sin distracciones. Adicionalmente, siguiendo las buenas prácticas de XP, se debe diseñar la solución más simple que pueda funcionar y ser implementada en un momento determinado del proyecto.

La primera iteración radicó en proveer una página simple que permita a los usuarios establecer la matriz de cercanía para los widgets de acuerdo con su perspectiva de uso, Figura 19, que corresponde a una matriz cuadrada que contiene los controles denominados widgets de la aplicación y a sus distintas relaciones de cercanía.

	Profile	Account	Password	Quit	Period	Photo	Search	Open Classes	Attendance	Teacher Self-Assessment	Calendar	Grades	Mail	Teacher Evaluation	Schedule	Resultado desde Profile
○ Profile	0	5	4	3	2	1	3	4	3	1	1	2	3	1	2	Número de Pasos: 1
○ Account	0	0	4	3	2	4	3	4	3	1	1	3	4	1	3	1 Account 0.14286
○ Password	0	0	0	3	1	1	3	2	2	1	1	2	3	1	2	2 Password 0.11429
○ Quit	0	0	0	0	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3 Open Classes 0.08571
○ Period	0	0	0	0	0	1	3	2	2	1	1	1	2	2	2	4 Quit 0.08571
○ Photo	0	0	0	0	0	0	3	1	1	1	1	1	2	1	1	5 Search 0.08571
○ Search	0	0	0	0	0	0	0	2	2	2	2	2	2	2	2	6 Attendance 0.08571
○ Open Classes	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	2	1	2	1	2	7 Mail 0.08571
○ Attendance	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	2	2	1	2	8 Period 0.05714
○ Teacher Self-Assessment	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2	2	2	9 Grades 0.05714
○ Calendar	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	1	2	2	10 Schedule 0.05714
○ Grades	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	2	2	11 Photo 0.02857
○ Mail	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2	12 Teacher Self-Assessment 0.02857
○ Teacher Evaluation	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	1	13 Calendar 0.02857
○ Schedule	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	14 Teacher Evaluation 0.02857
															0	15 Profile 0.00000

Figura No. 19 Matriz de Cercanía

Esto permitió perfeccionar el algoritmo obteniendo las matrices de estado y la matriz inicial para con ellas calcular la primera matriz de transición que se puede observar en la Figura 20, y posteriormente obtener la matriz estacionaria utilizando

la librería NumPhp library (Lesti n.d.). Y a su vez hacer una prueba rápida de la hipótesis establecida con pruebas unitarias y de aceptación del usuario.

Matriz de Transición

	Profile	Account	Password	Quit	Period	Photo	Search	Open	Classes	Attendance	Teacher	Self-Assessment	Calendar	Grades	Mail	Teacher	Evaluation	Schedule
Profile	0.000	0.143	0.114	0.086	0.057	0.029	0.086	0.114	0.086	0.029	0.029	0.057	0.086	0.029	0.057	0.057	0.057	0.057
Account	0.000	0.000	0.111	0.083	0.056	0.111	0.083	0.111	0.083	0.028	0.028	0.083	0.083	0.111	0.028	0.083	0.083	0.083
Password	0.000	0.000	0.000	0.136	0.045	0.045	0.136	0.091	0.091	0.045	0.045	0.045	0.091	0.136	0.045	0.091	0.091	0.091
Quit	0.000	0.000	0.000	0.000	0.091	0.091	0.091	0.091	0.091	0.091	0.091	0.091	0.091	0.091	0.091	0.091	0.091	0.091
Period	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.059	0.176	0.118	0.118	0.059	0.059	0.059	0.059	0.118	0.118	0.118	0.118	0.118
Photo	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.250	0.083	0.083	0.083	0.083	0.083	0.083	0.167	0.083	0.083	0.083	0.083
Search	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.125	0.125	0.125	0.125	0.125	0.125	0.125	0.125	0.125	0.125	0.125
Open Classes	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.100	0.100	0.100	0.100	0.200	0.100	0.200	0.100	0.200	0.200
Attendance	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.100	0.100	0.100	0.200	0.200	0.200	0.100	0.200	0.200
Teacher Self-Assessment	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.300	0.100	0.200	0.200	0.200	0.200	0.200
Calendar	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.333	0.222	0.222	0.222	0.222	0.222
Grades	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.400	0.200	0.400	0.200	0.400
Mail	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.500	0.500	0.500	0.500
Teacher Evaluation	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	1.000	1.000
Schedule	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

Figura No. 20 Matriz de Transición

La segunda iteración se trató de un mockup que trasladó los resultados de las matrices a la interfaz para hacer las pruebas de heurísticas de Nielsen y productividad versus la aplicación original, Figura 21.

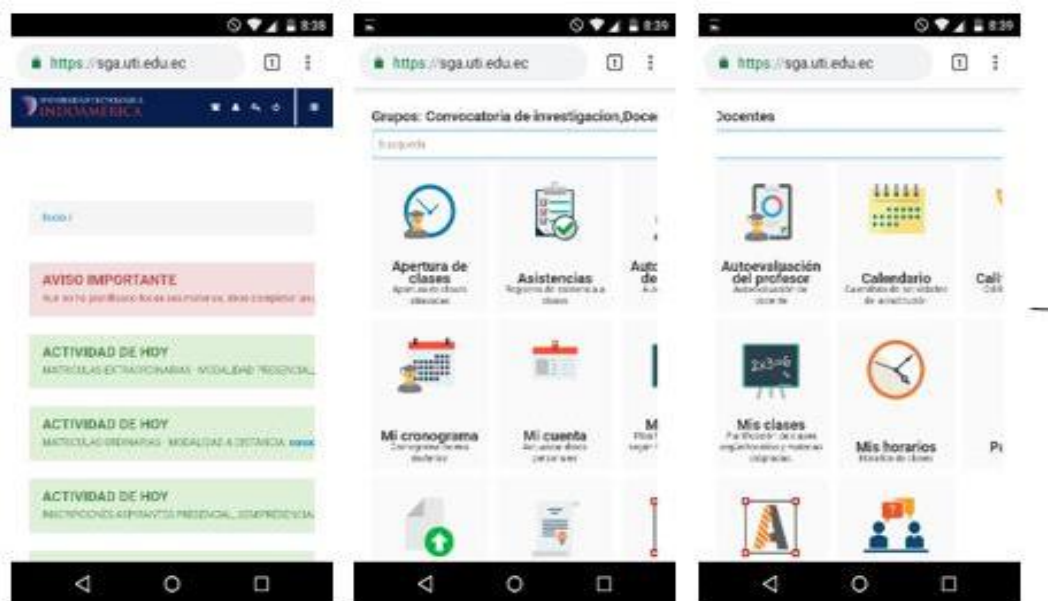


Figura No. 21 Interfaz Original SGA

Los resultados de estas pruebas se detallan en el siguiente capítulo, sin embargo, se debe resaltar que se logró no solo la optimización en términos de espacio sino también de reorganización de los widgets lo que se tradujo en una considerable mejora en la productividad laboral, Figura 22.

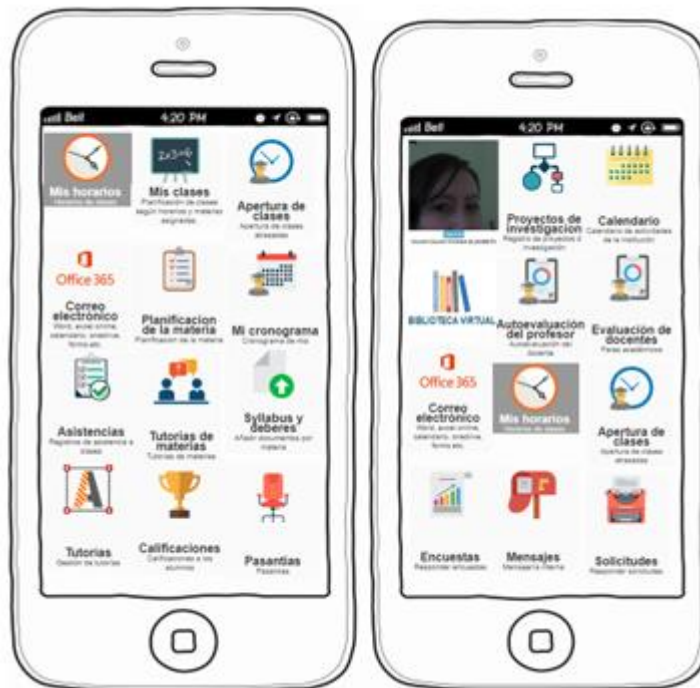


Figura No. 22 Mockup con Nueva Interfaz

En la tercera entrega la misión principal del prototipo de la herramienta denominada Markov Behaviour Tool radicó en brindar las facilidades de implementar automáticamente en primer lugar el algoritmo de las cadenas de Markov, es decir, permitir generar los estados, consecuentemente la matriz de estados, la matriz inicial, establecer la matriz de transición a través de las iteraciones del usuario y finalmente obtener la matriz estacionaria del modelo para retornar el modelo de navegación óptimo para el usuario, Figura 23.

Todo este proceso es transparente para el usuario, puesto que conlleva cálculos matemáticos con base a multiplicación continua de matrices propios del algoritmo que se evidencian posteriormente en la interfaz mejorada.

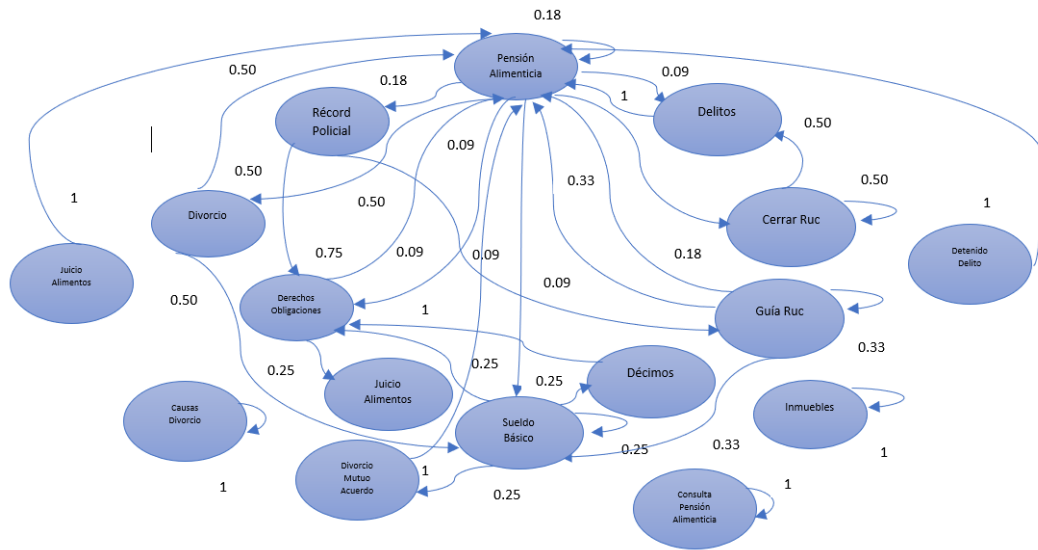


Figura No. 23 Modelo de Navegación de Prueba

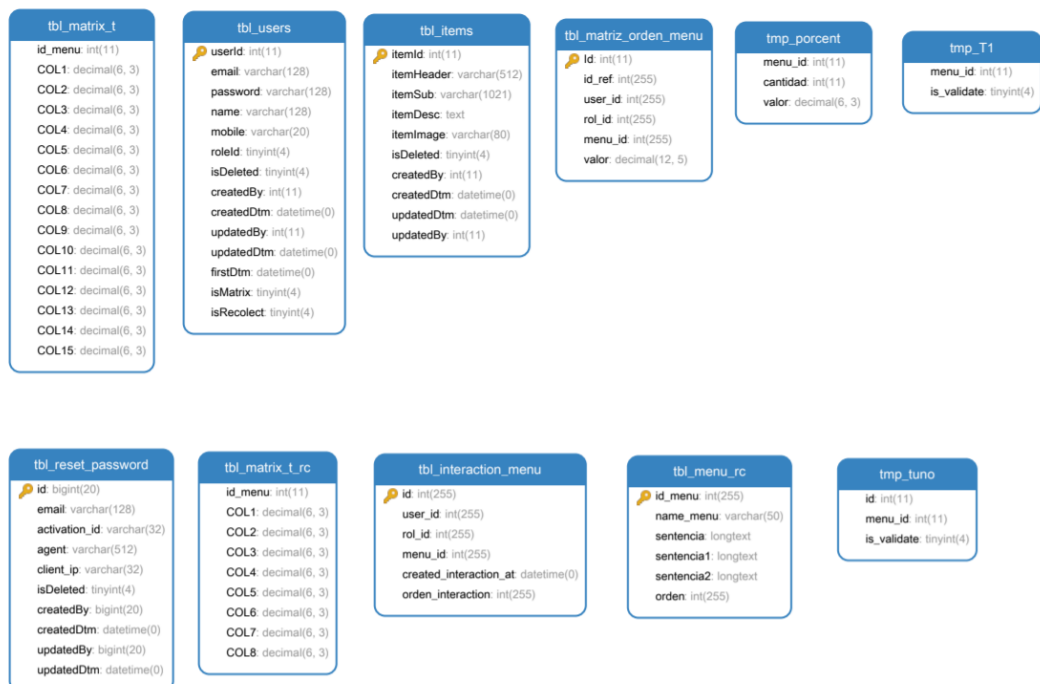
Adicionalmente la herramienta proporcionó la funcionalidad de drag&drop para que el usuario pueda establecer el orden inicial de su preferencia para los controles, Figura 24. En este sentido es posible mover los elementos HTML de la página web, anteriormente denominados como widget a través de JavaScript (funcionalidad sortable) con Grease Monkey. Lo cual inicialmente es almacenado en el local storage y posteriormente en la base de datos para poder recuperar estas configuraciones en futuras sesiones para los cálculos respectivos de la matriz de transición y estacionaria respectivamente.



Figura No. 24 MarkovBehaviour Tool – Función Drag&Drop

Con esta versión se cumple la etapa de planificación de la entrega (release) previa a la cual la herramienta fue sometida a pruebas de caja blanca, y negra (de aceptación), para garantizar que sea estable, asimismo al momento de la implementación se realizaron varios controles para asegurar su correcto funcionamiento.

La Figura 25 muestra el modelo de datos construido para generar los cálculos y almacenar los campos necesarios para hacer funcionar el modelo de Markov. El cual principalmente provee la estructura para conjugar el modelo de Markov con la dinámica de navegación de la página. La tabla *tbl_interaction_rc* permite almacenar las interacciones del usuario en la página HTML, la tabla *tbl_matrix_t_rc* es una matriz de plantilla para cálculo de Markov, la tabla *tbl_matriz_orden_rc* permite guardar el orden de los objetos HTML, la tabla *tbl_menu_rc* contiene un menú con la lista de objetos HTML de la página, la tabla *tmp_Tdos* permite guardar los datos temporales para el cálculo de la matriz estacionaria, ver Anexo 2 para mayor detalle de las tablas.



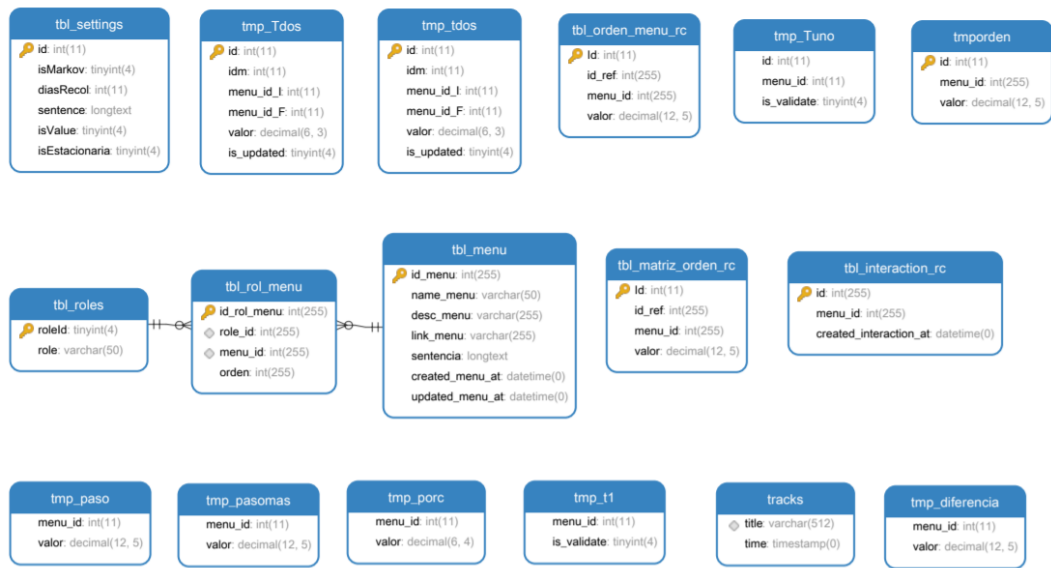


Figura No. 25 MarkovBehaviour Tool – Modelo de Datos

En el siguiente capítulo se detallan las pruebas realizadas con casos de estudio en los que se incluyen progresivamente de acuerdo con cada iteración otras métricas para evidenciar la mejora que se obtiene a través del enfoque.

CAPITULO V

CASOS DE ESTUDIO

Para evaluar la metodología propuesta en este enfoque empático, se ha aplicado en varios casos de estudio de sistemas legacies con diferentes particularidades. Cada sitio se presenta en su forma original y se detallan los problemas que presenta al accederse a través de un dispositivo móvil. A continuación, se aplica la metodología, se obtiene el sitio mejorado y se realiza una evaluación con métricas establecidas y detalladas en esta sección.

5.1. Caso 1: Sistema de Gestión Académica (SGA)

El Sistema de Gestión Académica (SGA) de la Universidad Indoamérica (Indoamerica, 2017) se utiliza como ejemplo. Esta plataforma permite la administración de tareas docentes, planificación de materias, asistencia a clases y registro de calificaciones de acuerdo con la regulación de las instituciones de educación superior ecuatoriana. A continuación, se detallan los pasos que se siguieron para este caso de estudio en el cual se evidencia la primera iteración.

5.1.1. Procesamiento de Widgets Basado en el Comportamiento de Usuario

5.1.1.1. La Aplicación

Como antecedente se puede indicar que no existe una versión definida para móviles, por este motivo, especialmente en teléfonos celulares el SGA muestra información innecesaria, que puede estar cortada o incompleta, porque no se estableció un tamaño dinámico. En consecuencia, los usuarios se ven obligados a realizar el desplazamiento y acercar / alejar para realizar las tareas. Además, los widgets simplemente se muestran en orden alfabético por lo que los desplazamientos son directamente proporcionales a la cantidad de widgets y a su ubicación en el alfabeto.

Adicionalmente al momento de ingresar a la aplicación se presentan mensajes extremadamente largos que ocupan mucho espacio en pantalla y los usuarios deben cerrarlos de uno en uno. Estos mismos mensajes en la versión móvil

no se pueden leer completos puesto que aparecen cortados. Por otro lado, corresponden a mensajes tipo correo por lo que no son mensajes urgentes que incidan en el funcionamiento de la aplicación o tareas de los usuarios.

5.1.1.2. Los Usuarios

En este caso específico se seleccionó a los usuarios que pasan mayor tiempo utilizando el sistema, quienes corresponden a los profesores universitarios que en su mayoría son de la generación millennial.

5.1.1.3. La Matriz de Estados

Los usuarios seleccionados participaron con el siguiente procedimiento, con el fin de obtener la matriz de estados:

Deben enumerar los widgets del SGA que utilizan en su rol del profesor (Tabla 10).

Tabla 10. Widgets Evaluados

No.	Nombre de Widget	No.	Nombre de Widget
1	Perfil	17	Evaluación a Docentes
2	Cuenta	18	Mensajes
3	Cambio Clave	19	Mi Cronograma
4	Salir	20	Mi Cuenta
5	Periodo	21	Mis Clases
6	Subir Foto	22	Mis Horarios
7	Cumpleaños	23	Pasantías
8	Biblioteca Virtual	24	Planificación de La Materia
9	Búsqueda	25	Proyectos de Investigación
10	Apertura de Clases	26	Reportes
11	Asistencia	27	Solicitudes
12	Autoevaluación del Profesor	28	Syllabus y Deberes
13	Calendario	29	Títulos y C.V.del Profesor
14	Calificaciones	30	Tutorías
15	Correo Electrónico	31	Tutorías de Materias
16	Encuestas		

Entonces de acuerdo con los widgets enumerados la matriz de estados (E) sería, Eq (4):

$$E = \{ \text{Apertura de Clases, Asistencia, Autoevaluación, Calendario, Calificaciones, Correo, Encuestas, Evaluación a Docentes, Mensajes, Mi Cronograma, Mi Cuenta, Mis Clases, Mis Horarios, Pasantías, Planificación, Proyectos de Investigación, Reportes, Solicitudes, Syllabus y Deberes, Títulos y CV del Profesor, Tutorías, Tutorías de Materias} \} \quad (4)$$

Para tal efecto se crea una tabla pívot con los widgets de la matriz de estados tanto en las filas como las columnas y se asigna el peso dentro de la escala de Likert para la importancia en su relación, interacción y cercanía en concordancia con el flujo de la información.

5.1.2.2. Priorización de la Funcionalidad

Aquí se clasifican los widgets con respecto a la matriz de cercanía, como en la Tabla 12, es decir en primer lugar los widgets con "A", continuar con los pares relacionados con "E", luego los pares valorados con "I", posteriormente los pares con "O", mientras que los pares relacionados con "U" es indiferente si quedan ubicados cerca o lejos. Los relacionados con 'X' deben cuidarse de que queden lo más lejos posible o mantenerse invisibles y solo mostrarse a pedido, porque no existe una relación directa entre ellos.

Tabla 12. Prioridad de Pares de los Widgets del Perfil

Clave	Pares de Widgets
A	22-10; 29-22;30-22;31-22;1-2;
E	11-22;1-3;2-3;2-6;1-10;2-10;2-15;10-21;11-22;11-22;8-24;21-28;24-28;21-31;
I	4-22;14-22;15-22;21-22;22-24;22-28;1-4;2-5;3-4;4-5;4-6;4-7;4-8;4-9;4-10;4-11;4-12;4-13;4-14;4-15;4-16;4-17;4-18;4-19;4-20;4-21;4-22;4-23;4-24;4-25;4-26;4-27;4-28;4-29;4-30;4-31;1-9;2-9;3-9;4-9;5-9;6-9;8-9;1-1;2-11;4-11;12-13;2-14;13-14;1-15;3-15;15-16;15-17;15-18;15-19;15-20;15-21;15-22;15-23;15-24;15-25;15-26;15-27;15-28;15-29;15-30;15-31;2-19;1-21;5-21;11-21;14-22;21-22;1-24;2-24;5-24;10-24;21-24;22-24;1-28;5-28;22-28;1-29;2-29;11-31;14-31;
O	1-22;2-22;5-22;13-22;19-22;20-22;22-23;1-5;2-5;3-10;5-10;9-10;3-11;5-11;9-11;9-12;9-13;9-14;9-15;9-16;9-17;9-18;9-19;9-20;9-21;9-23;9-24;9-25;9-26;9-27;9-28;9-29;9-30;9-31;10-13;11-13;1-14;3-14;11-14;5-15;6-15;10-15;11-15;12-15;13-15;14-15;16-15;5-16;12-16;5-17;12-17;13-17;16-17;1-19;3-19;5-19;10-19;11-19;12-19;13-19;14-19;16-19;17-19;1-20;12-20;6-20;12-20;2-21;3-21;13-21;14-21;19-21;20-21;5-23;19-23;22-23;3-24;11-24;14-24;20-24;5-25;8-25;13-25;1-26;17-26;2-28;10-28;13-28;14-28;17-28;3-29;5-29;6-29;17-29;21-29;1-30;5-30;13-30;1-31;5-31;8-31;13-31;
U	3-22;6-22;7-22;8-22;9-22;12-22;16;-22;17-22;18-22;25-22;26-22;27-22;

5.1.2.3. Evaluación de Alternativas de Solución

La primera distribución se realiza a través de la valoración de la matriz de cercanía, para posteriormente crear la matriz de transición, la cual se completa con los porcentajes de la matriz de proximidad. Para hacerlo, el algoritmo debe calcular

los pesos de la escala de relación de cada par de widgets, que corresponde a la población de cada fila para obtener los porcentajes. Con el orden obtenido en esta matriz los widgets deben irse reorganizando en cuando a su posición, Figura 26.



Figura No. 26 Reorganización de Widgets

5.1.3. Definición de la Implementación de la Hoja de Ruta

5.1.3.1. Desarrollo del Modelo de Comportamiento

Para obtener el modelo de iteración, el algoritmo debe multiplicar la matriz inicial por la matriz de transición n veces hasta obtener la matriz estacionaria, ver Anexo 1, de acuerdo con la Eq (6).

$$P(n) = P(0) \times P \quad (6)$$

5.1.3.2. Ejecución de la Interfaz con las Mejoras

Las mejoras se realizan a través del análisis del tamaño de la pantalla para acorde con ello:

- (i) Reorganizar el menú de acuerdo con los resultados obtenidos;
 - Mis Horarios
 - Mis Clases
 - Apertura de Clases
- (ii) Incluyendo accesos directos a las funciones con mayor probabilidad de ser utilizadas;
 - Correo electrónico
 - Planificación de la Materia
 - Mi Cronograma
- (iii) Para disminuir el zoom y desplazamiento dentro de las páginas. En una mejora inicial: el algoritmo agrupó los widgets según la prioridad de la matriz de proximidad como se representa en la Tabla 10. Esta operación consiste en ubicar los widgets con el valor "A", como Perfil - Mi cuenta juntos; luego identificando los widgets con el valor "E", Perfil - Clases de apertura; y así. El resultado de este paso es que se reduce a un desplazamiento para poder trabajar con todos los widgets listados por los docentes.

5.1.3.3. Refactorización de la Interfaz de Usuario

Una vez elevada la distribución de Markov, es necesario determinar si la aceptación tecnológica del usuario con este cambio mejora o si aún requiere otras

modificaciones. La evaluación consiste en medir la eficiencia de la distribución de nuevos widgets en comparación con la anterior.

5.1.3.4. Test de Usabilidad

La Figura 27 muestra en resumen la nueva organización de los widgets basada en el criterio de los usuarios obtenidos a través de la matriz de cercanía y con maquetas.

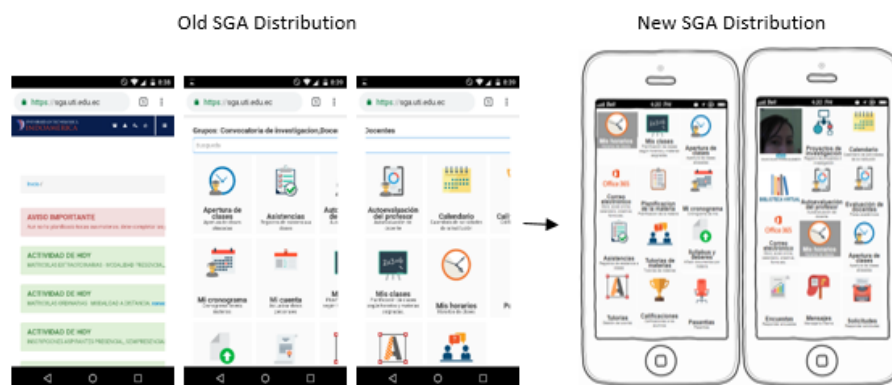


Figura No. 27 Distribución Anterior Vs. Nueva del Sga

Para evaluar la nueva interfaz de usuario, se realizó una evaluación preliminar que involucró a diez profesores que se dividieron en dos grupos independientes, uno de control y otro de tratamiento, de 5 personas cada uno, de acuerdo con la recomendación de Nielsen. Se requirió que cada grupo completara cuatro tareas:

- (i) Localizar información sobre sus horarios,
- (ii) Buscar el widget de planificación,
- (iii) Buscar en la bandeja de entrada del correo electrónico
- (iv) Localizar el widget de calificaciones.

Cinco participantes realizaron las tareas en la aplicación SGA (grupo de control) y los otros cinco en el mockup SGA (grupo de tratamiento). La hipótesis para probar correspondía a que el rendimiento del usuario (por ejemplo, el tiempo de finalización para realizar una tarea) debería ser mejor en el grupo de tratamiento que en el grupo de control. El protocolo de evaluación fue ejecutado de la misma

manera por todos los sujetos. Recibieron una explicación rápida de las funcionalidades de SGA por un moderador. Eran profesores que nunca habían usado la aplicación SGA y, además, no colaboraron en la matriz de proximidad del diseño. Además, dos testigos observaron el comportamiento de los sujetos mientras realizaban las tareas requeridas en su dispositivo móvil utilizando un navegador Chrome.

Durante la evaluación, se determinaron las métricas del tiempo de finalización de la tarea y los eventos de interacción del usuario (acercamiento / alejamiento, desplazamiento y clic). El moderador capturó el tiempo dedicado a completar la tarea, así como los eventos requeridos. Estos valores se cumplieron de forma similar a la Tabla 13. Cabe aclarar que para evaluar la nueva distribución SGA, se creó una aplicación móvil en Mobincube (Mobincube, 2018) que permitió replicar rápidamente la nueva distribución obtenida. El código QR de esta aplicación se compartió con cada participante para instalar e interactuar con las tareas solicitadas.

Tabla 13. Métricas Anteriores Vs. Métricas Nuevas del Sga

Usuario	Métricas Originales SGA								Métricas Actuales SGA								
	Tiempo de finalización de tareas				UI Eventos				Tiempo de finalización de tareas				UI Eventos				
	T1	T2	T3	T4	T1	T2	T3	T4	T1	T2	T3	T4	T1	T2	T3	T4	
U1	20	8	5	4	1	4	3	2	U6	10	2	3	2	0	0	0	0
U2	5	4	3	3	1	3	3	3	U7	1	1	1	1	0	0	0	0
U3	5	9	3	4	1	4	3	2	U8	1	3	3	1	0	0	0	0
U4	7	3	5	4	1	3	2	2	U9	1	0	0	0	0	0	0	0
U5	5	7	15	4	1	3	2	1	U10	4	3	3	1	0	0	0	0
Prom.	8,4	6,2	6,2	3,8	1	3	3	2		3	2	3	1	0	0	0	0

La Tabla 11 muestra en una matriz de evaluación los resultados. Para cada usuario se presenta el resultado de realizar cada tarea. El tiempo promedio de finalización de la tarea 1 se redujo de 8.4 s a 4 s. Para la tarea 2 se redujo de 6.2s a 2s. La tarea 3 se redujo de 6.2s a 3s. Finalmente, la tarea 4 se redujo de 3,8 s a 1 s.

En el SGA actual, la Tarea 1 fue la que en promedio tomó más tiempo en ser completada por los usuarios. Por otro lado, se alcanzó la máxima optimización en la tarea 4. El lector debe tener en cuenta que la nueva distribución móvil de la aplicación SGA evitó el deslizamiento de la pantalla porque los widgets se pueden encontrar a primera vista. Además, esta distribución proporciona una solución funcional óptima para la distribución alfabética anterior. Entonces de esta manera se ha realizado una evaluación que presenta resultados preliminares que respaldan los beneficios reclamados por el enfoque.

5.2. Caso 2: EcuadorLegalOnline

Ecuador Legal Online (EcuadorLegal, 2019) es un portal donde el ciudadano ecuatoriano puede encontrar apoyo para preguntas acerca de trámites del sector público, privado e inclusive legales, Figura 28.



Figura No. 28 Captura en Móvil de EcuadorLegalOnline

5.2.1. Procesamiento de Widgets Basado en el Comportamiento de Usuarios

5.2.1.1. La Aplicación

La versión para teléfono inteligente de EcuadorLegalOnline muestra información innecesaria, tiene mucha carga cognitiva, lo que dificulta que el usuario encuentre rápidamente la información o la acción requerida, además el contenido se reduce proporcionalmente al tamaño de la pantalla, es decir, la versión del sitio para un dispositivo diferente es una miniatura del sitio original, puesto que tiene un básico manejo del tamaño de pantalla. El sitio tiene varios problemas de usabilidad mencionados anteriormente y otros que se detallarán en la siguiente sección. Cuando un usuario navega en la página principal, se muestra toda la información, es decir, todo lo que ofrece el sitio, con una categorización ineficiente frente a las recomendaciones de Nielsen heurística (Nielsen, n.d.), Figura. 29.



Figura No. 29 Componentes de la página principal del sitio Ecuador Legal Online

5.2.1.2. Los Usuarios

Los usuarios corresponden a personas mayores de edad principalmente ecuatorianos o una minoría de extranjeros que se encuentren investigando acerca de los trámites de manera global en instituciones ecuatorianas, puesto que esta página es muy útil para encontrar en un solo lugar información de varias entidades.

5.2.1.3. La Matriz de Estados

Los usuarios seleccionados participaron con el siguiente procedimiento, con el fin de obtener la matriz de estados. Deben hacer la lista de los widgets de Ecuador Legal Online de su rol o perfil de usuario (Tabla 14).

Tabla 14. Widgets Evaluados EcuadorlegalOnLine

No.	Nombre de Widget	No.	Nombre de Widget
1	Servicios Legales	9	Guía de Procedimientos
2	ANT	10	Noticias
3	SRI	11	Calculadora
4	Judicatura	12	Soporte Técnico
5	CNT	13	Ayuda
6	CNE	14	Seguir en Twitter
7	Código de Trabajo	15	Búsqueda
8	Autos		

El espacio de estados se establece para determinar el modelo de comportamiento de ELOL, como:

$$E = [\text{ServiciosLegales}, \text{ANT}, \text{SRI}, \text{Judicatura}, \text{CNT}, \text{CNE}, \text{Código de trabajo}, \text{Autos}, \text{Guía de procedimientos}, \text{Calculadora}, \text{Técnicas de soporte}, \text{Ayuda}, \text{SiguenosEnTwitter}, \text{Buscar}, \text{Noticias}] \quad (6)$$

5.2.1.4. La Matriz Inicial

A continuación, el algoritmo debe establecer la distribución inicial de la matriz, de forma similar al SGA, en este caso específico se debe aclarar que no se puede estar en uso de más de un widget a la vez por lo que se asumirá el valor de 1 en el primer widget.

$$P(0) = [1, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0] \quad (7)$$

5.2.2. Diseñar la Experiencia de la Interfaz del Usuario

5.2.2.1. Prioridad de los Pares de Widgets

Los widgets de la Tabla 12 deben estar relacionados de acuerdo con la metodología Muther, como se muestra en la Tabla 15.

Tabla 15. Matriz de Cercanía o Proximidad de EcuadorLegalOnLine

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Servicios Legales	1	5	4	2	1	3	4	3	1	1	2	3	1	2	3
ANT	2		4	3	2	4	3	4	3	1	1	3	4	1	3
SRI	3			3	1	1	3	2	2	1	1	2	3	1	2
Judicatura	4				3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
CNE	5					1	3	2	2	1	1	1	2	2	2
CNT							3	1	1	1	1	1	2	1	1
Código de Trabajo	7							2	2	2	2	2	2	2	2
Autos									1	1	2	1	2	1	2
Guía de Procedimiento										1	2	2	2	1	2
Noticias	10										3	1	2	2	2
Calculadora	11											3	2	2	2
Soporte Técnico	12												2	1	2
Ayuda	13													3	3
Seguir en Twitter	14														2
Búsqueda	15														

En una matriz de proximidad, es importante incluir las razones detrás de valor de cercanía seleccionado, para tener otras prioridades en el momento de la implementación. Sin embargo, en este caso específico, la razón de la valoración en cada columna corresponde a un flujo de trabajo administrativo.

Aunque posteriormente se pueden incluir observaciones importantes que pueden ser tomadas en cuenta en el caso de que otro tipo de aplicaciones lo requieran.

5.2.2.2. Priorización de la Funcionalidad

Para una mejora inicial: el algoritmo agrupa los widgets según la prioridad de la matriz de proximidad como se representa en la Tabla 16.

Tabla 16. Prioridad de Pares de Widgets

Clave	Servicios Legales	ANT
A	1-2;	2-1;
E	1-3;1-7;	2-3;2-6;2-8;2-13;
I	1-6;1-8;1-12;1-15;	2-4;2-7;2-9;2-12;2-15;
O	1-4; 1-11;1-14;	2-5;
U	1-5; 1-9;1-10;1-13;	2-10; 2-11;2-14;

5.2.2.3. Evaluación de Alternativas de Solución

Para tal efecto es necesario establecer la matriz de transición, la cual se completa con los porcentajes de la matriz de proximidad. Para hacerlo, el algoritmo debe agregar los pesos de la escala de relación de cada par de widgets, que corresponde a la población de cada fila para obtener los porcentajes, Tabla 17.

Tabla 17. Matriz de Transición de EcuadorLegalOnLine

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
LegalServices	0.00	0.14	0.11	0.06	0.03	0.09	0.11	0.09	0.03	0.03	0.06	0.09	0.03	0.06	0.09
ANT	0.12	0.00	0.10	0.07	0.05	0.10	0.07	0.10	0.07	0.02	0.02	0.07	0.10	0.02	0.07
SRI	0.13	0.13	0.00	0.10	0.03	0.03	0.10	0.07	0.07	0.03	0.03	0.07	0.10	0.03	0.07
Judicature	0.05	0.07	0.07	0.00	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07
CNE	0.04	0.08	0.04	0.13	0.00	0.04	0.13	0.08	0.08	0.04	0.04	0.04	0.08	0.08	0.08
CNT	0.13	0.17	0.04	0.13	0.04	0.00	0.13	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.08	0.04	0.04
Work code	0.11	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09	0.00	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06
Cars	0.11	0.15	0.07	0.11	0.07	0.04	0.07	0.04	0.04	0.04	0.07	0.04	0.07	0.04	0.07
Procedure guide	0.04	0.12	0.08	0.12	0.08	0.04	0.08	0.04	0.00	0.04	0.08	0.08	0.08	0.04	0.08
News	0.05	0.05	0.05	0.05	0.14	0.05	0.05	0.09	0.05	0.00	0.14	0.05	0.09	0.09	0.09
Calculator	0.05	0.05	0.05	0.05	0.14	0.05	0.05	0.09	0.05	0.00	0.14	0.05	0.09	0.09	0.09
Technique support	0.11	0.11	0.07	0.11	0.04	0.04	0.07	0.04	0.07	0.04	0.11	0.00	0.07	0.04	0.07
Help	0.03	0.12	0.09	0.09	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.00	0.09	0.09
Follow on Twitter	0.08	0.04	0.04	0.13	0.08	0.04	0.08	0.04	0.04	0.08	0.08	0.04	0.13	0.00	0.08
Search	0.10	0.10	0.06	0.10	0.06	0.03	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.10	0.06	0.00

5.2.3. Definición de la Implementación de la Hoja de Ruta

5.2.3.1. Desarrollo del Modelo de Comportamiento

Para calcular el modelo de iteración, el algoritmo debe multiplicar la matriz inicial por la matriz de transición para obtener la matriz estacionaria. La multiplicación de la matriz inicial por la matriz de transición ($P(0) \times P$) en la primera iteración $P(1)$ da el siguiente resultado:

$$P(1)=[0,00;0,14;0,11;0,06;0,03;0,09;0,11;0,09;0,03;0,03;0,06;0,09;0,03;0,06;0,09] \quad (8)$$

Las siguientes iteraciones deben calcularse de la misma manera según el teorema: si $P(0)$ es el vector de distribución inicial y P es la matriz de transición de una cadena de Markov, entonces el vector de distribución del paso n es el producto $P(n-1)P$.

Después de eso, los widgets se reubicarán en la interfaz, de acuerdo con sus porcentajes resultantes de las iteraciones. La primera vez se basará en la matriz de proximidad. Después, la base de datos o el archivo de registro almacena los eventos de clic para recalculer las probabilidades de uso. Por ejemplo, el widget de Servicios Legales tuvo un porcentaje importante con 14.00%, por esta razón, este widget aparecerá en primer lugar en la interfaz y así sucesivamente. El código Java para calcular la matriz de transición está disponible en ¹.

5.2.3.2. Ejecución de la Interfaz con las Mejoras

A continuación, la determinación de las mejoras se realiza a través del análisis del tamaño de la pantalla:

- (i) Reorganizar el menú de acuerdo con los resultados obtenidos;
- (ii) Incluyendo accesos directos a las funciones con mayor probabilidad de ser utilizadas;
- (iii) Disminuir el zoom y desplazarse dentro de las páginas. Para una mejora inicial: el algoritmo agrupa los widgets según la prioridad de la matriz de proximidad como se representa en la Tabla 15. Esta operación consiste en emparejar los widgets con el valor A , como Servicios Legales y ANT. Luego se replica el proceso con aquellos widgets que tienen valor E , en este caso, SRI y ANT, y así sucesivamente. La Figura 27 muestra la interpretación gráfica de la Tabla 14 donde los widgets se ordenan según la prioridad del par de widgets de servicios legales. Del

¹ <https://tinyurl.com/u52bzkw>

mismo modo, la Figura 30 muestra la interpretación gráfica de la columna de tabla ANT widgets por prioridad.

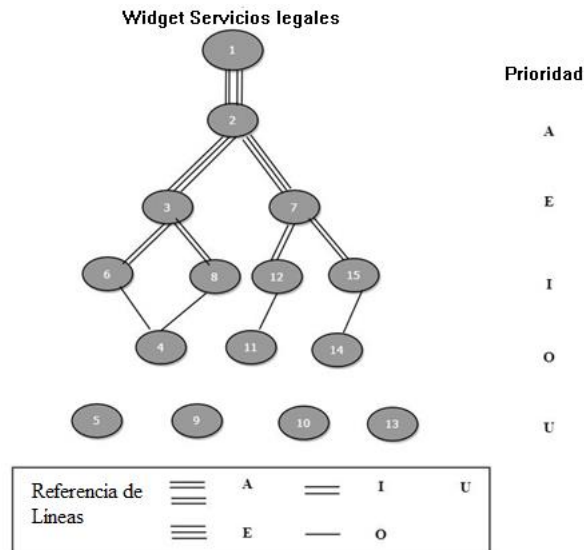


Figura No. 27 Widget Servicios Legales

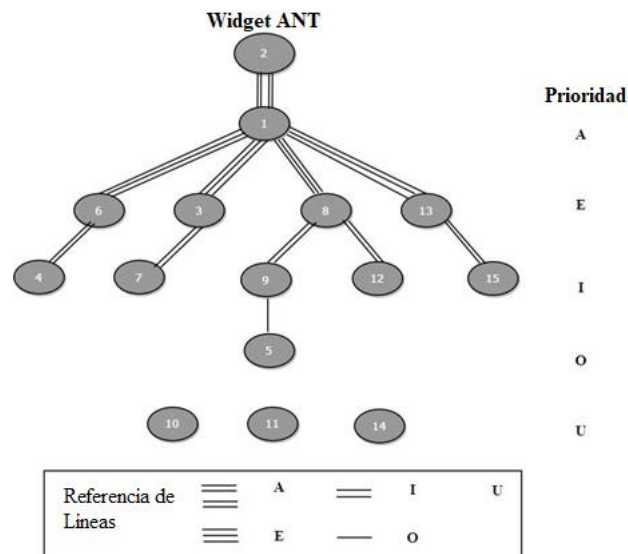


Figura No. 30 Widget ANT

5.2.3.3. Refactorización de la Interfaz de Usuario

La Figura 31 muestra la transición del enlace. El diseño minimalista se obtiene primero cuando un enlace se convierte en un widget contenedor, para ofrecer un atajo si es uno de los más utilizados. El resto de los enlaces se convierten

en widgets hijos dentro de un nivel inferior con el fin de eliminar controles innecesarios que causan confusión.

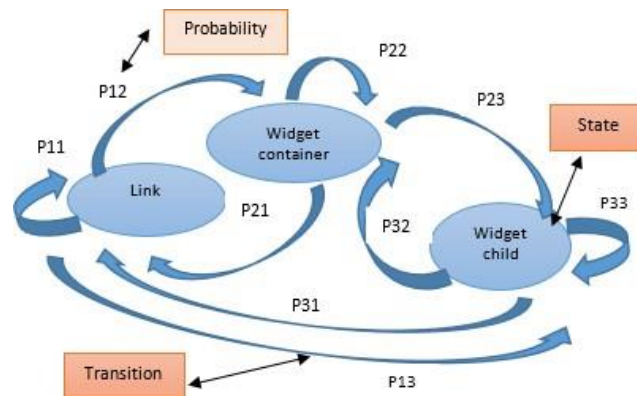


Figura No. 31 Transición de Widgets

En este ejemplo, la Matriz de prioridades se utiliza para seleccionar los elementos más importantes que se deben mantener en la versión móvil. En base a las páginas de la aplicación y sus componentes, se utiliza IFML para diseñar la nueva versión de la aplicación que describe el nuevo diseño y la configuración de los componentes.

En la Figura 32, se guarda el componente Lista de publicaciones y Formulario de búsqueda y se eliminan los componentes SocialMedia y Publicaciones recomendadas por categoría. Se mejoró la interacción, incluida una vista previa de una publicación en un contenedor en la misma página, que se activa seleccionando un elemento del Componente PostList.

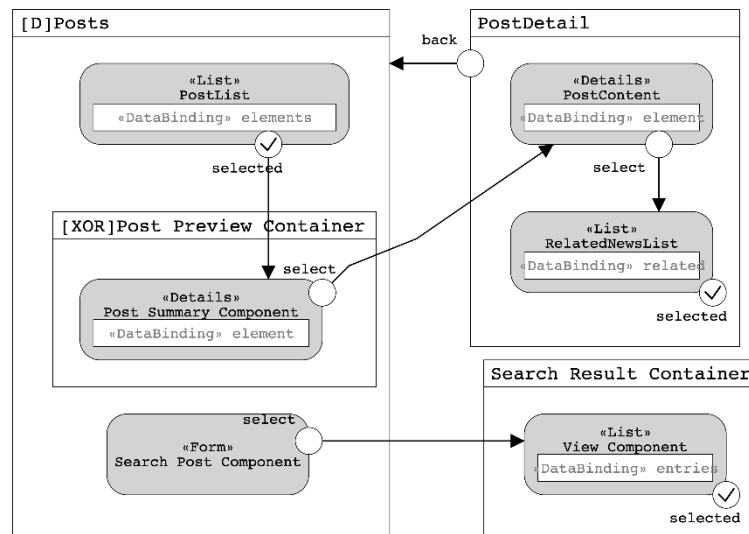


Figura No. 32 Modelo de Interfaz de Usuario Refactorizada

En este ejemplo, la navegación a los detalles de una publicación en la página PostDetail y la representación del resultado de búsqueda en una página diferente (Contenedor de resultados de búsqueda) no se modificaron. Una vez aumentada la distribución de Markov, es necesario determinar si el modelo de aceptación de tecnología (TAM) del usuario mejora o aún requiere otras modificaciones. La evaluación consiste en medir la eficiencia de la distribución de nuevos widgets en comparación con el antiguo.

El prototipo resultante mostrado en la Figura 33 con la nueva organización de los widgets basada en el criterio de los usuarios obtenido a través de la matriz de proximidad y con el prototipo.



Figura No. 33 Prototipo de EcuadorLegalOnLine (izquierda: widgets contenedor; centro: widgets hijos; derecha: navegación de página)

Hay cambios importantes desde la perspectiva de la configuración de la interfaz de usuario:

- (i) Las probabilidades obtenidas con la primera iteración ($P(0) \times P$) permiten localizar el orden de los widgets $P(1)$;
- (ii) la relación común entre widgets permite reorganizar los widgets como contenedor de widgets: Servicios Legales, Instituciones, Formularios, Artículos de Interés, Ayuda y Redes Sociales y niños de widgets similares: Pensión alimenticia, Divorcios, Trabajo, Impuestos, Penal y familiar;
- (iii) la interfaz permite una mejor navegación y mejora el tiempo dedicado a la tarea; y
- (iv) la interfaz ha sido eliminada mediante la eliminación de información innecesaria que permite una reducción de la carga cognitiva (diseño minimalista).

5.2.3.4. Test de Usabilidad

Test A/B: Para evaluar la nueva interfaz de usuario, se realizó una evaluación preliminar que involucró a diez usuarios que se dividieron en dos grupos independientes, uno de control y otro experimental, de 5 sujetos cada uno, según la recomendación de Nielsen (Group, n.d.). Se requirió que cada sujeto completara cuatro tareas:

- (i) Buscar el widget de divorcios,
- (ii) Localizar información sobre sus servicios legales,
- (iii) Localizar el widget de impuestos y
- (iv) Buscar noticias con el icono de búsqueda.

Cinco participantes realizaron las tareas en la aplicación EcuadorLegalOnLine (grupo de control) y los otros cinco en el Prototipo EcuadorLegalOnLine (grupo experimental). La hipótesis radicaba que el rendimiento del usuario (por ejemplo, el tiempo de finalización para llevar a cabo una tarea) debería ser mejor en este último que en el primer grupo. El protocolo de evaluación fue ejecutado de la misma manera por todos los sujetos. Recibieron una explicación rápida de las funcionalidades de EcuadorLegalOn-Line por un moderador. Ninguno de ellos había utilizado previamente la aplicación EcuadorLegalOnLine y, además, no estaban familiarizados con los objetivos del estudio. Además, dos testigos observaron el comportamiento de los sujetos mientras realizaban las tareas requeridas en el dispositivo móvil usando un navegador Chrome.

La métrica de evaluación se basó en el tiempo de finalización de la tarea y el número de eventos de interacción (acercar / alejar, desplazarse y hacer clic). Para evaluar la nueva distribución EcuadorLegalOnLine, se creó una aplicación móvil en ProtoPie de Adobe XD (AdobeXD, 2019) que permitió replicar rápidamente la nueva distribución obtenida. El código QR de esta aplicación se compartió con cada participante para instalar e interactuar con las tareas solicitadas.

La Tabla 18 muestra el resultado de la evaluación en una matriz de evaluación de resultados. Para cada usuario, se presenta el resultado de la realización de cada tarea. En general, el tiempo de finalización mejoró significativamente en la condición experimental. El tiempo promedio de finalización de la Tarea 1 se redujo de 5.46s a 2.80s. Para la Tarea 2 se redujo de 34,97 a 22,42 s. La Tarea 3 se redujo de 9.93s a 5.48s. Finalmente, la Tarea 4 se redujo de 12.15s a 4.70s. En el EcuadorLegalOnLine actual, la Tarea 2 fue la que,

en promedio, demoró más tiempo en ser completada por los usuarios. Por otro lado, se alcanzó la optimización máxima en la Tarea 4. De manera similar, el número de eventos de usuario fue menor para el grupo experimental que para el grupo de control en las cuatro tareas. Cabe señalar que la nueva distribución móvil de la aplicación EcuadorLegalOnLine evitó el deslizamiento de la pantalla porque los widgets se pueden encontrar a primera vista. Además, esta distribución proporciona la solución funcional óptima basada en una distribución jerárquica.

Tabla 18. ELOL Métricas Anteriores Vs. ELOL Métricas Actuales

Usuario	Métricas EcuadorLegalOnLine Original								Usuario	Métricas EcuadorLegalOnLine Prototipo							
	Tiempo Completar Tarea/segundos				UI Eventos					Tiempo Completar Tarea/segundos				UI Eventos			
	T1	T2	T3	T4	T1	T2	T3	T4		T1	T2	T3	T4	T1	T2	T3	T4
U1	5.00	1.07	5.00	21.00	2	3	3	2	U6	26.00	3.00	5.00	1.00	1	1	2	1
U2	13.00	55.00	13.00	2.00	1	2	3	2	U7	22.00	9.00	4.00	6.00	1	1	2	1
U3	3.00	26.00	22.00	15.00	2	3	2	2	U8	24.00	4.00	6.00	3.00	1	1	2	1
U4	3.03	37.79	4.65	9.74	2	3	2	2	U9	2.08	1.38	3.50	2.01	1	1	2	1
U5	3.00	55.00	5.00	13.00	1	1	3	2	U10	38.00	10.00	5.00	2.00	1	1	2	1
Prom.	5.46	34.97	9.93	12.15	1.6	2.4	2.6	2		22.42	5.48	4.70	2.80	1	1	2	1

Evaluación de Heurísticas: Las heurísticas de Nielsen, que se mencionaron en el enfoque, se utilizaron para evaluar la usabilidad de la aplicación. Por esta razón, con el fin de complementar la evaluación, la Tabla 19 presenta una comparación de las versiones del sitio.

Tabla 19. Comparación de Heurísticas de Nielsen

Heurística	EcuadorLegalOnLine Site	EcuadorLegalOnLine Site Propuesto
Visibilidad del estado del sistema	Esta heurística se observa parcialmente porque el sitio real no tiene una estructura de información adecuada.	Esta heurística se aprecia durante todas las interacciones del usuario con el sistema, ya que mantiene informada sobre la sección en la que están navegando actualmente.
Relación entre el sistema y el mundo real	Esta heurística no es visible en todo el sitio Web porque los recursos del enlace no tienen un tratamiento homogéneo. Por ejemplo, hay ciertas imágenes que se pueden explorar, pero otras en un concurso	Esta heurística es visible en el rediseño, ya que muestra al usuario con palabras claras y familiares sobre las acciones y los posibles errores que pueden cometerse durante la interacción. No hay lugar para la

	similar no lo son. Esto es confuso para el usuario.	confusión porque cada icono o control con las mismas características tiene funciones similares.
Control y libertad del usuario	Esta heurística es parcialmente apreciable durante la interacción de la aplicación porque el usuario puede usar el botón Atrás para volver a la página. De esta forma, el usuario puede recuperarse de un error.	En la nueva versión, una barra de menú y una barra de tareas están disponibles para ayudar a los usuarios en sus actividades.
Consistencia y estándares	Esta heurística no está presente en el sitio real porque hay muchos controles diferentes sin estandarización.	El sitio propuesto considera las pautas de diseño para el dispositivo objetivo que lo hace amigable para los usuarios.
Prevención de errores	Del mismo modo, la falta de estandarización del sitio es más propenso a errores mientras se navega.	Esta heurística es perceptible en el rediseño, ayuda al usuario a ser guiado fácilmente entre las opciones que se presentan durante su interacción, evitando posibles errores.
Reconocimiento antes que recuerdo	Esta heurística solo se nota cuando el usuario no desliza la información hacia abajo, ya que la barra superior o la barra de tareas desaparecen automáticamente por completo, lo que deja al usuario sin la guía.	Esta heurística siempre se nota en el rediseño de la aplicación. Este es un caso de buenas prácticas en diseño móvil. Por ejemplo, el componente del menú siempre señala la sección en la que se encuentra el usuario sin tener que recordar dónde y qué acciones se ejecutan o exploran.
Flexibilidad y eficiencia de uso	No hay ninguna característica de flexibilidad para el usuario en el sitio real.	Esta heurística se realiza en base a las cadenas de Markov para permitir a los usuarios adaptar acciones frecuentes.
Estética y diseño minimalista	El sitio real presenta mucha información y componentes visuales desordenados, a diferencia de la recomendación de diseño estético y minimalista de Nielsen. Además, el usuario tiene una alta carga cognitiva que aumenta la dificultad de usar el sitio.	La aplicación rediseñada presenta una mejor organización y simplificación de opciones. El prototipo tiene una categorización óptima, por lo que los usuarios tienen una carga cognitiva más baja, lo que les permite interactuar con la aplicación más fácilmente.

Evaluación de Productividad: En las ecuaciones (9) y (10) la productividad laboral se calcula para la versión heredada y la nueva respectivamente. El numerador corresponde al número de tareas realizado, mientras que el denominador se obtiene con la suma del tiempo invertido por cada uno de los usuarios para el cumplimiento de las tareas. El crecimiento o índice de la productividad laboral (11) de interfaz mejorada es del 75%.

$$PL_{Actual} = \frac{tareas}{segundos} = \frac{20}{62,51} = 0,32 \frac{tarea}{segundo} \quad (9)$$

$$PL_{Nueva} = \frac{tareas}{segundos} = \frac{20}{35,40} = 0,56 \frac{tarea}{segundo} \quad (10)$$

$$Indice\ PL = \frac{PL_{Nueva} - PL_{Actual}}{PL_{Actual}} * 100 = \frac{0,56 - 0,32}{0,32} * 100 = 75\% \quad (11)$$

Los principales resultados del caso de estudio EcuadorLegalOnline se resumen en la Tabla 20.

Tabla 20. Comparación de Resultados

Variable	Sistema Actual	Nuevo Sistema
Tiempo de finalización de Tarea 1	5.46 segundos	2.80 segundos
Tiempo de finalización de Tarea 2	34.97 segundos	22.42 segundos
Tiempo de finalización de Tarea 3	9.93 segundos	5.48 segundos
Tiempo de finalización de Tarea 4	12.15 segundos	5.70 segundos
Conteo de eventos de usuario Tarea 1	1.6	1.0
Conteo de eventos de usuario Tarea 2	2.4	1.0
Conteo de eventos de usuario Tarea 3	2.6	2.0
Conteo de eventos de usuario Tarea 4	2.0	1.0
Productividad laboral	0.32 tarea/segundo	0.56 tarea/segundo
Heurística de Nielsen 1	Parcial	Total
Heurística de Nielsen 2	Nada	Total
Heurística de Nielsen 3	Parcial	Total
Heurística de Nielsen 4	Nada	Total
Heurística de Nielsen 5	Parcial	Total
Heurística de Nielsen 6	Parcial	Total
Heurística de Nielsen 7	Nada	Total
Heurística de Nielsen 8	Nada	Total

Para evaluar si la distribución de la pantalla afecta la distancia requerida para realizar las operaciones y por ende el costo y eficiencia de la operación o tarea, el moderador solicitó a los usuarios esta tarea:

- (i) Desde el widget de control de la pensión alimenticia localice la información sobre el divorcio por mutuo acuerdo,
- (ii) Desde el widget de control Divorcio por mutuo acuerdo, ubique la guía para el widget de control de acumulación de décimos salarios,
- (iii) En la guía para la acumulación del widget de control de décimos salarios, ubique el enlace de derechos y obligaciones del trabajador y
- (iv) Desde el enlace de derechos y obligaciones del trabajador, ubique información sobre detenciones por denuncias o widget de control de delitos.
- (v) Finalmente, desde el widget de control de delitos, ubique el widget de antecedentes penales.

La Tabla 21 muestra el resultado de la evaluación de acuerdo con las métricas descritas en la sección de prueba. Para cada aplicación, presentamos el resultado de realizar todas las tareas por cada grupo de usuarios. El tiempo medio de finalización de la Tarea 1 se redujo de 7,6 segundos en la aplicación ELOL original a 4,2 segundos en la aplicación ELOL modificada de arrastrar y soltar ya 1,2 segundos en Markov con la aplicación de matriz estacionaria. Para la Tarea 2, se redujo de 6 s a 5,2 s y 2,6 s. La tarea 3 se redujo de 40.0 s a 6.4 s y 2.0 s. La tarea 4 se redujo de 58,6 s a 3,4 s y 3,0 s. Por último, la tarea 5 se redujo de 55.0 s a 13.0 s y 5.2 s. En resumen, el tiempo de finalización se mejoró significativamente en la aplicación Markov ELOL.

Table 21. Evaluación de Métricas

Aplicación	Usuario	Segundos de tiempo de finalización de la tarea					Eventos de IU (clics, toques o pulsaciones de teclas)					% Tareas completadas con éxito	# solicitudes de asistencia al moderador
		T1	T2	T3	T4	T5	T1	T2	T3	T4	T5		
Old ELOL Measures	U1	8	5	50	70	60	4	2	10	15	20	0.40	3
	U2	6	4	40	50	55	3	2	10	8	17	0.80	1
	U3	9	6	45	58	50	5	3	12	12	21	0.90	1
	U4	10	7	35	60	63	6	4	7	9	25	1.00	0
	U5	5	8	30	55	47	2	3	9	10	15	0.95	1
	Avg.	7.6	6.0	40.0	58.6	55.0	4.0	2.8	9.6	10.8	19.6	0.81	1.2

<i>New ELOL Drag&drop Measures</i>	U6	3	11	4	6	15	0	3	0	0	5	1.0	0
	U7	2	3	9	1	15	0	0	1	3	3	1.0	1
	U8	7	3	10	2	10	1	0	3	0	2	1.0	0
	U9	4	5	6	3	12	1	1	1	1	3	1.0	1
	U10	5	4	3	5	13	1	0	0	2	2	1.0	0
	Avg.	4.2	5.2	6.4	3.4	13	0.6	0.8	1	1.2	3	1.0	0.4
<i>New ELOL Markov Measures</i>	U11	1	3	2	2	6	0	0	0	0	0	1.0	0
	U12	2	1	3	3	4	0	0	1	1	1	1.0	1
	U13	1	5	2	4	10	0	1	0	0	1	1.0	0
	U14	1	2	1	4	1	0	0	0	1	0	1.0	0
	U15	1	2	2	2	5	0	0	0	0	1	1.0	0
	Avg.	1.2	2.6	2.0	3.0	5.2	0	0.2	0.2	0.4	0.6	1.0	0.2

A continuación, la productividad es una métrica de calidad importante, esta se midió utilizando el EQ (9) para la productividad laboral y EQ (11) para el índice de productividad laboral, los resultados se muestran en la Tabla 22. Adicional la tabla muestra la distancia entre cada widget de control utilizado al realizar las tareas para demostrar la ley de Fitt. La distancia se midió en el número de deslizamientos o solicitudes de deslizamiento para ubicar un widget de control del widget de control anterior. Para la tarea 1, el usuario requirió 1,2 deslizamientos en promedio en la aplicación ELOL original a 1,6 deslizamientos en la aplicación ELOL Arrastrar y soltar y 1 deslizamiento en la aplicación Markov ELOL. La tarea 2 cambió de 8.8 deslizamientos requeridos en promedio a 6.0 deslizamientos requeridos y 1.2 deslizamientos requeridos. Para la tarea 3, las diapositivas cambiaron de 3,0 deslizamientos en promedio a 3,2 deslizamientos y 1,4 deslizamientos. En la tarea 4, la cantidad de deslizamientos en promedio cambió de 5.2 a 3.2 y 1.4. Para la tarea 5, las diapositivas cambiaron de 5.2 en promedio a 1.8 y 0.2.

Tabla 22. Evaluación de Métricas II

Aplicación	Número de deslizamientos (Distancia)								Productividad Laboral	
Aplicación	Usua- rio	T6	T7	T8	T9	T10	Prom	Tarea/ segundo	Índice de la Productividad Laboral	
<i>Métricas Original ELOL</i>	U1	0	9	1	15	4	5.8	0.86		
	U2	1	10	3	12	5	6.2	0.82		
	U3	3	8	4	14	6	7.0	0.71		
	U4	0	6	2	10	3	4.2	1.19		
	U5	2	11	5	16	8	8.4	0.60		
Avg.		1.2	8.8	3.0	5.2		6.32	0.79	Índice LP Nueva ELOL Drag&Drc = 99.4%	

Índice LP Nueva ELOL Markov

<i>New ELOL Drag&drop Measures</i>	U6	1	6	2	3	1	2,6	$= \frac{LP\ Nueva\ ELOL\ Markov - LP\ Nueva\ ELOL\ Drag\&Drop}{LP\ Nueva\ ELOL\ Drag\&Drop} * 100 \quad (6)$	
	U7	1	5	3	2	2	2,6		
	U8	2	7	4	3	2	3,6		1,92
	U9	1	4	2	4	1	2,4		2,08
	U10	3	8	5	4	3	4,6		1,09
	Avg.	1.6	6.0	3.2	3.2	1.8	3.2		1.58
<i>New ELOL Markov Measures</i>	U11	1	1	2	2	0	1.2	4.2	$= \frac{LP\ Nueva\ ELOL\ Markov - LP\ Original\ ELOL}{LP\ Old\ ELOL} * 100 \quad (7)$
	U12	0	1	1	1	0	0.6	8.3	
	U13	1	2	1	2	0	1.2	4.2	
	U14	2	1	2	1	1	1.4	3.6	
	U15	0	1	1	1	0	0.6	8.3	
	Avg.	0.8	1.2	1.4	1.4	0.2	1.0	5.0	

Se utilizó también una encuesta de satisfacción, Tabla 23, para medir la experiencia del cliente a través de una escala Likert con los parámetros: Estética y diseño. La facilidad de uso, el contenido y la información, y la utilidad, la escala comienza con 1 para el grado más bajo (Nada satisfecho) y 5 para el más alto (Extremadamente satisfecho).

Tabla 23. Comparación de Resultados

Escala Likert	EOL Sitio original					ELOL Sitio Drag&drop					ELOL Sitio Markov				
	Estética y diseño	Facilidad de uso	Contenidos e información	Utilidad	Recomendación de uso	Estética y diseño	Facilidad de uso	Contenidos e información	Utilidad	Recomendación de uso	Estética y diseño	Facilidad de uso	Contenidos e información	Utilidad	Recomendación de uso
1	X		X		X										
2		X													
3							X	X							
4				X		X			X	X	X	X		X	
5													X		X

Finalmente, los resultados de satisfacción del usuario a través de una encuesta muestran un aumento en la calificación de parámetros de Estética y diseño, la facilidad de uso, los contenidos e información, y la utilidad para el 100% de los usuarios en el sitio web evaluado con las tareas especificadas.

CAPITULO VI

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Las principales lecciones aprendidas durante este estudio son:

Mapeo Sistemático

- En los últimos años, las aplicaciones móviles han crecido exponencialmente en todo tipo de área a nivel mundial, actualmente forman parte de la vida empresarial y cotidiana, por esta razón la portabilidad a dispositivos móviles de aplicaciones empresariales se ha vuelto un área trascendental para investigaciones. Sin embargo no se han realizado revisiones sistemáticas sobre este tema, por ese motivo surge este estudio, que abarca esta portabilización en un periodo de 2006 a 2017: inicialmente con 824 estudios obtenidos a través de la cadena de búsqueda ejecutada en bibliotecas digitales SCOPUS, IEEE y ACM, seleccionados de acuerdo a la evaluación y parámetros de calidad 44, 28 de SCOPUS, 7 de IEEE y 9 de ACM, provenientes de conferencias, simposios, workshops, artículos y revistas, desarrollados en la academia, en la industria y trabajos conjuntos.
- Se destaca que el mapeo sistemático, es una técnica que permite recolectar y analizar trabajos de forma estructurada y reproducible. Estos documentos incluyen asesoramiento y propuestas para mejorar el proceso de adaptación. En ellos se han identificado una serie de problemas comunes experimentados por los desarrolladores en la adaptación tales como el tamaño de pantalla, duración de la batería, conectividad, plataforma (IOS y Android). De ellos surgen propuestas de solución como prototipos, modelos, herramientas y Frameworks. Además de acuerdo con los resultados obtenidos se determina que aún no se ha logrado dar soluciones totales a esta problemática. Siendo así, se pueden extraer las siguientes conclusiones del estudio presentado:

- Se requieren investigaciones en áreas como la obtención de interfaces ricas que contrarresten al enfoque de hacer reformateos con resultados básicos.
- Profundizar en herramientas que apliquen estrategias de visualización de grandes volúmenes de datos, porque no se enfoca el manejo de reportes, salvo el caso de estrategias de visualización de cartografía móvil.
- Aprovechar el hardware con los recursos intrínsecos de los dispositivos móviles como cámara, geolocalización, comandos táctiles y no táctiles, reconocimiento de voz, voz a texto, movilidad, utilización de interfaces hápticas, hologramas, accesibilidad, de acuerdo con el concepto de aplicaciones progresivas.
- No se evidencian estudios acerca de las metodologías para la portabilización o migración de aplicaciones desarrolladas en herramientas licenciadas.
- Hacen falta directrices sobre estándares de tipos de letra y otros aspectos de visualización.
- También se requiere fortalecer la seguridad de aplicaciones móviles que manejen core empresarial con datos sensibles.
- Tampoco se evidencia la utilización de herramientas de análisis de sentimiento de usuarios. Ni la adaptabilidad de Workflows empresariales a Workflows móviles.
- Soluciones a través de modelos o cadenas ocultas de Markov tampoco son propuestas.
- Por otro lado, se recomienda hacer un seguimiento a los trabajos que proponen pautas o directrices de accesibilidad, usabilidad y marcos conceptuales para determinar si efectivamente fueron utilizadas o se encuentran pendientes de implementar.
- Así como pensar en protocolos que puedan ser emergentes y logren conectividad sin internet.
- Finalmente, como trabajo futuro se ha planificado refinar la metodología del enfoque teórico a través del desarrollo de la herramienta que permita obtener evaluaciones con otros casos de estudio y documentar la refactorización requerida para la aplicación Web a ser portabilizada.

Enfoque Propuesto:

- Un sistema de información Web consta principalmente de componentes funcionales descritos en términos de sus comportamientos e interfaces y las interconexiones entre componentes (Yanchun & Xingpeng, 2009). Por esta razón, el comportamiento de la navegación del usuario puede modelarse como una cadena de Markov, a través de estados finitos dentro de un sistema Web transaccional que permite mejorar el software obteniendo una interfaz de usuario optimizada que promueve una navegación más inteligente.
- El usuario final sobre todo de áreas administrativas e ingenierías industriales está muy familiarizado con la matriz de cercanía o diseño de plantas, puesto que forma parte de la administración de operaciones que corresponde a un área importante de sus carreras, por esta razón, este enfoque propone un diseño centrado en ellos para interrelacionar la funcionalidad del software en un modelo que entiendan más fácilmente.
- Esta metodología permite priorizar el contenido de una aplicación heredada en dispositivos móviles, teniendo en cuenta la vista reducida con el flujo de información desde un enfoque de diseño centrado en el usuario.
- La nueva distribución permite a los usuarios encontrar más rápidamente los widgets que necesitan. Posteriormente, la redistribución dispone los widgets de acuerdo con su afinidad funcional. Finalmente, este nuevo diseño disminuye el esfuerzo requerido para buscar un widget en la página, lo que reduce el tiempo para completar las tareas y el tamaño de la barra de desplazamiento.
- Las hipótesis del modelo de Markoviano han sido probadas desde la teoría y se han aplicado con éxito para mejorar la usabilidad de la aplicación, según la heurística de Nielsen.
- Las cadenas de Markov permiten diseñar software ecológico capaz de ahorrar energía al hacer que la navegación sea más inteligente para reducir el tiempo y los costos, según Schaltegger (Schaltegger, S., & Burritt, 2017) y Hart y Milstein (Hart, S. L., & Milstein, 2003), quienes proponen la ecoeficiencia entre economía y medio ambiente; a través de la reformulación de productos, la modificación de procesos, el reciclaje y la reutilización de

desechos y subproductos y para minimizar los desechos y las emisiones de las operaciones.

- Actualmente imperativo manejar adecuadamente el tiempo productivo de las personas, asimismo, se ha demostrado que la productividad laboral ha aumentado en un 75% con el nuevo diseño para los casos de estudio con las tareas planteadas.
- El algoritmo que está científicamente probado y se retroalimenta de acuerdo con la evolución del sistema.
- A través de este tipo de enfoques, las empresas pueden llegar a ser más independientes de las redes sociales enriqueciendo la base de clientes, generando su propio big data, CRMs, business intelligence y finalmente inbound marketing que permita ser una organización orientada por los datos generando la hiperpersonalización.
- Este estudio apoya la idea de que incluir cadenas de Markov para predecir el comportamiento del usuario podría ser una de las teorías conductuales que se pueden aplicar para mejorar otros enfoques, como los sistemas basados en modelos, en términos de asignación automática de pesos y prioridades.
- Por otro lado la tecnología al fin de cuentas debe apoyar la producción de valor en el negocio, por lo que los enfoques para el desarrollo y diseño de sistemas deben considerar metodologías interdisciplinarias, transversales que incluyan profesionales o teorías establecidas por otras áreas como la sociología, economía, matemática que permitan humanizar el software con la capacidad de predecir las conductas para que el producto llegue a ser lo que el cliente quiere, inclusive alcanzar una investigación aplicada al ciudadano.

LINEAS FUTURAS

Como Gardner decía, ninguna pintura está completamente terminada, un modelo de software aún más requiere mejora continua hasta alcanzar la madurez, por este motivo es necesario establecer las líneas de trabajo futuro.

- Como trabajo futuro se plantea mejorar el desarrollo de la herramienta que respalda este enfoque de Markov para el diseño de interfaces móviles, con el fin de medir sus beneficios, a través de un experimento continuo y controlado para evaluar su proactividad de acuerdo con el uso del sistema a convertirse en un software evolutivo.
- Además, el modelo analizará la forma en que se puede mejorar continuamente la eficiencia de la operación de una aplicación de software al minimizar las operaciones realizadas (es decir, clics, zoom y desplazamiento) y su costo (energía / tiempo) de acuerdo con la distribución dinámica propuestas.
- También es necesario realizar una prueba complementaria que evalúe más métricas relacionadas con la experiencia del usuario, como emociones, actitudes, pensamientos, comportamientos y percepciones de los usuarios (experiencia del usuario), como lo sugiere Beauregard (Beauregard & Corriveau, 2007).
- Se propone, además, identificar otras teorías o algoritmos para determinar el comportamiento de usuarios en sitios Web para resolver el problema de la demanda en los diseños empáticos de software.
- Finalmente es importante proponer una metodología para la visualización de grandes volúmenes de datos de legacies en móviles con una adecuada infografía también acorde a un enfoque empático.

REFERENCIAS

- Abolfazli, S., Sanaei, Z., Ahmed, E., Gani, A., & Buyya, R. (2014). Cloud-based augmentation for mobile devices: Motivation, taxonomies, and open challenges. *IEEE Communications Surveys and Tutorials*, 16(1), 337–368. <https://doi.org/10.1109/SURV.2013.070813.00285>
- AdobeXD. (2019). *ProtoPie*. https://www.protopie.io/with/adobe-xd-cc/?gclid=EAIaIQobChMIuOi3sOzT5AIVF4rICh352AHzEAAAYAiAAEgLrpfD_BwE
- Ahmadi, H., & Kong, J. (2008). Efficient Web Browsing on Small Screens. *Proceeding AVI '08 Proceedings of the Working Conference on Advanced Visual Interfaces*, 23–30.
- Albasir, A., Naik, K., & Abdunabi, T. (2013). Smart Mobile Web Browsing. *2013 International Joint Conference on Awareness Science and Technology & Ubi-Media Computing (ICAST 2013 & UMEDIA 2013)*.
- Alshahwan, F., Carrez, F., & Moessner, K. (n.d.). *Providing and Evaluating the Mobile Web Service Distribution Mechanisms Using Fuzzy Logic*.
- Alvarez, M. A. (2010). *Manual de CodeIgniter*. 43.
- Amendola, F., & Favre, L. (2013). Adapting CRM systems for mobile platforms: An MDA perspective. *SNPD 2013 - 14th ACIS International Conference on Software Engineering, Artificial Intelligence, Networking and Parallel/Distributed Computing*. <https://doi.org/10.1109/SNPD.2013.25>
- Aragón, G., Escalona, M. J., Lang, M., & Hilera, J. R. (2013). An analysis of model-driven web engineering methodologies. In *International Journal of Innovative Computing, Information and Control* (Vol. 9, Issue 1, pp. 413–436).
- Armenise, R., Birtolo, C., & Troiano, L. (2010). A tool for automatic adaptation of web pages to different screen size. *ICEIS 2010 - Proceedings of the 12th International Conference on Enterprise Information Systems*, 5 HCI, 91–98.

<https://doi.org/10.5220/0002976300910098>

- Attaran, S. (2019). *The Need for Digital Workplace : Increasing Workforce Productivity*. 15(1), 1–23. <https://doi.org/10.4018/IJEIS.2019010101>
- Badam, S. K., & Elmqvist, N. (2014). Polychrome: A cross-device framework for collaborative web visualization. *ITS 2014 - Proceedings of the 2014 ACM International Conference on Interactive Tabletops and Surfaces*, 109–118. <https://doi.org/10.1145/2669485.2669518>
- Balasubramaniam, S., Lewis, G. A., Simanta, S., & Smith, D. B. (2008). Situated software: Concepts, motivation, technology, and the future. *IEEE Software*, 25(6). <https://doi.org/10.1109/MS.2008.159>
- Bangor, A., Staff, T., Kortum, P., Miller, J., & Staff, T. (2009). *Determining What Individual SUS Scores Mean : Adding an Adjective Rating Scale*. 4(3), 114–123.
- Beauregard, R., & Corriveau, P. (2007). *User Experience Quality : A Conceptual Framework for Goal Setting and Measurement*. 325–332.
- Bernstein, P. A. (1996). A Model for Distributed System Services. *Communications of the ACM*, 39(2).
- Bosetti, G. A., Firmenich, S., Gordillo, S. E., Rossi, G., Houben, G.-J., & Bielikova, M. (2017). An approach for building mobile web applications through web augmentation. *Journal of Web Engineering*, 16(2), 75–102.
- Bouzit, S., Chêne, D., & Calvary, G. (2015). Evanescent Adaptation on Small Screens. *Proceeding OzCHI '15 Proceedings of the Annual Meeting of the Australian Special Interest Group for Computer Human Interaction*, 62–68. <https://doi.org/10.1145/2838739.2838749>
- Bouzit, S., Chêne, D. E. N. I. S., & Calvary, G. (2014). From Appearing to Disappearing Ephemeral Adaptation for Small Screens. *Proceeding OzCHI '14 Proceedings of the 26th Australian Computer-Human Interaction Conference on Designing Futures: The Future of Design*, 41–48.

- Brooke, J. (1996). SUS - A quick and dirty usability scale. *Usability Evaluation in Industry*, 4–7. <https://doi.org/10.1002/hbm.20701>
- Cai, D., Yu, S., Wen, J.-R., & Ma, W.-Y. (2013). *VIPS: a Vision-based Page Segmentation Algorithm*. Noviembre.
- Cajas, V., Urbieto, M., Rossi, G., & Rybarczyk, Y. (2020). Migrating legacy Web applications. *Cluster Computing*, 1–17.
- Cajas, V., Urbieto, M., Rossi, G., & Mayo, F. D. (2020). Challenges of Migrating Legacies Web to Mobile: A Systematic Literature Review. *IEEE Latin America Transactions.*, 18(5), 861–873.
- Cajas, V., Urbieto, M., Rybarczyk, Y., Rossi, G., & Guevara, C. (2019). An Approach for Migrating Legacy Applications to Mobile Interfaces. *In World Conference on Information Systems and Technologies*, 3, 916–927. <https://doi.org/10.1007/978-3-030-16181-1>
- Cajas, Viviana, Sánchez, I., & Ríos, M. (2021). Modelo de transformación digital para empresas tradicionales: caso ebanistas Cantón Mejía. *Gicos*, 6(2), 185–195. <http://erevistas.saber.ula.ve/index.php/gicos/article/view/17344>
- Cajas, Viviana, Urbieto, M., Rybarczyk, Y., Rossi, G., & Guevara, C. (2018). *Portability Approaches for Business Web Applications to Mobile Devices: A Systematic Mapping* (No. 1; 895). <https://doi.org/10.1007/978-3-030-05532-5>
- Carey, M. J. (2008). SOA What? *Computer*, 41(3), 92–94. <https://doi.org/10.1109/MC.2008.97>
- Challiol, C., Firmenich, S., Bosetti, G. A., Gordillo, S. E., & Rossi, G. (2013). Crowdsourcing Mobile Web Applications. *International Conference on Web Engineering ICWE 2013: Current Trends in Web Engineering*, 223–237.
- Chen, F., Ma, X., & Ni, S. (2013). Organization and correction of spatial data in mobile GIS. *Journal of Networks*, 8(7). <https://doi.org/10.4304/jnw.8.7.1514-1520>

- Chen, J., Zhou, B., Shi, J., & Zhang, H. (2001). Function-Based Object Model Towards Website Adaptation. *Proceeding WWW '01 Proceedings of the 10th International Conference on World Wide Web*, 587–596.
- Cheng, M. C., & Yuan, S. M. (2007). An adaptive and unified mobile application development framework for java. *Journal of Information Science and Engineering*. https://doi.org/10.1007/11596356_76
- Chmielewski, J., Walczak, K., & Wiza, W. (2010). Mobile interfaces for building control surveyors. *IFIP Advances in Information and Communication Technology*. https://doi.org/10.1007/978-3-642-16283-1_7
- Chung, J. (2018). *HAXE*.
- Combaudon, S. (2018). *MySQL 5.7: administración y optimización*. Ediciones Eni.
- Coondu, S., Chattopadhyay, S., Chattopadhyay, M., & Chowdhury, S. R. (2014). Mobile-enabled content adaptation system for e-learning websites using segmentation algorithm. *SKIMA 2014 - 8th International Conference on Software, Knowledge, Information Management and Applications*, 00(c). <https://doi.org/10.1109/SKIMA.2014.7083570>
- Dalton, B. J., & Kahute, T. (2016). Why Empathy and Customer Closeness Is Crucial for Design Thinking. *DMI*, 27(2).
- Davis, F. D., Bagozzi, R. P., & Warshaw, P. R. (1989). *USER ACCEPTANCE OF COMPUTER TECHNOLOGY: A COMPARISON OF TWO THEORETICAL MODELS* *. 35(8).
- De Bono, E. (1991). *Pensamiento lateral*. Paidós Argentina.
- De Bono, E. (2014). *Lateral Thinking: An Introduction*. Random House.
- De Bono, E. (2016). *El pensamiento práctico* (Biblioteca). Ediciones Paidós.
- Deters, J. K., & Rybarczyk, Y. (2018). Hidden Markov model approach for the assessment of tele-rehabilitation exercises. *International Journal of Artificial Intelligence*, 16(1), 1–19.

- Deuschel, T., & Scully, T. (2016). On the Importance of Spatial Perception for the Design of Adaptive User Interfaces. *2016 IEEE 10th International Conference on Self-Adaptive and Self-Organizing Systems (SASO)*.
<https://doi.org/10.1109/SASO.2016.13>
- Díaz Pace, J. A., & Bianchi, A. (2017). *Una experiencia con arquitecturas de software para roadmapping en procesos de transformación digital*. 27–38.
<http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/64925>
- Dingli, S. (2008). Thinking outside the box: Edward de Bono's lateral thinking. In *The Routledge companion to creativity* (pp. 352–364). Routledge.
<https://doi.org/10.5860/choice.47-0352>
- Disruption, D., & World, C. (2021). *DIGITAL VORTEX 2021 The Larger They Are the More Fragmented They Become*.
- Docker Inc. (2008). *Docker*.
- EcuadorLegal. (2019). *EcuadorLegalOnline - Su asesor legal en casa*.
<http://www.ecuadorlegalonline.com/>
- Education, (Reserve Bank of Australia. (2019). *Productivity*.
<https://www.rba.gov.au/education/resources/explainers/productivity.html>
- Ennai, A., & Bose, S. (2008). MobileSOA: A service oriented web 2.0 framework for context-aware, lightweight and flexible mobile applications. *Proceedings - IEEE International Enterprise Distributed Object Computing Workshop, EDOC*. <https://doi.org/10.1109/EDOCW.2008.42>
- Erick, S. (2008). *Mowser*. <https://techcrunch.com/tag/mowser/>
- Favre, L., Pereria, C., & Martinez, L. (2016). *MODERNIZING SOFTWARE IN SCIENCE AND ENGINEERING : FROM C / C ++ APPLICATIONS TO MOBILE PLATFORMS*. June, 5–10.
- Foursquare. (2019). *Foursquare*.
- García, J. A. T., Ferreira, C. P., & Romero, J. C. R. (2019). Industria 4.0 y transformación digital: nuevas formas de organización del trabajo. *Estudios*

Financieros. Revista de Trabajo y Seguridad Social: Comentarios, Casos Prácticos: Recursos Humanos., 1, 27–54.

Georgiev, G. (2012). Design Thinking: An overview. *Japanese Society for the Science of Design (Design Thinking - Special Issue)*, 20–1(77), 70–77. https://www.researchgate.net/publication/329759973_On_Design_Thinking_Bullshit_and_Innovation

Giuseppe, D. S. C. G. (2004). *TCPTE. Thin-Client Application For Limited Devices*.

González, B. L., Cardona, B. S. H., Sánchez, M. S., Sánchez, E. C., & Rojas, R. C. (2009). PROGRAMACIÓN FÁCIL en el proceso enseñanza-aprendizaje. *Innovación Educativa*.

Group, N. N. (n.d.). *Why You Only Need to Test with 5 Users*. <https://www.nngroup.com/articles/why-you-only-need-to-test-with-5-users/>

Guirguis, S. K., & Hassan, M. A. (2009). A Smart Framework for Web Content and Resources Adaptation in Mobile Devices. *2010 The 12th International Conference on Advanced Communication Technology (ICACT)*.

Hart, S. L., & Milstein, M. B. (2003). Creating sustainable value. *Academy of Management Perspectives*, 17(2), 56–67.

He, J., Gao, T., Hao, W., Yen, I.-L., & Bastani, F. (2007). A Flexible Content Adaptation System Using a Rule-Based Approach. *IEEE Transactions on Knowledge and Data Engineering*, 19(1), 127–140.

Hick, W. E. (1952). On the rate of gain of information. *Journal of Experimental Child Psychology*, 26(2), 216–229. [https://doi.org/10.1016/0022-0965\(78\)90002-4](https://doi.org/10.1016/0022-0965(78)90002-4)

Hoehle, H., Aljafari, R., & Venkatesh, V. (2016). Leveraging Microsoft's mobile usability guidelines: Conceptualizing and developing scales for mobile application usability. *International Journal of Human Computer Studies*, 89, 35–53. <https://doi.org/10.1016/j.ijhcs.2016.02.001>

- Hornbaek, A. . . (2006). *Current practice in measuring usability : Challenges to usability studies and research*. 64, 79–102.
<https://doi.org/10.1016/j.ijhcs.2005.06.002>
- Hu, J., & Bagga, A. (2004). Categorizing Images in Web Documents. *IEEE Multimedia*, 11(1), 22–30.
- Huang, G., Liu, X., Lu, X., Ma, Y., Zhang, Y., & Xiong, Y. (2015). *Programming Situational Mobile Web Applications with Cloud-Mobile Convergence: An Internetware-Oriented Approach*. <https://doi.org/10.1109/TSC.2016.2587260>
- Inc., W. and the W. logo are trademarks of A. (n.d.). *WebKit*.
- Indoamerica, U. (2017). *Sistema de Gestión Académica*.
<https://sga.uti.edu.ec/login?ret=/>
- Iñesta, L., Aquino, N., & Sánchez, J. (2009). Framework and authoring tool for an extension of the UIML language. *Advances in Engineering Software*.
<https://doi.org/10.1016/j.advengsoft.2009.01.020>
- ISO. (2018). *ISO 9241-11:2018(en) Ergonomics of human-system interaction — Part 11: Usability: Definitions and concepts*. Online Browsing Platform (OBP). <https://www.iso.org/obp/ui/#iso:std:iso:9241:-11:ed-2:v1:en>
- Jähne, B., Haußecker, H., & Geißler, P. (1999). *HANDBOOK OF COMPUTER VISION AND APPLICATIONS Signal Processing and Pattern Recognition*. 2.
- Kitajima, M., Kariya, N., Takagi, H., & Zhang, Y. (2005). Evaluation of website usability using Markov chains and latent semantic analysis. *IEICE Transactions on Communications*, E88-B(4), 1467–1475.
<https://doi.org/10.1093/ietcom/e88-b.4.1467>
- Koehl, A., & Wang, H. (2012). M.Site: Efficient content adaptation for mobile devices - Middleware 2012. *Proceeding Middleware '12 Proceedings of the 13th International Middleware Conference*, 41–60.
- Kopf, S., Guthier, B., Lemelson, H., & Effelsberg, W. (2009). Adaptation of Web

Pages and Images for Mobile Applications. *Proceedings Volume 7256, Multimedia on Mobile Devices 2009; 72560C*.

<https://doi.org/10.1117/12.805981>

Kosar, T., Bohra, S., & Mernik, M. (2016). Domain-Specific Languages: A Systematic Mapping Study. *Information and Software Technology, 71*, 77–91. <https://doi.org/10.1016/j.infsof.2015.11.001>

Kovachev, D., Renzel, D., Nicolaescu, P., & Klamma, R. (2013). DireWolf-distributing and migrating user interfaces for widget-based web applications. *In International Conference on Web Engineering (Pp. 99-113)*. Springer, Berlin, Heidelberg.

Kovachev, D., Renzel, D., Nicolaescu, P., Koren, I., & Klamma, R. (2014). (2014). Direwolf: a framework for widget-based distributed user interfaces. *Journal of Web Engineering, 13(3-4)*, 203-222., 203–222.

Lázaro, M., & Marcos, E. (2005). Research in Software Engineering : Paradigms and Methods. *CAiSE Workshops (2)*, 517–522. <https://doi.org/10.1.1.107.1576>

Lehtonen, T., Benamar, S., Laamanen, V., Luoma, I., Ruotsalainen, O., Salonen, J., & Mikkonen, T. (n.d.). Towards User-Friendly Mobile Browsing. *Proceeding AAA-IDEA '06 Proceedings of the 2nd International Workshop on Advanced Architectures and Algorithms for Internet Delivery and Applications Article No. 6*.

Li, G., Andreasen, E., & Ghosh, I. (2014). SymJS: automatic symbolic testing of JavaScript web applications. *Proceedings of the 22nd ACM SIGSOFT International Symposium on Foundations of Software Engineering - FSE 2014*. <https://doi.org/10.1145/2635868.2635913>

Li, H., Hu, M., Du, X., & Zhu, X. (2016). Extracting Main Content of Webpage to Enhance Adaptively Rendering for Small Screen Size Terminals. *Proceedings - 2015 International Conference of Educational Innovation Through Technology, EITT 2015*. <https://doi.org/10.1109/EITT.2015.27>

- Li, Q.-C., Zhang, Z.-Y., Ma, J., & Zhang, J. (2011). Web Page Layout Adaptation Based on WebKit for E-paper Device. *2011 14th IEEE International Conference on Computational Science and Engineering*.
- Lieuallen, A. (2021). *Greasemonkey Consigue esta extensión para Firefox (es)*. <https://addons.mozilla.org/es/firefox/addon/greasemonkey/>
- Liu, X., Xu, M., Teng, T., Huang, G., & Fellow, H. M. (2015). MUIT: A Middleware for Adaptive Mobile Web-based User Interfaces in WS-BPEL. *ArXiv Preprint ArXiv:1602.09125*.
- Liu, X. Z., Huang, G., Zhao, Q., Mei, H., & Blake, M. B. (2014). iMashup: A mashup-based framework for service composition. *Science China Information Sciences*. <https://doi.org/10.1007/s11432-013-4782-0>
- Lowe, D., Henderson-Sellers, B., & Gu, A. (2002). Web extensions to UML: Using the MVC triad. *International Conference on Conceptual Modeling*, 105–119.
- Luis, F. (n.d.). *Metodologías Ágiles - Arquitectura de Software*.
- Macbeth, M., & Wong, R. K. (2012). A middleware service for image adjustment and filtering for small screens. *Proceedings - 2012 IEEE 9th International Conference on Services Computing, SCC 2012*. <https://doi.org/10.1109/SCC.2012.96>
- Mahrach Mahrach, M. (2019). *Relevancia de las arquitecturas software en la modernización de sistemas heredados (Relevance of Software Architectures in the Legacy System Modernization)-Caso de estudio*.
- Marcos, G., Daniel, R., & Alejandro, R. J. R. D. J. (2010). *Introducción a los Algoritmos Genéticos y la Programación Genética*.
- Marcotte, E. (2010). *Responsive-web-design*.
- Masner, J., Vaněk, J., Jarolímek, J., & Očenášek, V. (2015). Markup Languages Support for Content Management of Agricultural Portals. *Haicta 2015*, 594–602.

- Mastorakis, G. ., Mavromoustakis, C. X. ., & Pallis, E. . (2015). Resource management of mobile cloud computing networks and environments. In *Resource Management of Mobile Cloud Computing Networks and Environments*. <https://doi.org/10.4018/978-1-4666-8225-2>
- McKinley, P. K., Sadjadi, S. M., Kasten, E. P., & Cheng, B. H. C. (2004). Composing adaptive software. *Computer*, 37(7), 56–64. <https://doi.org/10.1109/MC.2004.48>
- Mell, P., & Grance, T. (2011). The NIST Definition of Cloud Computing Recommendations of the National Institute of Standards and Technology. *National Institute of Standards and Technology, Information Technology Laboratory*, 145, 7. <https://doi.org/10.1136/emj.2010.096966>
- Mey Eap, T., Gašević, D., & Lin, F. (2007). Personalized Mobile Learning Content Delivery: A Learner Centric Approach. *Int. J. Mobile Learning and Organisation*, x x(x), 0–0.
- Mey Eap, T., Gašević, D., & Lin, F. (2009). Personalised mobile learning content delivery: a learner centric approach. *Int. J. Mobile Learning and Organisation J. Mobile Learning and Organisation*, 3(1), 84–101.
- Mezhoudi, N., & Vanderdonckt, J. (2020). Toward a Task-driven Intelligent GUI Adaptation by Mixed-initiative. *International Journal of Human-Computer Interaction*, 00(00), 1–14. <https://doi.org/10.1080/10447318.2020.1824742>
- Miján, J. L., Garrigós, I., & Firmenich, S. (2016). Supporting personalization in legacy web sites through client-side adaptation. *Lecture Notes in Computer Science (Including Subseries Lecture Notes in Artificial Intelligence and Lecture Notes in Bioinformatics)*, 9671, 588–592. https://doi.org/10.1007/978-3-319-38791-8_54
- Mobincube. (2018). *mobincube*. <https://www.mobincube.com/es/>
- Mori, G., Paternò, F., & Santoro, C. (2004). Design and Development of Multidevice User Interfaces through Multiple Logical Descriptions. *IEEE Transactions on Software Engineering*, 30(8), 507–520.

- Murphy, K. P.(University of California, Berkeley, C. S. D. . (1998). *Inference and learning in hybrid Bayesian networks*.
- Muther, R., & Wheeler, J. D. (1994). *Simplified systematic layout plannMuther, R., & Wheeler, J. D. (1994). Simplified systematic layout planning. Management and Industrial Research Publications.ing. Management and Industrial Research Publications.*
- Nicholus, R. (2016). *Beyond jQuery*. Springer Link. <https://doi.org/10.1007/978-1-4842-2235-5>
- Nielsen, J. (n.d.). *Ten Usability Heuristics by Jakob Nielsen*. Retrieved June 2, 2019, from <https://www.nngroup.com/articles/ten-usability-heuristics/>
- Nielsen, J., Berger, J. M., Gilutz, S., & Whitenton, K. (2019). *Return on Investment (ROI)*. 217. https://opus.bsz-bw.de/fhdo/frontdoor/deliver/index/docId/2166/file/ROI_for_Usability_4th_Edition.pdf
- Norman, D. A., & Draper, S. W. (1986). *User centered system design: New perspectives on human-computer interaction*. CRC Press.
- O'Reilly, T. (2005). *What is web 2.0?: design patterns and business models for the next generation of software*. O'Reilly. 65, 17–37.
<http://oreilly.com/web2/archive/what-is-web-20.html>
- Ofek, E. (2014). *Customer Lifetime Value (CLV) vs. Customer Lifetime Return on Investment (CLROI)*. 9-515–049(December 2016), Technical Note.
- OMG. (n.d.-a). *Interaction Flow Modeling Language*. Retrieved September 15, 2019, from <https://www.omg.org/spec/IFML>
- OMG. (n.d.-b). *Object Management Group*.
- Opera. (n.d.). *Small Screen Rendering (Opera Software ASA)*.
- Opera. (2018). *Opera Mini Browser*.
- Opera Mobile Browser. (2018). *Opera Mobile Browser*.

- Oscar, C. (2013). *¿Qué es un widget y cómo puedo usarlos en mi teléfono?*
- Pandey, S. (2013). Responsive design for transaction banking -a responsible approach. *Proceeding APCHI '13 Proceedings of the 11th Asia Pacific Conference on Computer Human Interaction*, 291–295.
<https://doi.org/10.1145/2525194.2525271>
- Panorama. (n.d.). *Sistemas Distribuidos*.
- Parnes, S. J., & Harding, H. F. (1962). *A source book for creative thinking*. Scribner.
- Paterno ', F., Santoro, C., & Spano, L. D. (2009). MARIA: A Universal, Declarative, Multiple Abstraction-Level Language for Service-Oriented Applications in Ubiquitous Environments. *Comput.-Hum. Interact. Article*, 16(19). <https://doi.org/10.1145/1614390.1614394>
- Paterno, F., & Zichittella, G. (2010). Desktop-to-mobile web adaptation through customizable two-dimensional semantic redesign. *International Conference on Human-Centred Software Engineering HCSE 2010: Human-Centred Software Engineering*, 79–94.
- Paul M. Fitts. (1954). the Information Capacity of the Human Motor System in Controlling the Amplitude of Movement. *Journal of Experimental Psychology*, 47(6), 381–391.
<http://www2.psychology.uiowa.edu/faculty/mordkoff/InfoProc/pdfs/Fitts1954.pdf>
- Peng, W., Chen, J., & Zhou, H. (n.d.). *An Implementation of ID3 ---Decision Tree Learning Algorithm*.
- Pérez, A. G., Cárdenas, R. A. M., & Piñana, D. L. (2021). Aprendizaje basado en metodologías ágiles centradas en diseño evolutivo dirigido por pruebas de aceptación. *Actas de Las Jenui*, 6, 107–114.
- Pons, C., Giandini, R., & Pérez, G. (2010). *Desarrollo de Software Dirigido Por Modelos*.

- Rajkumar, K., & Kalaivani, V. (2012). Dynamic web page segmentation based on detecting reappearance and layout of tag patterns for small screen devices. *International Conference on Recent Trends in Information Technology, ICRTIT 2012*. <https://doi.org/10.1109/ICRTIT.2012.6206790>
- Ramírez-Sáenz de Viteri, S. (2019). *Gestión del conocimiento, aplicativos y practicas organizacionales*. En L. G. Juárez-Hernández (Coord.), *Memorias del Quinto Congreso Internacional en Socioformación y Sociedad del Conocimiento (CISFOR-2019)*. (M. Congreso conducido por el Centro Universitario CIFE, Cuernavaca (ed.)). <https://cife.edu.mx/recursos>
- Ramírez Vique, R. (2019). *Métodos para el desarrollo de aplicaciones móviles*.
- Rivero, J.M., Urbietta, M., Firmenich, S., Witkin, M., Serrano, R., Cajas, V. E., & Rossi, G. (2018). Improving legacy applications with client-side augmentations. *Lecture Notes in Computer Science (Including Subseries Lecture Notes in Artificial Intelligence and Lecture Notes in Bioinformatics)*, 10845 LNCS, 1–15. https://doi.org/10.1007/978-3-319-91662-0_12
- Rivero, José Matías, Urbietta, M., Mauricio, W., Firmenich, S., Serrano, R., Rossi, G., & Cajas, V. E. (2018). Improving Legacy Applications with Client-side Augmentations. *18th International Conference, ICWE 2018, Caceres, Spain, June 5-8, 2017, Proceedings*.
- Rossi, G., Pastor, Ó., Schwabe, D., & Olsina, L. (2008). *Web Engineering: Modelling and Implementing Web Applications, vol. 12*. Springer-Verlag London.
- Sanoja, A., & Gancarski, S. (2014). Block-o-Matic: A web page segmentation framework. *International Conference on Multimedia Computing and Systems -Proceedings*. <https://doi.org/10.1109/ICMCS.2014.6911249>
- Santo, G. Di, & Zimeo, E. (n.d.). Reversing GUIs to XIML Descriptions for the Adaptation to Heterogeneous Devices. *Proceeding SAC '07 Proceedings of the 2007 ACM Symposium on Applied Computing Pages 1456-1460*.
- Sarker, I. H., Colman, A., & Han, J. (2019). RecencyMiner : mining recency -

- based personalized behavior from contextual smartphone data. *Journal of Big Data*. <https://doi.org/10.1186/s40537-019-0211-6>
- Sarkis, M., Concolato, C., & Dufourd, J.-C. (2015). MSoS: A Multi-Screen-Oriented Web Page Segmentation Approach. *Proceeding DocEng '15 Proceedings of the 2015 ACM Symposium on Document Engineering*, 85–88. <https://doi.org/10.1145/2682571.2797090>
- Sarkis, M., Concolato, C., & Dufourd, J. C. (2017). A multi-screen refactoring system for video-centric web applications. *Multimedia Tools and Applications*, 1–28. <https://doi.org/10.1007/s11042-017-4357-y>
- Satyanarayanan, M., Bahl, P., Cáceres, R., & Davies, N. (2009). The case for VM-based cloudlets in mobile computing. *IEEE Pervasive Computing*. <https://doi.org/10.1109/MPRV.2009.82>
- Schaltegger, S., & Burritt, R. (2017). *Contemporary environmental accounting: issues, concepts and practice*. Routledge.
- Shaari, N., Charters, S., & Churcher, C. (2013). Achieving " One-Web " through customization and prioritization. *International Journal of Web Information Systems Iss*, 9(3), 279–316.
- Shu, K., Wang, S., Tang, J., Zafarani, R., & Liu, H. (2015). *User Identity Linkage across Online Social Networks : A Review*.
- Siebra, C., Gouveia, T. B., Macedo, J., Da Silva, F. Q. B., Santos, A. L. M., Correia, W., Penha, M., Anjos, M., & Florentin, F. (n.d.). *Toward Accessibility with Usability: Understanding the Requirements of Impaired Uses in the Mobile Context*. <https://doi.org/10.1145/3022227.3022233>
- Skweezer. (2018). *skweezer*.
- Soediono, B. (1989). Fundamentals of the New Artificial Intelligence (Neural, Evolutionary, Fuzzy and more). In *Journal of Chemical Information and Modeling* (Vol. 53). <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>
- Soh, H., Sanner, S., White, M., & Jamieson, G. (2017). Deep sequential

- recommendation for personalized adaptive user interfaces. *International Conference on Intelligent User Interfaces, Proceedings IUI*, 589–593.
<https://doi.org/10.1145/3025171.3025207>
- Sohaib, O., Solanki, H., Dhaliwa, N., Hussain, W., & Asif, M. (2019). Integrating design thinking into extreme programming. *Journal of Ambient Intelligence and Humanized Computing*, 10(6), 2485–2492.
<https://doi.org/10.1007/s12652-018-0932-y>
- Song, R., Liu, H., Wen, J.-R., & Ma, W.-Y. (2004). Learning Block Importance Models for Web Pages. *Proceeding WWW '04 Proceedings of the 13th International Conference on World Wide Web*, 203–211.
- Taylor, P., Kortum, P., Sorber, M., Kortum, P., & Sorber, M. (2015). *International Journal of Human-Computer Interaction Measuring the Usability of Mobile Applications for Phones and Tablets Measuring the Usability of Mobile Applications for Phones and Tablets*. August.
<https://doi.org/10.1080/10447318.2015.1064658>
- Technet, M. (2013). *Virtualización: Migración del software*.
- Teles, V. M. (2017). *Extreme Programming: Aprenda como encantar seus usuários desenvolvendo software com agilidade e alta qualidade*. Novatec Editora.
- Thimbleby, H., Cairns, P., & Jones, M. (2001). Usability analysis with Markov models. *ACM Transactions on Computer-Human Interaction*, 8(2), 99–132.
<https://doi.org/10.1145/376929.376941>
- Toile H. (2014). Adaptation of composite E-Learning contents for reusable in smartphone based learning system. *2014 International Conference on Advanced Computer Science and Information System*.
- Tseng, T.-L., Hung, S.-H., & Tu, C.-H. (2015). Migratom.js: A JavaScript Migration Framework for Distributed Web Computing and Mobile Devices. *Proceeding SAC '15 Proceedings of the 30th Annual ACM Symposium on Applied Computing*, 798–801. <https://doi.org/10.1145/2695664.2695987>

- Turland, M. (2010). *Guide to Web Scraping with PHP*.
- Twitter. (2019). *Twitter*.
- Ueyama, J., De, U., Paulo, S., Pinto, V. P. V, Madeira, E. R. M., Grace, P., Jonhson, T. M. M., & Camargo, R. Y. (2009). Exploiting a Generic Approach for Constructing Mobile Device Applications. *Proceeding COMSWARE '09 Proceedings of the Fourth International ICST Conference on COMMunication System SoftWare and MiddlewaRE Article No. 12*.
<https://doi.org/10.4108/ICST.COMSWARE2009.6522>
- UNL, R. L. I. en S. 2009. (2009). *PROTOTIPOS INFORMATICOS*.
- Vargiu, E., & Urru, M. (2012). Exploiting web scraping in a collaborative filtering- based approach to web advertising. *Artificial Intelligence Research*, 2(1), 44–54. <https://doi.org/10.5430/air.v2n1p44>
- Voigt-Antons, J.-N., Hoßfeld, T., Egger-Lampl, S., Schatz, R., & Möller, S. (2018). User Experience of Web Browsing-The Relationship of Usability and Quality of Experience. *2018 Tenth International Conference on Quality of Multimedia Experience (QoMEX)*, 1–3.
- von Thienen, J., Royalty, A., & Meinel, C. (2017). *Handbook of Research on Creative Problem-Solving Skill Development in Higher Education* (C. Zhou (ed.)). Aalborg University, Denmark.
- W3c. (2010). XML Path Language (XPath). *Engineering, January*, 297–318.
<https://doi.org/http://www.w3.org/TR/xpath20/>
- Wang, S., Dou, W., Wu, G., Wang, J., Gao, C., Wei, J., & Huang, T. (2015). Towards Web Application Mobilization via Efficient Web Control Extraction. *Proceeding Internetware '15 Proceedings of the 7th Asia-Pacific Symposium on Internetware*, 21–29.
<https://doi.org/10.1145/2875913.2875935>
- Wieringa, R., Maiden, N., Mead, N., & Rolland, C. (2006). Requirements engineering paper classification and evaluation criteria: A proposal and a discussion. *Requirements Engineering*, 11(1), 102–107.

<https://doi.org/10.1007/s00766-005-0021-6>

- Wohlin, C., Runeson, P., Höst, M., Ohlsson, M. C., Regnell, B., & Wesslén, A. (2012). Experimentation in software engineering. In *Experimentation in Software Engineering* (Vol. 9783642290). <https://doi.org/10.1007/978-3-642-29044-2>
- WS Lee X Yin. (2004). Using link analysis to improve layout on mobile devices. *Proceeding WWW '04 Proceedings of the 13th International Conference on World Wide Web*, 338–344.
- Xiang, P., Yang, X., & Shi, Y. (2007). Effective page segmentation combining pattern analysis and visual separators for browsing on small screens. *Proceedings - 2006 IEEE/WIC/ACM International Conference on Web Intelligence (WI 2006 Main Conference Proceedings), WI'06*. <https://doi.org/10.1109/WI.2006.67>
- Xiao, Y., Tao, Y., & Li, Q. (2009). Mashup-based web page adaptation for small screen mobile device. *Proceedings - 5th International Conference on Wireless Communications, Networking and Mobile Computing, WiCOM 2009*. <https://doi.org/10.1109/WICOM.2009.5301392>
- Yanchun, C., & Xingpeng, W. (2009). *A Security Risk Evaluation Model for Mashup Application*. <https://doi.org/10.1109/ICIII.2009.58>
- Yang, J., & Wigdor, D. (2014). Panelrama: Enabling easy specification of cross-device web applications. In *Proceedings of the 32nd annual ACM conference on Human factors in computing systems - CHI '14*. <https://doi.org/10.1145/2556288.2557199>
- Yin, J., Tan, G., Bai, X. L., & Hu, S. M. (2015). WebC: toward a portable framework for deploying legacy code in web browsers. *Science China Information Sciences*. <https://doi.org/10.1007/s11432-015-5285-y>
- Younas, M., Awan, I., Conference, I., & Hutchison, D. (2016). *Mobile Web and Intelligent Information Systems*.
- Yun, M., Fang, Y., Zhu, X., Liu, X., & Huang, G. (2013). MobiTran: Tool

- Support for Refactoring PC Websites to Smart Phones. *Proceeding MiddlewareDPT '13 Proceedings Demo & Poster Track of ACM/IFIP/USENIX International Middleware Conference Article No. 6.*
- Yunpeng, X., Yang, T., & Qian, L. (2008). Web page adaptation for mobile device. *2008 International Conference on Wireless Communications, Networking and Mobile Computing, WiCOM 2008.*
<https://doi.org/10.1109/WiCom.2008.1182>
- Zang, N., Rosson, M. B., & Nasser, V. (2008). Mashups. *Proceeding of the Twenty-Sixth Annual CHI Conference Extended Abstracts on Human Factors in Computing Systems - CHI '08*, 3171.
<https://doi.org/10.1145/1358628.1358826>
- Zhang, D., & Lai, J. (2011). Can convenience and effectiveness converge in mobile web? a critique of the state-of-the-art adaptation techniques for web navigation on mobile handheld devices. In *International Journal of Human-Computer Interaction*. <https://doi.org/10.1080/10447318.2011.559876>
- Zhang, J., & Yu, P. S. (n.d.). *Meta-path based Multi-Network Collective Link Prediction Categories and Subject Descriptors.*
- Zhang, S., & Balog, K. (2020). Web table extraction, retrieval, and augmentation: A survey. *ACM Transactions on Intelligent Systems and Technology (TIST)*, *11*(2), 1–35.
- Zimmerman, D., Ph, D., & Yohon, T. (2009). *Small-screen Interface Design : Where Are We ? Where Do We Go ? Literature : Small-screen Interface Design.* 1–5.
- Zimmerman, D., & Yohon, T. (2009). Small-screen interface design: Where are we? Where do we go? *IEEE International Professional Communication Conference*. <https://doi.org/10.1109/IPCC.2009.5208667>
- Zott, C., & Amit, R. (2015). Business model innovation: toward a process perspective. *Oxford Handbook of Creativity, Innovation and Entrepreneurship*, 395–406.

ANEXOS

Anexo 1 – Matriz de Cercanía Primera Iteración Sistema SGA

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31		
1	0,03	0,08	0,06	0,05	0,03	0,02	0,02	0,02	0,05	0,06	0,05	0,02	0,02	0,03	0,05	0,02	0,02	0,02	0,03	0,03	0,05	0,03	0,02	0,05	0,02	0,03	0,02	0,05	0,05	0,03	0,03	1	
2	0,08	0,02	0,06	0,05	0,03	0,06	0,02	0,02	0,05	0,06	0,05	0,02	0,02	0,05	0,06	0,02	0,02	0,02	0,05	0,02	0,03	0,03	0,02	0,05	0,02	0,02	0,02	0,03	0,05	0,02	0,02	1	
3	0,08	0,08	0,02	0,06	0,02	0,02	0,02	0,02	0,06	0,04	0,04	0,02	0,02	0,04	0,06	0,02	0,02	0,02	0,04	0,02	0,04	0,02	0,02	0,04	0,02	0,02	0,02	0,02	0,04	0,02	0,02	1	
4	0,03	0,03	0,03	0,01	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,05	1	
5	0,04	0,04	0,02	0,05	0,02	0,02	0,02	0,02	0,05	0,04	0,04	0,02	0,02	0,02	0,04	0,04	0,04	0,02	0,04	0,02	0,05	0,04	0,04	0,05	0,04	0,02	0,02	0,05	0,04	0,04	0,04	1	
6	0,02	0,10	0,02	0,07	0,02	0,02	0,02	0,02	0,07	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,05	0,02	0,02	0,02	0,02	0,05	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,05	0,02	0,02	1	
7	0,03	0,03	0,03	0,09	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	1	
8	0,03	0,03	0,03	0,08	0,03	0,03	0,03	0,03	0,08	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,10	0,05	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,05	1	
9	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,02	0,05	0,02	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,02	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	1	
10	0,07	0,07	0,04	0,05	0,04	0,02	0,02	0,02	0,04	0,02	0,02	0,02	0,04	0,02	0,04	0,02	0,02	0,02	0,04	0,02	0,07	0,09	0,02	0,05	0,02	0,02	0,02	0,04	0,02	0,02	0,02	1	
11	0,06	0,06	0,04	0,06	0,04	0,02	0,02	0,02	0,04	0,02	0,02	0,02	0,04	0,04	0,04	0,02	0,02	0,02	0,04	0,02	0,06	0,08	0,02	0,04	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,06	1	
12	0,02	0,02	0,02	0,07	0,02	0,02	0,02	0,02	0,05	0,02	0,02	0,02	0,07	0,02	0,05	0,05	0,05	0,02	0,05	0,05	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	1	
13	0,02	0,02	0,02	0,06	0,02	0,02	0,02	0,02	0,04	0,04	0,04	0,06	0,02	0,06	0,04	0,02	0,04	0,02	0,04	0,02	0,04	0,04	0,02	0,02	0,04	0,02	0,02	0,04	0,02	0,04	0,04	1	
14	0,04	0,06	0,04	0,06	0,02	0,02	0,02	0,02	0,04	0,02	0,04	0,02	0,06	0,02	0,04	0,02	0,02	0,02	0,04	0,02	0,04	0,06	0,02	0,04	0,02	0,02	0,02	0,04	0,02	0,02	0,06	1	
15	0,04	0,05	0,04	0,04	0,03	0,03	0,01	0,01	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,01	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	1	
16	0,03	0,03	0,03	0,08	0,05	0,03	0,03	0,03	0,05	0,03	0,03	0,05	0,03	0,03	0,08	0,03	0,05	0,03	0,05	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	1	
17	0,02	0,02	0,02	0,07	0,05	0,02	0,02	0,02	0,05	0,02	0,02	0,05	0,05	0,02	0,07	0,05	0,02	0,02	0,05	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,05	0,02	0,05	0,05	0,02	0,02	1

Anexo 2 – Descripción de las Tablas Principales

Table: tbl_interaction_rc						
Table Comments	User interactions on the HTML page					
Columns						
Name	Data Type	Nullable	PK	FK	Default	Comment
id	INT(255)	Yes	Yes	No		Interaction Row id
menu_id	INT(255)	Yes	No	No		Id Interaction Menu
created_interaction_at	DATETIME	No	No	No	NULL	Date of interaction

Table: tbl_matrix_t_rc						
Table Comments	Markov calculation template matrix					
Columns						
Name	Data Type	Nullable	PK	FK	Default	Comment
id_menu	INT(11)	Yes	No	No		Id Menu
COL1	DECIMAL(6,3)	Yes	No	No	'0.000'	Column 1
COL2	DECIMAL(6,3)	Yes	No	No	'0.000'	Column 2
COL3	DECIMAL(6,3)	Yes	No	No	'0.000'	Column 3
COL4	DECIMAL(6,3)	Yes	No	No	'0.000'	Column 4
COL5	DECIMAL(6,3)	Yes	No	No	'0.000'	Column 5
COL6	DECIMAL(6,3)	Yes	No	No	'0.000'	Column 6
COL7	DECIMAL(6,3)	Yes	No	No	'0.000'	Column 7
COL8	DECIMAL(6,3)	Yes	No	No	'0.000'	Column 8

Table: tbl_matriz_orden_rc						
Table Comments	Order of HTML objects					
Columns						
Name	Data Type	Nullable	PK	FK	Default	Comment
Id	INT(11)	Yes	Yes	No		Ir Order
id_ref	INT(255)	Yes	No	No		Id Reference
menu_id	INT(255)	Yes	No	No		Id Menu
valor	DECIMAL(12,5)	Yes	No	No		Value decimal

Table: tbl_menu_rc						
Table Comments	List of HTML page objects Menu					
Columns						
Name	Data Type	Nullable	PK	FK	Default	Comment
id_menu	INT(255)	Yes	Yes	No		Menu Id
name_menu	VARCHAR(50)	Yes	No	No		Name Menu
sentencia	LONGTEXT	No	No	No	NULL	HTML Code
sentencia1	LONGTEXT	No	No	No	NULL	HTML code with priority indicator
sentencia2	LONGTEXT	No	No	No	NULL	Html code with priority indicator, decimal
orden	INT(255)	No	No	No	NULL	Final order after calculating the stationary matrix

Table: tmp_Tdos

Table Comments	Temporal data for the calculation of the stationary matrix					
Columns						
Name	Data Type	Nullable	PK	FK	Default	Comment
id	INT(11)	Yes	Yes	No		Id Temporal
idm	INT(11)	Yes	No	No		Id Menu
menu_id_I	INT(11)	Yes	No	No		In Menu Initial Interaction
menu_id_F	INT(11)	Yes	No	No		In Menu Final Interaction
valor	DECIMAL(6,3)	Yes	No	No	'0.000'	Calculated value
is_updated	TINYINT(4)	Yes	No	No	'0'	Flag Updated