

# Handbook T-I

## CIERMMI Mujeres en la Ciencia

**MARROQUÍN-DE JESÚS, Ángel**  
**OLIVARES-RAMIREZ, Juan Manuel**  
**DIAZ-ARENAS, Perla Maidaly**  
**CRUZ-CARPIO, Luis Eduardo**

*Coordinadores*



# ECORFAN®

## **Coordinador**

MARROQUÍN-DE JESÚS, Ángel. PhD  
OLIVARES-RAMIREZ, Juan Manuel. PhD  
DIAZ-ARENAS, Perla Maidaly. BsC  
CRUZ-CARPIO, Luis Eduardo. BsC

## **Editor en Jefe**

VARGAS-DELGADO, Oscar. PhD

## **Directora Ejecutiva**

RAMOS-ESCAMILLA, María. PhD

## **Director Editorial**

PERALTA-CASTRO, Enrique. MsC

## **Diseñador Web**

ESCAMILLA-BOUCHAN, Imelda. PhD

## **Diagramador Web**

LUNA-SOTO, Vladimir. PhD

## **Asistente Editorial**

SORIANO-VELASCO, Jesus. BsC

## **Traductor**

DÍAZ-OCAMPO, Javier. BsC

## **Filóloga**

RAMOS-ARANCIBIA, Alejandra. BsC

ISBN: 978-607-8695-03-4

Sello Editorial ECORFAN: 607-8695

Número de Control HCI: 2019-01

Clasificación HCI (2019): 030919-0101

## **©ECORFAN-México, S.C.**

Ninguna parte de este escrito amparado por la Ley Federal de Derechos de Autor, podrá ser reproducida, transmitida o utilizada en cualquier forma o medio, ya sea gráfico, electrónico o mecánico, incluyendo, pero sin limitarse a lo siguiente: Citas en artículos y comentarios bibliográficos de compilación de datos periodísticos radiofónicos o electrónicos. Para los efectos de los artículos 13, 162,163 fracción I, 164 fracción I, 168, 169,209 fracción III y demás relativos de la Ley Federal de Derechos de Autor. Violaciones: Ser obligado al procesamiento bajo ley de copyright mexicana. El uso de nombres descriptivos generales, de nombres registrados, de marcas registradas, en esta publicación no implican, uniformemente en ausencia de una declaración específica, que tales nombres son exentos del protector relevante en leyes y regulaciones de México y por lo tanto libre para el uso general de la comunidad científica internacional. HCI es parte de los medios de ECORFAN ([www.ecorfan.org](http://www.ecorfan.org))

## **Handbooks**

### **Definición de Handbooks**

#### **Objetivos Científicos**

Apoyar a la Comunidad Científica Internacional en su producción escrita de Ciencia, Tecnología en Innovación en las Áreas de investigación CONACYT y PRODEP.

ECORFAN-Mexico S.C es una Empresa Científica y Tecnológica en aporte a la formación del Recurso Humano enfocado a la continuidad en el análisis crítico de Investigación Internacional y está adscrita al RENIECYT de CONACYT con número 1702902, su compromiso es difundir las investigaciones y aportaciones de la Comunidad Científica Internacional, de instituciones académicas, organismos y entidades de los sectores público y privado y contribuir a la vinculación de los investigadores que realizan actividades científicas, desarrollos tecnológicos y de formación de recursos humanos especializados con los gobiernos, empresas y organizaciones sociales.

Alentar la interlocución de la Comunidad Científica Internacional con otros centros de estudio de México y del exterior y promover una amplia incorporación de académicos, especialistas e investigadores a la publicación Seriada en Nichos de Ciencia de Universidades Autónomas - Universidades Públicas Estatales - IES Federales - Universidades Politécnicas - Universidades Tecnológicas - Institutos Tecnológicos Federales - Escuelas Normales - Institutos Tecnológicos Descentralizados - Universidades Interculturales - Consejos de CyT - Centros de Investigación CONACYT.

#### **Alcances, Cobertura y Audiencia**

Handbooks es un Producto editado por ECORFAN-Mexico S.C en su Holding con repositorio en México, es una publicación científica arbitrada e indizada. Admite una amplia gama de contenidos que son evaluados por pares académicos por el método de Doble-Ciego, en torno a temas relacionados con la teoría y práctica de las Área de investigación CONACYT y PRODEP respectivamente con enfoques y perspectivas diversos, que contribuyan a la difusión del desarrollo de la Ciencia la Tecnología e Innovación que permitan las argumentaciones relacionadas con la toma de decisiones e incidir en la formulación de las políticas internacionales en el Campo de las Ciencias. El horizonte editorial de ECORFAN-Mexico® se extiende más allá de la academia e integra otros segmentos de investigación y análisis ajenos a ese ámbito, siempre y cuando cumplan con los requisitos de rigor argumentativo y científico, además de abordar temas de interés general y actual de la Sociedad Científica Internacional.

## **Consejo Editorial**

CARBAJAL - DE LA TORRE, Georgina. PhD  
Université des Sciences et Technologies de Lille

CASTILLO - TÉLLEZ, Beatriz. PhD  
University of La Rochelle

HERNÁNDEZ - PRIETO, María de Lourdes. PhD  
Universidad Gestalt

RODRÍGUEZ - AGUILAR, Rosa María. PhD  
Universidad Autónoma Metropolitana

CASTILLO - TÉLLEZ, Margarita. PhD  
Universidad Nacional Autónoma de México

CERCADO - QUEZADA, Bibiana. PhD  
Intitut National Polytechnique Toulouse

QUETZALLI - AGUILAR, Virgen. PhD  
Universidad Autónoma de Baja California

ROMO - GONZALEZ, Ana Eugenia. PhD  
Universidad Popular Autónoma del Estado de Puebla

GONZALEZ - BERRELLEZA, Claudia Ibeth. PhD  
Universidad Autónoma de Baja California

MALDONADO - MACÍAS, Aidé Aracely. PhD  
Instituto Tecnológico de Ciudad Juárez

## **Comité Arbitral**

URBINA - NAJERA, Argelia Berenice. PhD  
Universidad Popular Autónoma del Estado de Puebla

PEREZ - ORNELAS, Felicitas. PhD  
Universidad Autónoma de Baja California

GONZÁLEZ - REYNA, Sheila Esmeralda. PhD  
Instituto Tecnológico Superior de Irapuato

SALAZAR - PERALTA, Araceli. PhD  
Universidad Autónoma del Estado de México

BAUTISTA - VARGAS, María Esther. PhD  
Universidad Autónoma de Tamaulipas

GAXIOLA - PACHECO, Carelia Guadalupe. PhD  
Universidad Autónoma de Baja California

GONZÁLEZ - JASSO, Eva. PhD  
Instituto Politécnico Nacional

ARROYO - FIGUEROA, Gabriela. PhD  
Universidad de Guadalajara

LUGO - DEL ANGEL, Fabiola Erika. PhD  
Instituto Tecnológico de Ciudad Madero

TZILI - CRUZ, María Patricia. PhD  
Universidad ETAC

## **Cesión de Derechos**

El envío de una Obra Científica a ECORFAN Handbooks emana el compromiso del autor de no someterlo de manera simultánea a la consideración de otras publicaciones científicas para ello deberá complementar el Formato de Originalidad para su Obra Científica.

Los autores firman el Formato de Autorización para que su Obra Científica se difunda por los medios que ECORFAN-México, S.C. en su Holding México considere pertinentes para divulgación y difusión de su Obra Científica cediendo sus Derechos de Obra Científica.

## **Declaración de Autoría**

Indicar el Nombre de 1 Autor y 3 Coautores como máximo en la participación de la Obra Científica y señalar en extenso la Afiliación Institucional indicando la Dependencia.

Identificar el Nombre de 1 Autor y 3 Coautores como máximo con el Número de CVU Becario-PNPC o SNI-CONACYT- Indicando el Nivel de Investigador y su Perfil de Google Scholar para verificar su nivel de Citación e índice H.

Identificar el Nombre de 1 Autor y 3 Coautores como máximo en los Perfiles de Ciencia y Tecnología ampliamente aceptados por la Comunidad Científica Internacional ORC ID - Researcher ID Thomson - arXiv Author ID - PubMed Author ID - Open ID respectivamente

Indicar el contacto para correspondencia al Autor (Correo y Teléfono) e indicar al Investigador que contribuye como primer Autor de la Obra Científica.

## **Detección de Plagio**

Todas las Obras Científicas serán testeadas por el software de plagio PLAGSCAN si se detecta un nivel de plagio Positivo no se mandará a arbitraje y se rescindirán de la recepción de la Obra Científica notificando a los Autores responsables, reivindicando que el plagio académico está tipificado como delito en el Código Penal.

## **Proceso de Arbitraje**

Todas las Obras Científicas se evaluarán por pares académicos por el método de Doble Ciego, el arbitraje Aprobatorio es un requisito para que el Consejo Editorial tome una decisión final que será inapelable en todos los casos.

# ECORFAN Mujeres en la tecnología

---

## Volumen I

---

El Handbook ofrecerá los volúmenes de contribuciones seleccionadas de investigadores que contribuyan a la actividad de difusión científica del Colegio de Ingenieros en Energías Renovables de Querétaro A.C. en sus áreas de investigación en Ciencias de la Ingeniería y Tecnología, Educación, Potencia y Energía, Ciencias de la Computación, Mecatrónica, Aplicaciones Industriales y Comunicaciones, Gestión de la Tecnología en la Industria y en la Educación, Nuevas Tecnologías, Informática, Desarrollo de aplicaciones, Seguridad Informática, Tecnologías de la Información y Comunicación, Mantenimiento Industrial, Subestaciones Eléctricas, Motores Eléctricos, Termografía Infrarroja, Ahorro de Energía, Análisis de Vibraciones, Automatización, Cocinas Solares, Biomasa, Biocombustibles, Sistemas Fotovoltaicos, Celdas de Combustible, Energía Solar, Educación, Generación de Energía, Eléctrica, Transmisión y Distribución de Energía Eléctrica, Gestión de Sistemas de Energía Eléctrica, Sistemas de Información, Energías Renovables, Aplicaciones Computacionales, Instrumentación aplicada a la industria, Telecomunicaciones y protocolos de seguridad. Además de tener una evaluación total, en las manos de los directores del Colegio de Ingenieros en Energías Renovables de Querétaro A.C. Se colabora con calidad y puntualidad en sus capítulos, cada contribución individual fue arbitrada a estándares internacionales (RESEARCH GATE, MENDELEY, GOOGLE SCHOLAR y REDIB), el Handbook propone así a la comunidad académica, los informes recientes sobre los nuevos progresos en las áreas más interesantes y prometedoras de investigación en Ciencias de la Educación.

Para futuros volúmenes:

<http://www.ecorfan.org/handbooks/>

**Marroquín-De Jesús, Ángel • Olivares-Ramirez, Juan Manuel • Diaz-Arenas, Perla  
Maidaly • Cruz-Carpio, Luis Eduardo**

Coordinadores

# Mujeres en la tecnología T-I

## *Handbooks*

Colegio de Ingenieros en Energías Renovables de Querétaro A.C.

Septiembre 2019

**DOI:** 10.35429/H.2019.1.1.145

## Prólogo

En nuestro país, cada vez hay más mujeres en los laboratorios de los centros de investigación y universidades, son pocas las que encabezan grupos de trabajo y dirigen centros científicos. Las profesoras-investigadoras de los diferentes subsistemas educativos de nuestro país, tales como: Tecnológico Nacional de México, Coordinación General de Universidades Tecnológicas y Politécnicas, Universidades Autónomas, Centros de Investigación, Instituto Politécnico Nacional, Universidad Nacional Autónoma de México, entre otras, contribuyen a la formación de futuros ingenieros, maestros en ciencias, doctores y postdoctores, pertenecen al sistema nacional de investigadores, desean alcanzar su perfil PRODEP y/o conservarlo, son hijas, madres, esposas que desarrollan actividades de divulgación científica, combinando la teoría y la práctica, proponen proyectos de investigación, compiten por recursos en convocatorias del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, se comprometen y se logran resultados derivado de sus investigaciones.

En reconocimiento al día internacional de las Mujeres y las Niñas en la Ciencia de la UNESCO y para celebrar a las profesoras-investigadoras de nuestro país, el comité organizador del Congreso Interdisciplinario de Energías Renovables, Mecatrónica, Mantenimiento Industrial e Informática CIERMMI 2019, y la empresa ECORFAN-MÉXICO, crearon el programa, la colección de Handbooks Online, “CIERMMI, Mujeres en la Ciencia 2019”, para apoyar a las profesoras-investigadoras, cuyas necesidades académicas incluyen la garantía de calidad, revisión, publicación y colaboración entre autores complementarios.

En este libro, se muestran los resultados de las actividades de investigación, desarrolladas por las profesoras-investigadoras de las distintas instituciones de educación superior nuestro país, que van desde revisiones del estado del arte de temas tan diversos tales como: energías renovables, mecatrónica, mantenimiento industrial, e informática, hasta la divulgación de los resultados de sus investigaciones.

Deseo expresar mi mas sincero y amplio reconocimiento a las profesoras-investigadoras que atendieron la convocatoria, enviando su capítulo de libro, a la empresa ECORFAN-MÉXICO, por todo el apoyo brindado para la realización de estos libros en formato digital, con lo que se lo contribuye a reducir “la brecha de género en los sectores de la ciencia, la tecnología, la ingeniería y las matemáticas que persisten desde hace años en todo el mundo”.

*Enhorabuena por todas las participantes.*

*MARROQUÍN-DE JESÚS, Ángel. PhD  
Presidente del Colegio de Ingenieros en Energías Renovables del Estado de Querétaro A.C.*

## Introducción

El Colegio de Ingenieros en Energías Renovables de Querétaro A.C. (CIER-QUERÉTARO), y sus capítulos de Energía Renovable, Mantenimiento industrial, Mecatrónica e Informática, patrocinadores técnicos del Congreso Interdisciplinario de Energías Renovables, Mantenimiento, Mecatrónica e Informática, CIERMMI 2019 tiene como objetivo general establecer un espacio de discusión y reflexión en temas relacionados con las áreas de: energías renovables, mantenimiento industrial, mecatrónica e informática con la participación de estudiantes, profesores, investigadores y conferencistas nacionales e internacionales, promoviendo la conformación y consolidación de redes de investigación. Contribuyendo a brindar un espacio de divulgación y debate de las ponencias de estudiantes, egresados, académicos e investigadores, representantes de las distintas instituciones de educación superior y centros de investigación de nuestro país. Promoviendo la conformación de redes de investigación entre diferentes instituciones. Ofreciendo un espacio para los estudiantes de licenciatura, maestría, doctorado y de posdoctorado, en el cual puedan dar a conocer el avance de las investigaciones que llevan a cabo como tesis o trabajos de grado. Brindando un espacio en el cual los grupos de estudios e integrantes de cuerpos académicos, vinculados al programa curricular de las carreras de energías renovables, mantenimiento industrial, mecatrónica e informática, den a conocer los trabajos de investigación desarrollados al interior de su institución y en colaboración con otras instituciones educativas nacionales o internacionales. Estableciendo un espacio de capacitación para los (las) asistentes, mediante el desarrollo de ponencias y conferencias específicas.

Este volumen Mujeres de la Ciencia TI-2019 contiene 8 Capítulos arbitrados que se ocupan de estos asuntos en elegidos de entre las contribuciones, reunimos algunos investigadores y estudiantes de posgrado, a partir de 32 estados de México. Agradecemos a los revisores por su retroalimentación que contribuyeron en gran medida en el mejoramiento de los artículos, para la publicación en estos procedimientos revisando los manuscritos que fueron sometidos.

Como primer Capítulo, *Valdez, Castañeda, Cortes, y Vázquez*, han desarrollado e implementado un sistema de información web de encuestas georreferenciadas para conocer la intención de voto de la población de la Región Central de Coahuila.

Como Segundo Capítulo, *De Anda, Betanzos, Jiménez y Aguirre*, hablan sobre los toolboxes que se trabajan en MatLab, empleados como herramientas necesarias que facilitan el cálculo, la simulación, el desarrollo y el diseño de aplicaciones que son altamente I4.0, que son utilizadas de manera muy esporádica en el área de las ingenierías, como tercer capítulo *Muñoz & Fernández*, presentan, una aplicación móvil que ayuda a los estudiantes a identificar su estilo de aprendizaje, como cuarto capítulo *Mirón, Angheven, Juárez y Avendaño*, proponen el desarrollo de un sistema web que permita la enseñanza-aprendizaje del náhuatl en su variante Orizabense con la ayuda de elementos visuales y auditivos, como Quinto Capítulo *Romo & Villalobos*, realizan un análisis documental de 1406 proyectos de nivel Técnico Superior Universitario e Ingeniería de programas educativos tecnológicos, en el que se determina la participación de las alumnas en el desarrollo de proyectos y de las asesoras académicas, como sexto capítulo *Altamirano, Morales, Toral y Antonio*, desarrollaron una herramienta de apoyo inclusiva para personas con discapacidad visual llamada "Guíame"; con la intención de ayudar a mejorar las condiciones de bienestar (calidad de vida) a nivel físico (salud), psicológico y social, como séptimo Capítulo, *Rafael, Morales, Vázquez y Rubio*, desarrollaron una Aplicación móvil para la preservación de las lenguas originarias de México aplicando inteligencia artificial, como último Capítulo, *Salinas, Rodríguez, Hernandez y Fierro*, comprobaron que las pruebas de usabilidad provenientes de la ingeniería en sistemas pueden contribuir a mejorar los textos digitales interactivos (TDI) que son un producto del diseño editorial.

*Marroquín-De Jesús, Ángel  
Olivares-Ramirez, Juan Manuel  
Diaz-Arenas, Perla Maidaly  
Cruz-Carpio, Luis Eduardo*

*Coordinadores*

<b>Contenido</b>	<b>Página</b>
<p><b>1 Sistema de encuestas georreferenciadas utilizando Java Spring Framework con el modelo de vista del controlador</b>  VALDEZ-MENCHACA, Alicia Guadalupe, CASTAÑEDA-ALVARADO, Sergio Raúl, CORTES-MORALES, Griselda y VÁZQUEZ-DE LOS SANTOS, Laura Cristina</p>	1-14
<p><b>2 MatLab y sus toolboxes como herramientas IoT para facilitar el desarrollo y diseño de sistemas mecatrónicos: Migrando hacia la I 4.0</b>  DE ANDA-LÓPEZ, Rosa María, BETANZOS-CASTILLO, Francisco, JIMÉNEZ-CAMPUZANO, Everardo y AGUIRRE-ARANDA, Rodolfo</p>	15-27
<p><b>3 Diseño de software educativo para elevar el aprendizaje significativo de los estudiantes de nivel básico: Un caso de estudio</b>  MUÑOZ-ANDRADE, Estela Lizbeth &amp; FERNÁNDEZ-ESPINOSA, Mariana Consuelo</p>	28-36
<p><b>4 Desarrollo de sistema web como herramienta de aprendizaje para Náhuatl en la variante orizabense</b>  MIRÓN-CHACÓN, María José, ANGHEVEN-NEGRETE, Jesús Santiago, JUÁREZ-IBÁÑEZ, Julia Aideé y AVENDAÑO-CORTÉS, Isaías</p>	37-44
<p><b>5 Universidad e Industria 4.0: El desarrollo de proyectos tecnológicos desde la perspectiva de género</b>  ROMO-GONZALEZ, Ana Eugenia &amp; VILLALOBOS-ALONZO, María de los Ángeles</p>	45-60
<p><b>6 GUÍAME: Prototipo de herramienta para la asistencia en el desplazamiento de personas con discapacidad visual</b>  ALTAMIRANO-CABRERA, Marisol, MORALES-HERNÁNDEZ, Maricela, TORAL-ENRÍQUEZ, Fernando y ANTONIO-JIMÉNEZ, Sadrac</p>	61-74
<p><b>7 Aplicación móvil para la preservación de las lenguas originarias de México aplicando Inteligencia Artificial</b>  RAFAEL-PÉREZ, Eva, MORALES-HERNÁNDEZ, Maricela, VÁZQUEZ-NOYOLA, César Fidel y RUBIO-ESPINOSA, Eva</p>	75-96
<p><b>8 La adecuación de las pruebas de usabilidad para identificar errores en el diseño de textos digitales interactivos</b>  SALINAS-GUTIÉRREZ, Isabel, RODRÍGUEZ-GUTIÉRREZ, Susana, HERNANDEZ-TORRES, Ervey Leonel y FIERRO-SILVA, Salvador</p>	97-145

## Capítulo 1 Sistema de encuestas georreferenciadas utilizando Java Spring Framework con el modelo de vista del controlador

### Chapter 1 Implementation of a georeferenced survey System with Java Spring Framework using controller view model

VALDEZ-MENCHACA, Alicia Guadalupe†\*, CASTAÑEDA-ALVARADO, Sergio Raúl, CORTES-MORALES, Griselda y VÁZQUEZ-DE LOS SANTOS, Laura Cristina

*Universidad Autónoma de Coahuila. Barranquilla S/N C.P. 25700 Monclova Coahuila.*

ID 1<sup>er</sup> Autor: *Alicia Guadalupe, Valdez–Menchaca* / **ORC ID:** 0000-0002-3494-4830, **Researcher ID Thomson:** S-4551-2018, **CVU CONACYT ID:** 292172

ID 1<sup>er</sup> Coautor: *Sergio Raúl, Castañeda-Alvarado* / **ORC ID:** 0000-0002-7396-2804, **CVU CONACYT ID:** 256334

ID 2<sup>do</sup> Coautor: *Griselda, Cortes–Morales* / **ORC ID:** 0000-0002-2567-7056, **CVU CONACYT ID:** 617827

ID 3<sup>er</sup> Coautor: *Laura Cristina, Vázquez–De Los Santos* / **ORC ID:** 0000-0002-0291-7774, **Researcher ID Thomson:** S-6543-2018, **CVU CONACYT ID:** 615088

**DOI:** 10.35429/H.2019.1.1.14

A. Valdez, S. Castañeda, G. Cortes y L. Vásquez

\*aliciavaldez@uadec.edu.mx

A. Marroquín, J. Olivares, P. Díaz, L. Cruz. (Dir.). Mujeres en la tecnología. Handbooks-©ECORFAN-Mexico, Queretaro, 2019.

## Resumen

Los sistemas de información apoyan varios propósitos en organizaciones de cualquier tipo. A veces, los sistemas de información se utilizan para conocer la tendencia de la población sobre diversos temas; las encuestas se han convertido en un tema público de relevancia para las personas. En este proyecto se ha desarrollado e implementado un sistema de información web de encuestas georreferenciadas para conocer la intención de voto de la población de la Región Central de Coahuila. Se ha utilizado el entorno de desarrollo integrado de Netbeans con el patrón del Modelo de Vista del Controlador y el software MySQL para la gestión de la base de datos. Como resultado, la aplicación ha sido diseñada para identificar coordenadas geográficas de las áreas de interés para la aplicación de la encuesta a través de waypoints y tracks; que registran datos exactos de la ubicación del entrevistador; se utilizaron los módulos Spring Web Framework para el desarrollo completo de la aplicación. Se aplicaron aproximadamente 2800 encuestas en un lapso de 3 meses y permitiendo la grabación de la sesión de audio para cada uno de los encuestadores, de acuerdo con el área seleccionada y la sección correspondiente; con el fin de obtener datos precisos y exactos sobre las opiniones de los encuestados para su posterior análisis y gráficos.

**Sistema georreferenciado, Patrón Modelo Vista de Controlador, Spring framework, Java, MySql**

### Abstract

Information systems support many purposes in organizations of any kind. Sometimes the information systems are used to know the tendency of the population on diverse subjects; surveys have become a public issue of relevance to people. In this project a web information system of georeferenced surveys has been developed and implemented to know the vote intention of the population of the Central Region of Coahuila. Using the Netbeans Integrated Development Environment with the Controller View Model pattern and MySQL for the database management. As a result, the application has been designed to identify geographic coordinates of the areas of interest for the application of the survey through waypoints and tracks; which record exact data of the location of the interviewer; the spring web framework modules was used for the complete development of the application. Approximately 2800 surveys were applied in a 3-month span and it allows recording of the audio session for each one of the pollsters, according to the selected area and the corresponding sectional; obtaining precise and exact data on the opinions of the respondents for subsequent analysis and graphing.

**Georeferenced system, MVC Pattern, Spring framework, Java, MySql**

### Introducción

El software es uno de los pilares estratégicos de las organizaciones y la sociedad, ya que muchos de sus procesos, productos y servicios dependen de un alto grado de operación adecuada (Cardona, 2010). Los cambios progresivos en los paradigmas de desarrollo a través de los paradigmas clásicos, a los paradigmas modernos, se presentaron con gran importancia en la historia del desarrollo de software. En este sentido, Méndez et al., (Y. Méndez et al., 2009) sostienen que existe un avance significativo en la industria del software para proporcionar mecanismos de reutilización para aumentar la productividad del software con un aumento de la calidad, lo que dice que uno de los aspectos es importante.

Las técnicas de desarrollo de software en el presente y futuro son la usabilidad o la reutilización de código. En este sentido, Méndez (Y. Méndez et al., 2009) menciona que en el desarrollo de software, la facilidad de uso es un tema que está ganando cada vez más importancia por la capacidad de crear software en menos tiempo.

Además, (Pressman, 2010) agrega que el software debe responder cada vez más rápido a los cambios que provienen del mundo exterior, al aumentar la competencia y porque los nuevos dominios donde el software juega un papel importante no permiten demoras en esas actualizaciones. Una mayor interoperabilidad con otros sistemas también hará que los sistemas que no se actualicen de inmediato queden obsoletos y no puedan seguir formando parte de otros "sistemas de sistemas".

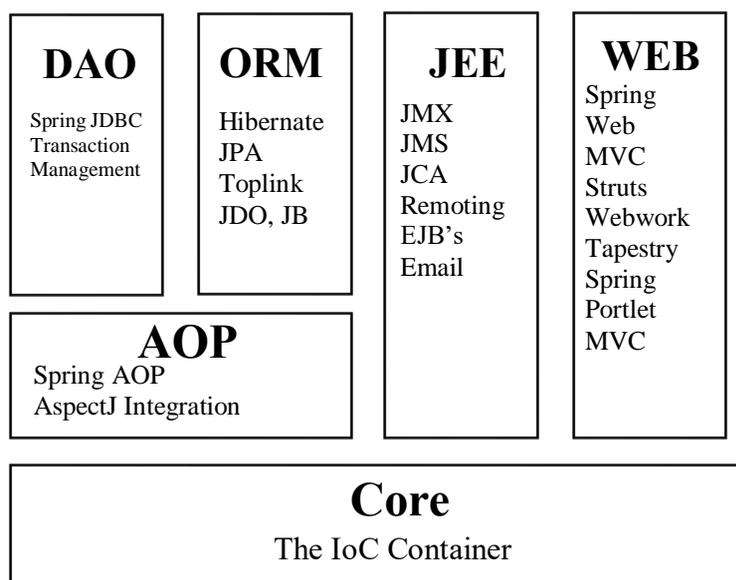
Para el análisis y desarrollo de las aplicaciones web, se han desarrollado numerosas técnicas que satisfacen esta expectativa. El patrón deseable para el desarrollo de software web es el Modelo de Vista del Controlador (MVC), que considera separar en tres elementos los componentes de un proyecto o capas a lo largo del proyecto, siendo: lógica de control (saber qué elementos tienen el proyecto y qué hacer, pero no cómo fue implementado), la lógica empresarial, know how, cómo se desarrolla la aplicación y la lógica de presentación, o cómo interactúa el usuario con la aplicación.

Otros autores analizados para la realización de esta aplicación, han utilizado sistemas de información geográfica con fines culturales, arquitectónicos y ecológicos (Galeano, 2017), mientras que otros han usado este tipo de sistemas para determinar zonas de franquicias funcionales para estaciones de servicio (Andrade, 2018) y para apoyo en el diagnóstico integral comunitario mediante una cartografía participativa con sistemas de información georreferenciados (Fagalde & Herrera, 2018).

Al implementar este patrón se obtiene: mayor calidad, mejor mantenibilidad y no iniciar de cero en un proyecto. En la capa de presentación se manejó el Framework Spring de Java, el cual permite agilizar y estilizar de una forma más sencilla la interfaz; para la programación de las dos capas restantes se necesita generar todo el código necesario, que en general es extenso y repetitivo, lo cual genera retraso al programador (Diaz, Queiruga, & Fava, 2009).

En la capa del modelo se requiere generar una clase de acceso a datos llamada DAO (Data Access Object), por cada estructura de consulta que se requiera, y una clase DTO (Data Transfer Object), con el objetivo de intercambiar la comunicación con las demás capas, ver Fig. 1.1.

**Figura 1.1** Módulos del Spring Framework

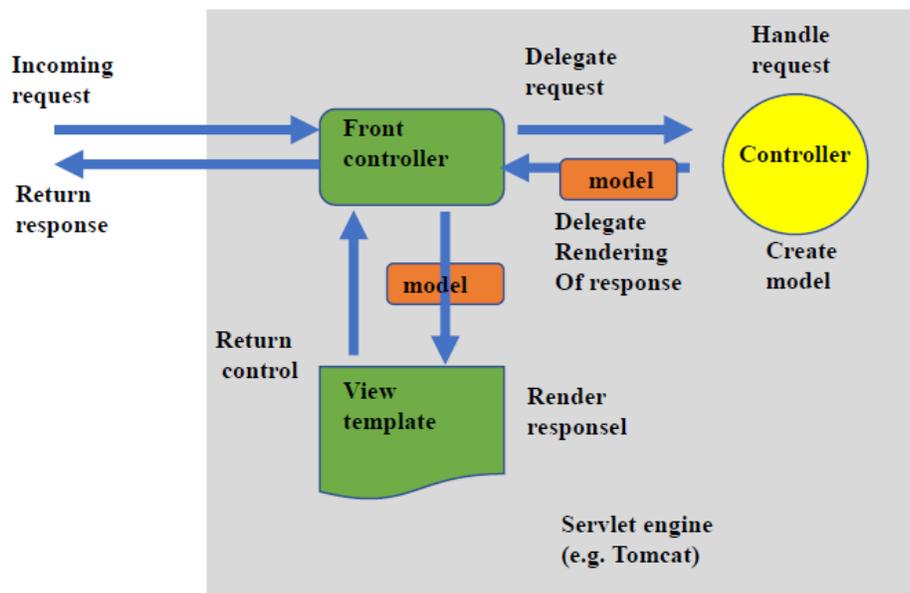


Fuente: (Johnson & Hoeller, 2018)

Para el caso del procesamiento de una petición HTTP, en Spring MVC, en el controlador Front, se manejó la clase DispatcherServlet, para servir a la petición de URL, se manejó la clase HandlerMapping, se llama al Controller que ejecuta la lógica de negocio, obtiene los resultados y los devuelve al Servlet, encapsulados en un objeto del tipo Model. Un ViewResolver se encarga de averiguar el nombre físico de la vista, que corresponde con el nombre lógico del paso anterior.

Finalmente, el DispatcherServlet redirige la petición hacia la vista, que muestra los resultados de la operación realizada, ver la Fig. 1.2.

**Figura 1.2** Ejemplo del MVC



Fuente: (Santos, 2014)

Considerando estos antecedentes se cree necesario desarrollar varios autómatas que permitan la codificación de la estructura del patrón MVC, con lo que se puede disminuir el tiempo de programación de un 60 a 70%, estos valores se obtienen al evaluar el tiempo que se llevó programar una aplicación en internet en donde se manejaron alrededor de 25 tablas en un proyecto, empleando el patrón MVC sin utilizar la aplicación y después ya recurriendo a la aplicación (Trueba & Martínez, 2010).

El 10% de holgura se debe a la destreza de los programadores, cabe mencionar que todos los programadores involucrados tenían un nivel junior en el lenguaje Java. Considerando dicha evaluación se observa que hay reducción de costos por honorarios de programadores y tiempo de desarrollo, no sólo es considerable la reducción de tiempos de desarrollo para proyectos medianos, sino que a mayor tamaño del proyecto mayor es la mejora (J. Méndez, 2008).

Este capítulo está compuesto de varias secciones, siendo estas: Introducción, conceptos fundamentales, metodología, resultados, prospectiva, conclusiones y recomendaciones.

### Objetivo Principal

Diseñar y generar un autómata que implemente el patrón MVC en el proyecto orientado a web en el manejo de encuestas georreferenciadas para la toma de datos de campo, utilizando GPS de Google Maps.

### Objetivos Particulares

1. Diseñar el modelo del autómata que permita la codificación del patrón MVC, para recolectar información sobre la posición, longitud y área de elementos geográficos.
2. Procesar la información recolectada en el campo.
3. Desarrollo e implementación de un autómata para la homogenización de scripts SQL.
4. Diseño e implementación de una estructura dinámica que permita identificar las relaciones en el esquema de las bases de datos, su diccionario de datos y las vistas que existan.
5. Desarrollo e implementación del analizador sintáctico de scripts SQL para crear la estructura dinámica.
6. Desarrollo e implementación de algoritmos para generar las capas del patrón MVC.

## Conceptos fundamentales

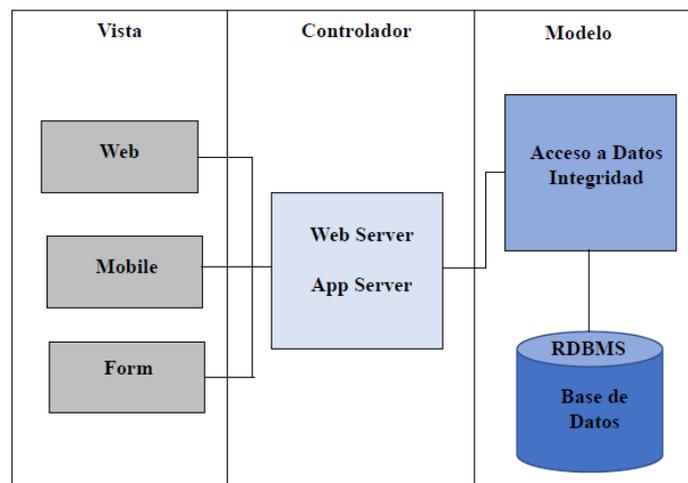
### World Wide Web

El diseño de interfaces web es un tema complejo en el que no sólo intervienen procesos de diseño gráfico y programación, sino que también resultan imprescindibles aspectos de la arquitectura de la información, navegación, funcionalidad y, sobre todo, de la usabilidad (Belmonte, 2003). La ingeniería web hace referencia a las metodologías, técnicas y herramientas que se utilizan para el desarrollo de aplicaciones web complejas y de gran dimensión, en las que se apoya la evaluación, diseño, desarrollo, implementación y evolución de dichas aplicaciones. Ellas poseen determinadas características que lo hacen diferente del desarrollo de aplicaciones o software tradicional y sistemas de información.

Es importante considerar que es multidisciplinaria, aglutina contribuciones de: arquitectura de la información, ingeniería de hipermedia/hipertexto, diseño de interfaz de usuario, gráfico, usabilidad, análisis de sistemas, ingeniería de software, ingeniería de datos, indexado y recuperación de información, testeo, modelado. Así como simulación, despliegue de aplicaciones, operación de sistemas y gestión de proyectos (Y. Méndez et al., 2009).

El diseño web no es un clon o subconjunto de la ingeniería de software, aunque ambas incluyen desarrollo de software y programación, la ingeniería de la web utiliza principios de ingeniería de software (Stephens, 2015), incluye nuevos enfoques, metodologías, herramientas, técnicas, guías y patrones para cubrir los requisitos únicos de las aplicaciones, ver la Fig. 1.3.

**Figura 1.3** Patrón MVC, asociado a la tecnología web



Fuente: (Johnson & Hoeller, 2018)

### Arquitectura MVC

El patrón Modelo, Vista y Controlador (MVC) es el más extendido para el desarrollo de aplicaciones donde se manejan interfaces de usuarios, éste se centra en la separación de los datos o modelo, y la vista, mientras que el controlador es el encargado de relacionar a estos dos (Gallego, Parra, & Nuñez, 2012). Su principal característica es aislar la vista del modelo (Buhr, Pearce, & Casselman, 1996; Ferro, Sappia, Amo, & Liberal, 2003; Merlino, 2008). En la Fig. 1.3 se puede apreciar la separación de las tres capas y los componentes que la hacen funcional, por tener independencia entre capas, lo que hace que sea deseable para proyectos de grandes dimensiones.

Principales ventajas de usar el patrón MVC:

1. Permitir la sustitución de las interfaces de usuario.
2. Generar componentes de las interfaces.
3. Diseñar vistas simultáneas del mismo modelo.
4. Aplicar fácilmente cambios de las interfaces.

La vista y el modelo están muy acopladas, considerando el acoplamiento como el grado de interdependencia entre las unidades de software (módulos, funciones y subrutinas) de un sistema informático. En este sentido en el patrón MVC, el acceso a datos depende directamente del mismo modelo que se mapea por medio de la consulta SQL (vista), por tanto, los DTO y DAO corresponden a una estructura muy acoplada a la vista, ya que los objetos de intercambio (DTO) dependen directamente de los DAO y la generación de los mismos dependen directamente del modelo.

### **Software utilizado**

La base del desarrollo está sustentada en Lenguaje Unificado de Modelado (UML) (Rumbaugh, Jacobson, & Booch, 2004), pero no se puede modificar un proyecto ya elaborado, dado que se basan en los diagramas UML del proyecto para generar el código del patrón MVC. En estas herramientas cuando requieren hacer cambios en el proyecto, no los pueden hacer, por no considerar retomar el proyecto desde el código ya generado sino del modelo UML. Si lo hacen tendrán que generar otro código, desechando todo el código generado anteriormente (incluyendo las vistas), en algunos casos perdiendo las correcciones, modificaciones y/o actualizaciones realizadas al código, lo que implica prácticamente la generación de un nuevo proyecto. Con lo que se trasgreden las reglas de usabilidad para el desarrollo de software.

El desarrollo de esta aplicación contempla generar el código del patrón MVC en lenguaje Java, que permita generar subproyectos o secciones de un proyecto y poder ser acoplado a un proyecto final. Con el fin de poder modificar un proyecto ya concluido (siempre y cuando se haya desarrollado con esta misma herramienta), brindando la posibilidad de expandir en algún futuro los proyectos ya generados, esto mediante la implementación de varios autómatas coordinados, que generen toda la estructura del patrón MVC necesaria de forma apropiada, uniforme y acorde con el proyecto requerido, además de la documentación inherente al proyecto. Todo esto a partir del script generado por una herramienta de modelación de base de datos.

Esto ayudara principalmente a que los desarrolladores pasen directo a la capa de negocio, alimentando la clase principal consiguiendo un incremento sustancial en la velocidad de desarrollo de cualquier proyecto con uniformidad del código obtenido, con su respectiva documentación, permitiendo actualizaciones futuras y fortalecer la usabilidad del software a futuro.

### **Requerimientos de hardware y software para la implementación de la aplicación**

1. Para la programación de los autómatas se consideró el manejo del paradigma orientado a objetos en el lenguaje Java.
2. Software para 64 bits.
  - a. Entorno JDK de JAVA versión 2017.
  - b. Servidor de base de datos MySQL versión 2017.
  - c. Desarrollo de scripts con Workbench 2017.
  - d. Netbeans como IDE ver. 8.2.
  - e. Sistema Operativo Windows 10.
3. Hardware de Desarrollo 64 bits.
  - a. Laptop Dell Procesador Core I5 Intel.
  - b. Memoria Ram de 8 GB.
  - c. Disco Duro de 1 TB.
  - d. Pantalla de 14" HD 1280 MegaPixels.
  - e. Sistema Multimedia.
  - f. Sistema operativo Windows 10.
4. Hardware de Pruebas.
  - a. Tablet Samsung Galaxy SM-T560 32 bits con GPS.
    - i. Sistema operativo Android 4.4.4
    - ii. Memoria Ram de 4 Mb.
    - iii. Memoria de 64 Mb.
  - b. Celular HTC con GPS.
  - c. Sistema operativo Android ver. 5.2
  - d. Memoria Ram de 2 Mb.
  - e. Memoria de 54 Mb.

## Tecnologías requeridas para la implementación

### Spring Framework

Es un marco de trabajo formado por una serie de módulos, que se utilizan y aplican para el desarrollo de sistemas empresariales, además se proporciona una compatibilidad con otros frameworks, como, por ejemplo, EJB, JSB, Struts, tal como se muestra en la Tabla 1.1.

**Tabla 1.1** Tecnologías utilizadas

Tecnología	Descripción
Java	Lenguaje de programación Orientada a Objetos.
Spring Framework	Framework de desarrollo de software en el lenguaje de programación Java.
JMS	Software para el llamado de aplicaciones de forma asincrónica en Java Message Serving.
MySQL	Base de datos relacional Open Source.
Apache	Message Broker para el manejo de mensajes de comunicación asíncrona entre aplicaciones.
QuartzScheduler	Planificador de aplicaciones Java.
NetBeans 8.2	IDE para el manejo de aplicaciones Java.

Fuente: Elaboración Propia

### JMS (Java Message Service)

En el desarrollo de aplicaciones de software es muy importante el manejo de procedimientos o funciones remotas, necesarias para esta aplicación sobre todo para el manejo de contenidos que son bajados desde el GPS. En JMS, se provee la comunicación asíncrona mediante JMS, el corredor de mensajes o Message Broker, es una aplicación intermedia que se encuentra operativa en un servidor para procesar y redirigir los mensajes que le son enviados. En esta aplicación se manejó el corredor de mensajes “Active MQ”, el cual es desarrollado por la comunidad Apache, brindando un amplio soporte y documentación.

### Planificador (Quartz-Scheduler)

Excelente aplicación de programación de tareas ejecutando el trabajo en cierta cantidad de tiempo en cierta hora del día, se integra al Framework de Spring permitiendo un rápido desarrollo y configuración de la aplicación.

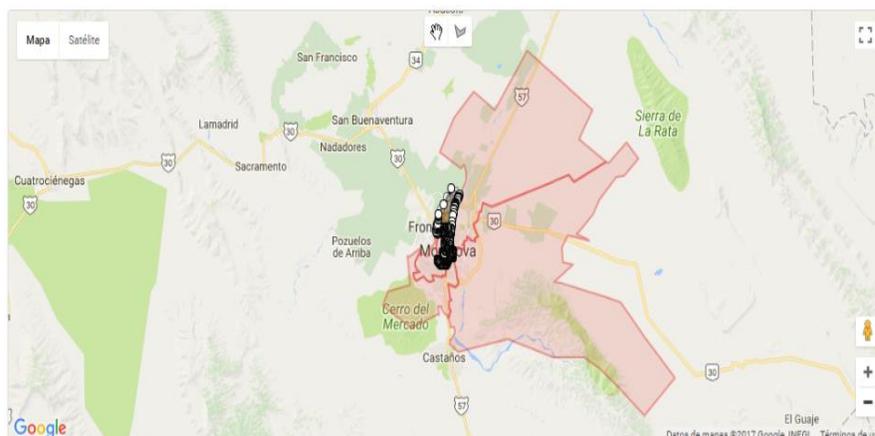
### Seguridad de la Información

Se definieron los criterios siguientes para garantizar la seguridad en la información.

- Se cuenta con un Administrador cuya función principal es asignar y configurar usuarios, establecer políticas de seguridad, evaluar los logs y tomar medidas respecto al rendimiento de la base de datos derivado del manejo de archivos multimedia (audio).
- Se cuenta con personal que activa los dispositivos móviles como tabletas y celulares que deben de contar para que la aplicación de Encuestas, la cual está basada en el sistema operativo en Android pueda operar.
- Existe personal que apoya en la generación de encuestas y la asignación de tareas de la encuesta vigente para la carga en los dispositivos móviles que apoyan a los usuarios del sistema.

### Metodología

Se determinan las coordenadas geográficas de un punto dado, como resultado de la recepción de información de señales generadas en Google Maps, provenientes de la clasificación de zonas y seccionales, determinadas por el Instituto Nacional Electoral (INE) en la ciudad de Monclova, Coahuila. Para fines de seguimiento de rutas, localización y monitoreo de personas bajo la cartografía determinada. En la Fig. 1.4 se muestra el mapa de la zona 1, el cual para que sea funcional con la aplicación requiere que se seleccione el área con un color determinado para que al momento de realizar las encuestas nada más se trabaje en la zona correspondiente asignada por el administrador (La plataforma permite la relación de N tipos de encuestas, N Encuestadores y 6 áreas como máximo y cada área con su seccional correspondiente de acuerdo al mapa que proporciona el INE).

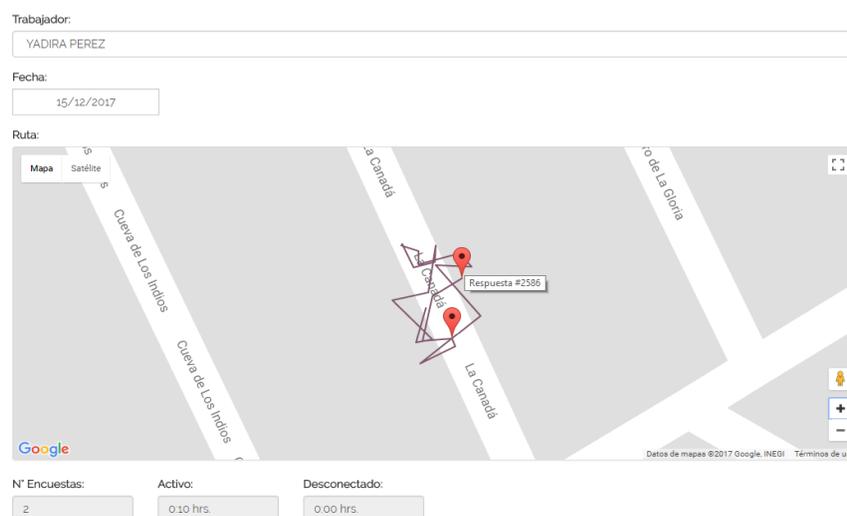
**Figura 1.4** Mapa del área

Fuente: Google Maps

Algunos de los conceptos fundamentales para la funcionalidad de esta aplicación fueron los siguientes: Identificar las coordenadas geográficas, que nos permiten ubicar con exactitud un lugar en la superficie de la tierra, estos conjuntos de líneas corresponden a los meridianos y paralelos. Los meridianos corresponden a los círculos máximos que pasan por los polos, divididos en 180 meridianos al este y 180 meridianos al oeste, existen un total de 360 meridianos en total. La longitud es la distancia en grados, entre cualquier meridiano y el meridiano de Greenwich que es un punto universal de referencia, los meridianos se han trazado en intervalos de 10°. Ejemplo: La ciudad de Xalapa es de 19°32' latitud norte y 96°55' longitud oeste.

## Waypoint

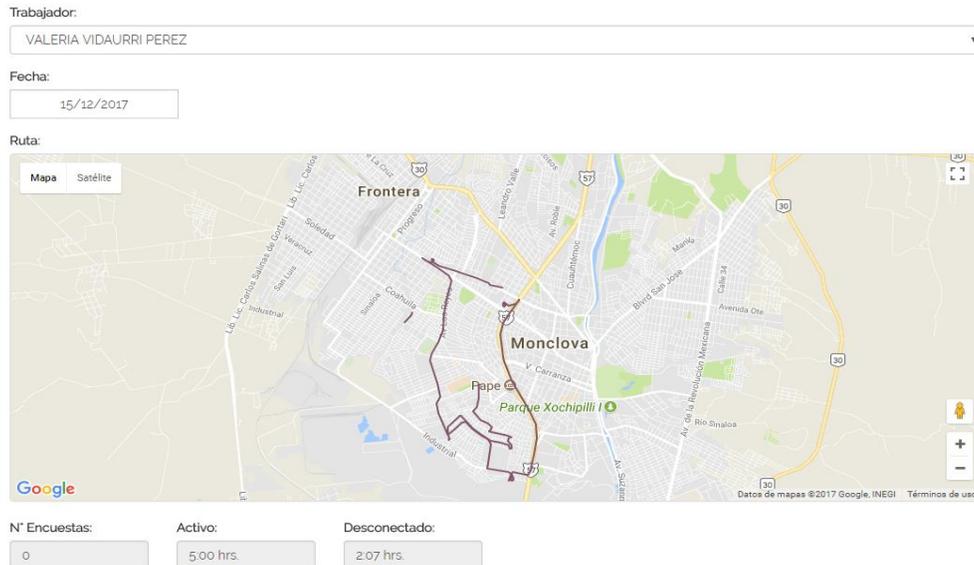
En la memoria del receptor del GPS, un waypoint contiene las coordenadas de la posición que define en que parte del mundo está localizado, en este caso aplica únicamente para la ciudad de Monclova y sus áreas aledañas. Normalmente al waypoint se le asocian valores de altitud, latitud, asigna la fecha, la hora y un comentario, en este caso relacionado con los datos del encuestador, el área, el seccional y el número de respuesta que está realizando, tal como se muestra en la Fig. 1.5.

**Figura 1.5** Waypoint

Fuente: Google Maps

## Track

Un track es una concatenación de waypoints, unos detrás de otros, para definir un recorrido, algunos de los GPS guardan desde 10,000 hasta 50,000. Tal como se muestra en la Fig. 1.6, donde se indica el recorrido realizado por medio del track, mostrando el recorrido realizado por la persona que va a realizar la encuesta, acorde a la fecha, la zona y los seccionales que le correspondan.

**Figura 1.6 Track**

Fuente: Google Maps

## Diseño de la aplicación mediante Lenguaje Unificado de Modelado (UML)

Para el diseño de la aplicación se utilizó el lenguaje UML, que permitirá un entendimiento completo del proyecto, así como la generación de documentación de la arquitectura de software para futuros mantenimientos.

## Diagrama de despliegue

Se usan para mostrar la configuración de los elementos del proceso en tiempo de ejecución y los componentes de software, artefactos y procesos que se encuentran en ellos, los cuales se forman por nodos y rutas de comunicación. Para el menú de opciones de la aplicación, en el apartado de carga de encuesta (Se define el tipo de encuesta y la carga de preguntas), se carga el área de trabajo a desarrollar la encuesta (ya mencionada con anterioridad), se definen los encuestadores y el tipo de encuesta a realizar, entre otros, el nodo principal sería el Message Broker, el servidor de aplicaciones de MySQL, para la base de datos principal. Además de definir la ruta, la ubicación y el rol que seguirá el usuario dentro con la nube en donde está cargada toda la aplicación para registro de trazabilidad del mapa.

## Arquitectura

La arquitectura lógica de un sistema permite definir claramente la forma en que los principales componentes se deberán de desarrollar. Para el sistema de Encuestas, se definió por la arquitectura de 3 capas: Presentación (Escuchar a la gente), Service (Lógica de negocio) y DAO (Acceso a datos). Este tipo de arquitectura nos permite separar el ingreso de peticiones en audio o encuestas mediante estas capas.

## Estructura de automatización para el patrón MVC

Posteriormente, una vez que se configura la estructura dinámica: las tablas, sus atributos y vistas que conformarán el proyecto o subproyecto. También, se decide si el proyecto se manejará como servicio web, proyecto web o aplicación local, enseguida se establece la conexión a la base de datos.

## Diseño y construcción de la base de datos

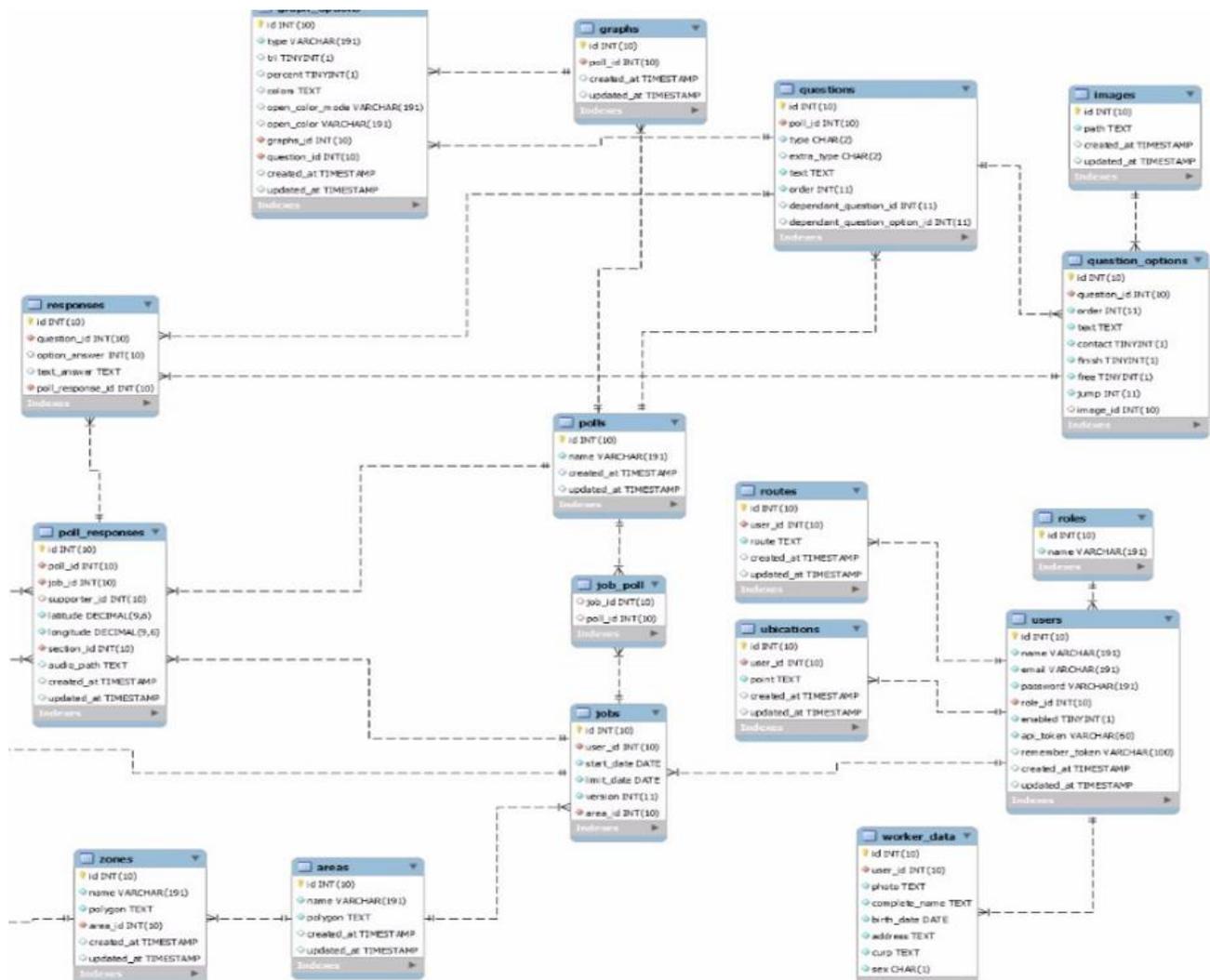
Se diseñan y posteriormente se generan los scripts requeridos para la base de datos creada físicamente con Mysql Workbench. Posteriormente se deben de homologar los archivos de SQL a un estándar predefinido, con el objetivo de sólo tener todos los elementos necesarios a ser utilizados por el autómat. Ver Fig. 1.7. Es conveniente mencionar que las vistas SQL manejan la misma estructura de datos que las tablas.

## Patrón MVC

Para cumplir con el último objetivo de crear el código del modelo MVC en Java, se parte de los generadores que hacen varios recorridos sobre la estructura dinámica transformada para extraer el esquema de la base de datos y crear los objetos DTO mapeándolos dentro de Java, de igual forma se procede para realizar las consultas y actualización del DAO, mientras que se toman los nombres de las tablas para los métodos de las clases Facade y Delegate.

Para la capa del modelo se requiere generar una clase DAO como mínimo por cada estructura de consulta que se requiera, y una clase DTO, como objeto de intercambio para la comunicación con las demás capas. Para la capa de control Service, se agrega una clase Facade por cada una de los DAO creados y se agrega una clase Delegate que agrupe a todas las Facade creadas, para posteriormente ligar el Delegate generado a la capa de vista con su Framework correspondiente. Para lograr la creación apropiada de las capas se consideró integrar un archivo XML de configuración por cada generador de código (gd, gf, ga, gt), y unas librerías de compatibilidad que bien pueden ser configuradas desde la interfaz o tomarse en su configuración predeterminada, que permite generar cada una de las capas del patrón MVC, tal como se muestra en la Fig. 1.8.

Figura 1.7 Modelo de datos



Fuente: Elaboración Propia en software MySQL

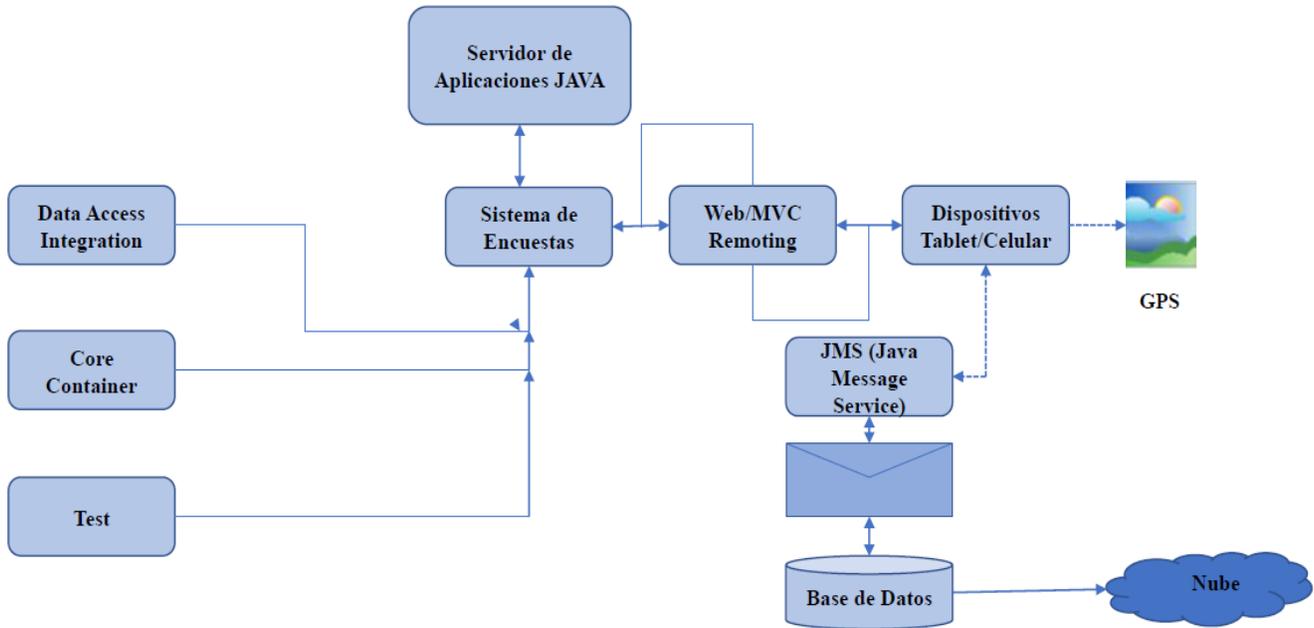
## Resultados

Como resultado se obtuvo una aplicación que gestiona el control de Encuestas y permite la grabación de la sesión en audio por cada uno de los encuestadores, de acuerdo al área seleccionada y al seccional correspondiente. Esta propuesta implicó el trabajo con cero conocimientos de MVC de Spring, se manejó un total de 25 tablas, para generar el código del modelo MVC, se llevó un tiempo aproximado de 3 meses, desde que inició el proyecto.

Considerando lo anterior la aplicación de Encuestas MVC, tiene un alto desempeño, con lo cual se puede ahorrar meses de programación en la estructura del patrón MVC y asegurar una estructura homogénea la cual está de momento libre de errores y operando con un total de más de 2,800 encuestas realizadas, tal como se muestra la Fig. 1.9.

Otro aspecto importante es la capacidad de reutilización de código ya que el sistema de Encuestas MVC permite agregar subproyectos a un proyecto existente, con lo cual la usabilidad del proyecto se extiende completamente, ya que con la interfaz se pueden modificar algunas propiedades y elegir sólo lo necesario para la sección de un subproyecto.

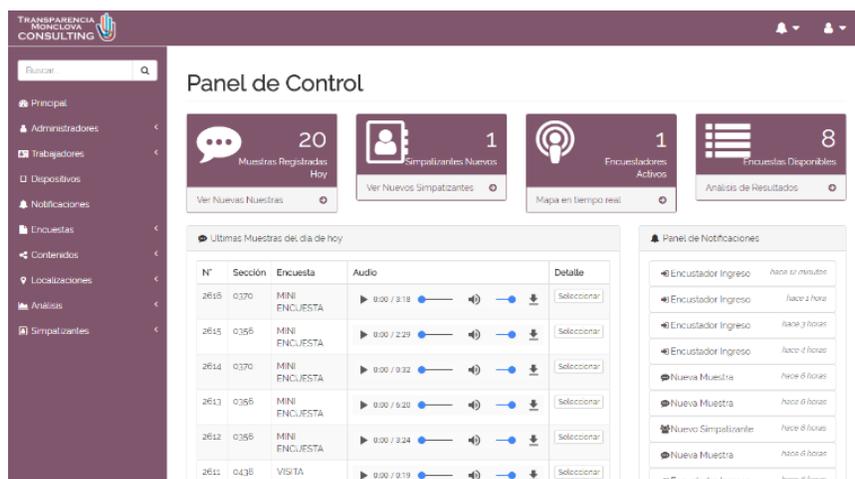
**Figura 1.8** Patrón MVC del proyecto



Fuente: Elaboración Propia

De tal forma que si se tiene un proyecto existente se pueden generar los objetos necesarios para cada una de las capas del patrón MVC, acoplándose a lo ya generado con anterioridad, esto sólo ocurrirá si la primera parte se generara con esta misma herramienta.

**Figura 1.9** Pantalla principal de la aplicación de encuestas



Fuente: Pantalla del sistema

## Prospectiva

El software es uno de los pilares estratégicos de las organizaciones y de la sociedad, debido a que muchos de sus procesos, productos y servicios dependen en un alto grado de su correcto funcionamiento (Cardona, 2010). En la historia del desarrollo de software se han presentado con gran trascendencia cambios progresivos en los paradigmas de desarrollo pasando por los paradigmas clásicos, hasta paradigmas modernos. Al respecto Pressman (2010) argumenta que hay un avance significativo en la industria de software al proporcionar mecanismos de reutilización para aumentar la productividad de software con un aumento en la calidad, con lo que afirma que uno de los aspectos importantes en las técnicas de desarrollo de software actuales y futuras es la usabilidad o reutilización del código, el trabajo expuesto (Encuestas MVC) cumple con este mandato ya que considera agregar nuevas funcionalidades a los proyectos sin la necesidad de reescribir todo el software.

Al respecto Y. Mendez (2009) menciona que, en el desarrollo de software, la usabilidad es un tema que está cobrando importancia cada vez mayor por la capacidad de crear software en menos tiempo. Asimismo, Hölz y Wirsing (2008) agregan que el software deberá responder cada vez más rápido a los cambios que provengan del mundo exterior, por la creciente competencia y porque los nuevos dominios en los que el software juegue un papel relevante no permitirán demoras para realizar esas actualizaciones. La creciente interoperabilidad con otros sistemas también hará que los sistemas que no se actualicen inmediatamente queden obsoletos y no puedan seguir formando parte de otros “sistemas de sistemas”.

Los métodos de desarrollo que se usen, sobre todo los orientados a la evolución de aplicaciones existentes, deberán tener en cuenta estas crecientes presiones. Otro aspecto que se contempla en el desarrollo del Encuestas MVC expuesto en este trabajo es la automatización como un segundo precepto que deben considerar los desarrolladores de software de vanguardia para considerar trabajos futuros, al respecto otros autores (Hölz & Wirsing, 2008) comentan que en temas de diseño y programación como refactorización automática es importante y que el potencial que tienen estas técnicas en la automatización de actividades de los sistemas de información, ya que esto tendrá un fuerte impacto en lidiar con la creciente complejidad de la disciplina.

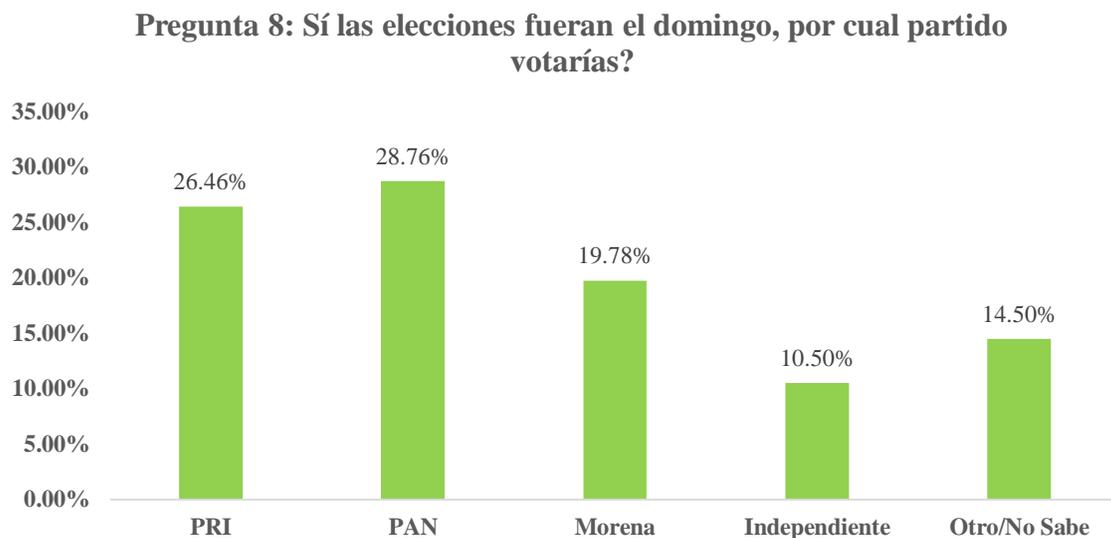
Por ejemplo, las problemáticas de líneas de productos y producción ciertamente ofrecen oportunidades para la aplicación de técnicas automatizadas y semiautomatizadas para el procesamiento de artefactos del proceso de desarrollo que permitan extraer, abstraer y refactorizar los artefactos disponibles y ayudar en la construcción de una familia de productos. Este mismo autor también considera que un problema clásico de la ingeniería de software es: cómo usar modelos de mayor nivel de abstracción para poder generar de manera automática o semiautomática distintas aplicaciones, además de lograr un análisis más oportuno sobre propiedades de lo que se está construyendo y facilitar las tareas de verificación.

Desde este punto de vista para la automatización del patrón MVC que se emplea en Encuestas MVC se justifica, ya que permite la automatización para el desarrollo de software.

## Conclusiones

Encuestas MVC genera código del patrón MVC en lenguaje java, Encuestas MVC considera la usabilidad indeterminada del proyecto por lo que se pueden anexar subproyectos sin perder la continuidad, siempre y cuando el proyecto inicial se haya empezado con esta herramienta. El uso de Encuestas MVC, garantiza la consistencia de la programación del patrón MVC. Con Encuestas MVC se reduce el tiempo de programación que se empleará en la programación que soporta el patrón Encuestas MVC es de fácil utilización lo cual lo hace muy versátil con un impacto inmediato.

El software Encuestas MVC, está a la vanguardia para la creación de sistemas de información para la web y trabajar de manera distribuida, situación que lo hace ser una herramienta que se estará utilizando en proyectos futuros, además se está trabajando para mejorar el proyecto para dar soporte a características de futuras versiones en la creación de software; a las personas que utilizan la aplicación se les ha proporcionado una capacitación en el uso del software, la Fig. 1.10 muestra el análisis final realizado a partir de un grupo de personas encuestadas.

**Figura 1.10** Análisis realizado a 2,056 encuestas

Fuente: Pantalla del sistema

Se reducen los tiempos de programación, pero se debe considerar la programación de la lógica de negocios y diseño gráfico de la página Web.

### Recomendaciones

Como se ha expuesto en este capítulo, este sistema de información de Encuestas georreferenciadas, es un sistema complejo que muestra la información sobre la localización física del encuestador, así como grabaciones en tiempo real del audio y de la información proporcionada por los encuestados; por lo que representa una gran ventaja en la aplicación de este tipo de sistemas en tiempo real.

El desarrollo utilizando el framework Spring de Java, así como las librerías de conexiones de datos necesarias para el manejo de los datos ha representado un desafío en la integración de la información obtenida, para su posterior análisis, graficación y toma de decisiones.

Las futuras investigaciones sobre este tipo de aplicaciones son muy variadas, ya que se pueden utilizar los sistemas georreferenciados en múltiples campos como seguridad en general de personas y cosas, sistemas sanitarios, información geográfica de bienes, seguridad comunitaria, entre otros.

### Referencias

Andrade, A. (2018). *Determinación de zonas de franquicia funcionales a partir de la georreferenciación de estaciones de servicio por medio de una herramienta SIG, y el diseño de una app móvil para su consulta*. Ingeniería, Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Bogotá, Colombia.

Belmonte, J. (2003). *Ingeniería de Usabilidad, aplicado al desarrollo de un portal Web administrado dinámicamente*. Licenciatura, Universidad Politécnica de Cataluña España, Cataluña, España.

Buhr, R., Pearce, T., & Casselman, R. (1996). Design Patterns with Use Case Maps: A Case Study in Reengineering an Object-Oriented Framework. In D. o. S. a. C. Engineering (Ed.). Ontario, Canada: Carleton University.

Cardona, S. (2010). Perspectivas de la Ingeniería en Computación. In D. d. Ingeniería (Ed.). Colombia: Universidad de Quindío.

Díaz, F., Queiruga, C., & Fava, L. (2009). *Struts y Server Faces – Cara a Cara*. Paper presented at the XI Workshop de Investigadores en Ciencias de la Computación, Argentina.

Fagalde, M., & Herrera, M. (2018). Cartografía participativa, SIG e IDE, herramientas para la creación de un Diagnóstico Integral Comunitario: el caso de Barrio Tongui – Lomas de Zamora – Buenos Aires. In C. d. A. T. y. Estadística (Ed.). Buenos Aires, Argentina: Dirección Nacional del Observatorio Argentino de Drogas.

Ferro, V., Sappia, R., Amo, C. P. d., & Liberal, M. (2003). Herramienta de Gestión Automatizada para la elaboración de proyectos en entornos de formación. In D. d. E. y. Telecomunicaciones (Ed.). España: Universidad del País Vasco.

Galeano, E. (2017). *Sistema De Información Geográfica (SIG) del Patrimonio Cultural, Arquitectónico Y Ecológico Del Municipio De Zipaquirá Como Potencial Turístico*. Ingeniería, Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Bogotá, Colombia.

Gallego, R., Parra, N., & Nuñez, P. (2012). AR-Learning: interactive book based on augmented reality, application in teaching. *Revista Monográfico*, 1(8), 74-89.

Hölz, M., & Wirsing, M. (2008). State of the Art for the Engineering of Software-Intensive Systems. In L. Maximilians-Universität (Ed.). Munich, Germany: Ludwig Maximilians-Universität.

Johnson, R., & Hoeller, J. (2018). Spring Framework – Reference Documentation 3.0.

Méndez, J. (2008). *Análisis comparativo de las plataformas J2EE, y .Net. aplicado a servicios Web*. Ingeniería de Sistemas, Universidad de Pamplona, Pamplona, Colombia.

Méndez, Y., Collazos, C., Granollers, T., Villegas, M., Ruiz, A., & Giraldo, W. (2009). Modelo para la creación de un laboratorio de usabilidad. *Revista Avances en Sistemas e Informática*, 6(2), 211-217.

Merlino, H. (2008). Patrones de diseño en vistas adaptables. *Ingeniería de Software*, 8(2), 30-35.

Pressman, R. (2010). *Ingeniería del Software. Un enfoque práctico* (Vol. 7a. Edición). México, D.F.: McGraw-Hill.

Rumbaugh, J., Jacobson, I., & Booch, G. (2004). *Unified Modeling Language Reference Manual, The (2nd Edition)*: Pearson Higher Education.

Santos, M. (2014). *Diseño de un módulo de carga de pagos en entidades públicas mediante mensajería con spring framework* (Vol. 15).

Stephens, R. (2015). *Beginning Software Engineering*. Canada: Wiley Publishers.

Trueba, E., & Martínez, R. (2010). Sistema de Información para el manejo de datos académicos administrativos de la DES, Texcoco. In C. U. UAEM (Ed.). México, D.F.: Universidad Autónoma del Estado de México.

## Capítulo 2 MatLab y sus toolboxes como herramientas IoT para facilitar el desarrollo y diseño de sistemas mecatrónicos: Migrando hacia la I 4.0

### Chapter 2 MatLab and its toolboxes as IoT tools to facilitate the development and design of mechatronic systems: Migrating towards I 4.0

DE ANDA-LÓPEZ, Rosa María†\*, BETANZOS-CASTILLO, Francisco, JIMÉNEZ-CAMPUZANO, Everardo y AGUIRRE-ARANDA, Rodolfo

*Universidad Tecnológica del Sur del Estado de México, Dirección de Mecatrónica.*

ID 1<sup>er</sup> Autor: *Rosa María, De Anda-López* / **ORC ID:** 0000-0003-3326-252, **Researcher ID Thomson:** C-7103-2019, **CVU CONACYT ID:** 596793

ID 1<sup>er</sup> Coautor: *Francisco, Betanzos-Castillo* / **ORC ID:** 0000-0002-7245-703X, **CVU CONACYT ID:** 206209

ID 2<sup>do</sup> Coautor: *Everardo, Jiménez-Campuzano* / **ORC ID:** 0000-0002-0392-3754, **CVU CONACYT ID:** 993207

ID 3er Coautor: *Rodolfo, Aguirre-Aranda* / **ORC ID:** 0000-0002-2968-9732, **Researcher ID Thomson:** 2939956, **CVU CONACYT ID:** 990003

**DOI:** 10.35429/H.2019.1.15.27

R. De Anda, F. Betanzos, E. Jiménez y R. Aguirre

\*rossyanda@gmail.com

A. Marroquín, J. Olivares, P. Diaz, L. Cruz. (Dir.). Mujeres en la tecnología. Handbooks-©ECORFAN-Mexico, Queretaro, 2019.

## Resumen

El presente capítulo tratará sobre los toolboxes que se trabajan en MatLab, empleados como herramientas necesarias que facilitan el cálculo, la simulación, el desarrollo y el diseño de aplicaciones que son altamente I4.0, que son utilizadas de manera muy esporádica en el área de las ingenierías, principalmente por estudiantes, ya que no son de fácil aplicación, ya que las licencias suelen ser de alto costo, aunado a la situación que los centros de investigación cuentan con el uso ilimitados de ellas, lo que ocasiona que sean poco conocidas y, por consecuencia poco manejadas. Además de comprobar que ya se estaba en la era 4.0, que no se le había nombrado de forma específica, y lo más importante una sola plataforma de trabajo, mediante el desarrollo, uso y aplicaciones de toolboxes, se ha vuelto versátil y completa, porque no es necesario aprender grandes códigos de programación, ya que se conoce un ambiente de trabajo bajo el cual se adquiere confianza en el desarrollo de diseños y simulaciones. Demostrando que Matlab es una de los más potentes y completos desarrollos que se han presentado, es al mismo tiempo, una invitación al estudiante a explorar más en este tema, ya que se muestran solo algunas aplicaciones, pero actualmente, Matlab cuenta con muchos más toolboxes, dependiendo del área de especialidad, que permiten mejorar, disminuir y optimizar procesos y diseños, reduciendo el tiempo de análisis y asegurando que el resultado será el más cercano posible con la realidad. Todas ellas herramientas altamente 4.0, en medio de la cuarta revolución industrial, y es un solo software el que permite generar múltiples aplicaciones.

### MatLab, I4.0, Cuarta Revolución Industrial, Toolboxes

#### Abstract

This chapter deals with the tool tables that are used in MatLab, used as tools that facilitate the calculation, simulation, development and design of applications that are highly compatible. engineering, mainly by students, since they are not easy to manage, licenses are usually not available in the same place as research centers have unlimited use of them, the opportunity to be little known, consequently little handled. What is more important is a work platform, through the development, use and applications of the tool boxes, it has become versatile and complete, because it is not necessary to learn large programming codes, since a low work environment is known which builds confidence in the development of designs and simulations. Tools to show that it is easier and more complete, reduce the analysis time and ensure that the result is as close as possible to reality. All the tools were improved 4.0, in the middle of the fourth industrial revolution, and in a single software which allows to generate multiple applications.

### MatLab, I4.0, Fourth Industrial Revolution, Toolboxes

#### Introducción

El presente capítulo muestra la importancia que el desarrollo de toolboxes ha tenido para aplicarse bajo la plataforma de MatLab, misma que ya lleva algunos años desarrollando análisis y desarrollo que han mejorado el tiempo de respuesta. El crecimiento de la demanda, las especificaciones del cliente, el tema de gestión del proceso y hoy el hablar de I4.0, ha exigido que la presentación de resultados se tenga de una manera más rápida, sin perder eficacia y eficiencia, el cliente se vuelve más exigente, y el tema de hoy y ahora se ha vuelto crucial, todos quieren conocer el estado del proceso o procedimiento.

Para poder dar respuesta rápida en estos temas, MathWorks observó que bajo la plataforma de MatLab se podían montar toolboxes que disminuían el proceso de cálculo y análisis, de la misma forma enlazó software de CAD para poder interpretar y realizar análisis complejos de estructuras, movimientos, resistencias, fuerzas y esfuerzos, simular comportamientos de sistemas y modelos bajo diferentes situaciones.

Y lo más importante brindar respuestas en tiempo real, situaciones que llevan a asegurar que este tipo de herramientas son altamente 4.0, y que son aplicables a cualquier área del conocimiento.

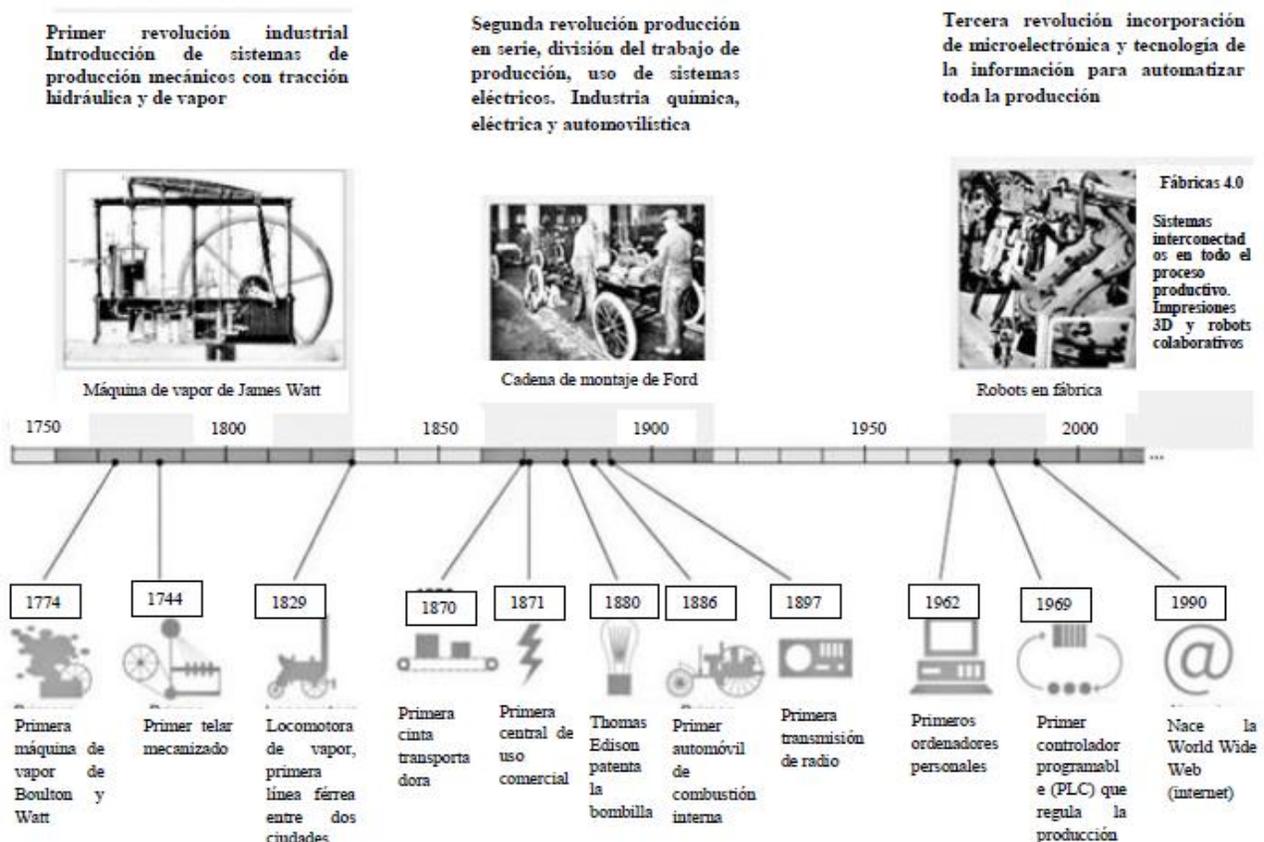
De esta forma se hace un recorrido por la evolución y desarrollo de las revoluciones industriales, que han marcado las tendencias de la manufactura, se presenta a Matlab como una herramienta altamente eficiente y confiable, las altas exigencias de los clientes ha llevado a desarrollar tecnologías igualmente específicas, para enfrentar este reto la empresa desarrolladora del software observó la necesidad de desarrollar toolboxes, que bajo la plataforma de Matlab, puedan generar análisis de un mayor nivel de ingeniería, que puedan resolver cálculos matemáticos utilizando técnicas de análisis numérico, y que se tengan respuestas en tiempo real. Se presenta a Matlab y sus toolboxes como una herramienta altamente 4.0.

**Las revoluciones industriales**

El hombre ha pasado por muchas etapas hasta llegar al presente, al desarrollo tecnológico actual. Y aunque la costumbre a vivir con diferentes tecnologías a diario, ha sido un camino muy largo, que se vio incrementado, tristemente, con las guerras que se han visto. Detrás de este presente, existe mucho recorrido, muchas personas, muchas ideas, conocimiento e innovaciones. A través de toda la historia el hombre ha desempeñado un papel protagónico en su evolución, principalmente en el desarrollo de las sociedades en la que está inmerso. Desde que se inició la primera revolución industrial con la aparición de la máquina de vapor y el telar, el hombre no ha dejado de evolucionar en el contexto de cambiar todo a su paso, llevando a la sociedad a una transformación importante.

Como consecuencia del crecimiento de la producción, se hacía necesario aumentar también la eficiencia de la misma. La segunda revolución industrial, a partir del año 1870, surgió a raíz de un conjunto de nuevas transformaciones técnicas y económicas produciendo grandes cambios en el proceso de industrialización (Guerrero Cano, 2018). La electricidad y la producción en cadena fueron los precursores de esta segunda revolución. El proceso de industrialización cambió su naturaleza y el crecimiento económico varió de modelo de fabricación. Este proceso se produjo en el marco de la denominada primera globalización que supuso una creciente internacionalización de la economía de los países. La tercera revolución Industrial, también llamada la revolución científico-tecnológica o revolución de la inteligencia, se asienta sobre nuevas tecnologías de la información y la comunicación, la automatización y electrónica, así como en las innovaciones que permiten el desarrollo de energías renovables. En la figura 2.1, se muestra las relevancias de las tres primeras revoluciones industriales.

**Figura 2.1** Las tres revoluciones industriales



Fuente: (i-scoop, 2016)

## **Industria 4.0: La cuarta revolución industrial**

Lo más importante para tomar en cuenta en esta revolución tecnológica es que se modifican fundamentalmente la forma en que vivimos, trabajamos y nos relacionamos. Los cambios son importantes, rápidos y condicionan la actitud, adaptabilidad y hoy el estar preparados en habilidades, competencias y destrezas especiales, darán las mejores opciones a los nuevos enfoques de empleabilidad a nivel global (i-scoop, 2016). La sociedad hoy, se enfrenta a transformaciones tales como la digitalización, la interconectividad, el internet de las cosas, los sistemas ciberfísicos, cloud computing, la impresión 3D, la robótica avanzada, los vehículos autónomos, la inteligencia artificial (IA), el aprendizaje de máquinas, los vehículos eléctricos, Big Data, Business Intelligence, los materiales avanzados, la Biotecnología, la Genética, y muchas aplicaciones más en todas las áreas del conocimiento, mismas que han modificado la manera de pensar y actuar, ya que se debe de estar conectado en todo lugar y en todo momento.

Y no sólo las máquinas se verán afectadas, hoy se habla de sociedades más longevas y del envejecimiento poblacional, la conciencia creciente de los consumidores sobre privacidad online, participación del consumidor en el proceso productivo, y conceptos que implican que todos debemos de conocer en tiempo y forma cómo se desarrolla el proceso, el servicio o el producto (Guerrero Cano, 2018).

La Industria 4.0 plantean retos de cómo los procesos, las tecnologías y los desarrollos deben ser orientados a mantener el valor de los productos y servicios el mayor tiempo posible, minimizando el desperdicio de materias primas, recursos y energía, retos que no son nuevos, pero que hoy deberán de ser monitoreados todo el tiempo y contar con la certeza de que se alcanzan estas metas. Para lograr esto, serán necesarias transformaciones en todos los ámbitos que exigirían un esfuerzo de adaptación a las fábricas, instituciones y a la sociedad en general.

La industria 4.0 es la transformación digital de los mercados industriales (transformación industrial) con la fabricación inteligente actualmente en la vanguardia. La Industria 4.0 representa la llamada cuarta revolución industrial en la fabricación discreta y de procesos, la logística y la cadena de suministro (Logística 4.0), la industria química, la energía (Energía 4.0), el transporte, los servicios públicos, el petróleo y el gas, la minería y los metales y otros segmentos. Incluyendo recursos de industrias, sanidad, farmacéutica e incluso las llamadas ciudades inteligentes (Smart cities) (i-scoop, 2016).

Ante este panorama de desarrollo acelerado y de adaptación a las tecnologías emergentes las instituciones de educación superior enfrentan el reto de preparar a sus alumnos para que tengan la capacidad de resolver los problemas que hoy en día se presentan, el sector empresarial requiere de personal altamente especializado.

El término 4.0 ha permeado en todos los sectores, en todas las dimensiones, se habla de Agricultura 4.0, de Salud 4.0, de Industria 4.0, del internet de las cosas, del Big Data, de tecnologías emergentes, situación que exige una mayor preparación por parte de las instituciones de educación superior para que sus egresados enfrenten estos nuevos retos.

No hemos salido de la cuarta revolución industrial cuando ya estamos hablando de la quinta, también del diseño de la funcionalidad de codificación de red para redes 5G (Do-Duy, 2018). El futuro de la tecnología pasa a través del concepto de “Singularidad Tecnológica”. El término Singularidad Tecnológica se atribuye al matemático y físico húngaro John von Neumann, en el año 1958. Aunque no fue hasta más tarde, en el año 1984, cuando fue popularizado por Vernor Vinge, matemático y autor de ciencia ficción, en su libro “La guerra de la paz” (Guerrero Cano, 2018). Según los expertos, la Singularidad Tecnológica provocará que la civilización sufra tal aceleración del progreso produciendo la incapacidad de predecir sus consecuencias.

### **MatLab, el lenguaje del cálculo técnico**

Todo estudiante de ingeniería que se jacte de serlo, deberá de manejar este lenguaje de programación, es considerado uno de los entornos que permite el cálculo numérico y visualización (Nereida, 2017).  
Integra:

- Análisis numérico
- Cálculo matricial
- Procesamiento de señales
- Gráficos

Es un entorno fácil de usar, donde los problemas y las soluciones son expresados como se escriben matemáticamente, sin la programación tradicional. El nombre MATLAB proviene de “MATrix LABoratory” (Laboratorio de Matrices). Fue escrito originalmente para proporcionar un acceso sencillo al software matricial desarrollado por los proyectos LINPACK y EISPACK, que juntos representan lo más avanzado en programas de cálculo matricial.

MATLAB es un sistema interactivo cuyo elemento básico de datos es una matriz que no requiere dimensionamiento. Esto permite resolver muchos problemas numéricos en una fracción del tiempo que llevaría hacerlo en lenguajes como C, BASIC o FORTRAN. MATLAB ha evolucionado en los últimos años a partir de la colaboración de muchos usuarios. En entornos universitarios se ha convertido en la herramienta de enseñanza estándar para cursos de introducción en álgebra lineal aplicada, así como cursos avanzados en otras áreas.

En la industria, MATLAB se utiliza para investigación y para resolver problemas prácticos de ingeniería y matemáticas, con un gran énfasis en aplicaciones de control y procesamiento de señales. MATLAB también proporciona una serie de soluciones específicas denominadas TOOLBOXES. Estas son muy importantes para la mayoría de los usuarios de MATLAB y son conjuntos de funciones MATLAB que extienden el entorno MATLAB para resolver clases particulares de problemas como:

1. Procesamiento de señales
2. Diseño de sistemas de control
3. Simulación de sistemas dinámicos
4. Identificación de sistemas
5. Redes neuronales y otros.

Probablemente la característica más importante de MATLAB es su capacidad de crecimiento. Esto permite convertir al usuario en un autor contribuyente, creando sus propias aplicaciones. En resumen, las prestaciones más importantes de MATLAB son:

- Escritura del programa en lenguaje matemático.
- Implementación de las matrices como elemento básico del lenguaje, lo que permite una gran reducción del código, al no necesitar implementar el cálculo matricial.
- Implementación de aritmética compleja.
- Un gran contenido de órdenes específicas, agrupadas en TOOLBOXES.
- Posibilidad de ampliar y adaptar el lenguaje, mediante ficheros de script y funciones.m.

Se puede observar que aplicar este programa en la solución de problemas, permitirá iniciar el proceso hacia la Industria 4.0, es una de las primeras herramientas que es indispensable conocer y manejar, ya que procesa y manipula grandes cantidades de datos, permite contar con la interacción con otras aplicaciones gracias a sus toolboxes, permite manejo de elementos gráficos y es el inicio de desarrollos importantes para soluciones relevantes.

Bedoya Rincón, (2019), propone el control cinemático avanzado del robot móvil krobot con sensores de entorno, empleando plataforma Raspberry pi (Ubuntu) vinculada con la utilización en Matlab-Simulink. En la siguiente sección se describe la utilización de otra herramienta rcvtools de Matlab para análisis cinemático de robot que se han implementado con éxito, esto implica que existe una amplia gama de herramientas y de posibilidades de solución a retos de la I4.0.

## Uso de rcvtools de matlab como herramienta didáctica para desarrollar el análisis cinemático de un robot

Se ha hablado del desarrollo de toolboxes que permiten utilizar a Matlab como medio de cálculo y análisis, uno de ellos, y que resulta ser altamente relevante, por la gran aportación que brinda al análisis de la cinemática directa e inversa de un robot, y que permite optimizar el tiempo de cálculo de un robot, pero que además permite ser una herramienta de apoyo hacia sustentar el manejo y trabajo en la I 4.0.

La liberación del toolbox de robótica (rcvtools), creado por Peter Corke, representa más de quince años de desarrollo y un nivel sustancial de la madurez analítica. Este toolbox proporciona muchas funciones que son útiles para el estudio y simulación de la robótica de tipo brazos industriales, por ejemplo, cosas tales como la cinemática, dinámica y generación de trayectoria. Esta aplicación se basa en un método muy general de lo que representa la cinemática y la dinámica de manipuladores. Estos parámetros se encapsulan en MATLAB ® objetos - objetos robot pueden ser creados por el usuario para cualquier manipulador genere una serie de vínculos y una serie de ejemplos se proporcionan para así conocer los robots como el Puma 560 y el brazo de Stanford, entre otros. También proporciona funciones para manipular y la conversión entre tipos de datos tales como vectores, transformaciones homogéneas y la unidad cuaterniones que son necesarias para representar la posición 3-dimensional y la orientación de un robot.

Esta aplicación disminuye el proceso largo y cansado que es el cálculo de parámetros, a continuación, se hace un resumen del proceso que se sigue:

Se deben de plantear los parámetros Denavit-Hartenberg (D-H): Según la representación D-H, escogiendo adecuadamente los sistemas de coordenadas asociados para cada eslabón, será posible pasar de uno al siguiente mediante 4 transformaciones básicas que dependen exclusivamente de las características geométricas del eslabón.

En 1955 Denavit y Hartenberg propusieron un método matricial que permite establecer de manera sistemática un sistema de coordenadas. La representación de Denavit-Hartenberg (D-H) establece que seleccionándose adecuadamente los sistemas de coordenadas asociados a cada eslabón, será posible pasar de uno al siguiente mediante 4 transformaciones básicas que dependen exclusivamente de las características geométricas del eslabón (figura 2.2).

Estas transformaciones básicas consisten en una sucesión de rotaciones y traslaciones que permitan relacionar el sistema de referencia del elemento  $i$  con el sistema del elemento  $i-1$ . Las transformaciones en cuestión son las siguientes:

1. Rotación alrededor del eje  $z_{i-1}$  un ángulo  $q_i$
2. Traslación a lo largo de  $z_{i-1}$  una distancia  $d_i$ ; vector  $d_i$  (0,0,  $d_i$ ).
3. Traslación a lo largo de  $X_i$  una distancia  $a_i$ ; vector  $a_i$  (0,0,  $a_i$ ).
4. Rotación alrededor del eje  $X_i$ , un ángulo  $\theta_i$ .

Recordemos los pasos para formar la matriz y resolverla, en donde se desarrolla la expresión:

$$A_{i-1}^i = T(z, \theta_i) \cdot T(0,0, d_i) \cdot T(a_i, 0,0) \cdot T(x, \alpha_i) \quad (1)$$

Desarrollando la expresión:

$$A_{i-1}^i = \begin{bmatrix} \cos \theta_i & -\sin \theta_i & 0 & 0 \\ \sin \theta_i & \cos \theta_i & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & d_i \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & a_i \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & \cos \alpha_i & -\sin \alpha_i & 0 \\ 0 & \sin \alpha_i & \cos \alpha_i & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \quad (2)$$

Se obtienen las expresión general de D-H, donde  $\theta_i$ ,  $d_i$ ,  $a_i$ ,  $\alpha_i$  son los parámetros D-H del eslabón  $i$ :

$$A_{i-1}^i = \begin{bmatrix} \cos \theta_i & -\sin \theta_i \cos \alpha_i & \sin \theta_i \sin \alpha_i & a_i \cos \theta_i \\ \sin \theta_i & \cos \theta_i \cos \alpha_i & -\sin \theta_i \sin \alpha_i & a_i \sin \theta_i \\ 0 & \sin \alpha_i & 1 & d_i \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \quad (3)$$

Para que la matriz  $A_{i-1}^i$  relacione los sistemas coordenados  $O_i$  y  $OO_{i-1}$ , es necesario que los sistemas coordenados se determinen mediante los siguientes pasos:

1. Numerar y etiquetar el eslabón fijo (base) como 0.
2. Numerar y etiquetar los eslabones móviles desde 1 hasta n eslabón móvil.
3. Localizar y numerar el eje de cada articulación y etiquetarla comenzando desde  $z_0$  hasta  $z_{n-1}$ . Si la articulación es rotativa, el eje será su propio eje de giro. Si la articulación es prismática, el eje será a lo largo del cual se produce el desplazamiento.

Establecimiento del sistema coordenado de la base:

4. Establecer el sistema coordenado de la base estableciendo el origen como  $O_0$  en cualquier punto del eje  $z_0$ . Arbitrariamente establecer los ejes  $x_0$  y  $y_0$  respetando la regla de la mano derecha.

Establecimiento de los sistemas coordenados de las demás articulaciones:

5. Localizar el origen  $O_i$ :
  - a. En la intersección del eje  $z_i$  con la línea normal común a la intersección de  $z_i$  y  $z_{i-1}$ .
  - b. En la intersección de  $z_i$  y  $z_{i-1}$ , si es que  $z_i$  y  $z_{i-1}$  se intersectan.
  - c. En la articulación  $i$ , si  $z_i$  y  $z_{i-1}$  son paralelos.
6. Establecer  $x_i$ :
  - a. A lo largo de la línea normal común entre los ejes  $z_i$  y  $z_{i-1}$  que pasan por  $O_i$ .
  - b. En la dirección normal al plano formado por  $z_i$  y  $z_{i-1}$ , si es que estos dos ejes se intersectan.
7. Establecer  $y_i$  de acuerdo a la regla de la mano derecha.

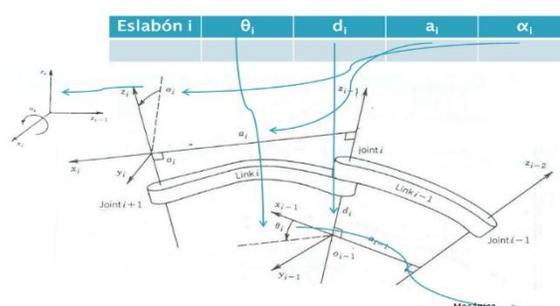
Establecimiento de los sistemas coordenados de la herramienta:

8. Localizar el sistema coordenado n-ésimo en el extremo del robot. Si es una articulación rotacional, establecer  $z_n$  a lo largo de la dirección  $z_{n-1}$  y establecer el origen  $O_n$  de la manera que más convenga a lo largo de  $z_n$ , preferente en el centro de la pinza o la punta de cualquier herramienta que el robot tenga montada.
9. Establecer  $x_n$  y  $y_n$  de acuerdo a la regla de la mano derecha. Si la herramienta es una pinza, es común establecer el eje  $y_n$  entre los “dedos” de la pinza y  $x_n$  será ortogonal a  $z_n$  y  $y_n$ .

Obtener las matrices de transformación homogéneas.

10. Crear una tabla con los parámetros D-H de los eslabones:

**Figura 2.2** Análisis de eslabones de un mecanismo



Donde:

$\theta_i$  = Es el ángulo formado por los ejes  $x_{i-1}$  y  $x_i$  medido en un plano perpendicular a  $z_{i-1}$  utilizando la regla de la mano derecha. Este es un parámetro variable en articulaciones rotatorias.

$d_i$  = Es la distancia a lo largo del eje  $z_{i-1}$  desde el origen  $O_{i-1}$  hasta la intersección del eje  $x_i$  con el eje  $z_{i-1}$ . Este es un parámetro variable en articulaciones prismáticas.

$a_i$  = Para articulaciones rotatorias: es la distancia a lo largo del eje  $x_i$  desde el origen  $O_i$  hasta la intersección del eje  $z_i$  con el eje  $z_{i-1}$ . Prismáticas: es la distancia más corta entre los ejes

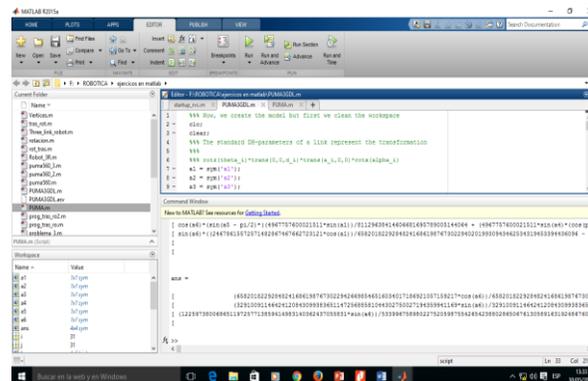
$\alpha_i$  = Es el ángulo formado por los ejes  $z_i$  y  $z_{i-1}$  medido en un plano perpendicular al eje  $x_i$  utilizando la regla de la mano derecha.

11. Realizar la matriz D-H de transformación homogénea  $A_{i-1}^i$  para cada eslabón de acuerdo a los datos de la tabla del punto anterior.
12. Obtener la matriz de transformación que relacione el sistema coordinado de la base con el sistema coordinado del extremo del robot, resultando en la posición y la orientación del sistema coordinado de la herramienta expresado en coordenadas de la base.

$$T = A_0^n = \prod_{i=1}^n A_{i-1}^i \quad (4)$$

Como se observa el proceso matemático es largo, tedioso y en ocasiones, para evitar estos cálculos se utiliza la herramienta rcvtools en Matlab, para poder determinar y calcular el análisis cinemático tanto directo como inverso, para esto se genera el programa correspondiente y se determinan trayectorias básicas, de tal forma, que permitan visualizar si son los movimientos requeridos y no provocará algún tipo de accidente. Se genera programa en donde se calcule la cinemática directa e inversa del robot PUMA de 3 GDL, se plantean los parámetros D-H y se generan los comandos para generar trayectorias y modelo básico del robot. Se plantea el análisis de cinemática utilizando rcvtools:

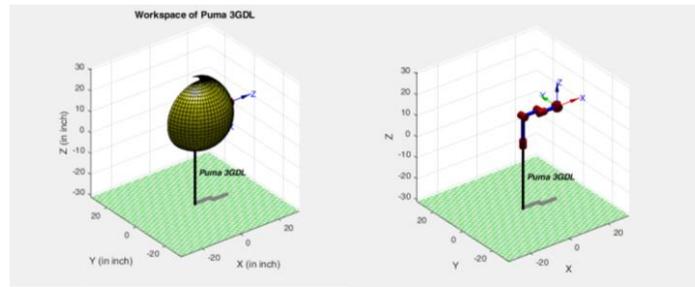
**Figura 2.3** Análisis cinemático



Fuente: Elaboración Propia

En este apartado es muy importante mencionar que el diseño del programa para realizar el análisis es más simple que solamente utilizando Matlab mostrado en la figura 2.3, los comandos especiales permiten hacer de manera más simple el cálculo. Los resultados de la generación de espacios de trabajo y trayectorias, son mostrados en la figura 2.4.

**Figura 2.4** Creación de espacio de trabajo y trayectoria con rcvtools de matlab



Fuente: Elaboración Propia

Se observa que además de brindar muchísimas más facilidades para el cálculo matemático, también se puede generar de manera gráfica la trayectoria del robot y la vista de las articulaciones, con lo cual se calcula también el grado de libertad, se puede generar un análisis de fuerzas y esfuerzos, lo que permite que la herramienta brinde muchas más opciones gráficas, esta situación permite que se desarrollen controles que interactúen de manera física y virtual, nuevamente llevando hacia la aplicación de la I4.0.

### Conociendo SimMechanics, una herramienta altamente 4.0

SimMechanics es herramienta en ingeniería que se utiliza para modelar y simular sistemas mecánicos de forma muy fácil y eficiente en el ambiente de Matlab Simulink, además de poder realizar el estudio y análisis de sistemas sin la necesidad de escribir complejas ecuaciones y modelos matemáticos. El estudio de los sistemas mecánicos puede ser realizado desde la interfaz gráfica de Simulink. SimMechanics permite trabajar con diagramas de bloques para simular el movimiento de sistemas mecánicos y medir el movimiento generado por la actuación mecánica.

SimMechanics ofrece una amplia biblioteca de herramientas que permite especificar las propiedades de un cuerpo, como su masa, su posible movimiento, sistemas de coordenadas, entre otras.

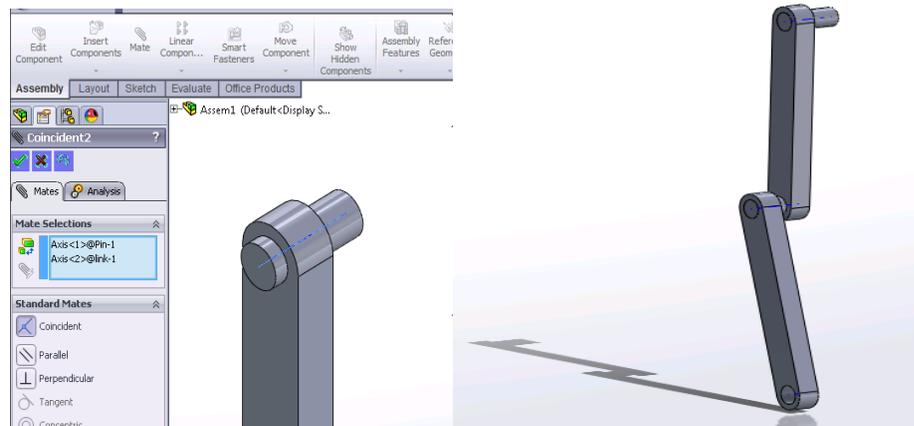
La representación de los sistemas mecánicos se hace mediante diagramas de bloques, como cualquier otro modelo de Simulink. Los bloques de SimMechanics se unen de manera normal a los bloques de Simulink mediante los bloques de sensores y actuadores. Con las herramientas de visualización de SimMechanics se pueden animar y desplegar de manera muy sencilla interpretaciones en tercera dimensión de sistemas mecánicos.

Para modelar y simular un sistema mecánico, primero, es necesario especificar las propiedades de los cuerpos como la masa, la inercia, los grados de libertad y los ejes de coordenadas sobre los cuales actuarán los cuerpos. Posteriormente se colocarán sensores que medirán las fuerzas y movimientos de los cuerpos, así como actuadores y elementos de fuerza que generarán el movimiento del sistema. Una vez que los componentes básicos del modelo del sistema están listos, se realizará la simulación en donde Simulink realizará la tarea de encontrar los movimientos del modelo del sistema mecánico. Por último, visualizar el sistema mecánico y la animación de la simulación, es posible gracias a la ventana de visualización de SimMechanics (The MathWorks, Inc. © COPYRIGHT , 2007).

Este toolbox es una potente herramienta, cuyas aplicaciones tienen todo el aspecto 4.0, es decir permiten el manejo de grandes cantidades de información, procesan y envían al usuario final los análisis y simulaciones requeridas, además de que permite trabajarse de manera remota y conjunta gracias a la red, es importante mencionar que para generar análisis importantes, se requiere:

1. La construcción del mecanismo en un software CAD, siendo el más compatible SOLIDWORKS (figura 2.5), en donde se deberá de indicar en el ensamble los elementos que tendrán movimiento entre sí, para definir el tipo de eslabón a trabajar, ya que de esta forma se estarán definiendo parámetros de análisis. Se guarda el modelo con extensión XML.

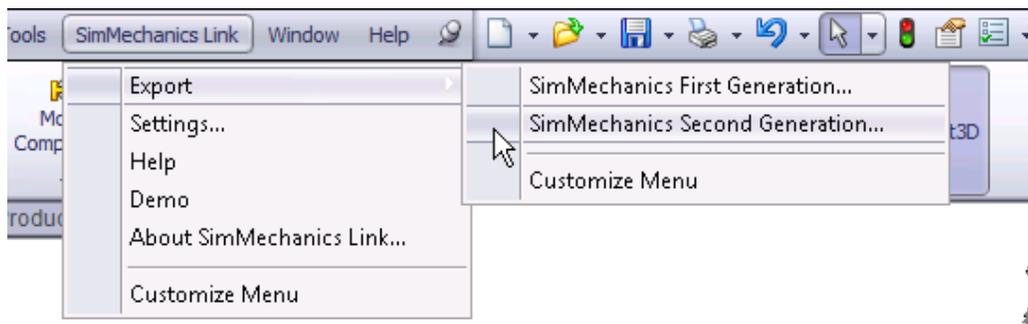
**Figura 2.5** Diseño en SOLIDWORKS



Fuente: (The MathWorks, Inc. © COPYRIGHT , 2007)

- Se exporta el diseño creado en SOLIDWORKS, es importante mencionar que previos a esta acción ya se descargó el toolbox a Matlab, para que utilizando la función de exportar Matlab genere el código de diseño, a través de simulink, y éste pueda ser leído y comprendido por SimMechanics. Otros CAD's con los que son compatibles son PTC Creo and the Autodesk Inventor.

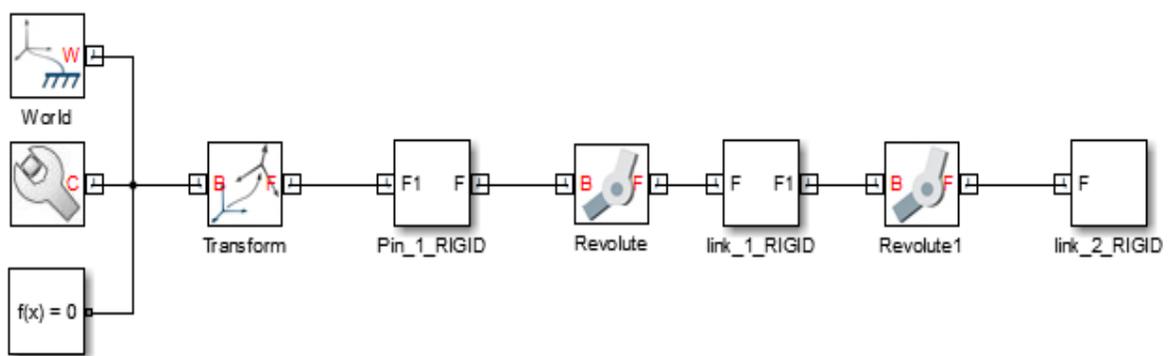
**Figura 2.6** Se exporta en diseño a SimMechanics



Fuente: (The MathWorks, Inc. © COPYRIGHT , 2007)

- Se genera un archivo XML para el ensamble, así como archivos STL para la geometría. El archivo XML contiene la estructura del ensamble y los parámetros de la pieza necesarios para generar un modelo de SimMechanics equivalente, como por ejemplo los marcos de referencia, la masa e inercia, el color y la ubicación (figura 2.6). Posterior a este paso se genera el modelo en SimMechanics, en donde el archivo XML es exportado a Simulink, utilizando el comando smimport, generando un modelo como el que se muestra en la figura 2.7.

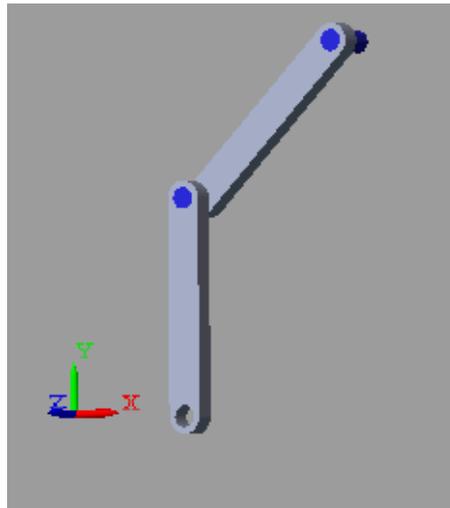
**Figura 2.7** Modelo exportado en Simulink smimport('DoublePendulum.xml')



Fuente: (The MathWorks, Inc. © COPYRIGHT , 2007)

A continuación, se procede a mostrar el resultado de los movimientos del sistema, como muestra la figura 2.8:

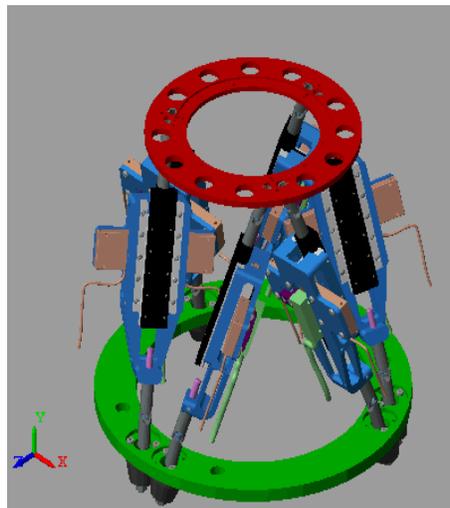
**Figura 2.8** Resultado en movimiento



Fuente: (The MathWorks, Inc. © COPYRIGHT , 2007)

Si además, se utiliza la plataforma interactiva creada por Steve Miller, se pueden observar ensambles mucho más complejos, cuyo análisis de manera analítica costaría un gran esfuerzo y estaría muy limitado, esta situación se observa en la figura 2.9.

**Figura 2.9** Ensamble complejo analizado con SimMechanics y la plataforma de Steve



Fuente: (The MathWorks, Inc. © COPYRIGHT , 2007)

### Utilizando QuickerSim una herramienta CFD, para análisis de fluidos

¿Ha escuchado hablar de ANSYS? Si la respuesta es no, ANSYS es un programa que permite generar un análisis, basado en elemento finito, sobre el flujo de un fluido y la transferencia de energía, situaciones que hasta nuestros días, y que ya se habla de una cuarta revolución industrial, no se han podido resolver. Todas las ecuaciones que resuelven este tipo de fenómenos han sido planteadas, pero no resueltas de forma analítica, por lo que se desarrollaron métodos numéricos para poder acercarse a una solución.

ANSYS permite generar de una manera más rápida el cálculo, siempre y cuando ya se cuente con la geometría de análisis y algunos parámetros de cálculo, que permitan poder generar que el proceso converja y se pueda acercar al comportamiento real del sistema.

Adquirir una licencia para poder trabajar de forma completa y contando con todos los módulos de análisis para ANSYS no es económico, y generalmente lo adquieren los grandes centros de investigación, o aquellos sectores industriales que requieren un análisis de su proceso, para poder generar el modelo real de trabajo.

Ante esta situación nace QuickerSim CFD Toolbox para MATLAB, en donde se considera como una potente herramienta de análisis de flujo incompresible, principalmente aplicado a las ecuaciones de NavierStokes, que funciona en MATLAB con una versión completa y gratuita. Se pueden manejar simulaciones de flujo de fluidos tanto estacionarios como transitorios.

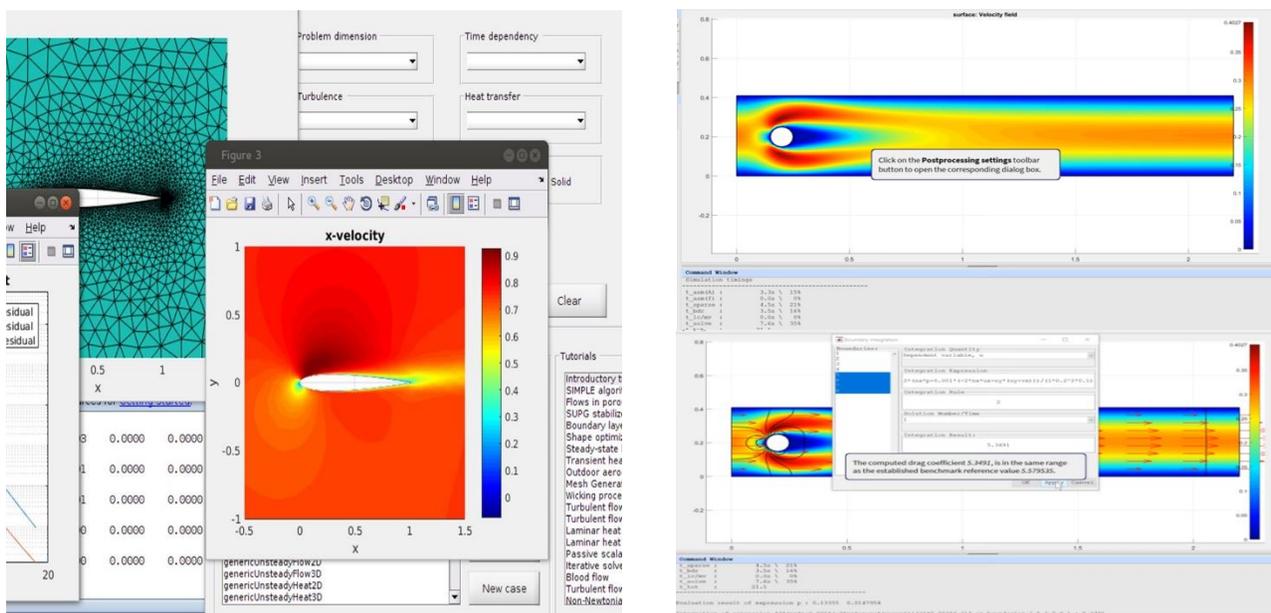
Este toolbox es una tercera parte de un gran proyecto que tiene MATHWORKS, que apoya en la resolución de flujos de fluidos en el entorno de MATLAB. También permite simular la transferencia de calor en sólidos y fluidos, así como resolver ecuaciones de convección-difusión. Su implementación se basa en el método de elementos finitos (FEM).

Esta situación permite generar análisis de una manera más rápida, ya que solo se descarga en toolbox y éste trabaja bajo la plataforma de Mat Lab, aunque se deben de seguir ciertos aspectos importantes de trabajo:

1. Se debe de contar con la geometría del elemento de análisis, y contar con el archivo mesh.
2. Se importa el archivo. mesh a Matlab para que pueda ser leído y entendido por el software.
3. Se selecciona el método de análisis que se apegue al sistema de análisis.
4. Se colocan los parámetros de cálculo y se da correr la aplicación, si la solución converge y arroja de manera visual el comportamiento del sistema, flujos, transmisión de calor, comportamiento del sistema, de esta forma se permite tomar decisiones de diseño importante.

En la figura 2.10, se muestran los resultados arrojados después de hacer el análisis con el toolbox.

**Figura 2.10** Ejemplos de análisis realizados con Matlab y su toolbox Quicker Sim



Fuente: (The MathWorks, Inc. © COPYRIGHT , 2007)

## Conclusiones

Como se puede observar aprender a utilizar Matlab permite a todo estudiante de ingenierías, a iniciar un proceso de análisis, diseño, desarrollo, de una manera más eficiente, permite optimizar tiempos y esfuerzos, claro está debe de contarse con las bases matemáticas y físicas para poder identificar los parámetros y las variables correctas para realizar una simulación. Estas herramientas generan asertividad de que se inicia con el proceso 4.0, término que ha generado expectativas muy altas, ha impuesto modas, tal vez consideradas de manera errónea, pero es la tendencia de los procesos y procedimientos.

En procesos de manufactura, estas herramientas optimizan el tiempo de cálculo, y la simulación permitiendo observar al usuario el comportamiento de un sistema antes de manufacturar; se pueden contar con procesos intangibles, en donde se deben de contar con controles que permitan conocer el estado del proceso en tiempo real pero además, poder mostrar al usuario final el proceso como lo requiere.

Son herramientas versátiles, algunas más nuevas que otras, pero lo importante y relevante de esta información es mostrar que ya se trabajaba con la digitalización de información, ya se contaba con tecnología emergente, que surgió como necesidad para poder agilizar tiempos de entregas, para contar con la certeza de que el sistema, máquina o mecanismo diseñaba realizaría las labores para las que se diseñaba.

Se visualizó una amplia gama de herramientas y de posibilidades de solución a retos de la I4.0, decidir cuál presenta ventajas sobre las demás es un tanto subjetivo, ya que esto dependerá del contexto de aplicación en ingeniería en particular y de los recursos que tengan a la mano los investigadores y estudiantes.

Finalmente, utilizar estas herramientas han mejorado tiempos de entrega, se han optimizado y asegurado procesos y procedimientos, han brindado trazabilidad y transparencia a productos, procesos y procedimientos, y lo más importante sin ponerle nombre ya se estaba en la era 4.0, manejar Matlab brindará a los estudiantes e investigadores una herramienta potente, dinámica y asertiva en la solución de problemas de alto grado de complejidad, además de que los toolboxes permiten mejorar el tiempo de cálculo, permiten simular y sobre todo generan interacción con otros softwares que vuelven el proceso complejo en uno más simple de manejar sin disminuir la complejidad de cálculo, simplemente ayudan y apoyan al investigador y alumno a entregar evaluaciones certeras y confiables.

## Referencias

- Bedoya Rincón, J. (2019). *Control cinemático avanzado del robot móvil krobot con sensores de entorno*. Ingeniería en sistemas y automática. Obtenido de <https://hdl.handle.net/10630/17643>
- Do-Duy, T. *Design of network coding functionality for 5G networks* (Doctoral dissertation, Universitat Autònoma de Barcelona).
- Guerrero Cano, M. (2018). *manuelguerrerocano.com*. Obtenido de <https://manuelguerrerocano.com/quinta-revolucion-industrial-singularidad/>
- i-scoop. (2016). *www.i-scoop.eu*. Obtenido de [https://www.i-scoop.eu/industry-4-0/#Industrie\\_40\\_principles\\_horizontal\\_and\\_vertical\\_integration](https://www.i-scoop.eu/industry-4-0/#Industrie_40_principles_horizontal_and_vertical_integration)
- Nereida. (2017). *http://nereida.deioc.ull.es*. Obtenido de <http://nereida.deioc.ull.es/~pcgull/ihiu01/cdrom/matlab/contenido/node5.html>
- The MathWorks, Inc. © COPYRIGHT . (2007). *www.mathworks.com*. Obtenido de [https://www.mathworks.com/videos/simmechanics-introduction-69809.html?s\\_tid=srchtitle](https://www.mathworks.com/videos/simmechanics-introduction-69809.html?s_tid=srchtitle)

### **Capítulo 3 Diseño de software educativo para elevar el aprendizaje significativo de los estudiantes de nivel básico: Un caso de estudio**

#### **Chapter 3 Educational software design to increase the meaningful learning of students on elementary level: A case of study**

MUÑOZ-ANDRADE, Estela Lizbeth & FERNÁNDEZ-ESPINOSA, Mariana Consuelo

*Universidad Autónoma de Aguascalientes, Centro de Ciencias Básicas, Departamento de Sistemas Electrónicos*

ID 1<sup>er</sup> Autor: *Estela Lizbeth, Muñoz-Andrade* / **ORC ID:** 0000-0003-4182-5044, **CVU CONACYT ID:** 229698

ID 1<sup>er</sup> Coautor: *Mariana Consuelo, Fernández-Espinosa* / **ORC ID:** 0000-0001-9344-365X, **CVU CONACYT ID:** 1010511

**DOI:** 10.35429/H.2019.1.28.36

E. Muñoz & M. Fernández

A. Marroquín, J. Olivares, P. Diaz, L. Cruz. (Dir.). Mujeres en la tecnología. Handbooks-©ECORFAN-Mexico, Queretaro, 2019.

## Resumen

En el documento "Repensar la educación, hacia un bien global común" publicado en 2015 (UNESCO, 2015) se estableció que una educación básica de calidad es la base necesaria para aprender a lo largo de la vida en un mundo complejo y de rápido cambio, por lo que en este artículo se presenta un software educativo que es una aplicación móvil que ayuda a los estudiantes a identificar su estilo de aprendizaje. Esta aplicación implementa el estilo de aprendizaje en planes de lecciones y técnicas de estudio para ayudar a cada alumno a alcanzar su máximo potencial. La aplicación ayuda a los estudiantes a convertirse en usuarios competentes y seguros de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) quienes pueden usar los conocimientos básicos y las habilidades adquiridas para ayudarlos en su vida diaria, facilita la buena comunicación entre los estudiantes, promoviendo así una mejor comprensión social, esta es una herramienta potencial que modifica el paradigma de la educación en el siglo XXI.

## Aprendizaje, Aplicaciones móviles, Educación, Conocimiento, Estilos de aprendizaje

### Abstract

In the document "Rethinking education, towards a global common good" published in 2015 (UNESCO, 2015) established that a quality basic education is the necessary foundation for learning throughout life in a complex and rapidly changing world, so this article presents an educational software which is a mobile application that helps students to identify their learning style. This application implements the learning style into lesson plans and study techniques to help each student achieve their full potential. The application helps students to become competent and confident ICT (Information and Communication Technologies) users who can use basic knowledge and skills acquired to assist them in their daily lives, facilitates good communication between students, thus promoting better social understanding and is a potential tool that modifies the paradigm of education in the 21st century.

## Learning, Mobile applications, Education, Knowledge, Learning style

### Introducción

El derecho a una educación digna y de calidad, son aspectos que diversas naciones han puesto en primer plano considerándolas parte fundamental de su desarrollo. La educación en México es un tema que ha sufrido un proceso de transformación y evolución, buscando adoptar las mejores prácticas y herramientas para mejorar el proceso de aprendizaje de los estudiantes en todos los niveles educativos; así como de aportar las herramientas para desarrollar sus capacidades y habilidades, mismas que les permitirán enfrentarse a la vida diaria.

El proceso de aprendizaje de cada estudiante se ve influido por diversos factores (Gravini, 2006), comenzando por el contexto social-económico del alumno hasta situaciones cognitivas, ubicación geográfica, etc. Uno de los aspectos más importantes que influyen en el proceso de aprendizaje y que pocas veces es considerado es, el estilo de aprendizaje del estudiante (UNESCO, 2013).

Aspectos como los cognitivos, afectivos y fisiológicos sirven como indicadores acerca de como los estudiantes perciben interacciones y responden a sus ambientes de aprendizaje, es decir, tienen que ver con la forma en que los estudiantes estructuran con los contenidos, forman y utilizan conceptos, interpretan la información, resuelven los problemas, seleccionan medios de representación (visual, auditivo, kinestésico), entre otros (Gravini, 2006).

El desarrollo que han tenido en los últimos años las Tecnologías de la información y Comunicación (Tics) han impactado directamente en casi todos los ámbitos posibles y uno de los más notorios es la educación. El crecimiento exponencial que tienen las TIC, demanda al sistema educativo una actualización de prácticas y contenidos que sean acordes a la nueva sociedad de la información. Para que esta actualización se lleve a cabo es necesaria la incorporación de las Tics para complementar, enriquecer y transformar la educación (UNESCO, 2003).

La UNESCO reconoce en su publicación “*Enfoque estratégicos sobre las TICS en educación en América Latina y el Caribe*” (UNESCO, 2013), que es necesario un nuevo diseño educativo, que logre incorporar a las Tics de una manera efectiva, que modele el nuevo paradigma de educación y que ponga en el centro de su quehacer el aprendizaje de cada estudiante, el desarrollo de su máximo potencial, para que así cada uno pueda hacerse parte y contribuir al desarrollo de sociedades más justas, democráticas e integradas (UNESCO, 2013).

En dicho documento se afirma que la presencia de las TIC es al mismo tiempo una oportunidad y un desafío, y nos impone la tarea urgente de encontrar para ellas un sentido y uso que permita desarrollar sociedades más democráticas e inclusivas, que fortalezcan la colaboración, la creatividad y la distribución más justa del conocimiento y que contribuyan a una educación más equitativa y de calidad para todos (UNESCO, 2013).

En este trabajo de investigación se presenta un caso de estudio para el cual se desarrolló una aplicación diseñada para dispositivos móviles, creada para implementar las Tics en el nivel básico del sistema educativo en México, con la intención de asistir a estudiantes y profesores en el proceso significativo de enseñanza aprendizaje, potencializando el estilo de aprendizaje de cada estudiante.

Se presenta la problemática del caso de estudio, así como datos que evidencian la necesidad de contar con herramientas tecnológicas que permitan atacar dicho problema. Se hace hincapié en los objetivos del estudio y se presenta la metodología desarrollada, el método de experimentación, recopilación y análisis de datos. Por último, se presentan los resultados y conclusiones.

## **Problemática**

La experiencia de incorporación de las tecnologías en los sistemas educativos de América Latina y el Caribe en los últimos veinte años ha mostrado poco efecto en la calidad de la educación (UNESCO, 2015). Con el fin de conocer la medida en que los estudiantes mexicanos dominan aprendizajes clave en diferentes momentos de la educación básica y media superior, el Instituto Nacional para la Evaluación de la Educación (INEE), en coordinación con la Secretaría de Educación Pública, desarrollaron el Plan Nacional para la Evaluación de los Aprendizajes (PLANEA).

PLANEA son un conjunto de pruebas que se aplican a estudiantes de escuelas públicas y privadas que se encuentren en los últimos grados de preescolar, primaria, secundaria y media superior. PLANEA evalúa el aprendizaje relacionado con las materias de lenguaje y comunicación (comprensión de lectura), así como matemáticas.

Los resultados reportados en la evaluación 2015, muestran un panorama ensombrecido ya que más de la mitad de los estudiantes se ubican en el nivel 1 (el más bajo), esto significa que tienen limitaciones para leer y realizar operaciones básicas con números naturales, representar gráficamente fracciones comunes, identificar características como tipo de ángulos, alturas, rectas paralelas y perpendiculares en figuras y cuerpos geométricos (OCDE, 2015). Además, los resultados muestran evidencia que los estudiantes no son capaces de interpretar la descripción de una trayectoria, identificar la unidad de medida más adecuada para longitudes y áreas, leer información explícita en gráficas de barras, entre otras habilidades.

La Organización para la Cooperación y Desarrollo Económico (OCDE) menciona que al término de la educación primaria; 6 de cada 10 estudiantes no han logrado adquirir los aprendizajes clave de matemáticas (OCDE-PISA, 2013).

Uno de los proyectos de la OCDE, PISA de sus siglas en inglés Programme for International Student Assessment, tiene como objetivo evaluar la formación de los alumnos cuando llegan al final de la etapa de enseñanza obligatoria; a través de una evaluación que cubre las áreas de lectura, matemáticas y competencia científica.

Reportes del 2016 (OCDE, 2016) muestran que; el desempeño de México se encuentra por debajo del promedio (416 puntos), con 423 puntos en lectura y 408 puntos en matemáticas. Menos del 1% de los estudiantes en México logran alcanzar niveles de competencia de excelencia (Nivel 5 y 6) en dichas áreas.

En ciencias, el rendimiento promedio de los estudiantes de 15 años no ha variado significativamente desde el 2006. En cuanto a lectura, 42% de los estudiantes se encuentra por debajo del Nivel 2, lo cual es significativamente mayor que el porcentaje de Chile, similar a los porcentajes de Colombia, Costa Rica y Uruguay y menor que la proporción en Brasil y Perú. La proporción de estudiantes mexicanos que no lo logran alcanzar el nivel mínimo de competencias en lectura no ha variado desde el 2009 (OCDE, 2016).

Los resultados muestran la grave deficiencia del sistema educativo del país; a pesar de los esfuerzos sumados, los cambios constantes realizados al sistema educativo y de la incipiente manifestación por modificar la forma de enseñar; no se han logrado los resultados anhelados (Gómez C., 2017).

Hoy en día, no se concibe trabajo de experimentación o investigación sin el uso de la tecnología. Las Tics desempeñan un papel fundamental en diversas áreas, a tal grado que han dado paso a la denominada “sociedad del conocimiento” (UNESCO, 2015).

Por tal motivo es necesario integrar las Tics como medio de transformación del paradigma de enseñanza que se tiene en las escuelas. México ya ha sufrido el rezago de la revolución industrial, es importante encontrar los medios para contar un desarrollo sostenible, esto se puede lograr implementando el uso de tecnología en el aula, como herramienta de apoyo en la educación integral, vanguardista y de calidad.

## **Objetivo**

El presente trabajo de investigación consistió en el desarrollo de una herramienta de software educativo para elevar el aprendizaje de los estudiantes, así como asistirlos junto con profesores en el proceso significativo de enseñanza-aprendizaje. Los objetivos del estudio son:

1. Identificar el estilo de aprendizaje del estudiante.
2. Generar contenido académico personalizado para cada perfil del estudiante.
3. Identificar el aprendizaje adquirido mediante la evaluación.

Cabe mencionar, que la aplicación busca ser una herramienta incluyente, de uso tanto para estudiantes, profesores y padres de familia, con la intención de hacer partícipes a todos los agentes en el proceso de enseñanza-aprendizaje.

## **Metodología**

Para comprobar si el uso de la herramienta permite incrementar el desempeño académico de los estudiantes, así como potencializar su estilo de aprendizaje, se llevó a cabo un estudio exploratorio en la Escuela Primaria Ford 119, ubicada en el municipio de Jesús María Aguascalientes, México. El estudio fue desarrollado en el ciclo escolar 2017-2018. Para el desarrollo del estudio se cumplieron diversas fases que se describen a continuación:

### **Diseño del instrumento para identificar el estilo de aprendizaje**

Para el diseño del instrumento se analizaron diversos modelos que presentan estudios previos:

- Modelo de los cuadrantes cerebrales de Herrmann (Maureira, 2008)
- Modelo de Felder y Silverman (Dias, Sauaia, & Yoshizaki, 2013)
- Modelo de Kolb (Vergara, 2017)
- Modelo de Programación Neurolingüística de Bandler y Grinder (Álvarez, 2018)
- Modelo de hemisferios cerebrales (Rosselli, 2003)
- Modelo de las Inteligencias Múltiples de Gardner (Hassinen & Mäyrä, 2006; Hernández Mendoza & Duana Avila, 2018)

Estos modelos tienen puntos en común que permiten establecer estrategias para la pertinente clasificación de estilos de aprendizaje. El instrumento desarrollado para el estudio fue de tipo cuestionario, basado en el test de Blander y Grinder (Álvarez, 2018), así como en el cuestionario Honey-Alonso (Hoffman & Liporace, 2013); dichos cuestionarios han sido adoptados para determinar el estilo de aprendizaje en el ámbito académico y al idioma español, ambos han sido probados y reflejan las preferencias de aprendizaje.

Se elaboró un cuestionario con 10 preguntas de opción múltiple que permiten identificar aspectos sobre el estilo de aprendizaje del estudiante, así como su clasificación dentro de los estilos visual, kinestésico, y auditivo. Dicho cuestionario fue previamente probado con grupos de educación básica de cuarto, quinto y sexto de primaria para verificar su viabilidad y eficiencia.

### **Diseño de la herramienta de software**

La aplicación de software educativo fue diseñada y creada bajo la herramienta de desarrollo Android Studio 3.0.1 para macOS 64 bits. Esta herramienta consiste de un entorno de desarrollo integrado oficial para la plataforma Android.

La herramienta Android esta basada en el software IntelliJ IDEA de JetBrains y ha sido publicado de forma gratuita a través de la Licencia Apache 2.0, por lo que su uso es libre y se encuentra disponible para las plataformas Microsoft Windows, macOS y GNU/Linux.

Los recursos gráficos usados en la aplicación fueron descargados de sitios gratuitos de diseño. Los audios manejados se encuentran en formato mp3 y para su integración en la aplicación se hizo uso de la herramienta HI-Q free.

Por último, la base de datos fue diseñada con SQLite, que por ser un sistema de gestión de bases de datos relacional compatible con ACID, su biblioteca implementa la mayor parte del estándar SQL-92.

### **Selección de la muestra del estudio**

Se seleccionó una muestra aleatoria de 10 estudiantes del grupo de cuarto año de la escuela primaria. La selección se realizó tomando en cuenta si algún familiar del estudiante contaba con algún dispositivo móvil, y que se contara con el sistema operativo Android; además, que el estudiante contara con nociones básicas de uso del dispositivo. Esto se logró identificar con una serie de preguntas basadas en una lista de cotejo.

Se trabajó con el cuarto año de primaria, dado que los estudiantes rondan entre una edad promedio de los 8 y 9 años de edad, considerando una edad pertinente para trabajar con dispositivos inteligentes y facilitar el dialogo y entendimiento con los alumnos.

### **Diseño de actividades de aprendizaje**

Otra de las fases del proyecto consistió en el desarrollo de los contenidos de la aplicación, personalizando cada tema para cada uno de los perfiles de los estudiantes. Las actividades se basaron en el Programa de estudio 2011, Guía para el maestro cuarto grado (SEP, 2011). Se seleccionaron dos áreas de prueba: Matemáticas y Geografía.

La evaluación en educación primaria en México está basada en cinco bloques que se califican mediante un examen por cada bimestre apegándose a los ejes temáticos del programa de estudio. Se llevaron a cabo dos pruebas, una al inicio del bloque I y otra en el bloque II. Por cada tema se realizaron tres actividades correspondientes al aprendizaje: visual, kinestésico y auditivo.

En los meses de noviembre y diciembre de 2017 se instaló la aplicación en los dispositivos móviles de los estudiantes participantes en el estudio. Los participantes hicieron uso de la herramienta como método de estudio para bimestre número II. Durante el período de experimentación se visitó el aula de clases para explicar a los alumnos, padres de familia, así como a los profesores el funcionamiento de la aplicación y establecer la ejecución de la misma dentro y fuera del salón de clases.

La aplicación se basa en planes de estudio de México, por el momento solo puede ser aplicada en este país; más sin embargo es posible adecuar los contenidos a planes de estudio distintos.

## Resultados

Una vez realizadas las pruebas bimestrales se procedió a la comparación de resultados. La Tabla 3.1 muestra los resultados obtenidos en el bimestre I y II para las materias de Matemáticas, así como una diferencia entre los resultados.

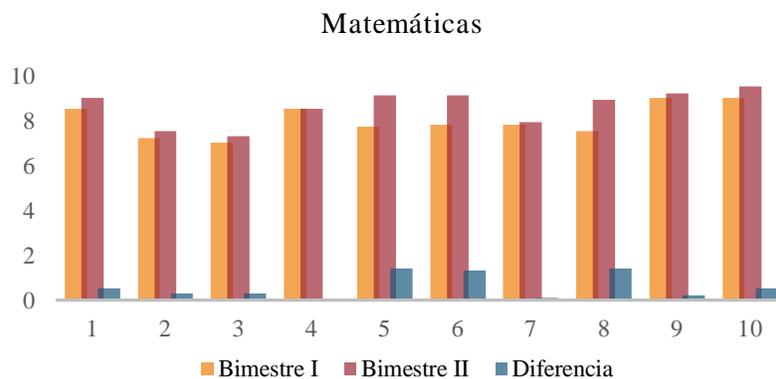
**Tabla 3.1** Resultados Matemáticas

Nombre del alumno	Bim I	Bim II	Diferencia
Estudiante 1	8.5	9	0.5
Estudiante 2	7.2	7.5	0.3
Estudiante 3	7	7.3	0.3
Estudiante 4	8.5	8.5	0
Estudiante 5	7.7	9.1	1.4
Estudiante 6	7.8	9.1	1.3
Estudiante 7	7.8	7.9	0.1
Estudiante 8	7.5	8.9	1.4
Estudiante 9	7.8	9.3	1.5
Estudiante 10	8.3	9.1	0.8

Fuente de Consulta: Propia, resultados generados en la investigación

En el Gráfico 3.1 se puede observar que en el Bimestre I el promedio de calificaciones de los alumnos es de 7.81 mientras que en el Bimestre II es de 8.57 lo que da un aumento de 0.76 en el promedio. Por lo que se puede sugerir que los alumnos lograron obtener un aumento en sus calificaciones.

**Gráfico 3.1** Comparación de Bimestres



Fuente de Consulta: Propia, resultados generados en la investigación

De igual manera refiriéndose a casos particulares, se logró detectar casos específicos donde se presentó un aumento en la calificación. Por ejemplo, el Estudiante 5 incrementó su calificación en 1.4, mientras que otros se mantuvieron sin cambio alguno como el Estudiante 4. Sin embargo, la mayoría de los alumnos elevaron su promedio.

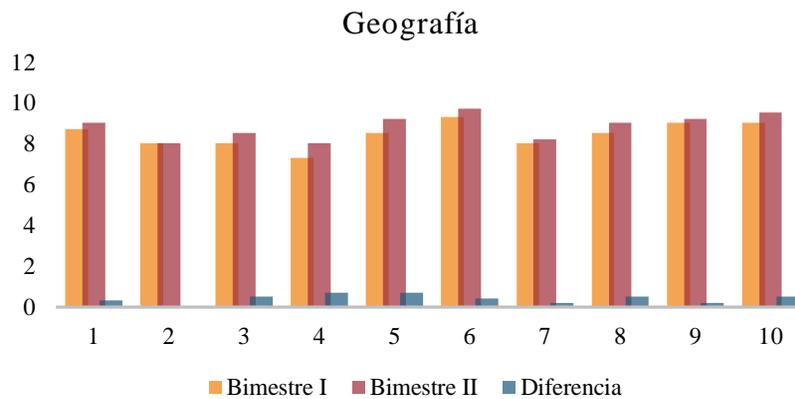
Los resultados obtenidos en la materia de Geografía se presentan en la Tabla 3.2. Para el primer bimestre el promedio para la materia de Geografía fue de 8.43 mientras que en el bimestre II el promedio fue de 8.83. El promedio entre los dos bimestres tuvo un aumento de 0.4.

**Tabla 3.2** Resultados Geografía

Nombre del alumno	Bim I	Bim II	Diferencia
Estudiante 1	8.7	9.0	0.3
Estudiante 2	8.0	8.0	0
Estudiante 3	8.0	8.5	0.5
Estudiante 4	7.3	8.0	0.7
Estudiante 5	8.5	9.2	0.7
Estudiante 6	9.3	9.7	0.4
Estudiante 7	8.0	8.2	0.2
Estudiante 8	8.5	9.0	0.5
Estudiante 9	9.0	9.2	0.2
Estudiante 10	9.0	9.5	0.5

Fuente de Consulta: Propia, resultados generados en la investigación

Se puede observar que las diferencias individuales no fueron tan notorias como en la materia de Matemáticas ya que el Estudiante 4 y Estudiante 5 representaron el más alto aumento con 0.7, tal y como se puede apreciar en el Gráfico 3.2.

**Gráfico 3.2** Comparación Geografía

Fuente de Consulta: Propia, resultados generados en la investigación

### Agradecimiento

Agradecemos a la Lic. en Educación Petra Bertha Espinosa Barrón, egresada de la Universidad Pedagógica Nacional con experiencia docente de 33 años en educación básica. Gracias a su apoyo, guía y orientación fue posible diseñar la encuesta para identificar los estilos de aprendizaje de los estudiantes, así como diseñar las actividades de aprendizaje para cada estilo.

Además, a la Escuela Primaria Ford 119 ubicada en dirección Av. Guadalupe sin número, col Maravillas, Jesús María Aguascalientes, México, por las facilidades prestadas para el desarrollo del estudio.

### Conclusiones

Nunca como en la actualidad se había visto un cambio tan importante en la educación, resultaría erróneo seguir negándose a las herramientas que ha traído consigo el siglo XXI. Es necesario reflexionar sobre los cambios crecientes y seguir aportando ideas para integrar las Tics de una manera correcta como parte fundamental de la vida de los estudiantes y docentes. Después de haber elaborado este trabajo de investigación las conclusiones son precisas y contundentes; aunque estudios como el de Gómez, 2014 (Gómez, 2014) demuestran que el uso de herramientas de software como juegos tecnológicos por estudiantes de educación básica, han ido disminuyendo las habilidades como la creatividad o capacidades como el trabajo en equipo, la herramienta de este estudio sirvió de apoyo tecnológico en el proceso enseñanza aprendizaje, permitió medir los aprendizajes a través de una evaluación, mostrando el potencial e impacto que puede llegar a tener dentro y fuera del salón de clases, con la correcta guía del profesor y cuidado de los padres de familia involucrados en la educación.

El desarrollo y producción de un estudiante autónomo se enriquece cuando el maestro motiva al estudiante a indagar por sus propios medios. Y en palabras de los propios estudiantes, sus ganas de aprender crecen cuando pueden compartir sus conocimientos con sus compañeros.

Las Tics no deben verse como un remplazo del maestro, contrariamente el docente representa un papel fundamental y determinante para orientar al alumno al buen manejo de ellas, de él puede depender el éxito o fracaso de las Tics en el aula de clases, por lo que deben verse como una herramienta de apoyo.

El orientar la educación a un sistema más personalizado se tiene un mejor aprovechamiento y desempeño del estudiante ya que para este resulta más fácil que el modelo se adapte al estudiante y no el estudiante al modelo. Dotándolo así de habilidades para desarrollar sus gustos, intereses, preferencias de una manera más fructífera (UNESCO, 2013).

El uso de tecnología genera un nuevo paradigma educativo que debe desarrollarse con una clara consistencia interna, de manera que estén tan bien formulados los programas educativos para que las Tics produzcan un avance y ventaja para la educación.

La herramienta de este estudio es un instrumento privilegiado para el desarrollo de nuevas prácticas educativas y nuevas formas de concebir el aprendizaje. Es una primera etapa de una serie de evaluaciones a realizar, que por el momento solo arroja resultados de comparación entre calificaciones bimestrales, pero permite contribuir en la búsqueda de una mejor calidad de la educación.

Este trabajo de investigación no solamente intentó evidenciar la importancia de la educación en el país, sino que resultó pertinente intentar buscar soluciones como el diseño de diapositivas y audiovisuales, a través de la tecnología involucrándola en el proceso de enseñanza-aprendizaje.

## Referencias

- Álvarez, R. (2018). Estilos de aprendizaje basado en el modelo de programación neurolingüística y rendimiento académico de los estudiantes del quinto de secundaria. *Ciencia y Desarrollo*. <https://doi.org/10.21503/cyd.v21i2.1630>
- Dias, G. P. P., Sauaia, A. C. A., & Yoshizaki, H. T. Y. (2013). Estilos de aprendizagem Felder-Silverman e o aprendizado com jogos de empresa. *Revista de Administração de Empresas*. <https://doi.org/10.1590/s0034-75902013000500005>
- Gómez C., M. E. (2017). Panorama del sistema educativo mexicano desde la perspectiva de las políticas públicas Panorama of the Mexican education system from the perspective of public policy, *17*, 1665–2673. Retrieved from <http://www.scielo.org.mx/pdf/ie/v17n74/1665-2673-ie-17-74-00143.pdf>
- Gómez, D. (2014). Ventajas y desventajas de las TIC en la enseñanza. In *Revista Científica y Tecnológica UPSE* (Vol. 2). <https://doi.org/10.26423/rctu.v2i2.45>
- Gravini, L. (2006). Estilos De Aprendizaje: Una Propuesta De Investigación. *Psicogente*, *9*(16), 35–41.
- Hassinen, M., & Mäyrä, H. (2006). Learning Programming by Programming: a Case Study. In *6th Koli Calling*. <https://doi.org/10.1145/1315803.1315824>
- Hernández Mendoza, S. L., & Duana Avila, D. (2018). Inteligencias Múltiples. *Boletín Científico de Las Ciencias Económico Administrativas Del ICEA*. <https://doi.org/10.29057/icea.v7i13.3518>
- Hoffman, A. F., & Liporace, M. F. (2013). Cuestionario Honey-Alonso de estilos de aprendizaje: Análisis de sus propiedades Psicométricas en Estudiantes Universitarios. *Summa Psicológica UST (En Línea)*, *10*(1), 103–117. Retrieved from [http://pepsic.bvsalud.org/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0719-448x2013000100010&lng=pt&tlng=es](http://pepsic.bvsalud.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0719-448x2013000100010&lng=pt&tlng=es).
- Maureira, F. (2008). Neurociencia y Educación. *Revista de Psicología y Educación*.

- OCDE-PISA. (2013). *Programa para la evaluación internacional de alumnos (PISA) PISA-2012 Resultados. Nota País*. Retrieved from <http://www.oecd.org/pisa/keyfindings/PISA-2012-results-mexico-ESP.pdf>
- OCDE. (2016). Resultados Clave. *Programa Para La Evaluación Internacional de Los Alumnos (PISA) 2015*, 205, 14. Retrieved from <https://www.oecd.org/pisa/PISA-2015-Mexico-ESP.pdf>
- OCED. (2015). Programme for International Student Assessment. Retrieved from [https://www.oecd-ilibrary.org/education/pisa-2015-results-volume-ii\\_9789264267510-en](https://www.oecd-ilibrary.org/education/pisa-2015-results-volume-ii_9789264267510-en)
- Rosselli, M. (2003). Maduración cerebral y desarrollo cognoscitivo. *Revista Latinoamericana de Ciencias Sociales, Niñez y Juventud*.
- SEP. (2011). *Programas de estudio 2011. Guía para el maestro. Educación Básica, cuarto grado*. (1st ed.).
- UNESCO. Organización de las Naciones Unidas para la Educación, Ciencia y Cultura. Cumbre Mundial Sobre la Sociedad de la Información. (2003).
- UNESCO. (2013). Enfoque Estratégico Sobre Tics En Educación En América Latina Y El Caribe. *Enfoque Estratégico Sobre Tics En Educación En América Latina Y El Caribe*, 62. Retrieved from <http://www.unesco.org/new/fileadmin/MULTIMEDIA/FIELD/Santiago/images/ticsesp.pdf>
- UNESCO. (2015). *Rethinking Education. Towards a global common good? UNESCO*.
- Vergara, C. (2017). La teoría de los estilos de aprendizaje de Kolb.

## Capítulo 4 Desarrollo de sistema web como herramienta de aprendizaje para Náhuatl en la variante orizabense

### Chapter 4 Development of the web system as a learning tool for Náhuatl in the Orizabense variant

MIRÓN-CHACÓN, María José†\*, ANGHEVEN-NEGRETE, Jesús Santiago, JUÁREZ-IBÁÑEZ, Julia Aideé y AVENDAÑO-CORTÉS, Isaías

*Instituto Tecnológico Superior de Huatusco*

ID 1<sup>er</sup> Autor: *María José, Mirón-Chacón* / **ORC ID:** 0000-0002-5151-3231, **Researcher ID Thomson:** I-6194-2018, **CVU CONACYT ID:** 904988

ID 1<sup>er</sup> Coautor: *Jesús Santiago, Angheven-Negrete* / **ORC ID:** 0000-0002-9376-6579, **Researcher ID Thomson:** I-6197-2018, **CVU CONACYT ID:** 904991

ID 2<sup>do</sup> Coautor: *Julia Aideé, Juárez-Ibáñez* / **ORC ID:** 0000-0002-0509-0688, **Researcher ID Thomson:** I-6210-2018, **CVU CONACYT ID:** 905002

ID 3<sup>er</sup> Coautor: *Isaías, Avendaño-Cortés* / **ORC ID:** 0000-0002-8873-0600, **Researcher ID Thomson:** I-6223-2018, **CVU CONACYT ID:** 669216

**DOI:** 10.35429/H.2019.1.37.44

M. Mirón, J. Angheven, J. Juárez e I. Avendaño

\*mariajose@itshuatusco.edu.mx

A. Marroquín, J. Olivares, P. Díaz, L. Cruz. (Dir.). Mujeres en la tecnología. Handbooks-©ECORFAN-Mexico, Queretaro, 2019.

## Resumen

Se propone el desarrollo de un sistema web que permita la enseñanza-aprendizaje del náhuatl en su variante Orizabense con la ayuda de elementos visuales y auditivos, para que el usuario pueda adquirir conocimientos básicos sobre el procesamiento del habla, fomentado en la sociedad y principalmente en los jóvenes la preservación de este macro lenguaje, costumbres y tradiciones a través de la inclusión de la tecnología. Para el desarrollo del sitio web se utilizaron PHP, HTML, CSS y MySQL como herramientas básicas para su programación. Como resultado, se logró la implementación del sitio web como soporte de aprendizaje, lo que permite visualizar y escuchar en tiempo real la pronunciación, escritura y significado de palabras y oraciones básicas, que se utilizan comúnmente en conversaciones para la vida cotidiana. Además se agregan diferentes módulos que buscan la interacción con el usuario. Esta plataforma tiene como objetivo promover la preservación y difusión de dialectos y tradiciones entre la población de habla hispana, mediante la inclusión en la tecnología a través de sitios web.

## Náhuatl, Aprendizaje, Web

### Abstract

The development of a web system is proposed, which allows teaching-learning of Nahuatl in its Orizabense variant with the help of visual and auditory elements, so that the user can acquire basic knowledge about speech processing, fostered in society and mainly in young people the preservation of this macro-language, customs and traditions through the inclusion of technology. For the development of the website PHP, HTML, CSS and MySQL were used as basic tools for its programming. As a result, the implementation of the website as a learning support was achieved, which allows to visualize and listen in real time to the pronunciation, writing and meaning of basic words and sentences, which are commonly used in conversations for everyday life. In addition to different modules that seeks interaction with the user. This platform aims to promote the preservation and dissemination of dialects and traditions among the Spanish-speaking population, through inclusion in technology through websites.

## Nahuatl, Learning, Web

### Introducción

México es uno de los países con más lenguas habladas en el mundo con un total de 289 lenguas (FORUM, 2015). En la actualidad las lenguas indígenas están desapareciendo debido a que sus hablantes ya no la usan como sistema de comunicación para aprender, integrarse a la cultura, e interactuar en sociedad. En México hay numerosas familias hablantes del español y pocas del Náhuatl y el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI, 2017) señala que entre la población indígena son menos los niños y jóvenes que dominan un dialecto que los que no lo hablan, por lo que hay un proceso de pérdida de la lengua indígena, es decir, las generaciones mayores no enseñan su lengua materna a las nuevas generaciones.

En el Estado de Veracruz, la Academia Veracruzana de Lenguas Indígenas (AVELI), cataloga las lenguas indígenas veracruzanas y sus variantes lingüísticas. En este sentido, el Náhuatl se registra con cinco variantes: de la Huasteca Veracruzana, de la Sierra de Zongolica, del Sur (Mecayapan), del Sur (Pajapan) y del Sur (Zaragoza) (AVELI, 2015).

Este artículo tiene como objetivo describir el diseño fundamental de una plataforma web para la enseñanza del Náhuatl. Como resultado del análisis de la problemática, se busca diseñar y desarrollar una herramienta de apoyo al aprendizaje y a la mejora de la inteligencia lingüística, debido a que permite visualizar y escuchar en tiempo real la pronunciación, escritura y significado de palabras básicas del Náhuatl.

## Planteamiento del problema

Las lenguas indígenas que prevalecen en México conforman el patrimonio cultural y la construcción del pasado. En nuestro país, 7 millones 382 mil 785 personas de 5 años y más hablan alguna lengua indígena, las más habladas son: Náhuatl, Maya y lenguas Mixtecas (INEGI, 2017a).

Una de las dificultades más grandes que enfrenta el Náhuatl, no es en primer lugar el número de niños que no logren leer, sino que en la práctica se les dificulta comprender muchos de los textos escritos que algunos autores producen. El niño es un sujeto que activamente va construyendo su conocimiento en interacción con su entorno social. Por lo tanto, el padre de familia o maestro que interactúa con él en la construcción social de significados a partir de un texto impreso o sonidos, busca lograr consolidar una serie de capacidades que le permitan alcanzar una comprensión socialmente significativa de aquello que escuche y lea. (Mirón Chacón, Jiménez Hernández, Juárez Ibáñez, & Angheven Negrete, 2017) Sin dejar atrás otros factores como las dificultades para acceder a los servicios de salud o a las instituciones de justicia.

El Instituto Nacional de Estadística y Geografía señala que entre la población indígena son menos los niños y jóvenes que dominan un dialecto que los que no lo hablan, por lo que hay un proceso de pérdida de la lengua indígena, que no es exclusivo de México, ya que más de la mitad de las lenguas en el mundo están moribundas, es decir, las generaciones mayores no están enseñando la lengua indígena a las nuevas generaciones (INEGI, 2017b).

La problemática que se aborda en esta investigación, es realizar una propuesta de diseño y desarrollo de un sistema web que a través del uso de elementos visuales y auditivos incremente el aprendizaje significativo; aplicando en la construcción metodologías evolutivas o incrementales, de tal forma que permitan la incorporación de nuevos módulos y cumplir con los requerimientos de usabilidad, fácil mantenimiento, escalabilidad y flexibilidad.

### **Metodología de desarrollo**

El modelo de prototipos pertenece a los modelos de desarrollo evolutivo. El diseño rápido permite crear una representación de los aspectos del software que serán visibles para el usuario final. Este diseño permite la construcción de un prototipo, el cual es evaluado por el cliente para una retroalimentación. La interacción del usuario con el prototipo permite que se ajuste a las necesidades del cliente; esto permite que el desarrollador entienda mejor sus actividades y objetivos, y el cliente visualice resultados a corto plazo. La metodología de prototipos cuenta con las siguientes etapas (Pressman, 2010):

- Plan rápido: La planeación de lo que consta la plataforma, realiza una revisión de las herramientas o aplicaciones que trabajan de manera similar y estudiar la segmentación o entorno a la que es dirigida la aplicación.
- Modelado, diseño rápido: Se realizan bosquejos de cómo el usuario visualiza el software, selección de colores e imágenes que se determinaron. Esta actividad se realizó mediante maquetas (mockups).
- Construcción del prototipo: Se crea el primer ejemplar que sirve de base para tener una visión general de las funciones y demás detalles de la aplicación.
- Desarrollo, entrega y retroalimentación: Realizar el total desarrollo del software, entregar al usuario una primera versión semi-completa y retroalimentar el software.
- Comunicación: Tener una constante comunicación con el usuario final para detectar inconformidades en funcionamiento y al entregar el desarrollo finalizado, comprobar que se entrega una versión de calidad, lo más optimizada posible.
- Entrega del desarrollo final: Al haber realizado pruebas de funcionalidad a un pequeño grupo de personas para comprobar desempeño y resultados favorables, se entrega el software terminado.

Estos pasos que ofrece el modelo de prototipos, permitirá desarrollar un software con calidad en funcionalidad y con todos los requerimientos que en un principio se determinaron, por este motivo se seleccionó la metodología a seguir para la investigación.

## Desarrollo

Una vez realizado las primeras etapas del modelo de prototipos se procedió con la construcción del primer prototipo, en la cual se incluyeron los siguientes módulos:

- Pantalla principal: Muestra la pantalla principal la cual ayuda al usuario a identificar las alternativas de exploración, las cuales son: Juega y Explora.

**Figura 4.1** Pantalla principal



Fuente: Elaboración Propia

Dentro del módulo Juega existen dos submódulos: “Adivina la palabra” y “Escucha y acierta”.

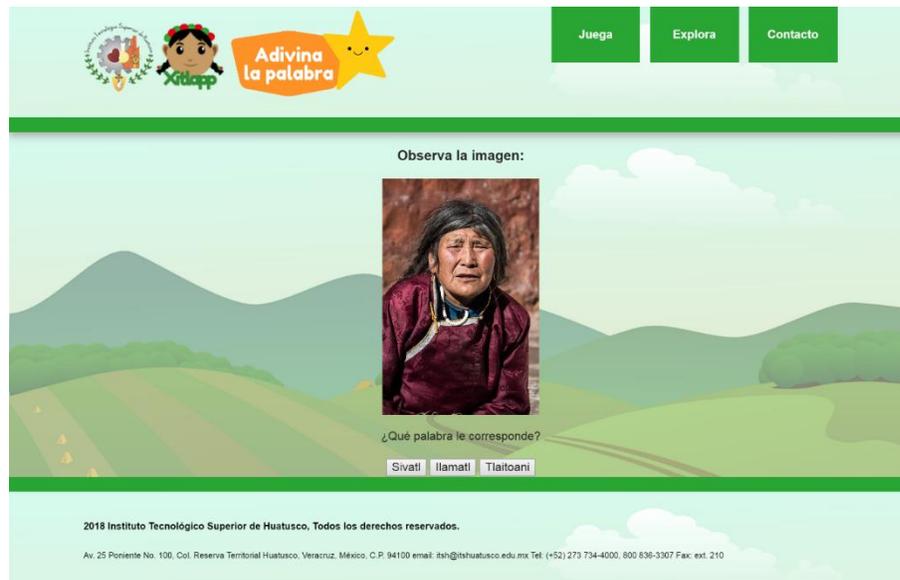
**Figura 4.2** Submódulos del menú Juega



Fuente: Elaboración Propia

- Submódulo Adivina la palabra: Se muestra una imagen que representa el significado de una de las opciones que se dan como respuesta, su principal característica es la capacidad de seleccionar un resultado y seguir respondiendo ejercicios del mismo tipo, permitiendo al usuario reforzar sus conocimientos.

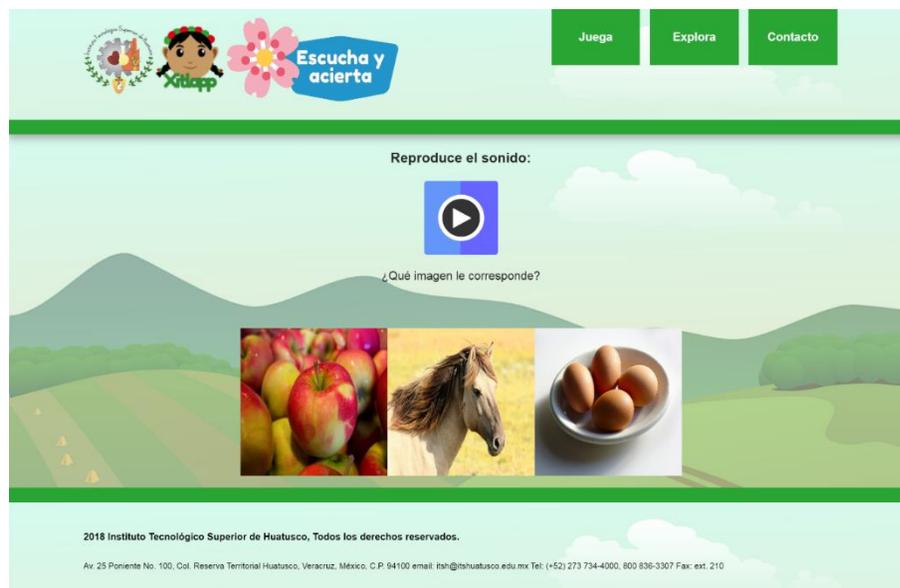
**Figura 4.3** Submódulo Adivina la palabra



Fuente: Elaboración Propia

- Submódulo Escucha y acierta: Muestra un ícono para la reproducción de una pista de audio, que al reproducirse, activa un sonido con la pronunciación de una palabra en Náhuatl, permitiendo al usuario elegir una de las imágenes a la cual corresponda el audio.

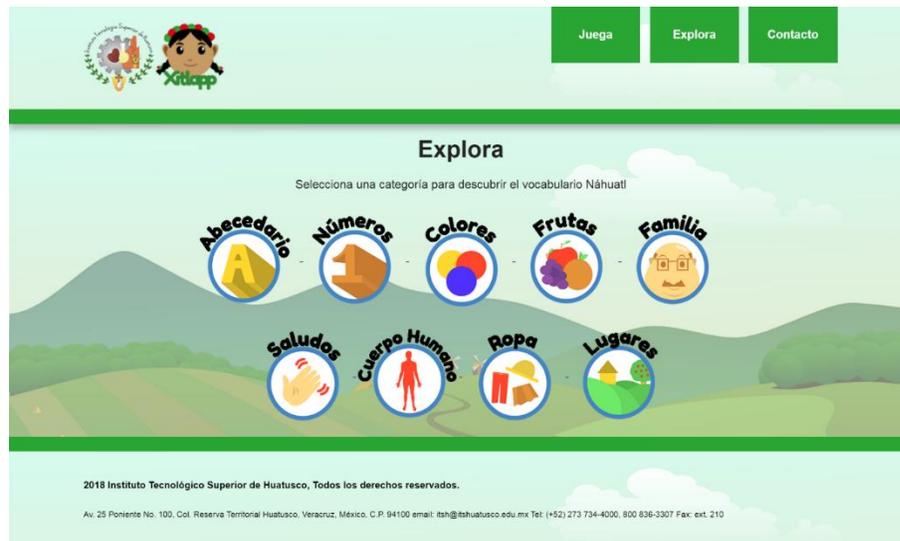
**Figura 4.4** Submódulo Escucha y acierta



Fuente: Elaboración Propia

Dentro del módulo Explora, existen nueve submódulos los cuales son Abecedario, Números, Colores, Frutas, Familia, Saludos, Cuerpo Humano, Ropa y Lugares.

**Figura 4.5** Submódulos de Explora



Fuente: Elaboración Propia

Para el desarrollo de estos submódulos, se consideró como principal característica, la capacidad de seleccionar un elemento y escuchar su pronunciación en Náhuatl, permitiendo que el usuario practique el lenguaje provocando así la expansión de su vocabulario mediante la práctica de escucha y repetición. Cada palabra en la categoría, se incluye escrita en español y náhuatl. (Mirón Chacón, Jiménez Hernández, Juárez Ibáñez, & Angheven Negrete, 2017).

## Resultados

Se realizaron pruebas de usabilidad (Enríquez, 2013) con la técnica pasillo de pruebas de la aplicación para el aprendizaje básico de Náhuatl orizabense por estudiantes en el municipio de Huatusco, Veracruz. Este lugar tiene amplia interacción de sus pobladores con indígenas procedentes de algunas regiones cercanas del estado de Puebla, que vienen al municipio a comercializar sus productos y artesanías para el sustento familiar. Como resultado, de los 20 encuestados sobre el prototipo, el 95 % considera apropiados los gráficos de la aplicación, 90% opinan que al utilizar el prototipo se interesan en continuar utilizando la página web, y 90% dijeron que la interfaz es intuitiva y de fácil manejo.

Con el desarrollo del presente trabajo se obtuvo la primera versión de sistema web, misma que ha servido de guía para poder incursionar en desarrollos de más módulos, además de la integración de las herramientas y bibliotecas, para diseñar, programar y probar nuevas actividades donde los usuarios pueden obtener beneficios en su aprendizaje del Náhuatl, impactando positivamente a la sociedad en general que necesite interactuar con indígenas en ámbitos como el comercio, educación, o atención en juicios orales.

También se lograron conocer las bases del diseño de páginas web y del desarrollo en éstas plataformas, y se tiene como proyección que sirva como base para el diseño de proyectos más sofisticados enfocados a otros sectores de la sociedad, con otros dialectos o lenguas que se encuentren en peligro de desaparecer.

## Agradecimiento

Se agradece ampliamente al Instituto Tecnológico Superior de Huatusco por todo el apoyo brindado durante la elaboración de éste y otros proyectos.

## Conclusiones

Internet, al contrario que la televisión o la prensa, es un medio de difusión al que el indígena se aproxima cada vez más puesto que es una vía para poder construir su identidad y ser vocero de su propia cultura, puesto que se logra tener un gran impacto en diferentes sectores de la sociedad como lo son educativo, turístico, cultural y empresarial por mencionar algunos, es utilizado en diferentes actividades y tareas cotidianas como de entretenimiento, trabajo, educación, etc., pero para ello se apoyan de las diferentes sitios web que se encuentran disponibles. Tal es el caso del sistema presentado en este artículo, el cual permitió conocer las problemáticas que el dialecto Náhuatl presenta en la actualidad, con el objetivo de preservar y fortalecer nuestras raíces para contribuir al aprendizaje de la cultura de México.

El interés inicial de realizar la investigación surgió por la poca información documental disponible en el sitio del Instituto Nacional de Lenguas Indígenas (INALI) de la variante del Náhuatl en la zona central del Estado de Veracruz (INALI, 2017). Basados en esta experiencia, en un futuro se podrán desarrollar más ejercicios que faciliten el aprendizaje del Náhuatl, así mismo la expansión del sistema para el aprendizaje de más dialectos y lenguas.

Como recomendaciones al trabajo realizado se propone integrar tecnologías de almacenamiento en la nube que permitan utilizar servicios de Open Authorization (OAuth) o Firebase de Google. Se propone el desarrollo a mediano plazo de un juguete didáctico que integre el módulo de control de voz para interacción con usuarios. Para la coordinación de las actividades de programación, se propone organizar las tareas en próximos desarrollos bajo la metodología SCRUM (Ramírez, 2019)

## Referencias

- AVELI, A. V. (2015). AVELI. Obtenido de AVELI: <http://www.aveli.gob.mx/lenguas-indigenas-en-veracruz/>
- Forum, W. E. (09 de octubre de 2015). World Economic Forum. Obtenido de World Economic Forum: <https://www.weforum.org/agenda/2015/10/the-countries-with-the-most-spoken-languages/>
- INALI, I. N. (2017). INALI. Obtenido de INALI: <http://alin.inali.gob.mx/xmlui/handle/123456789/241>
- INEGI, 2017a. (02 de 01 de 2017). Cuéntame de México. Obtenido de Cuéntame de México: <http://cuentame.inegi.org.mx/poblacion/lindigena.aspx?tema=P>
- INEGI, 2017b. (14 de 02 de 2017). Cuentame... Población. Obtenido de Cuentame... Población: <http://cuentame.inegi.org.mx/poblacion/lindigena.aspx?tema=P>
- Mirón Chacón, M. J., Jiménez Hernández, D., Juárez Ibáñez, J. A., & Angheven Negrete, J. S. (Septiembre de 2017). Desarrollo de aplicación móvil como herramienta de aprendizaje para Náhuatl en la variante Orizabese. *Revista de Sistemas Computacionales y TIC's*, 7-13.
- Polanco, E. A. (07 de Noviembre de 2016). Eapolanco. Obtenido de Eapolanco: <http://eapolanco.com/nahuatlnaman/>
- Pressman, R. S. (2010). *Ingeniería de software un enfoque práctico*. México: McGRAW-HILL INTERAMERICANA EDITORES, S.A. DE C.V.
- Ramírez, M. R., Soto, M. D. C. S., Moreno, H. B. R., Rojas, E. M., Millán, N. D. C. O., &
- Cisneros, R. F. R. (2019). Metodología SCRUM y desarrollo de Repositorio Digital. *Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologias de Informação*, (E17), 1062-1072.
- SDPNoticias. (07 de Noviembre de 2016). SDPNoticias.com. Obtenido de SDPNoticias.com: <http://www.sdpnoticias.com/tecnologia/2015/05/18/vamos-a-aprender-mixteco-app-que-te-ensena-a-hablar-la-lengua>

Soca, R. (7 de Noviembre de 2016). El castellano.org. Obtenido de El castellano.org: <http://www.elcastellano.org/ns/edicion/2008/abril/nahuatl.html>

Viñas, J. (07 de Noviembre de 2016). E-Consulta.com. Obtenido de E-Consulta.com: <http://www.e-consulta.com/nota/2016-02-26/ciudad/jovenes-poblanos-crean-app-para-aprender-lengua-nahuatl>

Enriquez, J. G. Casas, S. I. (2013). Usabilidad en aplicaciones móviles. ICT-UNPA-62-2013. ISSN: 1852-4516 Obtenido de Revista de Informes Científicos Técnicos UNPA Universidad Nacional de la Patagonia Austral: <http://secyt.unpa.edu.ar/journal/index.php/ICTUNPA/article/view/ICT-UNPA-62-2013/62>

## **Capítulo 5 Universidad e Industria 4.0: El desarrollo de proyectos tecnológicos desde la perspectiva de género**

### **Chapter 5 University and Industry 4.0: The development of technological projects from a gender perspective**

ROMO-GONZALEZ, Ana Eugenia†\* & VILLALOBOS-ALONZO, María de los Ángeles

*Universidad Tecnológica de Jalisco, Mecatrónica área Automatización*

*Universidad Tecnológica de Jalisco, Mantenimiento Industrial*

ID 1<sup>er</sup> Autor: *Ana Eugenia, Romo-Gonzalez* / **ORC ID:** 0000-0002-4653-2593, **CVU CONACYT ID:** 212291

ID 1<sup>er</sup> Coautor: *María de los Ángeles, Villalobos-Alonzo* / **ORC ID:** 0000-0003-3052-8271, **CVU CONACYT ID:** 212718

**DOI:** 10.35429/H.2019.1.1.145

A. Romo & M. Villalobos

\*aromo@utj.edu.mx

A. Marroquín, J. Olivares, P. Díaz, L. Cruz. (Dir.). Mujeres en la tecnología. Handbooks-©ECORFAN-Mexico, Queretaro, 2019.

## Resumen

La conceptualización de Industria 4.0 surgida en Alemania en 2010 como estrategia de alta tecnología ha tenido impacto mundial en el desarrollo de proyectos de base tecnológica, sustentados en pilares como el Internet de las Cosas hasta la simulación de procesos de manufactura. En este sentido, y derivado de los procedimientos denominados estancias o estadías que realizan las áreas vinculación de las universidades con las empresas, se ha asumido al compromiso de formar capital humano especializado que resuelva problemáticas de índole tecnológico en apoyo al sector empresarial y social. Debido a que el conocimiento es el fundamento de la tecnología, su desarrollo requiere experiencia para generar y estructurar ideas empleando la inteligencia y el ingenio, por lo que en estos modelos de sinergia y vinculación, el mecanismo que garantiza la convergencia entre academia e industria se sustenta en el asesor (a) docente como figura central que amalgama a los actores involucrados: los asesores (as) industriales, los estudiantes y, en numerosos casos, a las cámaras, agrupaciones o las diferentes instancias gubernamentales.

Esta estructura de apoyo es imprescindible porque con la contundente inserción de las nuevas tecnologías en un periodo histórico tan corto, además de la brecha digital, han puesto de manifiesto diferentes formas de subjetividad propiciadas por Internet y nuevas exclusiones relacionadas con el género, como la escasa presencia de las mujeres en el registro de patentes, el diseño industrial o de propiedad intelectual, volviendo prioritario establecer cuál es la participación de las académicas en la Industria 4.0 y cuáles son las posibles áreas de oportunidad para lograr revertir esta tendencia. Por lo tanto, describir la contribución de las mujeres en los proyectos de desarrollo realizados a través del esquema de vinculación universidad empresa que se sustentan en los pilares de la Industria 4.0 es el objetivo de esta investigación; el método utilizado durante el proceso tiene un enfoque cuantitativo y el alcance de las variables identificadas se presenta con estadística descriptiva y análisis bi-variado mediante correlación de Spearman.

En el estudio se realiza un análisis documental de 1406 proyectos de nivel Técnico Superior Universitario e Ingeniería de programas educativos tecnológicos, en el que se determina la participación de las alumnas en el desarrollo de proyectos y de las asesoras académicas. Entre los hallazgos significativos encontrados se identifica que en algunos programas educativos los proyectos, en los que son designadas mujeres como asesoras académicas, son de bajo impacto o pueden tener poca relación con los pilares de la Industria 4.0 con lo existen algunos en los que prevalece la disparidad desde la perspectiva de género.

## Universidad e Industria 4.0, Proyectos tecnológicos, Perspectiva de género

### Abstract

The conceptualization of Industry 4.0 emerged in Germany in 2010 as a high-tech strategy has had a global impact on the development of technology-based projects, supported on pillars such as the Internet of Things or the simulation of manufacturing processes. In this sense, and derived from the procedures called industry stays carried out by the areas linking universities with companies, all the actors has assumed the commitment of forming specialized human capital that solves technological problems and support the business and social sector. Because knowledge is the foundation of technology, its development requires experience to generate and structure ideas using the intelligence and ingenuity, so in these models of synergy and linkage, the mechanism that guarantees the convergence between academia and industry is the teacher advisor, as a central figure that amalgamates the actors involved: the advisors (as) industrialists, the students and, in many cases, the chambers, groups or the different governmental instances.

This support structure is essential because with the overwhelming insertion of new technologies in such a short historical period, in addition to the digital divide, they have revealed different forms of subjectivity fostered by the Internet and new exclusions related to gender, such as the scarce presence of women in the patent registration, the industrial design or intellectual property, making it a priority to establish what is the participation of academics in Industry 4.0 and what are the possible areas of opportunity to reverse this trend of segregation.

Therefore, to describe the contribution of women in the development projects carried out through the university business linkage scheme that are based on the pillars of Industry 4.0 is the objective of this research; the method used during the process has a quantitative approach and the scope of the identified variables is presented with descriptive statistics and bi-varied analysis by Spearman correlation.

This study includes a documentary analysis of 1406 projects at the Higher Technical University level and Engineering of technological education programs, in which the participation of the students in the development of projects and the academic advisors is determined. Among the significant findings found, in some educational programs, the projects, in which women are appointed as academic advisors, are of low impact or may have little relation with the pillars of Industry 4.0, therefore in those programs prevails the disparity from a gender perspective.

## **University and Industry 4.0, Technological projects, Gender Perspective**

### **Introducción**

Históricamente, la participación de las mujeres en las áreas científicas, tecnológicas y de innovación ha sido constante pero escasa. En el estudio presentado por González García y Pérez Sedeño (2002) de la Organización de Estados Iberoamericanos para la Educación, la Ciencia y la Cultura (OEI) se hace una revisión histórica, sociológica y pedagógica de la literatura asociada, así como un análisis sobre las razones que han justificado la respuesta de que el desarrollo de estas áreas pertenece a los hombres.

La problemática existente sobre la percepción de que el género está relacionado con la producción del conocimiento científico y tecnológico ha disminuido la participación de las mujeres en la Industria. La baja inclusión de la mujer en los sectores industriales propicia una segmentación de género en el mercado laboral porque confina a las mujeres a espacios de mercado vinculados a labores femeninas, mismas que van acompañadas de desigualdad, tanto en la remuneración como en el reconocimiento social (Arango Gaviria, 2004).

Los resultados del presente estudio son pertinentes porque parte de la gestación de la segmentación y desigualdad laboral desde la perspectiva de género tiene su origen en las Universidades, por lo que el objetivo central que consiste en describir, desde la perspectiva de género, la participación de las mujeres universitarias en el desarrollo de proyectos vinculados a la Industria 4.0 (I40) permite identificar áreas de oportunidad para incorporar a las mujeres a un mayor número de desarrollo enmarcados en los pilares de la I40.

Para describir, desde la perspectiva de género, si la participación de las mujeres tiene una relación significativa en el desarrollo de proyectos tecnológicos en vinculación con la Industria 4.0, en este capítulo se presenta el objetivo central de la investigación a partir del cual se establece el apartado de fundamentos dividido en cuatro secciones: la industria 4.0, su incorporación en la academia, los proyectos tecnológicos y la perspectiva de género.

El apartado de fundamentos permite establecer las variables que se estructuran en la sección de la metodología, en la que también se establece el uso de estadística descriptiva y la necesidad del análisis bi-variado para la comprobación de la hipótesis que se verifica en los resultados y se presentan las conclusiones.

### **Fundamentos**

En este apartado se describen, en primer lugar, las tecnologías relacionadas con la conceptualización de la industria 4.0, ya que son referentes y punto de partida para la categorización de variables y el análisis de los resultados.

En segundo lugar, se determina el impacto que la transversalidad de los pilares de la I40 ha tenido en el área académica y su extensión hacia la industria, misma que se ve reflejada en la formación de capital humano especializado y en el desarrollo de proyectos tecnológicos. Finalmente, es necesario establecer la referencia de la inserción de la Industria 4.0 en la academia desde la perspectiva de género para determinar cuáles son las percepciones sociales construidas en función de las actividades que se han realizado en cada disciplina y la contribución de las mujeres en la industria.

## Industria 4.0

Aunque la conceptualización de la Industria 4.0 (I40) inicia en Alemania con la estrategia de alta tecnología definida en el Plan de acción con visión al año 2020 (Kagermann et al., 2013), la extensión a nivel mundial sobre su aplicación y uso ha permeado en empresas, gobierno, sociedad y academia. El desarrollo de la I40 engloba diversas especializaciones tecnológicas denominadas pilares (Tabla 5.1)

**Tabla 5.1** Pilares de la industria 4.0

Industria 4.0								
Modelos de simulación	Fabricación aditiva	Sistemas de integración	Ciber-seguridad	Realidad aumentada	Computación en la nube	Internet de las Cosas (IoT) Internet Industrial de las Cosas (IIoT)	Análisis de datos masivos	Robots autónomos y colaborativos
								

**Fuente:** Elaboración a partir de la información de Kagermann et al. (2013)

De los nuevos pilares de I40, los Modelos de Simulación surgen porque al emplear datos en tiempo real se puede obtener la representación virtual de componentes físicos, estos componentes pueden ser manipulados sin riesgo o costos por daños. Utilizar componentes virtuales hace que los procesos de experimentación de diversos productos o incluso de procedimientos mismos en los que se modifican la configuración y el diseño de los procesos productivos sea posible (Mourtzis, Doukas y Bernidaki, 2014). Las simulaciones obtenidas pueden ser validadas posteriormente y esto contribuye a la mejora del desempeño operacional en las organizaciones (Cantú-González, García, y Herrera, 2016).

Por su parte, la Fabricación Digital (FD) o Fabricación aditiva, se refiere al conjunto de tecnologías emergentes que permiten materializar productos a través de modelos. Los modelos son prototipados utilizando programas de diseño asistido por computadora (CAD) o de fabricación asistida por computadora (CAM). Los CAD/CAM para 3 dimensiones (3D) también generan archivos digitales que incluyen técnicas, materiales y acabados para la impresión de productos en series cortas (Díaz, 2016).

En cuanto a los Sistemas de Integración se establecen por la necesidad de utilizar tecnología para resolver problemas relacionados con la gestión de materiales, la demanda de la producción y los procesos de gestión de negocios o ERP. Los sistemas actuales permiten gestionar información técnica durante el ciclo de vida de los productos en los que se logra determinar la planeación estratégica de los negocios (Andonegi Martínez, Casadesús y Zamanillo Elguezabal, 2005). También se integran las tecnologías de la I40 horizontal y vertical para crear celulas aisladas y optimizadas que se unen y forman flujos de producción automatizados.

La digitalización de la información origina vulnerabilidad de los sistemas en los que frecuentemente existen datos sensibles, es por ello que la Ciber-Seguridad es indispensable para detener ataques y filtraciones en las redes organizacionales, el objetivo principal es la protección de la información, considerada como uno de los activos intangibles más valiosos en las empresas (ISACA, 2015). En la Realidad Aumentada (RA) se emplean dispositivos que superponen datos a la visión que se tiene de la información física existente, al incrementar la información real con la virtual generada por computadora se pueden predecir fenómenos en disciplinas como la medicina y realizar una síntesis de los elementos reales con los virtuales a través de la integración de imágenes (Caudell, y Mizell, 1992).

Las compañías emplean cómputo en la Nube para aplicaciones de análisis y el intercambio de datos relacionados con las líneas productivas. Este desarrollo sustentado en la tecnología TCP/IP considera integraciones tecnológicas para el procesamiento masivo de datos alta velocidad (Foster, Zhao, Raicu, y Lu, 2008).

Las categorías de los tres tipos de servicio: Infraestructura como servicio (IaaS), plataforma como servicio (PaaS) y software como servicio (SaaS) ha apoyado a las empresas y tiene una alta penetración en el mercado. Aunque la robótica tiene uso y aplicación en la Industria desde hace décadas, las actuales capacidades de autonomía y de colaboración les permiten ajustar comportamientos con base en las tareas a realizar (Perzanowski, Schultz, Adams, Marsh, 1999). Además, la robótica provee distintas interfaces de interacción y comunicación con los operadores que van desde comandos hablados hasta la gesticulación (Sofge et al, 2004). La incorporación de los atributos de movilidad y de navegación les permite realizar desplazamientos que incrementan su autonomía.

La iniciativa World Wide Web (W3) surgió para conectar personas, pero de la presencia generalizada en la red de una variedad de cosas/objetos que a través de conexiones inalámbricas y por cable y esquemas de direccionamiento únicos pueden interactuar y cooperar en sí (Vermesan et al, 2013), ha desarrollado en paradigma del Internet de las Cosas (IoT) que permite la creación de aplicaciones y servicios nuevos. De forma breve, el Internet Industrial de las Cosas (IIoT) suele ser descrito como IoT para la manufactura (Aberle, 2015). Sin embargo, los sectores industriales no se circunscriben a la manufactura sin que se consideran múltiples, desde el control energético, el agua, el transporte o las telecomunicaciones, en donde máquinas, computadoras y personas se interconectan para realizar operaciones de manera inteligente utilizando análisis de datos avanzados que logran resultados transformadores (IIC, 2018).

El análisis de datos masivos (Big Data y Analítica) tiene el potencial para transformar a los gobiernos y a la sociedad, existe un inmenso volumen, variedad y velocidad en la producción de datos que se generan diariamente. La agilidad con que se producen indicadores, imposibles de describir en el pasado, evidencia el poder y la efectividad que puede derivarse de la gran cantidad de información existente. Sin embargo, tiene asociada una complejidad inherente a sus variables, por lo que se requiere de técnicas y tecnologías avanzadas para la gestión y el análisis de la información (TechAmerica Foundation's Federal Big Data Commission, 2012).

### **Incorporación de la Industria 4.0 en la academia**

Los países desarrollados consideran esencial la construcción de estructuras sólidas para procesos científicos y tecnológicos, pero en México, el sector empresarial ve con cierta desconfianza los productos gestados en las áreas de investigación y desarrollo de las Universidades nacionales, por lo que adquieren tecnología extranjera para la operación de la industria (Martuscelli y Waissbluth, 1986) lo que incrementa la dependencia de las empresas, de ahí que resulte prioritario contar con recursos humanos especializados en áreas tecnológicas.

Para lograr la inserción laboral de los profesionistas egresados, las Instituciones de educación pública y privada actualizan la información curricular de su oferta educativa acorde con las tendencias de formación globalizadas, la alineación de los programas académicos con un determinado paradigma dependen de la misión y visión de cada subsistema. Sin embargo, existe una tendencia generalizada sobre la inclusión de contenidos sustentados en los pilares de la I40 con el objetivo de mantener e incrementar su matrícula y eliminar programas que se perciben obsoletos.

Las tecnologías de los pilares de la I40 se insertan transversalmente en programas educativos de las áreas industrial, electrónica, automotriz, aeronáutica, mecatrónica, robótica, automatización y control industrial, tecnologías de la información, de la comunicación y de manufactura, de procesos industriales, de mantenimiento o de química, todo en colaboración con la industria regional, de cámaras, asociaciones o de organismos gubernamentales.

Una de las herramientas que permite establecer la incorporación de contenidos y las modificaciones curriculares a programas educativos se denomina Análisis Situacional de Trabajo (AST), su objetivo consiste en obtener información relevante mediante un equipo de trabajo en el que se incluyen, además de un moderador, expertos académicos en el programa educativo en cuestión e industriales del sector productivo. Conocer los requerimientos de las empresas también permite delimitar y definir funciones de puestos de trabajo,

Para hacer frente a los desafíos internacionales e integrar a los estudiantes al mundo globalizado, a la par de la actualización curricular, las Instituciones educativas requieren aplicar técnicas para determinar los roles de los académicos y el papel de los (las) profesores (as) y de los (as) asesores (as) en estos procesos, los perfiles requeridos y las habilidades necesarias para alcanzar la competitividad y la excelencia educativa.

Las nuevas tecnologías obligan a replantear la función formativa, en una dinámica en la que se aceleran los procesos para lograr ajustarse al cambio a través de programas educativos modulares, de estructuras flexibles y adaptables, las autoridades, directivos, docentes, asesores (as) y educandos transitan en vertiginosos procesos de actualización y estrategias de incorporación tecnológica.

Los rápidos cambios económicos y sociales permean en las estructuras académicas y obligan a realizar transformaciones trascendentales acorde con el panorama educativo mundial (Foro económico mundial, 2015). La industria y la sociedad presionan a las instituciones educativas para incorporar cambio, y ante la pérdida de vigencia de los modelos educativos tradicionales las comunidades educativas innovan y se suman a los cambios.

### **Desarrollo de proyectos tecnológicos**

Junto con las actualizaciones curriculares y la incorporación de la industria 4.0 en el ámbito académico se encuentra el desarrollo de proyectos tecnológicos. La fundación COTEC en el Módulo II, Pautas metodológicas en gestión de la tecnología y de la innovación para empresas (2002, p. 16) establece que la tecnología, además de equipo, instalaciones y software, utiliza “ideas, creatividad, ingenio, intuición, inteligencia y visión”. En el documento también se define que la “tecnología puede ser utilizada en el ámbito interno y puede ser vendida y comprada de formas diversas”.

Para la aplicación del conocimiento y la utilización de la tecnología, las Instituciones emplean múltiples esquemas de desarrollo de habilidades en los estudiantes como retos académicos vinculados con empresas o el emprendimiento. El objetivo de estos esquemas consiste en que los estudiantes complementen su formación profesional mediante la práctica de conocimiento en entornos reales.

Los programas de colaboración y vinculación universitaria con la industria permiten, además de la puesta en práctica de conocimientos en ambientes de trabajo, incrementar la confianza de los estudiantes y desarrollar experiencias afines a su profesión. Sin embargo, estos procesos formativos de extensión del aula requieren acompañamiento tanto industrial y como académico.

Aunado a un amplio bagaje de conocimientos técnicos en área de especialización tecnológica, los (as) asesores (as) académicos deben poseer habilidades que les permitan orientar a los estudiantes durante el desarrollo de proyectos tecnológicos, entre las que destacan las competencias en el área de investigación (Romo y Villalobos, 2016), el liderazgo, espíritu emprendedor y de vinculación con el entorno.

La vinculación con el entorno es necesaria ya que existen diversas modalidades de programas tripartitas de incentivos estudiantiles, por lo que en este contexto, la labor de los (las) asesores (as) académicos se vuelve indispensable porque la guía universitaria contribuye a que los estudiantes, especialmente las mujeres, tengan acceso a las modalidades de apoyos y puedan colaborar, a través de una estructura de ciencia y tecnología vigorosa en sectores industriales, tradicionalmente asociados al género masculino.

### **Perspectiva de género**

Lamas (1996, p. 4) establece que al hablar de las “atribuciones, ideas, representaciones y prescripciones sociales que se construyen tomando como referencia la diferencia sexual” se está hablando de la perspectiva de género. En este sentido, se considera que las desigualdades en las oportunidades laborales entre hombres y mujeres se perciben desde la perspectiva de género.

Desde esta óptica, parece que las diferencias se han acentuado en algunos sectores con la inserción de las nuevas tecnologías, disminuyendo una tendencia histórica de la inserción laboral de las mujeres en la Industria.

Entre las características de los mercados de trabajo en la segunda mitad del siglo XX se encuentra, que en los países desarrollados, hubo un incremento del empleo remunerado en las mujeres a través de la incorporación de este sector social a la población económicamente activa. Además, se presentan incrementos de ramas productivas consideradas femeninas (Castaño, et al., 1999).

Pero en México, durante la década de los 90, la fuerza laboral de las mujeres se centraba en el trabajo doméstico, el de secretariado y de vendedoras ambulantes, estas áreas de trabajo se alineaban con la educación que se le había permitido a la mujer en las décadas previas, enfocada principalmente a técnicas de baja remuneración y de trabajo no calificado.

Sorprende que uno de los primeros esfuerzos de incorporación de las mujeres a los estudios formales sea relativamente reciente ya que se encuentra en el Plan Nacional de Educación 2001-2006 (Secretaría de Educación pública, 2001), pero su aplicación permitió ampliar la incorporación de las mujeres a la educación superior y mejoró los índices educativos porque actualmente de la tasa de alfabetización femenina supera la masculina.

El estudio del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI, 2017) muestra que la tasa de alfabetización femenina pasó del 2000 al 2016 de 96.5 a 99.1 mientras que el masculino fue del 96.9 al 99.0. También se encontró que tanto en las localidades rurales como en las urbanas el porcentaje con rezago educativo ha sido mayor en los hombres, con lo que las aplicaciones de políticas públicas enfocadas a la paridad de género están revirtiendo las tendencias de desatención a grupos vulnerables históricamente representados por las mujeres.

### Metodología a desarrollar

En el proyecto se utiliza un enfoque cuantitativo como el presentado en (Liao, Deschamps, Loures y Ramos, 2017) con alcance descriptivo sobre las variables que surgen de la categoría de Industria 4.0.

Para el análisis exhaustivo de proyectos desarrollados en las empresas por estudiantes con apoyo de asesores (as) académicos (as) se revisan por áreas 13 de los 16 programas educativos con que cuenta la Universidad Tecnológica de Jalisco (UTJ), ocho del nivel Técnico Superior Universitario (TSU) y cinco de su correspondiente continuación de estudios de ingeniería.

El periodo de verificación del desarrollo de proyectos en empresas es de un año y cuatro meses (o 4 cuatrimestres) para cada uno de los Programas Educativos (PE) de los niveles TSU e Ingeniería a partir de septiembre – diciembre del 2017 al 2018 de acuerdo con las tablas 5.2 y 5.3 respectivamente.

**Tabla 5.2** Total de proyectos de nivel TSU por periodo cuatrimestral

Programa Educativo, área	Sep-Dic 2017	Ene-Abr 2018	May-Ago 2018	Sep-Dic 2018	Total PE*
Química, Tecnología Ambiental	13	13	12	12	50
Química, Tecnología Farmacéutica	04	03	02	09	18
Mecatrónica, Automatización	31	35	43	38	147
Procesos Industriales, Plásticos	35	14	30	28	107
Procesos Industriales, Maquinados de precisión	0	02	09	01	12
Tecnologías de la Información y Comunicación, Sistemas de Información	25	22	44	28	119
Mantenimiento, Industrial	39	19	33	44	135
Mantenimiento, Maquinaria Pesada	33	29	50	35	147
Total	180	137	223	195	735

\*PE (Programa Educativo)

Fuente: Elaboración Propia

**Tabla 5.3** Total de proyectos de nivel Ingeniería por periodo cuatrimestral

Programa Educativo	Sep-Dic 2017	Ene-Abr 2018	May-Ago 2018	Sep-Dic 2018	Total PE*
Tecnología Ambiental	06	17	10	27	60
Mecatrónica	41	52	49	60	202
Procesos y Operaciones Industriales	16	21	20	32	89
Tecnologías de la Información y Comunicación Sistemas de Información	33	25	27	26	111
Mantenimiento Industrial	36	59	55	59	209
Total	132	174	161	204	671

\*PE (Programa Educativo)

Fuente: Elaboración Propia

Una vez determinada la cantidad total de proyectos por nivel educativo se identifican las variables de análisis con base en las modificaciones establecidas por la Coordinación General de Universidades Tecnológicas y Politécnicas (CGUTyP) a los programas educativos enmarcados en la categoría de Industria 4.0 (Tabla 5.4).

**Tabla 5.4** Variables para la categoría Industria 4.0

Definición conceptual	Variables
Los modelos de simulación permiten realizar experimentación de productos y procesos en cuanto a configuración y diseño para su posterior validación (Mourtzis, Doukas y Bernidaki, 2014) lo que contribuye a la mejora del desempeño operacional (Cantú-González, García, y Herrera, 2016) ya que el uso de datos en tiempo real posibilita la representación virtual de componentes físicos.	Simulación
“Las Tecnologías de Fabricación Digital (TFD) son un conjunto de tecnologías emergentes que permiten materializar un modelo, prototipo o series cortas directamente de un archivo digital CAD 3D y con una amplia gama de técnicas, materiales y acabados” (Díaz, 2016, p. 119).	Fabricación Aditiva
Engloba la gestión completa de la información técnica a lo largo de todo el ciclo de vida de producto (Andonegi Martínez, Casadesús y Zamanillo Elguezabal, 2005). Se considera como “Un planteamiento estratégico de negocio que aplica un conjunto robusto de soluciones de negocio colaborativas para soportar la creación, gestión, divulgación y uso de la información de producto a lo largo de la empresa extendida, desde el concepto hasta el fin de la vida del producto e integrando personas, procesos, sistemas de negocio e información (CIMData, 2002).	Sistemas de Integración
“Protección de activos de información, a través del tratamiento de amenazas que ponen en riesgo la información que es procesada, almacenada y transportada por los sistemas de información que se encuentran interconectados” (ISACA, 2015).	Ciber-Seguridad
Consiste en un conjunto de dispositivos que añaden información virtual (o avatares) a la información física ya existente, es decir, aumentan la información real con información virtual generada por computadora, realiza una síntesis de los elementos reales y virtuales a través de la integración de imágenes (Caudell, y Mizell, 1992).	Realidad Aumentada
La computación en la nube es un desarrollo de alto nivel basado en TCP/IP e integraciones de tecnologías informáticas tales como microprocesador rápido, gran capacidad de memoria, red de alta velocidad y arquitectura confiable del sistema (Foster, Zhao, Raicu, y Lu, 2008).	Computación en la Nube
La autonomía dinámica le permite a un robot ajustar sus comportamientos en función de la (s) tarea (s) (Perzanowski, Schultz, Adams, Marsh, 1999). El operador humano es capaz de interactuar con el robot de una manera centrada en el ser humano al proporcionarle comandos y gestos verbales para que realice tareas que requieren diferentes niveles de interacción humana (Sofge et al, 2004).	Robots Autónomos y Colaborativos
Internet of Things (IoT) es un concepto y un paradigma que considera la presencia generalizada en el entorno de una variedad de cosas/objetos que a través de conexiones inalámbricas y por cable y esquemas de direccionamiento únicos pueden interactuar entre sí y cooperar con otras cosas/objetos para crear nuevas aplicaciones/servicios y alcanzar objetivos comunes (Vermesan et al, 2013). El Internet industrial es un Internet de las cosas, donde máquinas, computadoras y personas permiten realizar operaciones industriales inteligentes utilizando análisis de datos avanzados para resultados empresariales transformadores (IIC, 2018).	Internet de las Cosas (IoT)  Internet Industrial de las Cosas (IIoT)
"Es un término que describe grandes volúmenes de datos de alta velocidad, complejos y variables que requieren técnicas y tecnologías avanzadas para permitir la captura, almacenamiento, distribución, gestión y análisis de la información". (TechAmerica Foundation's Federal Big Data Commission, 2012, p. 7).	Big Data y Analítica

Fuente: Elaboración Propia

La cuantificación de proyectos se establece a partir de la descripción y establecimiento de las nueve variables (pilares) de la Industria 4.0 cuyo proyecto haya sido dirigido por personal académico del género femenino divididos por los niveles TSU e Ingeniería.

Una vez determinada la variable de Industria 4.0 se consideran las definiciones de proyectos tecnológicos y perspectiva de género, empleadas en los fundamentos de este documento, como segunda y tercer variable para establecer la pregunta central de la investigación y la hipótesis general.

### Pregunta Central

¿Cómo influye el género en el desarrollo de proyectos relacionados con la Industria 4.0?

### Hipótesis

H0: Desde la perspectiva de género la participación de la mujer universitaria tiene una relación significativa en el desarrollo de proyectos tecnológicos vinculados con la Industria 4.0.

### Resultados

La recolección de los datos del estudio descriptivo se llevó a cabo en el periodo de septiembre-diciembre 2017 al 2018 en una Universidad con enfoque Tecnológico, mediante el análisis documental de los proyectos relacionados con la industria 4.0 producidos por estudiantes de TSU e Ingeniarías con la orientación de asesoras académica, en la vitrina técnica Tabla 5.5 se describe a detalle el objeto, sujetos y método de estudio:

**Tabla 5.5** Vitrina Técnica del Estudio

<b>Ficha técnica del estudio descriptivo</b>	
Población de la investigación	Estudiantes de TSU e Ingeniería y Asesores académicos
Ámbito geográfico	Jalisco
Sector de actividad	Educación, Programas educativos; TSU - Química área Tecnología Farmacéutica TSU - Química área Tecnología Ambiental TSU - Procesos Industriales área Plásticos TSU - Procesos Industriales área Maquinados de Precisión TSU - Mecatrónica área Automatización TSU - Tecnologías de la Información y Comunicación área Sistemas Informáticos TSU - Mantenimiento área Maquinaria Pesada TSU - Mantenimiento área Industrial ING - Tecnología Ambiental ING - Procesos y Operaciones Industriales ING - Mecatrónica ING - Tecnologías de la Información y Comunicación ING - Mantenimiento Industrial
Método de obtención de información	Investigación documental
Procedimiento de recolección de datos	Análisis de proyectos tecnológicos vinculados a la Industria 4.0
Tamaño de la muestra	Estratificada, 1, 406 Estudiantes de TSU e Ingeniería y 95 Asesores académicos
Periodo de trabajo	Enero-Marzo 2019

Fuente: Elaboración Propia

Para el tratamiento de los datos se emplearon la estadística descriptiva y el análisis bivariado (correlación Spearman).

### Análisis descriptivo de los proyectos tecnológicos Industria 4.0 y el género femenino

A partir de la investigación documental de los 1,406 proyectos y los asesores que participaron en guiar las tesinas, se realiza el estudio descriptivo que se detalla a continuación:

Los estudiantes del género femenino en programas de Ingeniería y Tecnología, en ambos niveles, alcanza un 14%, lo que representa una intervención 6 veces menor con relación al género masculino con un 86% (Tabla 5.6).

**Tabla 5.6** Estudiantes por género en los Programas Educativos

Programa Educativo	Estudiantes		Total
	Femenino	Masculino	
TSU - Química área Tecnología Farmacéutica	13	5	18
TSU - Química área Tecnología Ambiental	32	18	50
TSU - Procesos Industriales área Plásticos	30	77	107
TSU - Procesos Industriales área Maquinados de Precisión	2	10	12
TSU - Mecatrónica área Automatización	8	139	147
TSU - Tecnologías de la Información y Comunicación área Sistemas Informáticos	18	101	119
TSU - Mantenimiento área Maquinaria Pesada	3	144	147
TSU - Mantenimiento área Industrial	2	133	135
ING - Tecnología Ambiental	34	26	60
ING - Procesos y Operaciones Industriales	21	68	89
ING - Mecatrónica	9	193	202
ING - Tecnologías de la Información y Comunicación	16	95	111
ING - Mantenimiento Industrial	7	202	209
<b>Total</b>	<b>195</b>	<b>1211</b>	<b>1406</b>
<b>Porcentaje</b>	<b>14%</b>	<b>86%</b>	<b>100%</b>

Fuente: Elaboración Propia

Es interesante destacar que la concentración de estudiantes del género femenino por PE se sitúa en TSU e Ingeniería en Tecnología Ambiental, TSU Procesos industriales área Plásticos e ING Procesos y Operaciones Industriales, por último, TSU e ING Tecnologías de la Información y Comunicación, en conjunto representan el 77.5% de la muestra.

Por otro lado, la muestra arroja 95 asesores que distribuidos en los PE de TSU e Ingeniería, solo el 25% son asesoras de proyectos, por lo tanto, los mentores por programa educativo presentan una disparidad de género, excepto en División Tecnología Ambiental y Farmacéutica donde el 57% son asesoras como se muestra en la Tabla 5.7:

**Tabla 5.7** Asesores de proyectos por género en los Programas Educativos

Programa Educativo	Femenino	Masculino
	%	%
División Tecnología Ambiental y Farmacéutica	TSU - Química área Tecnología Ambiental	43
	TSU - Química área Tecnología Farmacéutica	57
	ING - Tecnología Ambiental	
División Procesos Industriales	TSU - Procesos Industriales área Plásticos	80
	TSU - Procesos Industriales área Maquinados de Precisión	20
	ING - Procesos y Operaciones Industriales	0
División Mecatrónica	TSU - Mecatrónica área Automatización	78
	ING - Mecatrónica	22
División Tecnologías de la Información y Comunicación	TSU - Tecnologías de la Información y Comunicación área Sistemas Informáticos	63
	ING - Tecnologías de la Información y Comunicación	37
División Electromecánica Industrial	TSU - Mantenimiento área Maquinaria Pesada	71
	TSU - Mantenimiento área Industrial	29
	ING - Mantenimiento Industrial	21
Total (N=95)		75%
		25%

Fuente: Elaboración Propia

De los 1,406 proyectos tecnológicos realizados en el periodo 2017-2018, 442 que representa el 31.43% de los trabajos fueron dirigidos por el 25% de las asesoras académicas de cada PE (Tabla 5.8):

**Tabla 5.8** Proyectos dirigidos por el género femenino en los Programas Educativos.

	Programa Educativo	Asesoras	Proyectos	Total
División Tecnología Ambiental y Farmacéutica	TSU - Química área Tecnología Ambiental	4	41	75
	TSU - Química área Tecnología Farmacéutica		8	
	ING - Tecnología Ambiental		26	
División Procesos Industriales	TSU - Procesos Industriales área Plásticos	1	40	40
	TSU - Procesos Industriales área Maquinados de Precisión	0	0	0
	ING - Procesos y Operaciones Industriales	2	10	10
División Mecatrónica	TSU - Mecatrónica área Automatización	4	35	99
	ING - Mecatrónica		64	
División Tecnologías de la Información y Comunicación	TSU - Tecnologías de la Información y Comunicación área Sistemas Informáticos	3	43	75
	ING - Tecnologías de la Información y Comunicación	2	32	
División Electromecánica Industrial	TSU - Mantenimiento área Maquinaria Pesada	2	37	37
	TSU - Mantenimiento área Industrial	6	43	106
	ING - Mantenimiento Industrial		63	
Total (N=95)		24		
Total (N=1,406)			442	

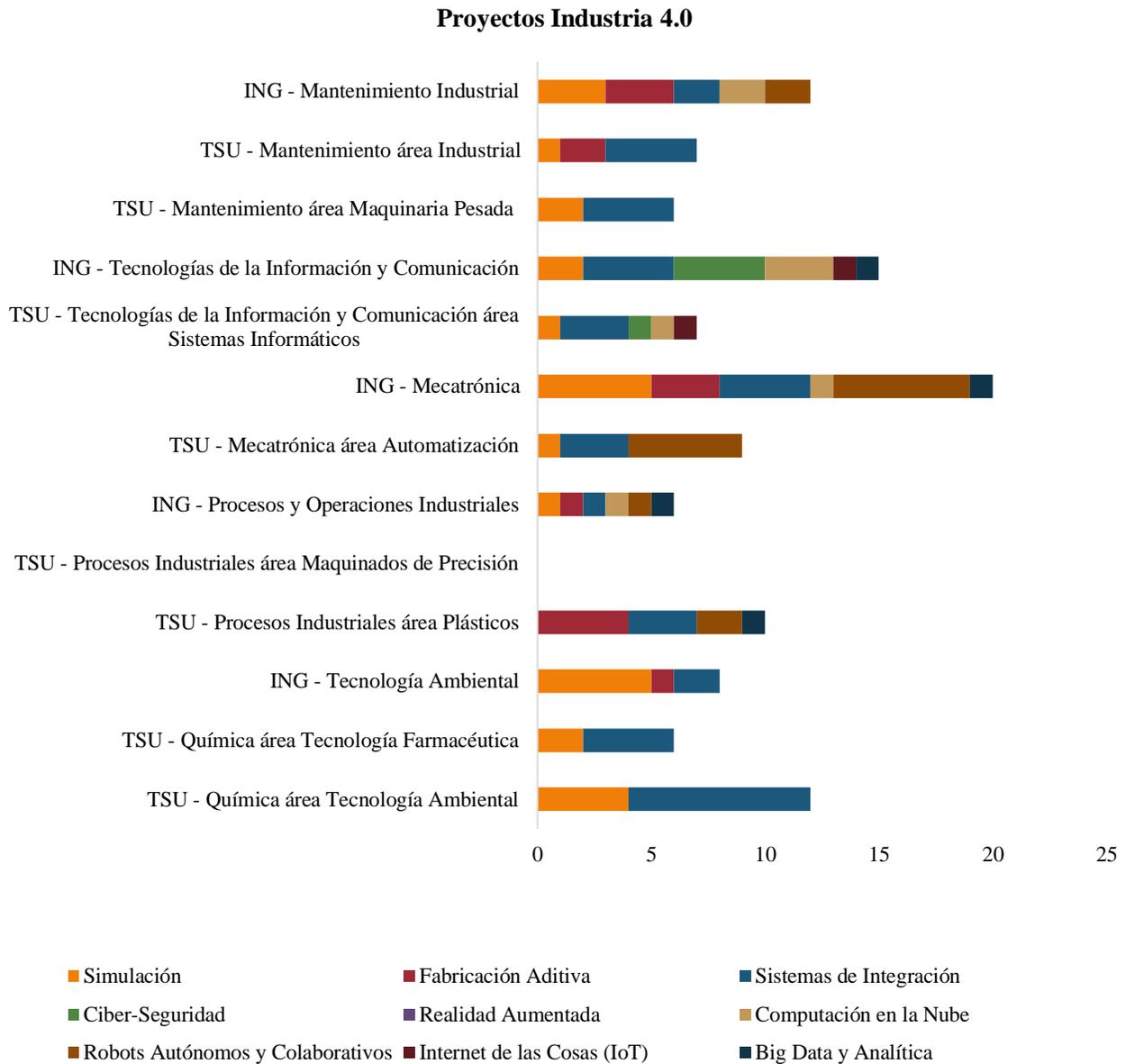
Fuente: Elaboración Propia

En las divisiones de Tecnología Ambiental y Farmacéutica, Mecatrónica y Electromecánica Industrial, las asesoras académicas participan en la dirección de proyectos tecnológicos, tanto en TSU como en Ingeniería. En el PE TSU - Procesos Industriales área Maquinados de Precisión, se vislumbra cero aportaciones del género femenino.

En cuanto al análisis de la correspondencia entre los proyectos afines y la Industria 4.0 y su vinculación Universidad y sector empresarial (Gráfico 5.1), se observa una tendencia positiva leve, resultado de la reingeniería de los planes de estudios en el 2017, que se enfocan en el perfeccionamiento de habilidades blandas y tecnológicas en los egresados(as).

Si bien, por parte de las Universidades, aún falta por cubrir en su totalidad los pilares que integran la Industria 4.0, en este momento se identifica como se incrementa esta directriz internacional (Gráfico 5.1), con el aporte del género femenino (estudiantes y asesora académica)

**Gráfico 5.1** Proyectos tecnológicos enlazados con la Industria 4.0. y asesoras académicas



Fuente: Elaboración Propia

En aras de proporcionar información más detallada, se analizarán los resultados por división académica (Gráfico 5.1):

En Tecnología Ambiental y Farmacéutica la propensión se centra en la simulación, sistemas de integración y fabricación aditiva enfocada a ecología industrial, digitalización de residuos y la producción de piezas de recambio, utilizando la impresión en 3D. Con un total de 75 proyectos guiados por asesoras académicas, sólo el 45% de los mismos se relacionan con la Industria 4.0. El 44.4% fueron hechos por estudiantes femeninas.

En la División Procesos Industriales el 28.33% de 50 proyectos tecnológicos, pertenecen a la Industria 4.0 se orientaron al seguimiento y automatización de los procesos productivos, rastreo exacto del diseño, fabricación de piezas e información individualizada de procesos productivos en la nube y bases datos para el análisis de los datos de los diferentes sistemas de fabricación. Los pilares de la Industria 4.0 en los proyectos de esta división se encuentra la simulación, fabricación aditiva, sistemas de integración, computación en la nube, robots autónomos y colaborativos y Big Data, de los cuales, en el 20% participaron estudiantes femeninas. El 32% de los 99 proyectos de la División de Mecatrónica resuelven necesidades de simulación, fabricación aditiva, sistemas de integración, computación en la nube, robots autónomos y colaborativos, y Big Data. El 10.5% de los proyectos fueron desarrollados por estudiantes femeninas proponiendo alternativas de solución en los procesos productivos y virtualización de los mismos, para realizar análisis inteligente de escenario en el sector industrial de influencia

La División Tecnologías de la Información y Comunicación tiene una aportación de estudiantes femeninas del 24% al implementar proyectos de simulación de desarrollo de software, APP's, bases de datos para negocios inteligente y detección de necesidades de consumidores en comercio electrónico (*e-commerce*), encriptación de datos y simulación y personalización de procesos de producción o nuevos productos.

Por último, Electromecánica Industrial la propensión de contribución se mantiene en los procesos de simulación, fabricación aditiva, sistemas de integración, computación en la nube y robótica colaborativa, con un 17% de 143 proyectos alineados a la Industria 4.0, de los cuales fueron atendidos por el 14% de estudiantes femeninas.

Un área de oportunidad para la Universidad es la inclusión de proyectos en el pilar de la Industria 4.0 Realidad Aumenta, es un área con nula injerencia. La importancia del desarrollo de este tipo de proyectos consiste en que contribuye a mejorar la sociedad al acercar a las personas a esta tecnología por medio del uso cotidiano de dispositivos inteligentes, y al buscar cambiar con consciencia la forma en que las personas interactúan con el mundo digital (Tecnología para todos), a través de contenidos computarizados y en 3D.

Esta tecnología aplicada como producto final es valiosa, aún más el desarrollo e implementación de ella, ya que se despliega un proceso de trabajo exploratorio y de investigación de los fenómenos del mundo real para enlazarlo con el mundo virtual, por tal, el reto de la Universidad Tecnológica de Jalisco está en idear soluciones innovadoras e impactar positivamente en distintos sectores sociales e industriales como; educación, medicina, arquitectura, turismo, finanzas, publicidad, marketing, entretenimiento, mecánica, agricultura, deporte, robótica e investigación.

### Comprobación de la Hipótesis

El tratamiento para la comprobación de la hipótesis del estudio, se realiza mediante el análisis de correlaciones de Spearman (rs) para indagar las relaciones estadísticamente significativas entre las variables.

Los valores arrojados de este análisis serán interpretados de acuerdo con la clasificación de Leech, (2005), Morgan, (2004) y Kotrilik, (2003): Alto .050 a .070, Moderado .30 a .50 y débil .10 a .30. Se presenta el análisis de correlación bivariada de las hipótesis del estudio (Tabla 5.9):

**Tabla 5.9** Comprobación de la hipótesis

<b>H0: Desde la perspectiva de género la participación de la mujer universitaria tiene una relación significativa en el desarrollo de proyectos tecnológicos vinculados con la Industria 4.0.</b>				
Variables	Simulación	Fabricación Aditiva	Sistemas de Integración	Ciber-Seguridad
Género Femenino	,336**	,435**	,513**	,808**
Realidad Aumentada	Computación en la Nube	Robots Autónomos y Colaborativos	Internet de las Cosas (IoT)	Big Data y Analítica
-,674**	-,802**	,466**	,766**	1,000
**. La correlación es significativa en el nivel 0,01 (2 colas). *. La correlación es significativa en el nivel 0,05 (2 colas). N por lista = 95				

Fuente: Elaboración Propia

Se presenta una relación estadísticamente positiva y significativa  $rs = >.30$  moderado entre las variables de perspectiva de género y el desarrollo de proyectos vinculados con la industria 4.0

La participación del género femenino se vuelve trascendente y vital en las áreas de ingeniería y tecnología, se requiere de acciones complejas, entre ellas seguir aprovechando el rol de liderazgo tecnológico de las mujeres, promoviendo espacios de gestión del conocimiento y programas de participación en la ciencia.

Aunque actualmente las mujeres participan en diversos roles que en épocas pasadas eran inimaginables o poco probables ya que eran exclusivos del género masculino, pasando de una participación estrictamente en el entorno familiar a roles en el ámbito público y privado esto es gracias al acceso progresivo a la educación formal.

En una era de grandes avances tecnológicos y poca evolución en la percepción social de la mujer, se observa que la realidad de la mujer es diferente dependiendo del lugar geográfico en el que viva, integrándolas o no, en mayor o menor medida, dependiendo de la estructura socio-cultural y política de cada país. Marcando una diferencia la situación de la mujer en países desarrollados, donde su participación es más abierta y reconocida en la investigación, ciencia, educación, política, deporte y en el activismo social, que en países en vías de desarrollo donde se enfrentan a situaciones de mayor discriminación.

De acuerdo con Guterres, (2018) Secretario General de las Naciones Unidas, “la discriminación sistemática significa que las mujeres ocupan menos del 30% de los puestos de investigación y desarrollo en todo el mundo, 20% de los cargos de liderazgo en industrias tecnológicas y 3% de los premios Nobel entregados”.

La participación del género femenino se vuelve trascendente y vital en las áreas de ingeniería y tecnología, se requiere de acciones complejas, entre ellas seguir aprovechando el rol de liderazgo tecnológico de las mujeres, promoviendo espacios de gestión del conocimiento y programas de participación en la ciencia.

## Conclusiones

Los resultados alcanzados se encuentran alineados con las tendencias mundiales del incremento de las mujeres en la Industria, específicamente en el desarrollo de proyectos relacionados con los pilares de la I40, la participación de las mujeres académicas se ha intensificado ligeramente como se demostró durante la validación de la hipótesis al encontrarse con una relación estadística positiva en el rango de moderada.

Revertir los indicadores de baja participación en proyectos relacionados con la simulación de procesos, la realidad aumentada y la computación en la nube, es el reto académico y requiere del planteamiento de estrategias de fortalecimiento y apoyo en estas disciplinas con el objetivo de alcanzar la equidad de género en especialidades tradicionalmente consideradas fuera de los ámbitos laborales femeninos.

Es indispensable fomentar la preparación de las asesoras académicas y las alumnas porque se identifica que la educación es el factor de éxito para la incorporación de las mujeres en las empresas.

## Referencias

- Arango Gaviria, L. G. (2004). Mujeres, trabajo y tecnología en tiempos globalizados. *Cuadernos del CES*, (5), 3-20.
- Andonegi Martínez, J. M., Casadesús Fa, M., & Zamanillo Elguezabal, I. (2005). Evolución Histórica de los Sistemas ERP: de la gestión de materiales a la empresa digital.
- Aberle, L., (2015). A Comprehensive Guide to Enterprise IoT Project Success, IoT Agenda. Recuperado de: <http://internetofthingsagenda.techtarget.com/essentialguide/A-comprehensive-guide-to-enterprise-IoT-project-success>
- Buisán, M., & Valdés, F. (2017). La industria conectada 4.0. *ICE, Revista de Economía*, (898).
- Cantú-González, J. R., García, M. D. C. G., & Herrera, J. L. B. (2016). Simulación de procesos, una perspectiva en pro del desempeño operacional. *Revista Iberoamericana de Producción Académica y Gestión Educativa*, 3(5).

- Caudell, T. P., & Mizell, D. W. (1992, January). Augmented reality: An application of heads-up display technology to manual manufacturing processes. In *Proceedings of the twenty-fifth Hawaii international conference on system sciences* (Vol. 2, pp. 659-669). IEEE.
- Castaño, C., Iglesias, C., Mañas, E., & Sánchez-Herrero, M. (1999). Diferencia o discriminación. La situación de las mujeres españolas en el mercado de trabajo y el impacto de las tecnologías de la información. *Colección Estudios, Consejo Económico y Social*.
- CIMdata. (2002). Product lifecycle management “Empowering the future of business”, Ann Arbor, MI. <http://www.cimdata.com>
- Cotec, F. (1999). Pautas metodológicas en gestión de la tecnología y de la innovación para empresas. *Módulo II: Gestión de Interfaces. Madrid: Fundación COTEC*.
- Díaz, D. T. (2016). Tecnologías de Fabricación Digital Aditiva, ventajas para la construcción de modelos, prototipos y series cortas en el proceso de diseño de productos. *Iconofacto*, 12(18), 118-143.
- Foro económico mundial (2015). New Vision for Education Unlocking the Potential of Technology. Recuperado de <http://widgets.weforum.org/nve-2015/>
- Foster, I., Zhao, Y., Raicu, I., & Lu, S. (2008). Cloud computing and grid computing 360-degree compared. *arXiv preprint arXiv:0901.0131*.
- González García, M. I. & Pérez Sedeño, E. P. (2002). Ciencia, tecnología y género. *Revista Iberoamericana de Ciencia, Tecnología, Sociedad e Innovación*, 2.
- Guterres, A. (2018). Centro de Información de la ONU. Antes del Día Internacional de la Mujer y la Niña en la Ciencia, la ONU pide romper con los estereotipos. (Documento web). Consultado el 06 de agosto de 2019. Recuperado de: <http://www.onunoticias.mx/del-dia-internacional-la-mujer-la-nina-la-ciencia-la-onu-pide-romper-los-estereotipos/>
- INEGI, (2017). Mujeres y hombres en México 2017. Instituto Nacional de Estadística y Geografía. Recuperado de: [http://cedoc.inmujeres.gob.mx/documentos\\_download/MHM\\_2017.pdf](http://cedoc.inmujeres.gob.mx/documentos_download/MHM_2017.pdf)
- Industrial Internet Consortium, (IIC, 2018). What Is the Industrial Internet? [online], Recuperado de: <https://www.iiconsortium.org/about-industrial-internet.ht>.
- ISACA. (2015). Cybersecurity Fundamentals. Rolling Meadows: ISACA. Recuperado de: <https://www.isaca.org/pages/default.aspx>
- Kagermann, H., Helbig, J., Hellinger, A., & Wahlster, W. (2013). *Recommendations for implementing the strategic initiative INDUSTRIE 4.0: Securing the future of German manufacturing industry; final report of the Industrie 4.0 Working Group*. Forschungsunion.
- Lamas, M. (1996). La perspectiva de género. *Revista de Educación y Cultura de la sección*, 47, 216-229.
- Liao, Y., Deschamps, F., Loures, E. D. F. R., & Ramos, L. F. P. (2017). Past, present and future of Industry 4.0-a systematic literature review and research agenda proposal. *International journal of production research*, 55(12), 3609-3629.
- Martuscelli, J., & WAISSBLUTH, M. (1986). Las universidades y el desarrollo tecnológico del país. *Revista de la Educación Superior*, (2), 58.
- Mourtzis, D., Doukas, M., & Bernidaki, D. (2014). Simulation in Manufacturing: Review and Challenges. *Procedia CIRP* 25 2014 – “Disruptive Innovation in Manufacturing Engineering towards the 4th Industrial Revolution” (págs. 213 – 229). ND: Elsevier B.V. This is an open access article under the CC BY-NC-ND license.

Perzanowski, D., A. Schultz, W. Adams, and E. Marsh, (1999). "Goal Tracking in a Natural Language Interface: Towards Achieving Adjustable Autonomy," In Proceedings 1999 IEEE International Symposium on Computational Intelligence in Robotics and Automation, Monterey, CA.

Romo, A., Villalobos, Á., (2016). Clusters Knowledge Management Model for Scientific and Technological Production. *IOSR Journal of Business and Management (IOSR-JBM)* e-ISSN: 2278-487X, p-ISSN: 2319-7668. Volume 18, Issue 10. Ver. III (October. 2016), PP 114-124

Secretaria de Educación pública- (2001). Programa Nacional de Educación 2001-2006. México: SEP.

Sofge, D., Trafton, J. G., Cassimatis, N., Perzanowski, D., Bugajska, M., Adams, W., & Schultz, A. (2004, March). Human-robot collaboration and cognition with an autonomous mobile robot. In *Proceedings of the 8th Conference on Intelligent Autonomous Systems (IAS-8)* (pp. 80-87).

TechAmerica Foundation's Federal Big Data Commission, (2012). *Demystifying big data: A practical guide to transforming the business of Government*. Recuperado de: [https://bigdatawg.nist.gov/\\_uploadfiles/M0068\\_v1\\_3903747095.pdf](https://bigdatawg.nist.gov/_uploadfiles/M0068_v1_3903747095.pdf)

Vermesan, O., Friess, P., Guillemin, P., Sundmaeker, H., Eisenhauer, M., Moessner, K., & Cousin, P. (2013). Internet of things strategic research and innovation agenda. *River Publishers Series in Communications*, 7.

## Capítulo 6 GUÍAME: Prototipo de herramienta para la asistencia en el desplazamiento de personas con discapacidad visual

### Chapter 6 GUÍAME: Prototype tool for assistance in the displacement of people with visual disabilities

ALTAMIRANO-CABRERA, Marisol†\*, MORALES-HERNÁNDEZ, Maricela, TORAL-ENRÍQUEZ, Fernando y ANTONIO-JIMÉNEZ, Sadrac

*Instituto Tecnológico de Oaxaca / Tecnológico Nacional de México*

*Instituto Tecnológico de Tlaxiaco / Tecnológico Nacional de México*

ID 1<sup>er</sup> Autor: *Marisol, Altamirano-Cabrera* / **ORC ID:** 0000-0001-5800-9655, **CVU CONACYT ID:** 657390

ID 1<sup>er</sup> Coautor: *Maricela, Morales-Hernández* / **ORC ID:** 0000-0002-3521-2041, **CVU CONACYT ID:** 731036

ID 2<sup>do</sup> Coautor: *Fernando, Toral-Enríquez* / **ORC ID:** 0000-0002-5144-8839, **CVU CONACYT ID:** IT18C169

ID 3<sup>er</sup> Coautor: *Sadrac, Antonio-Jiménez* / **ORC ID:** 0000-0001-9299-6674, **CVU CONACYT ID:** IT17B751

**DOI:** 10.35429/H.2019.1.61.74

M. Altamirano, M. Morales, F. Toral y S. Antonio

\*marisol\_altamirano@hotmail.com

A. Marroquín, J. Olivares, P. Díaz, L. Cruz. (Dir.). Mujeres en la tecnología. Handbooks-©ECORFAN-Mexico, Queretaro, 2019.

## Resumen

La innovación tecnológica juega un papel muy importante en el desarrollo de la sociedad porque con ella se resuelven muchos de los problemas sociales que actualmente afectan a la humanidad. Según el INEGI en 2017 en el estado de Oaxaca hay 3,967,889 personas, de las cuales 2.3% sufren de discapacidad visual, en la capital del estado de Oaxaca hay 1,368 personas con esta discapacidad. Desafortunadamente, como en la mayoría del país, no existe una visión ni los recursos para planificar una infraestructura "INCLUSIVA" para los discapacitados, como se establece en la Ley General para la Inclusión de las Personas con Discapacidad, instalando equipos especializados que integran y promueven lo indiscriminado. convivencia y sin límites (pocas posibilidades de movimiento) que afectan principalmente su desarrollo como individuo por dependencia de una persona, bastón o guía. No hay registros de menores que se vayan sin compañía a la calle y en adultos solo el 20% (INEGI, 2017) realiza alguna diligencia, esto por temor a desorientarse. Por lo tanto, se ha desarrollado una herramienta de apoyo inclusiva para personas con discapacidad visual llamada "Guíame"; con la intención de ayudar a mejorar las condiciones de bienestar (calidad de vida) a nivel físico (salud), psicológico y social. Este dispositivo detecta y reconoce objetos frente al usuario por medio de visión artificial y previene de forma auditiva para que el usuario decida detenerlo y / o evitarlo. Y con una conexión a Internet, podrá guiarse libremente de un lugar a otro por las calles de la ciudad de Oaxaca con un mapa interactivo. Actualmente en México no existe un sistema capaz de ayudar a las personas con esta discapacidad, como lo hace "Guíame".

## Discapacidad, Inteligencia Artificial, Herramienta inclusiva

### Abstract

Technological innovation plays a very important role in the development of society because with it, many of the social problems that currently afflict humanity are being solved. According to the INEGI in 2017 in the State of Oaxaca there are 3,967,889 people, of whom 2.3% suffer from visual disability, in the capital of the State of Oaxaca there are 1,368 people with this disability. Unfortunately, as in most of the country, there is no vision, nor the resources to plan "INCLUSIVE" infrastructure for the disabled as set out in the General Law for the Inclusion of People with Disabilities, installing specialized equipment that integrates and promotes the indiscriminate coexistence and without limits (few possibilities to move) affecting mainly their development as an individual by dependence on a person, cane or guide. There are no records of minors leaving without company on the street and in adults is only 20% (INEGI, 2017) to perform some diligence, this for fear of being disoriented. Therefore, an inclusive support tool for people with visual impairment called "Guíame" has been developed; with the intention of helping to improve the conditions of well-being (quality of life) on a physical (health), psychological and social level. This device detects and recognizes objects in front of the user by means of artificial vision and prevents in an auditory way so that the user decides to stop and / or avoid it. And with an Internet connection, you will be able to guide you from one place to another freely through the streets of the City of Oaxaca with an interactive map. Currently in Mexico there is no system capable of helping people with this disability, as "Guíame" does.

## Disability, Artificial intelligence, Inclusive tool

### Introducción

En México no existe ningún sistema capaz de ayudar a las personas con esta discapacidad. "Guíame" como herramienta en el proceso de adaptación de las personas que viven con una discapacidad visual está pensado no solamente para detectar un obstáculo frente al usuario emitiendo un sonido para que este se percate de ello y decida entonces detenerse y/o evitarlo. El dispositivo se configura con tres modalidades: Detección, Reconocimiento y Guía y encargará de detectar el obstáculo sin importar la visibilidad del usuario, de identificarlo y hacérselo saber a través de un audio para prevenirlo y que tome una decisión más consciente. Además de ser capaz de guiarse de un lugar a otro, a través de un mapa interactivo; contribuirá a mejorar las posibilidades de un desarrollo más libre en el ámbito profesional del individuo, brindándole un apoyo para que pueda desplazarse de un lugar a otro, logrando tener una participación más notoria dentro de la sociedad, y que tanto sus facultades personales como sociales se vean beneficiadas.

El uso de “Guíame” sirve de soporte para que los individuos sean más independientes en el desarrollo de sus actividades cotidianas y también de esta forma indirectamente apoya a las familias de las personas con discapacidad visual. En la construcción del prototipo han intervenido diferentes actores: desde padres de familia, diseñadores electrónicos, personas con discapacidad como asesores y programadores de software con la finalidad de tener una visión amplia y el seguimiento correcto al ser una herramienta incluyente.

Esta propuesta siguiendo la metodología orientada a prototipos para su construcción fue elaborada usando al principio placas y sensores de venta comercial como arduinos, raspberry Pi y módulos GPS; que cuentan con los requerimientos necesarios y que al integrarse, generan la información necesaria para su finalidad. En posteriores etapas el componente se rediseña de acuerdo a los comentarios hechos por los usuarios con nuevos requerimientos funcionales que demandaron proponer un diseño propio (subsecuentes prototipos).

## Marco teórico

### Discapacidad

La clasificación internacional del funcionamiento de la discapacidad y de la salud (CIF) que funge como marco conceptual de la OMS define la discapacidad como un término genérico que abarca deficiencias, limitaciones de la actividad y restricciones a la participación. (CIF, 2001).

### Discapacidad Visual

El sistema visual abarca tres partes inseparables: los órganos periféricos (los ojos con sus órganos auxiliares), el nervio óptico y el centro visual en el córtex cerebral. La visión sólo funciona cuando estas tres partes trabajan conjuntamente. Si cualquiera de las tres no funciona, se pierde la percepción visual. Si el daño es bilateral, se pierde más del 80% de contacto con el mundo exterior, puesto que la vista es responsable del 80% de nuestro contacto con el entorno. La discapacidad visual se refiere a personas con deficiencias funcionales del órgano de la visión y, de las estructuras y funciones asociadas, incluidos los párpados. Está determinada por los niveles de deterioro de la función visual, y que se establece tras la medición de la agudeza visual y del campo visual de cada uno de los ojos por separado. (66.<sup>a</sup> Asamblea Mundial de la Salud, 2013)

### Dispositivo

Es un aparato o mecanismo que desarrolla determinadas acciones. (RAE, 2017)

### Single Board Computer

Esta placa y a diferencia de la mother board que se emplean en las computadoras contienen todos o la mayor parte de los componentes en dimensiones reducidas a bajo costo. (COBO, 2014). Para el proyecto Guíame se realizó una comparación entre dos tipos de placas únicas; Como se muestra en la tabla 6.1.

**Tabla 6.1** Comparación de Placa SBC

Características		
Nombre	Raspberry Pi 3 Modelo B	Raspberry Pi Zero
Procesador	Broadcom BCM2837	Broadcom BCM2835
Memoria RAM	1GB	512MB
CPU	1.2GHz Quad Core	1GHz single-core
Dimensión	85 x 54 milímetros	60 x 30 milímetros

Fuente: Elaboración Propia

## Sensor de Proximidad

Dispositivos electrónicos que miden la proximidad de un objeto con respecto al sensor, sin importar su orientación o determinar si el objeto está cerca del sensor para ser detectado. Estos pueden clasificarse en inductivos, capacitivos, ópticos, ultrasónicos, magnéticos, resistivos y piezoresistivos. (Abarca, J., Corona, R. y Marres, C., 2014). Para el proyecto Guíame se realizó una comparación entre dos tipos de sensores de proximidad; como se muestra en la tabla 6.2.

**Tabla 6.2** Comparación de Sensores de proximidad

Características		
Nombre	Sensor Ultrasónico	Sensor Óptico
Modelo	HC-SR04	Sharp
Principio de funcionamiento	Envía una señal ultrasónica inaudible y nos entrega el tiempo que demora en ir y venir hasta el obstáculo más cercano que detecto.	En base al rebote de un haz infrarrojo que se emite por un diodo infrarrojo, rebota en el objeto y es recibido por un arreglo de fototransistores infrarrojos
Distancia de detección	1.7cm-4.5m	10-80cm
Precisión	Baja	Alta
Velocidad de respuesta	Lenta	Rápida
Rango de medición	Grande	Pequeño

Fuente: Elaboración Propia

## Batería portátil

Son módulos de alimentación de batería de litio con fuente de Alimentación e Interruptor; diseñados para dotar de energía a los componentes del prototipo creado y permite a la placa principal trabajar sin conexión por un periodo determinado. Ver figura 6.1.

**Figura 6.1** Batería de Litio



Fuente: Recuperado de (CNXSOFT, 2016)

## Lenguaje de Programación PYTHON

Es un lenguaje de desarrollo WEB orientado a objetos, no requiere para su ejecución; compilar el código fuente. Ofrece ventajas como la rapidez de desarrollo e inconvenientes como una menor velocidad.

## OpenCV

(Open Source Computer Vision Library) es una biblioteca de software de visión abierta y software de aprendizaje automático. Fue construido para proporcionar un estándar para aplicaciones de visión por computadora. Cuenta con licencia de BSD,

## API Google Maps

Esta librería permite manipular mapas dinámicos y vistas permite a los usuarios trazar rutas y actualizaciones del tráfico. Brindando instrucciones confiables sobre cómo llegar a un destino en cualquier lugar del mundo. (GOOGLE, 2019)

## Julius

Software decodificador de reconocimiento continuo de voz (LVCSR) de alto rendimiento y de gran tamaño, para investigadores y desarrolladores relacionados con el habla, puede realizar decodificación en un dictado de 60 mil palabras en tiempo casi real. Incorpora diversas técnicas de búsqueda y principalmente se implementa en plataforma Linux

## Metodología Orientada a Prototipos

El modelo de prototipos permite que todo el sistema, o algunos de sus partes, se construyan rápidamente para comprender con facilidad y aclarar ciertos aspectos en los que se aseguren que el desarrollador, el usuario, el cliente estén de acuerdo en lo que se necesita así como también la solución que se propone para dicha necesidad y de esta forma minimizar el riesgo y la incertidumbre en el desarrollo. Este modelo se encarga del desarrollo de diseños para que estos sean analizados y prescindir de ellos a medida que se adhieran nuevas especificaciones, es ideal para medir el alcance del producto, pero no se asegura la adaptabilidad del sistema o de la forma en que interactúa el hombre y la máquina.

## Metodología a desarrollar

Para llevar a cabo el desarrollo del prototipo, se llevaron a cabo diferentes procesos de recolección de información, análisis, diseño, codificación y pruebas, hasta obtener un resultado de valor. Como se comentó en el apartado anterior, para el diseño de GUÍAME: Prototipo de herramienta para la asistencia en el desplazamiento de personas con discapacidad visual, la metodología a emplear es la metodología orientada a prototipos ya que tiene un enfoque de diseño cuyo proceso está basado en información de las personas que van a hacer uso del producto; el cual consta de 4 fases: definición y análisis de requerimientos, diseño técnico, Programación y prueba y operación y mantenimiento. Figura 6.2.

**Figura 6.2** Fases de la Metodología Orientada a prototipos



Fuente: Elaboración Propia

## Primer Prototipo

Investigación preliminar: “Guíame” propone ser una solución que implementando nuevas tecnologías ayude a personas con discapacidad visual a tener un mejor desplazamiento por calles y avenidas del lugar en donde vivan y que les permita aumentar sus posibilidades en su desarrollo profesional como individual. El total de personas que en la capital de la ciudad de Oaxaca tienen esta discapacidad, hace notorio la existencia de demanda sobre del dispositivo, también puede adaptarse para cualquier parte del mundo. Como se muestra en la tabla 6.3, se realizó un análisis de las tecnologías competidoras, donde se comprueba que no existe ningún otro dispositivo que se asemeje a Guíame.

**Tabla 6.3** Tecnologías competidoras

Tecnología	Ventajas Competitivas	Propuesta Planteada
Munivo	Dispositivo que produce un tipo de mapa sensorial que permite el reconocimiento de objetos a través de movimiento	Diseño circular parecida a una pulsera. Se coloca en la palma de la mano que debe estar siempre abierta y de manera frontal. Produce incomodidad y cansancio en el usuario
Eye 2021	Sistema de visión que reconoce las formas y genera sonidos sobre la superficie de estas	Reconocimiento de objetos y formas, creándose un espacio tridimensional a partir de sonidos.
Halo	Emplea telémetros que toman datos de sensores que se encuentran colocados en la cabeza del usuario.	Cuando una persona se acerca a un objeto, la intensidad y la frecuencia de la vibración aumenta, siendo proporcional a la distancia de un objeto.
Proyecto Tácito	Dispositivo que se coloca en la mano, sujeto a un guante	Detecta objetos a una distancia máxima de 3 metros con un tiempo de respuesta de una fracción de segundo.
Vía	Bastón con diseño no convencional que utiliza tecnología VMD7 de detección de movimiento, incluye 4 cámaras y un receptor GPS por voz.	Emplea dos mecanismos de vibración que permiten guiar al usuario diferenciando los obstáculos

Fuente: Elaboración Propia

## Definición de los requerimientos del Sistema

El sistema debe ayudar en el desplazamiento por calles y avenidas, detectando obstáculos que permitan el paso libre y ayudar a la persona a tener un panorama sobre el entorno en que se encuentran. El dispositivo tiene la posibilidad de cargarse de manera sencilla y contar con un instructivo que las personas con discapacidad visual puedan leer.

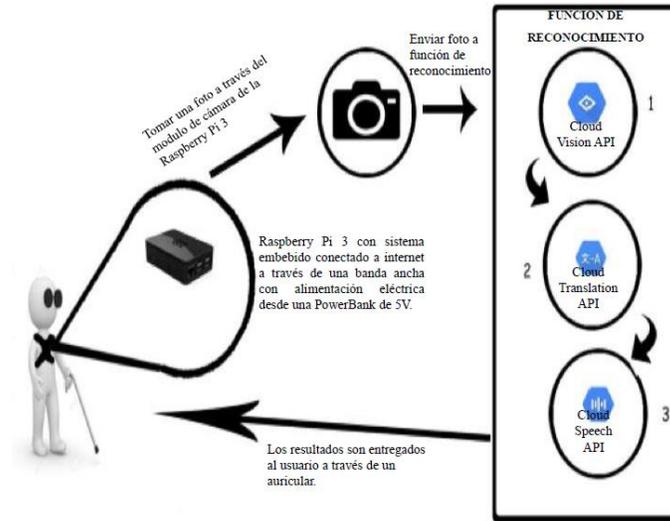
## Análisis de requerimientos

Requerimientos funcionales: El sistema ofrece dos modos (Detección, Reconocimiento). El modo “Detección” notifica de la presencia de algún obstáculo que este a 1 metro de distancia del usuario. La notificación será por medio de una vibración. El modo “Reconocimiento” permite por medio de una foto y a través de IA hacer un reconocimiento de los objetos y notificarle por medio de audio, cuales son. El dispositivo cuenta con dos botones, cada uno controlará un modo, además del botón de encendido/apagado.

Requerimientos no funcionales: La duración de la pila se estima en 3 horas aproximadamente. El modo detección de obstáculos puede tener respuestas erróneas.

Análisis Grueso y Especificación Tomando en cuenta los requerimientos que se definieron junto con el usuario, así como de las pruebas hechas a los diferentes componentes seleccionados para la conformación de dispositivo, se creó el primer diseño básico del mismo. El dispositivo debe ser autónomo, pequeño y fácil de usar, lo que hace referir al uso de un microcomputadora o mini placa base capaz de soportar el procesamiento de 34 imágenes, contar con conexión para una micro cámara, y tener pines analógicos y digitales para el uso de diferentes módulos y sensores. La Raspberry Pi 3 modelo B, es una micro placa base, que cuenta con un procesador ARM de un 1.2 GHZ de velocidad, tiene 1 Gb de memoria RAM, 40 pines digitales y conexión a cámara. El diseño del primer prototipo mostrado en la figura 6.3 contempla dos modos (Detección y reconocimiento).

**Figura 6.3** Diseño de primer prototipo



Fuente: Elaboración Propia

Para el desarrollo del modo “Detección”, se utilizó el sensor ultrasónico HC-SR04 que permite calcular la distancia entre él y algún objeto dentro de su espectro, este emite una onda ultrasónica y recibe la onda reflejada que retorna desde el objeto, con eso podemos saber si un objeto está cerca dentro de un rango de distancia determinado, y poder notificarle al usuario de la presencia de algún obstáculo. En el modo “Reconocimiento” se utilizó la API Visio de Google, que permite detectar objetos que estén presentes en una imagen, regresando las etiquetas de los objetos encontrados para esto se requiere de conexión a internet, teniendo como primera opción el uso de una banda ancha que permita a la Raspberry mantener una conexión estable. Para las notificaciones se utilizaron audífonos que van conectados directamente a la entra de audio de la placa. Como primera instancia, para que el dispositivo pueda ser autónomo, se pensó en la utilización de pila portátil Adata a la que la Raspberry Pi 3 estaría conectada, con un tiempo estimado de duración de 3 horas.

### Diseño y construcción

En la construcción del primer prototipo del dispositivo, se tomaron en cuenta los aspectos antes ya definidos. El sistema censara cada 20 segundos de la presencia de algún obstáculo y notificará al usuario, por medio de un audio. En el modo “Reconocimiento” se detectan objetos que estén presentes en una imagen, regresando las etiquetas de los objetos encontrados. El sistema realizará estas tareas cada 30 segundos, siempre y cuando el usuario active la opción. Para que el usuario pueda portar el dispositivo de manera segura y cómoda, se creó una pechera que mantiene el dispositivo en una posición vertical y pegada al cuerpo, como se muestra en la figura 6.4; la pila portátil tendrá un adhesivo que la mantiene sujeta a una cinta de velcro que ira en el brazo del usuario, esto para que la conexión entre la Raspberry Pi 3 y la batería sea cercana y segura.

**Figura 6.4** Portabilidad del prototipo



Fuente: Elaboración Propia

**Evaluación** Al evaluarse el primer prototipo y tomando en cuenta los requerimientos, los resultados fueron los siguientes:

1. “Guíame” detectó la presencia de obstáculos (en un rango de 30°) sin problema alguno. Fuera de ese rango el sensor no detecta obstáculo y el usuario final podría chocar con él. Con lo anterior se determinó cambiar el sensor para ampliar el rango de presencia y calcular la distancia entre el usuario y el obstáculo y que sea más exacto que el anteriormente probado.
2. En el modo de “Reconocimiento” y tomando en cuenta las sugerencias de los usuarios finales, se determinó como indispensable la conexión del dispositivo a internet para el uso de las librerías de Inteligencia Artificial de Google para el reconocimiento de objetos. El usuario indicó que el tener los audífonos puestos durante algún trayecto hace que ellos pierdan la percepción de su entorno, ellos usan los sonidos como guías en diversas situaciones y los audífonos los obstaculizan, por lo que se requiere mejorar ese recurso.
3. Sobre la evaluación de la interfaz, los usuarios indicaron que un solo botón que controle la configuración y uso, no es lo ideal debido a su discapacidad y sugirieron la opción de tener un botón para cada modalidad del dispositivo. Además de agregar un botón de encendido/apagado. Una vez terminada las evaluaciones del primer prototipo del dispositivo, junto con el usuario se realizaron cambios en la definición de los requerimientos, provocando esto que se realice la etapa de modificación.

## Modificación

De acuerdo a las evaluaciones, el modo “Detección” se modificó, considerando que ahora se hará uso de un sensor infrarrojo para medir la distancia entre el usuario y el objeto, con lo anterior, además de devolver datos precisos, el rango de detección se amplía a 50 grados. Para el modo “Reconocimiento” se implementará la librería OpenCV, la cual proporciona una eficiente detección de objetos dentro de una imagen, cuenta con una licencia BSD, no requiere el uso de internet para que haga el procesamiento de imagen y su manejabilidad permite que este se aloje en la Raspberry Pi 3. Para las notificaciones, se diseñó y construyó un auricular que no obstruirá el oído y un mejor micrófono para la recepción de la voz, en el uso del modo “Guía”.

## Diseño Técnico

Tomando como referencia los aspectos mencionados dentro del primer diseño y construcción del dispositivo, en la figura 6.5 se muestra el primer diseño técnico, que conjunta todos los componentes antes mencionados.

**Figura 6.5** Diseño físico de prototipo 1



Fuente: Elaboración Propia

## Programación y Pruebas

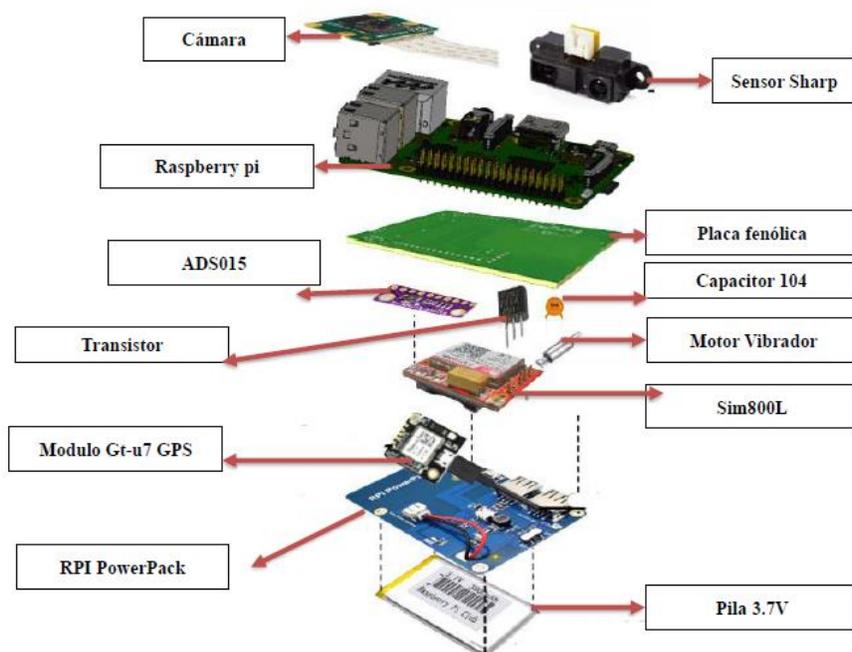
De acuerdo al primer diseño técnico del dispositivo, y considerando que este cuenta con los modos Detección y Reconocimiento, se realizó el software que controla todas las funciones.

## Operación y Mantenimiento

Para el funcionamiento correcto del dispositivo, el usuario debe asegurarse de que la pila portátil que está sujeta a su brazo derecho, este en todo momento conectada al dispositivo. Además, debe tomar en cuenta que, si durante el tiempo que el dispositivo está en uso, el clima se torna lluvioso, debe guardarlo.

Con el diseño e impresión de circuitos electrónicos propios, se eliminaron las tarjetas Arduino y Raspberry, se diseñaron audífonos con diseño no convencional debido a que una persona con esta discapacidad afina el sentido auditivo más de lo normal, y tener un artefacto que bloquee la entrada limpia de sonidos, puede causar problemas de equilibrio y falta de sentido de ubicación y con ello, accidentes. Se realizaron dos prototipos más, figura 6.6 con la intención de optimizar el dispositivo y mejorando la funcionalidad con la ayuda y asesoría de los usuarios finales.

**Figura 6.6** Diseño físico de prototipo 2



Fuente: Elaboración Propia

## Prototipo Final

### Definición de los requerimientos del sistema:

- El sistema debe ayudar en el desplazamiento por calles y avenidas, detectando obstáculos que impidan su paso libre.
- El dispositivo debe contar con un instructivo que las personas con discapacidad visual puedan leer.
- El sistema debe ser capaz de guiar a la persona a cualquier destino.
- El dispositivo deberá compartir la ubicación del usuario con cualquier persona.
- El dispositivo será capaz de cancelar la última acción.

### Análisis de requerimientos

#### Requerimientos funcionales:

- El sistema ofrece tres modos (Detección, Reconocimiento y Guía).

- El modo “Detección” notifica de la presencia de algún obstáculo que este a 1 metro de distancia del usuario. La notificación será por medio de una vibración.
- El modo “Reconocimiento” permite por medio de una foto y a través de Inteligencia Artificial; hacer un reconocimiento de los objetos y notificarle por medio de audio, cuales son.
- El modo “Guía”, mediante un GPS, permite al usuario trazar rutas a diferentes destinos (categorías) como: hospitales, parques, restaurantes, supermercados, farmacias, cafés y biblioteca.
- El sistema permite compartir la ubicación del usuario, a través de un mensaje de texto a cualquier número celular.
- El sistema cuenta con tres botones, cada uno controlará una modalidad, extra a ellos se integra un botón de funciones extras y el de encendido/apagado.

#### **Requerimientos no funcionales:**

- La duración de la pila se estima en 3 horas aproximadamente.
- Si la tarjeta SIM no tiene saldo, el usuario no tendrá la posibilidad de utilizar el modo “Guía”.

### **Análisis Grueso y Especificación**

Considerando las modificaciones hechas en la evaluación previa a este prototipo, se determinó que el modo “Guía” se van a extraer las coordenadas del usuario en el momento en que decida utilizar la aplicación, para ello se sustituye el módulo NEO6M por el Módulo Gt-u7 GPS el cual contiene un chip GPS Ublox 7ª generación que trabaja con Motores de GLONASS, QZSS, SBAS, que le permiten funcionar en cualquier parte del mundo proporcionando máxima sensibilidad al tiempo que mantiene baja potencia en el sistema ver figura 6.7. Una de las ventajas es que tiene una comunicación más directa con la Raspberry Pi 3, ya que trae integrado una conexión micro-USB para su comunicación con terceros.

**Figura 6.7** Módulo Gt-u7 GPS



Fuente: Recuperado de (CNXSOFTE, 2016)

### **Evaluación**

El usuario tomó como referencia las modificaciones anteriores, y al probar la nueva propuesta del modo “Guía” con el Modulo gt-u7 GPS considero que el cambio mejoró la rapidez y precisión en el trazado, además de que la incorporación de categorías hace más ligera la comunicación usuario-sistema, permitiendo que el usuario se sienta más cómodo. Considerando los requerimientos que debe cumplir el modo “Guía”, se determinó que cumple con la totalidad de ellos por lo que queda aprobado. De la misma manera se validaron y aprobaron los modos “Detección” y “Reconocimiento”, el usuario determinó que el dispositivo es más ligero y práctico. En el modo Guía se le programó una ruta de zócalo central de la ciudad de Oaxaca hasta el parque el llano. La batería no se descargó y la aplicación respondió de manera exacta, guiando al usuario por las calles, detectando obstáculos y apoyando en todo momento al individuo.

En este último diseño; el dispositivo se puso a prueba con 6 empleados de la biblioteca para débiles visuales “José Luis Borges” de la cd de Oaxaca mejorando en cada una de ellas las opciones y funcionalidades del prototipo y se integró un manual de usuario elaborado en código morse para consulta posterior. Con lo anterior, el último prototipo del dispositivo queda aprobado en su totalidad.

Término Con la aprobación del último diseño del dispositivo por parte del usuario, se definieron conjuntamente los siguientes aspectos de calidad y representación del dispositivo final.

- El dispositivo tendrá una carcasa que proteja los componentes internos y garantice el buen funcionamiento cuenta con 5 botones, y debajo de cada botón, se incluirá una etiqueta identificadora en lenguaje Braille. Ver figura 6.8
- Todos los componentes y herramientas utilizadas en el dispositivo serán de buena calidad y estado, que garantice la durabilidad del mismo.
- El dispositivo será entregado junto con un manual de usuario, un cargador y un auricular. Este manual de usuario estará en lenguaje Braille y en español.

**Figura 6.8** Representación del Dispositivo Guía

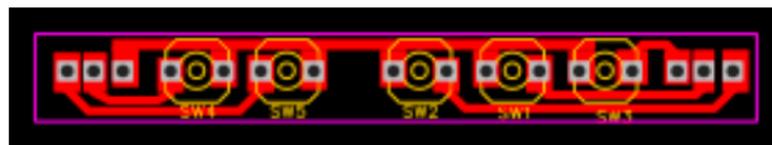


Fuente: Elaboración Propia

### Diseño Técnico

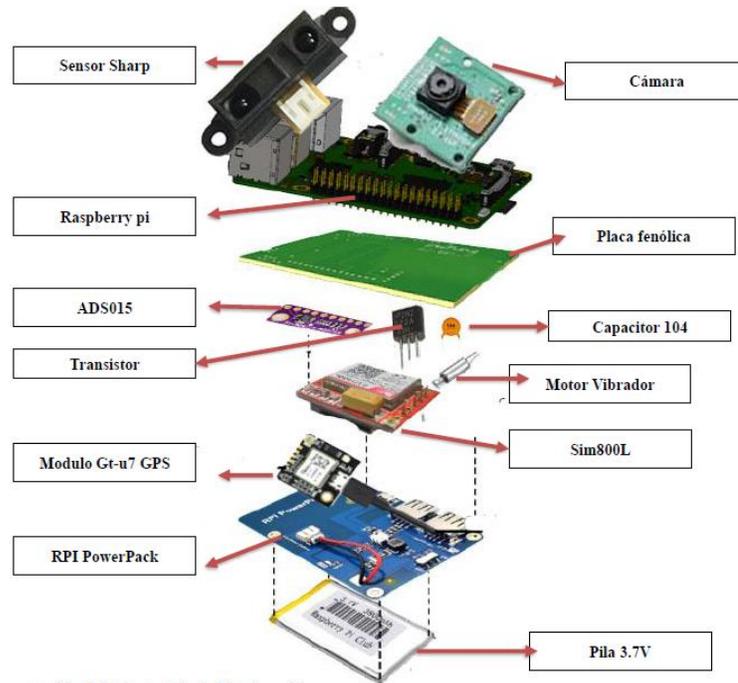
Se analizaron todas las posibilidades de mejora en cualquier aspecto, se diseñó un circuito impreso para los botones, garantizando su buen funcionamiento dentro del dispositivo para la comunicación con el usuario, en la figura 6.9, se presenta el diseño del circuito impreso de los botones.

**Figura 6.9** Diseño del circuito impreso de los botones



Fuente: Elaboración Propia

La placa de los botones, estará colocada a la parte lateral izquierda de la carcasa del dispositivo de arriba a abajo, permitiendo que tenga más soporte al momento de que el usuario haga uso de alguno de ellos. Con los cambios anteriormente mencionados, el circuito impreso principal se rediseñó, permitiendo un mejor acomodo de los componentes, así como una nueva disposición de todos los componentes del dispositivo como se muestra en la figura 6.10 diseño final del mismo.

**Figura 6.10** Representación del Diseño Final del Dispositivo

Fuente: Elaboración Propia

El software que controla todas las operaciones dentro del dispositivo, cuenta con una estructura definida de acuerdo a los modos y funciones. El software fue modificado.

### Operación y Mantenimiento

Una vez que el prototipo ha sido terminado y probado en las diferentes iteraciones por los usuarios, el dispositivo está listo para su entrega y uso, como se muestra en la figura 6.11.

**Figura 6.11** Dispositivo y Empaque

Fuente: Elaboración Propia

### Conclusiones

En México no existe ningún sistema o dispositivo electrónico capaz de ayudar a las personas con discapacidad visual de forma autónoma; normalmente se apoyan de bastones y/o perros lazarillo. “Guíame” es una herramienta electrónica que sirve como apoyo al desplazamiento autónomo, es decir sin una persona extra que le indique como hacer ese recorrido. Al prototipo final se aplicaron pruebas de usabilidad de tipo “guerrilla” (norma ISO 9241-11) y métricas de usabilidad enfocados principalmente para medir la facilidad de uso, mediante la asignación de tareas e instrucciones que se hace llegar a través de audio grabado; el usuario presiona un botón para comenzar la prueba para las cuales fue diseñada.

Una de las características que hacen particularmente diferente a Guíame, de otros dispositivos en el mercado es el modo “reconocimiento” de objetos que el usuario tiene alrededor de él. Se aplicaron pruebas para medir el tiempo de respuesta y el reconocimiento exacto del objeto. Los resultados fueron contundentes y positivos, ya que el tiempo de respuesta en el envío de datos e imágenes de los objetos obtenidos por la cámara fueron los esperados (señal de telefónica celular y tiempo aire) y se realizaron sin complicaciones al igual el monitoreo del comportamiento del servidor habilitado para la recepción de los resultados y almacenamiento de las imágenes, que no mostró retrasos relacionados al tráfico en la red o sobrecarga del servidor. Estas dos últimas características también requeridas para el modo “Guía”.

Al evaluar el prototipo con los cuatro usuarios finales, se concluye que “Guíame” cumple con todos los requerimientos de manera satisfactoria para ser utilizado con éxito y con ello cubrir las necesidades de los usuarios finales mayores de 18 años. Se construyeron 8 dispositivos los cuales se donaron a la biblioteca para débiles visuales quienes a fecha de esta publicación, reportan que Guíame responden a sus expectativas y manifiestan que la mejora que disfrutaban más es la autonomía de sus desplazamientos por la ciudad. Con el desarrollo de este proyecto, se busca fomentar una cultura de inclusión en la entidad y el país.

### Agradecimientos

Agradecemos al Tecnológico Nacional de México campus Instituto Tecnológico de Oaxaca e Instituto Tecnológico de Tlaxiaco, el apoyo brindado para llevar a cabo el prototipo y a los estudiantes de la carrera de Ingeniería en Sistemas Computacionales del TecNM: Barranco Canseco Paulina, López Yescas Juvenal y Espinoza Bautista Isnardo quienes participaron en diversos eventos de Ciencia y Tecnología demostrando la funcionalidad del dispositivo.

### Referencias

- Abarca, G., Corona, L., Marres, J.(2014). Sensores y actuadores. México: grupo editorial patria. Disponible en <https://www.adata.com/cl/feature/312>
- Álvarez, M.(2003). Desarrollo Web. Disponible en <https://desarrolloweb.com/articulos/1325.php>.
- Castro, A. (2014). ¿qué es raspberry pi, dónde comprarla y cómo usarla? Disponible en <http://computerhoy.com/noticias/hardware/que-es-raspberry-pidonde-comprarla-como-usarla-8614>. Disponible en [https://aspace.org/assets/uploads/publicaciones/e74e4-cif\\_2001.pdf](https://aspace.org/assets/uploads/publicaciones/e74e4-cif_2001.pdf)
- CNXSOFT (2016). cnxsoft-noticias de sistemas embebidos. Disponible en <https://www.cnx-software.com/2016/05/26/enclosure-battery-kit-for-raspberry-pi-boards-sells-for-22/>
- Cobo, J. (2014). Disponible en <https://www.hwlibre.com/que-es-una-placa-sbc/>
- Cohen, M. (2010). Ingeniería Electrónica (Electrosoft). Disponible en <http://www.pcb.electrosoft.cl/04-articulos-circuitos-impresos-desarrollo-sistemas/01-conceptos-circuitos-impresos/conceptos-circuitos-impresos-pcb.html>
- GOOGLE (2019). google maps platform. Disponible en <https://cloud.google.com/maps-platform/routes/?hl=es-419>
- INEGI (2017). Instituto Nacional de Estadística y Geografía. Encuesta Intercensal. Principales resultados de la Encuesta Intercensal 2017: Oaxaca /. Disponible en [http://internet.contenidos.Inegi.org.mx/contenidos/Productos/prod\\_serv/contenidos/espanol/bvInegi/productos/nueva\\_estruc/inter\\_censal/estados2015/702825079857.pdf](http://internet.contenidos.Inegi.org.mx/contenidos/Productos/prod_serv/contenidos/espanol/bvInegi/productos/nueva_estruc/inter_censal/estados2015/702825079857.pdf)
- Ingenieria Mecafenix. (2017). La enciclopedia de la ingeniería. Disponible en <http://www.ingmecafenix.com/electronica/capacitorcondensador-electrico/>
- Julius (2014). Disponible en [http://julius.osdn.jp/en\\_index.php](http://julius.osdn.jp/en_index.php)
- Letham, L. (2001). GPS fácil: uso del sistema de posicionamiento global. Disponible en <https://naylampmechatronics.com/sensores-proximidad/203-sensor-infrarrojo-dedistancia-sharp-gp2y0a21.html>

National Federation of the Blind. Disponible en <https://www.nfb.org/resources/blindness-statistics>  
 OPENCV. (s.f.). Disponible en <https://opencv.org/about.html>

Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (2018). Tesoro de la UNESCO. Disponible en <http://vocabularies.unesco.org/browser/thesaurus/en/page/concept6707?clang=es>

Organización Mundial de la Salud (2013) . Memoria de la 66.<sup>a</sup> asamblea mundial de la salud. Disponible en [http://apps.who.int/gb/ebwha/pdf\\_files/wha66/a66\\_11-sp.pdf](http://apps.who.int/gb/ebwha/pdf_files/wha66/a66_11-sp.pdf)

PYTHON. (2018). Python Software Foundation. Disponible en <https://www.python.org/community/logos/> 78

RAE (2017). Real Academia Española. Diccionario de la lengua española. Disponible en de <http://dle.rae.es/?id=dxo9gvr>

Rambal. (s.f.). Automatizacion y Robotica. Disponible en <http://rambal.com/componentes/484-transistor-2n2222a-npn-to-92.html>

Raspberry Pi. (2016). Disponible en <https://www.raspberrypi.org/products/camera-module-v2/>

TecNM, (2018). Programa Institucional de Innovación y Desarrollo 2013-2018. Tecnológico Nacional de México. Disponible en [http://www.tecnm.mx/images/areas/planeacion/2014/PIID\\_2013-2018\\_TECNM\\_Final.pdf](http://www.tecnm.mx/images/areas/planeacion/2014/PIID_2013-2018_TECNM_Final.pdf).

US Forest Service( 2018). Utah CC Inclusion Toolkit: A Guide to Including People with Disabilities in Service and Conservation. Disponible en [https://www.fs.fed.us/recreation/programs/accessibility/UCC\\_Toolkit\\_-\\_Final.pdf](https://www.fs.fed.us/recreation/programs/accessibility/UCC_Toolkit_-_Final.pdf)

## Capítulo 7 Aplicación móvil para la preservación de las lenguas originarias de México aplicando Inteligencia Artificial

### Chapter 7 Mobile application for the preservation of the original languages of Mexico applying Artificial Intelligence

RAFAEL-PÉREZ, Eva†\*, MORALES-HERNÁNDEZ, Maricela, VÁZQUEZ-NOYOLA, César Fidel y RUBIO-ESPINOSA, Eva

*Instituto Tecnológico de Oaxaca / Tecnológico Nacional de México*

ID 1<sup>er</sup> Autor: *Eva, Rafael-Pérez* / **ORC ID:** 0000-0003-2793-1254, **CVU CONACYT ID:** 905268

ID 1<sup>er</sup> Coautor: *Maricela, Morales-Hernández* / **ORC ID:** 0000-0002-3521-2041, **CVU CONACYT ID:** 731036

ID 2<sup>do</sup> Coautor: *César Fidel, Vázquez-Noyola* / **ORC ID:** 0000-0002-6288-2497, **CVU CONACYT ID:** 999808

ID 3<sup>er</sup> Coautor: *Eva, Rubio-Espinosa* / **ORC ID:** 0000-0002-2939-4897, **CVU CONACYT ID:** 786972

**DOI:** 10.35429/H.2019.1.75.96

E. Rafael, M. Morales, C. Vázquez y E. Rubio

\* evarafaelperez@gmail.com

A. Marroquín, J. Olivares, P. Díaz, L. Cruz. (Dir.). Mujeres en la tecnología. Handbooks-©ECORFAN-Mexico, Queretaro, 2019.

## Resumen

Las tecnología de la Información y la comunicación hoy en día se ha generalizado, y se encuentran aplicadas en todos los ámbitos para aprender, compartir o simplemente para podernos comunicar, motivo por el cual se realizó el proyecto denominado “Aplicación Móvil para la preservación de las Lenguas Originarias de México aplicando Inteligencia Artificial” ya que genera una oportunidad a la sociedad, a los pueblos originarios y a los individuos para la preservación de las lenguas, ya que permiten la comunicación, preservación y difusión que da como resultado la integración de la cultura en nuestra sociedad. Hoy en día las lenguas originarias en nuestro país se van perdiendo cada vez más, debido a la migración que tienden a realizar sus hablantes en la búsqueda de mejores oportunidades de vida y a la discriminación que enfrentan por comunicarse con ellas, ya que en algunos casos tiende a generar violencia psicológica y a propiciar que dejen de preservarla. México es uno de los países con mayor riqueza cultural y lingüística en el mundo, al contar con 68 lenguas originarias y 364 variantes lingüísticas de las cuales aproximadamente el 70% están en riesgo de desaparecer, situación que es inaceptable. Cada una de las lenguas indígenas en México aporta un gran valor intelectual sobre la diversidad lingüística en el mundo, por ello es muy importante preservarlas y evitar su total desaparición ya que al menos 14 de ellas están en peligro de extinción.

## Lenguas nativas, Mixteco, Aplicación móvil, Inteligencia Artificial, Metodología Móvil

### Abstract

Nowadays, Information and Communication technology is widespread; to such a degree that they are applied in all areas of daily life, for example, learning, sharing information or simply to be able to communicate. That is why the project called “Mobile Application for the preservation of the Originating Languages of Mexico applying Artificial Intelligence” was developed. It generates an opportunity to the society, the native people and the individuals for the preservation of the languages, since they allow the communication, preservation and diffusion that gives as result the integration of culture in our society. Currently, the original languages in our country are being lost more and more, due to the migration that their speakers tend to make in search of better life opportunities. They face discrimination because of the language, and, it can result in psychological violence tendency. The way those people encourage discrimination is stop speak their native languages. The consequence could be the lost of native language. Mexico is one of the countries with the greatest cultural and linguistic wealth in the world, having 68 native languages and 364 linguistic variants of which approximately 70% are at risk of disappearing, a situation that is unacceptable. In Mexico, 14 of the indigenous languages are about to disappear, so it is considered very important to look for strategies for their conservation, because these languages are part of the diversity of languages that exists in the world.

## Native languages, Mixteco, mobile application, artificial intelligence, Mobile methodology

### Introducción

La preservación de las lenguas originarias de México se establece en la Constitución política de los Estados Unidos Mexicanos en su artículo 2, apartado IV que los pueblos indígenas pueden “*Preservar y enriquecer sus lenguas, conocimientos y todos los elementos que constituyan su cultura e identidad*”. En México hay siete millones 382 mil 785 personas mayores, de tres o más años de edad, que hablan alguna lengua indígena, según la Encuesta Intercensal 2015 realizada por el Instituto Nacional de Estadística y Geografía, (INEGI 2015); cifra que representa 6.5 por ciento del total de la población, de las cuales 51.3 por ciento son mujeres y 48.7 por ciento son hombres.

Por su parte La Ley General de Derechos Lingüísticos de los Pueblos Indígenas, en el capítulo 2 establece que las lenguas indígenas, son “*aquellas que proceden de los pueblos existentes en el territorio nacional antes del establecimiento del Estado Mexicano, además de aquellas provenientes de otros pueblos indoamericanos, igualmente preexistentes que se han arraigado en el territorio nacional con posterioridad*”.

México es una nación multilingüe con 68 lenguas indígenas originarias más el español, cuenta con 11 familias lingüísticas, donde se derivan 364 variantes lingüísticas diversificadas por región y grupo étnico, según el Catálogo de las Lenguas Indígenas Nacionales realizados por el Instituto Nacional de Lenguas Indígenas (INALI). El proyecto tiene como objetivo desarrollar una aplicación móvil para preservar las lenguas originarias de México aplicando Inteligencia Artificial basado en la metodología de desarrollo ágil Mobile-D, permitiendo así hacer despliegue de la aplicación nativa, su contribución tiene gran valor social, ya que mediante la aplicación los usuarios pueden aprender y preservar las lenguas maternas con riesgos de desaparecer haciendo uso de la inteligencia artificial.

En la actualidad la Inteligencia Artificial (IA) es la rama de la computación con mayor crecimiento en los últimos años, tal es así que numerosas aplicaciones móviles que usamos a diario cuentan con modelos de IA que ayudan a diversas tareas. Ponce define que *“La Inteligencia Artificial o IA es una rama de las ciencias computacionales que se encarga de los símbolos y métodos no algorítmicos para la resolución de problemas”* (2010, p.1).

El Estado de Oaxaca es considerado un Estado multicultural al contar con 16 lenguas originarias, sin embargo, el mixteco, zapoteco y mazateco por mencionar algunas de estas lenguas, también están en riesgo de desaparecer, ya que el número de hablantes disminuye porque ya no se transmite a las nuevas generaciones, entonces se llega al punto donde sólo adultos y ancianos lo practican. Las tecnologías de la información y comunicación (TIC) se han afianzado como herramientas indispensables para el desarrollo personal, social y cultural. El uso de la *“Aplicación Móvil para la preservación de las Lenguas Originarias de México aplicando Inteligencia Artificial”* genera una oportunidad a la sociedad, a los pueblos originarios y a los individuos para la preservación de las lenguas, ya que permiten la comunicación, preservación y difusión que da como resultado la integración de la cultura en nuestra sociedad.

La Aplicación móvil contiene diferentes módulos, como son: el módulo de usuario que permite el registro del usuario y el acceso a la misma. El módulo de aprender donde el usuario de la aplicación podrá acceder a las distintas categorías de las palabras que puede aprender en Mixteco, al aprender una palabra podrá ir sumando puntos y podrá volver a repasarla en el momento que este lo desee. El usuario también podrá obtener información relevante de aspectos culturales que se encuentran en el estado de Oaxaca, como lo son: Sitios turísticos, gastronomía, bebidas, artesanías, entre otras cosas; cuenta además con un módulo de leyendas que puede ver el usuario en texto y en video, uno de los componentes más importantes de la aplicación móvil es el módulo de reconocimiento de objetos donde el usuario puede tomar una foto al objeto que le interese conocer cómo se escribe y pronuncia en la lengua a través del procesamiento de la imagen y haciendo la inferencia por medio de un modelo entrenado de Inteligencia Artificial.

Por lo anterior el presente trabajo se compone de los siguientes apartados: En la *“Introducción”* se define la problemática y se explica la manera en cómo se aborda para poder dar solución al problema planteado, en el siguiente apartado *“Marco teórico”* contiene la fundamentación teórica del proyecto donde se abordan aspectos relacionados con las aplicaciones móviles, inteligencia artificial, lenguaje de programación y metodología de software, por mencionar algunos. El tercer apartado denominado *“metodología de desarrollo de software”* donde se describen las fases de la metodología de Ingeniería de Software utilizada en el desarrollo de la aplicación móvil y las tecnologías que dan soporte en el uso de la inteligencia artificial; en el apartado de *“Desarrollo”*, se describe la aplicación móvil y cada una de las etapas de la metodología MóvilD con tres iteraciones adecuando los requisitos del usuario. Para concluir se presentan los resultados y beneficios de la aplicación móvil, ya que brinda una oportunidad para aprender e integrar la cultura para preservar las lenguas originarias de México; finalmente se muestran las conclusiones y referencias consultados durante el proyecto desarrollado.

## **Marco Teórico**

### **Lenguas Originarias de México**

La diversidad de México involucra muchos aspectos importantes que involucra lo que comemos, lo que vestimos, lo que bailamos y también lo que hablamos, es por ello por lo que México es considerado un país afortunado por contar con tal riqueza invaluable principalmente por el legado de lenguas indígenas que hablan los habitantes.

De acuerdo con el catálogo de Lenguas Indígenas Nacionales elaborado “México cuenta con 68 pueblos originarios, con una diversidad lingüística de 69 lenguas, incluido el español, que provienen de 11 familias lingüísticas y que tienen 364 variantes dialécticas” (INALI, 2019). En México las lenguas originarias más habladas son: náhuatl, chol, totonaca, mazateco, mixteco, zapoteco, otomí, tsotsil, tseltal y maya, como se muestra en la tabla 7.1.

**Tabla 7.1** Lenguas indígenas en México y hablantes (de 3 años y más) al 2015

Lengua indígena	Total	Hombres	Mujeres
Mazateco	239,078	113,468	125,610
Chol (Ch'ol)	251,809	124,762	127,047
Totonaco	267,635	129,691	137,944
Otomí	307,928	148,707	159,221
Zapoteco	479,474	228,247	251,227
Tsotsil	487,898	237,382	250,516
Mixteco	517,665	242,859	274,806
Tseltal	556,720	273,418	283,302
Maya	859,607	439,657	419,950
Náhuatl	1,725 620	836,144	889,476

Fuente: INEGI. Encuesta Intercensal 2015

Adicionalmente según datos de la Encuesta Intercensal del INEGI (2015) “México tiene casi 120 millones de habitantes, de los cuales siete millones 382 mil son hablantes de lenguas indígenas lo que representa un 6.54 por ciento de la población nacional”. En Oaxaca, hay 1 165 186 personas mayores de 5 años que hablan alguna lengua indígena, lo que representa 34% de la población de la entidad.

**Tabla 7.2** Lenguas indígenas más habladas en el estado de Oaxaca

Lengua indígena	Número de hablantes (año 2010)
Lenguas zapotecas	371 740
Lenguas mixtecas	264 047
Mazateco	175 970
Mixe	117 935

Fuente: INEGI. Encuesta Intercensal 2015

## Marco legal de las Lenguas Indígenas en México

La Constitución Política de los estados Unidos Mexicanos en su Artículo 2o. establece que:

*“La Nación Mexicana es única e indivisible. La Nación tiene una composición pluricultural sustentada originalmente en sus pueblos indígenas que son aquellos que descienden de poblaciones que habitaban en el territorio actual del país al iniciarse la colonización y que conservan sus propias instituciones sociales, económicas, culturales y políticas, o parte de ellas”.*

Además, se encuentra establecido en el apartado IV. *“Preservar y enriquecer sus lenguas, conocimientos y todos los elementos que constituyan su cultura e identidad”.*

Ley General de Derechos Lingüísticos de los Pueblos Indígenas Nueva Ley publicada en el Diario Oficial de la Federación el 13 de marzo de 2003. Establece en el Capítulo I de las disposiciones Generales del artículo 2 al 5:

### Artículo 2

Las lenguas indígenas son aquellas que proceden de los pueblos existentes en el territorio nacional antes del establecimiento del estado mexicano, además de aquellas provenientes de otros pueblos indoamericanos, igualmente preexistentes que se han arraigado en el territorio nacional con posterioridad y que se reconocen por poseer un conjunto ordenado y sistemático de formas orales funcionales y simbólicas de comunicación.

### Artículo 3

Las lenguas indígenas son parte integrante del patrimonio cultural y lingüístico nacional. La diversidad de lenguas indígenas es una de las principales expresiones de la composición pluricultural de la nación mexicana.

### Artículo 4

Las lenguas indígenas que se reconozcan en los términos de la presente ley y el español son lenguas nacionales por su origen histórico y tendrán la misma validez, garantizando en todo momento los derechos humanos a la no discriminación y acceso a la justicia de conformidad con la constitución política de los estados unidos mexicanos y los tratados internacionales en la materia de los que el estado mexicano sea parte.

### Artículo 5

El estado a través de sus tres órdenes de gobierno, -federación, entidades federativas y municipios-, en los ámbitos de sus respectivas competencias, reconocerá, protegerá y promoverá la preservación, desarrollo y uso de las lenguas indígenas nacionales.

### Aplicaciones Móviles

Las aplicaciones móviles son software complementario para dispositivos de mano, como teléfonos inteligentes, tabletas y dispositivos personales (PDA). Entre las aplicaciones más populares están los juegos, redes sociales, mapas, noticias, negocios, clima e información de viajes. Todos estas utilizan al menos una de las características técnicas del dispositivo: Como el uso de conexión a internet, bluetooth, cámara, entre otros componentes de hardware (ITU-T, 2009). Las aplicaciones móviles pueden desarrollarse utilizando diferentes tecnologías lo que deriva en su clasificación de: Aplicaciones nativas, híbridas y web.

En la siguiente tabla se ilustra la clasificación de las aplicaciones móviles con mayor detalle:

**Tabla 7.3** Clasificación de las aplicaciones móviles

<b>Nativas</b>	Descripción	Son aplicaciones que desarrollan utilizando herramientas provistas por el distribuidor del sistema operativo, como es el entorno de desarrollo integrado (IDE) y un kit de desarrollo de software (SDK) que provee el mismo.
	Ventajas	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Acceso total a todas las APIs de la plataforma, lo que permite acceso a todas las características y funciones del sistema operativo</li> <li>– El desarrollar aplicaciones nativas incrementa la experiencia del usuario, haciéndola divertida e intuitiva.</li> </ul>
	Desventajas	<ul style="list-style-type: none"> <li>– La aplicación solo estará disponible para la plataforma a la que fue desarrollada.</li> <li>– El mantenimiento de aplicaciones nativas para múltiples sistemas operativos se vuelve ardua y costosa</li> </ul>
<b>Híbridas</b>	Descripción	El enfoque híbrido combina desarrollo nativo con tecnología web. Con este enfoque se escribe gran parte de la aplicación con tecnologías web para múltiples plataformas y mantienen el acceso directo a la Interfaz de Programación de Aplicaciones (APIs) nativas cuando lo necesitan.
	Ventajas	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Se codifica una sola vez y permite que la aplicación esté disponible en múltiples plataformas.</li> <li>– Acceso a algunas APIs nativas</li> <li>– Gran número de Frameworks que permiten el desarrollo híbrido. Por ejemplo PhoneGap y Ionic</li> </ul>
	Desventajas	<ul style="list-style-type: none"> <li>– El almacenar las páginas en el servidor hace que el contenido y funcionalidad solo esté disponible si se dispone de una conexión a internet.</li> <li>– El tener las páginas HTML dentro de la aplicación hace que no sea posible actualizar éstas remotamente.</li> </ul>
<b>Web</b>	Descripción	Los dispositivos móviles actuales cuentan con poderosos navegadores que dan soporte a muchas funcionalidades nuevas de HTML5, Hoja de estilos en cascada 3 (CSS3) y JavaScript.
	Ventajas	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Soporte para múltiples plataformas</li> <li>– Bajo costo de desarrollo</li> </ul>
	Desventajas	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Muy pocas APIs están expuestas a las aplicaciones web</li> <li>– La ejecución tiene que realizarse en un navegador</li> </ul>

## Inteligencia Artificial

Ponce (2010, p.1) menciona: “La Inteligencia Artificial o IA es una rama de las ciencias computacionales que se encarga de los símbolos y métodos no algorítmicos para la resolución de problemas”

Hoy en día la Inteligencia Artificial es la rama de la computación con mayor crecimiento en los últimos años, tal es así que numerosas aplicaciones móviles que usamos a diario cuentan con modelos de IA que ayudan a diversas tareas.

A continuación, se abordan algunas ramas que involucra la Inteligencia Artificial como lo son: Las Redes Neuronales y la Visión Artificial.

### Red Neuronal Artificial

Las redes neuronales artificiales (RNA) son modelos computacionales que están ligeramente inspirados por sus contrapartes biológicas y buscan procesar datos de entrada para generar datos de salida, estas últimas comúnmente llamadas predicciones o etiquetas.

Según Ponce: “Las RNA se definen como sistemas de mapeos no lineales cuya estructura se basa en principios observados en los sistemas nerviosos de humanos y animales. Constan de un número grande de procesadores simples ligados por conexiones con pesos” (2010, p.198).

La unidad básica de procesamiento se denomina neurona la cual tiene la función de recibir la entrada de otras neuronas y procesar la información para obtener una salida que se propague a otras unidades.

Algunas aplicaciones donde se aplican las RNA son: Sistemas de piloto automáticos de automóviles, análisis de fallas electrónicas, visión artificial, análisis de células portadoras de cáncer mamario, reconocimiento de huellas digitales.

### Entrenamiento de las Redes Neuronales Artificiales.

*“Se denomina entrenamiento al proceso de configuración de una red neuronal para que las entradas produzcan las salidas deseadas a través del fortalecimiento de las conexiones” (Ponce, 2010, p. 203).*

El fortalecimiento de las conexiones antes mencionado tiene por nombre aprendizaje y puede dividirse en aprendizaje supervisado y no supervisado.

- En el aprendizaje supervisado se introducen entradas que corresponden a determinadas salidas.
- El aprendizaje no supervisado se enfoca a encontrar características estadísticas entre agrupamientos de patrones de las entradas.

### Visión Artificial

*“En visión por computador nosotros intentamos describir el mundo que vemos en una o más imágenes, y para reconstruir sus propiedades como la forma, iluminación y distribución de colores” (Szeliski, 2010, p.5).*

Es una aplicación de la IA que tiene métodos para adquirir, procesar, analizar y comprender las imágenes del mundo real con el fin de producir información numérica o simbólica para que puedan ser tratados por una computadora.

La visión artificial busca que las computadoras puedan realizar un análisis y comprender una imagen o secuencia de imágenes para posteriormente actuar ante determinada situación o contexto en el que se implemente. Para poder llevar a cabo lo antes mencionado se deben llevar una serie de pasos los cuales González y Woods (1992, p.26) mencionan a continuación:

1. Adquisición de imagen: Es el primer proceso, consiste generalmente en obtener una imagen digital y aplicarle por ejemplo un escalado a la imagen, sin deformar la imagen.
2. Mejora de la imagen: Básicamente la idea detrás de mejora de la imagen es resaltar los detalles que están ocultos, o simplemente resaltar ciertas características de interés en una imagen.
3. Restauración de imágenes: Se utilizan técnicas de restauración que tienden a basarse en las matemáticas o modelos probabilísticos de degradación de imágenes.
4. Procesamiento del color de la imagen: El color ayuda a extraer características de interés en una imagen.
5. Ondas y procesamiento de multi resolución: Las ondas son los fundamentos para representar imágenes en varios tamaños de resolución. Esto se logra subdividiendo la imagen en regiones pequeñas.
6. Compresión: La compresión implica el utilizar técnicas para reducir el almacenamiento requerido para guardar una imagen o el ancho de banda para transmitir esta.
7. Procesamiento morfológico: Se ocupa de las herramientas para extraer componentes de una imagen que son usables en la representación y descripción de figuras.
8. Segmentación: Son procesos que ayudan a dividir imágenes en sus partes u objetos constituyentes. Un riguroso procedimiento de segmentación brinda los procesos hacia la solución satisfactoria de problemas de imágenes que requieren objetos a ser identificados individualmente.
9. Representación y descripción: Casi siempre siguen la salida de una etapa de segmentación, comúnmente constituyen cada límite de una región o todos los puntos de esta región. La representación de límites es apropiada cuando la atención está puesta sobre características externas de la figura, como son esquinas y curvas. La representación por regiones es apropiada cuando el foco está sobre propiedades internas, como son texturas o la forma de la figura. Los descriptores son llamados selectores de características que resultan en información cuantitativa que ayuda a diferenciar una clase de otra clase.
10. Reconocimiento: Es el proceso que asigna una etiqueta a un objeto basado en sus descriptores.

Algunas consecuencias que se pueden presentar en el desarrollo del proyecto es el incremento en los costos debido a la compra del equipo especial para el reconocimiento de imágenes, el mantenimiento de los equipos, dependiendo del tipo de cámara y del procesamiento de la imagen puede haber pérdida de información, para medir objetos y los cambios de escala son un gran problema.

### **Metodologías de Desarrollo**

La Ingeniería de Software juega un papel importante en el desarrollo, portabilidad, mantenibilidad, funcionalidad, fiabilidad y productividad del software, igualmente, las metodologías ágiles son procesos para desarrollar software de manera rápida con gran facilidad de adopción por los equipos de trabajo. Desarrollar software con la metodología ágil es poner énfasis en la satisfacción de cliente y en la entrega rápida del software incremental, los equipos pequeños, los métodos informales, los productos de software con mínima ingeniería de software y la sencillez general en el desarrollo por lo que se recomienda que el equipo de trabajo este motivado para poder trabajar juntos y dar los resultados esperados, proporcionar la información de manera directa, considerar al cliente como parte del equipo, debe darse mayor comunicación y deben entregar el software funcional cumpliendo los requerimientos del usuario.

Del 11 al 13 de febrero de 2001, se llevó a cabo en Snowbird Utah una reunión de miembros prominentes de la comunidad científica donde nace el término “métodos ágiles” termino que implica ser eficaz y fácil de manejar, lo que es muy conveniente para el tamaño y agilidad de los proyectos de aplicaciones móviles, las cuales han venido creciendo considerablemente en los últimos años, en número de desarrollos, pero no en calidad, esto nos permite reconocer que los métodos de software deben ser adaptados e involucrados en el desarrollo de aplicaciones para dispositivos móviles, si es que se quiere lograr un efecto óptimo en este ámbito.

### **¿Qué es una metodología de desarrollo?**

“Una metodología es una colección de procedimientos, técnicas, herramientas y documentos auxiliares que ayudan a los desarrolladores de software en sus esfuerzos por implementar nuevos sistemas de información. Una metodología está formada por fases, cada una de las cuales se puede dividir en sub-fases, que guiarán a los desarrolladores de sistemas a elegir las técnicas más apropiadas en cada momento del proyecto y también a planificarlo, gestionarlo, controlarlo y evaluarlo”.

En esta definición Avison y Fitzgerald, presentan una descripción de las metodologías de desarrollo y destacan sus principales componentes, fases, herramientas y técnicas. Sin embargo, una metodología es algo más que una colección, puesto que se basa en una filosofía, distinguiéndose de los métodos o de las simples recetas, que marcan unos pasos a seguir y ya está. Así, las metodologías difieren ya sea por la cantidad de fases, las técnicas de cada fase, el contenido de la fase o en su base filosófica, todo esto se aplica, dependiendo del contexto de desarrollo, tamaño del proyecto o del equipo de trabajo, cultura organizacional, entre otros aspectos, por lo que, en el caso de los desarrollos móviles, es de vital importancia su selección, para garantizar un producto de calidad.

## Metodologías Ágiles

Las metodologías en general se clasifican según su enfoque y características esenciales, las más recientes, que se fueron gestando a finales del siglo pasado y que se han comenzado a manifestar desde principios del actual, se han denominado “metodologías ágiles” y surgen como una alternativa a las tradicionales, estas metodologías se derivan de la lista de los principios que se encuentran en el “Manifiesto Ágil”, y están basados en un desarrollo iterativo que se centra más en capturar mejor los requisitos cambiantes y la gestión de los riesgos, rompiendo el proyecto en iteraciones de diferente longitud, cada una de ellas generando un producto completo y entregable; e incremental donde un producto se construye bloque a bloque durante todo el ciclo de vida de desarrollo del producto, las iteraciones individuales deben producir alguna característica completamente funcional o mejorada, su principal objetivo es reducir el tiempo de desarrollo, los requisitos se dividen en “incrementos” independientemente funcionales.

Una metodología de desarrollo nueva, especialmente diseñada para el desarrollo de aplicaciones móviles, recibe el nombre de Mobile-D y es propuesta por Pekka Abrahamsson y su equipo, que lideran una corriente muy importante de desarrollo ágil muy centrada en las plataformas móviles. El método se basa en prácticas ágiles como Extreme Programming y Crystal; las prácticas asociadas a Mobile-D incluyen desarrollo basado en pruebas, la programación en parejas, integración continua y refactorización, así como las tareas de mejora de procesos de software.

La Alianza Ágil conformada por diecisiete críticos de los modelos de desarrollo de software que reunió Beck (2001) define 12 principios de agilidad que son descritos a continuación:

- La prioridad más alta es satisfacer al cliente a través de la entrega pronta y continua de software valioso.
- Son bienvenidos los requerimientos cambiantes, aun en una etapa avanzada del desarrollo. Los procesos ágiles dominan el cambio para provecho de la ventaja competitiva del cliente.
- Entregar con frecuencia software que funcione, de dos semanas a un par de meses, de preferencia lo más pronto que se pueda.
- Las personas de negocios y los desarrolladores deben trabajar juntos, a diario y durante todo el proyecto.
- Hay que desarrollar los proyectos con individuos motivados. Debe darse a éstos el ambiente y el apoyo que necesiten, y confiar en que harán el trabajo.
- El método más eficiente y eficaz para transmitir información a los integrantes de un equipo de desarrollo, y entre éstos, es la conversación cara a cara.
- La medida principal de avance es el software que funciona.
- Los procesos ágiles promueven el desarrollo sostenible. Los patrocinadores, desarrolladores y usuarios deben poder mantener un ritmo constante en forma indefinida.
- La atención continua a la excelencia técnica y el buen diseño mejora la agilidad.
- Es esencial la simplicidad: el arte de maximizar la cantidad de trabajo no realizado.
- Las mejores arquitecturas, requerimientos y diseños surgen de los equipos con organización propia.
- El equipo reflexiona a intervalos regulares sobre cómo ser más eficaz, para después afinar y ajustar su comportamiento en consecuencia.

## Metodología MóvilD

“Es una metodología para el desarrollo de software ágil. Además del desarrollo de software móvil, es adecuado para diversos contextos, por ejemplo, aplicaciones de seguridad, finanzas, logística y simulación de productos” (Abrahamsson & Hanhineva, 2004). Cada fase (excepto la inicial) tiene siempre un día de planificación y otro de entrega.

Las fases son:

1. *Fase de exploración:* La atención se centra en la planificación y en los conceptos básicos del proyecto. En esta fase se establecen los actores, se definen alcances y se establecen los recursos tanto técnicos como humanos para que se desarrolle el proyecto.
2. *Fase de iniciación:* Se configura el proyecto identificando todos los recursos necesarios, en esta fase se planifica, se trabaja y se publica. Se preparan los planes para las siguientes fases y se establece el entorno técnico como los recursos físicos, tecnológicos y de comunicaciones, incluyendo el entrenamiento del equipo de desarrollo. Esta fase se divide en tres etapas:
  - a. Puesta en marcha del proyecto: El propósito de esta etapa es la configuración de los recursos físicos y técnicos para el proyecto, así como los medios para el seguimiento del proyecto.
  - b. Planificación inicial: El objetivo de esta etapa es obtener una buena comprensión del proyecto a desarrollar, para preparar y perfeccionar los planes para las próximas fases del proyecto. De igual forma priorizar y analizar los requisitos esto obliga a crear componentes e interfaces del sistema.
  - c. Día de prueba: El objetivo de esta etapa es asegurar que todo está listo para la implementación del software. Además, el propósito es implementar algunas funciones al núcleo del sistema, por ejemplo, la comunicación cliente servidor.
3. *Fase de producto:* Se repiten iterativamente la programación que engloba la planificación, trabajo, liberación usando como mecanismo el desarrollo dirigido por pruebas (TDD) para llevar a cabo toda la implementación. Primero se planifica la iteración de trabajo en términos de requisitos y la tarea a realizar es necesario el uso de historias de usuario utilizando el formato que provee la documentación oficial, posteriormente se preparan las pruebas de la iteración. Las tareas se llevan a cabo durante los días de trabajo, desarrollando e integrando el código.
4. *Fase de estabilización:* Se realizan las acciones de integración para unir los posibles módulos separados, donde se verifica además el correcto funcionamiento del sistema.
5. *Fase de pruebas:* Es la fase del testeo de la aplicación, se deben realizar todas las pruebas necesarias para tener una versión estable y final.

## Desarrollo de la Metodología

Para el desarrollo de la Aplicación Móvil para la preservación de las Lenguas Originarias de México se utilizó la metodología MovilD; en este apartado se describe las actividades realizadas en las fases desarrolladas.

### Fase de Exploración

Se realizaron las especificaciones de requerimientos, se establecieron los grupos de interés, se definió el alcance del proyecto, así como los recursos físicos, técnicos y humanos del proyecto. En la tabla 7.4 se muestran los requerimientos iniciales del proyecto.

**Tabla 7.4** Requerimientos iniciales del proyecto

Requerimientos iniciales	
1.	Inicio de sesión de usuario
2.	Registro de usuario
3.	Consulta de recomendaciones
4.	Ingresar recomendación
5.	Ingresar palabras
6.	Ingresar lenguas
7.	Ingresar traducción
8.	Ingresar traducción aprendida por el usuario
9.	Construir modelo de inteligencia artificial para dispositivos móviles
10.	Procesamiento de imágenes para predicción del objeto por Inteligencia Artificial
11.	Consultar palabras aprendidas y por aprender
12.	Ingresar leyenda

Fuente: Elaboracion Propia

En esta etapa se identificaron los alcances del proyecto, es decir los módulos que se desarrollaron en la aplicación móvil:

- a. Desarrollar los módulos de la aplicación móvil
- b. Integrar en la aplicación móvil la parte de inteligencia artificial apoyado de la librería TensorFlow.
- c. Brindar información de la cultura, así como de lugares turísticos, objetos, restaurantes y otros sitios de interés de Oaxaca a los usuarios de la aplicación.
- d. La aplicación móvil está disponible en los idiomas de español, inglés y mixteco de San Pedro Jicayán.
- e. Construcción de un API REST.

### Fase de Inicialización

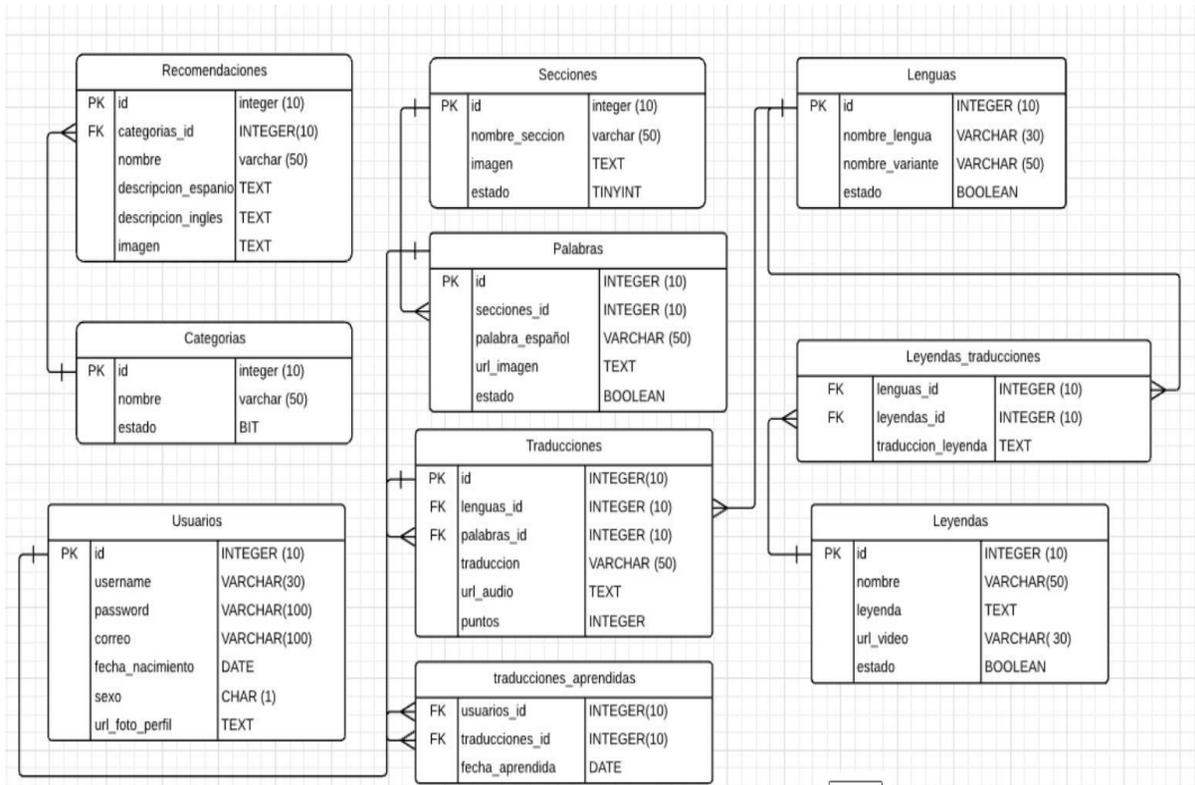
En esta etapa de realización establecimiento del proyecto y las tecnologías a utilizar, la planificación inicial de las actividades y las pruebas necesarias; en la tabla 7.5 se muestran los recursos tecnológicos que se utilizaron en desarrollo del proyecto.

**Tabla 7.5** Tecnologías para utilizar durante el proyecto

Nombre de la herramienta	Descripción
Java JDK	Es un entorno de desarrollo para crear aplicaciones, Applets y componentes utilizando el lenguaje de programación Java (Oracle).
Android Studio IDE	Es el entorno de desarrollo integrado (IDE) oficial para la plataforma Android. Actualmente se encuentra en la versión 3.2.1
NodeJS	Es un entorno en tiempo de ejecución multiplataforma, de código abierto para la capa del servidor, asíncrono, con I/O de datos en una arquitectura orientada a eventos.
MySQL	Es un Sistema Gestor de Base de Datos (SGBD) es considerado como la base de datos de código abierto más popular del mundo.
Python	Es un lenguaje de programación interpretado multiparadigma. Permite varios estilos de programación como: Orientada a Objetos y funcional.
TensorFlow	Es una biblioteca de código abierto para aprendizaje automático ayuda a hacer sistemas capaces de construir y entrenar redes neuronales para detectar y descifrar patrones, como la predicción de imágenes.
Firebase	Es una plataforma para el desarrollo de aplicaciones web y móviles, contiene una serie de servicios como lo son: Análisis, mensajería, Autenticación, base de datos en tiempo real y almacenamiento
Gitlab	Es un servicio web de control de versiones y desarrollo de software colaborativo basado en Git; que permite tener repositorios privados y públicos.
Cowboy	Es un moderno servidor web con soporte para websockets, HTTP en su versión 2 y REST.

Se diseñó la base de datos relacional del proyecto como se ve en la figura 7.1.

**Figura 7.1** Modelo relacional de la base de datos

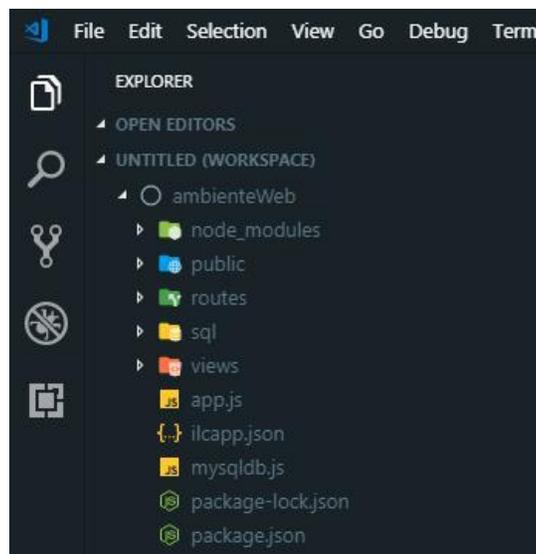


Fuente: Elaboración Propia

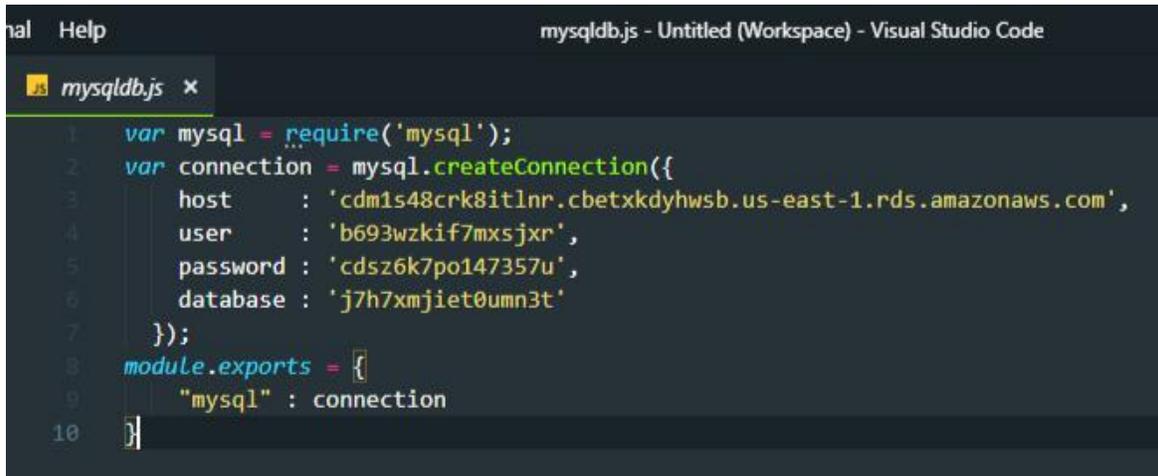
En esta etapa se realizó la configuración del entorno para poder iniciar con la implementación del sistema. Para ello se realizó la configuración del servidor, la base de datos y se estableció la comunicación entre ambos implementando un servidor en NodeJS.

A continuación, se muestran la figura 7.2, de la estructura del servidor

**Figura 7.2** Estructura del servidor



La figura 7.3 muestra la conexión de la base de datos

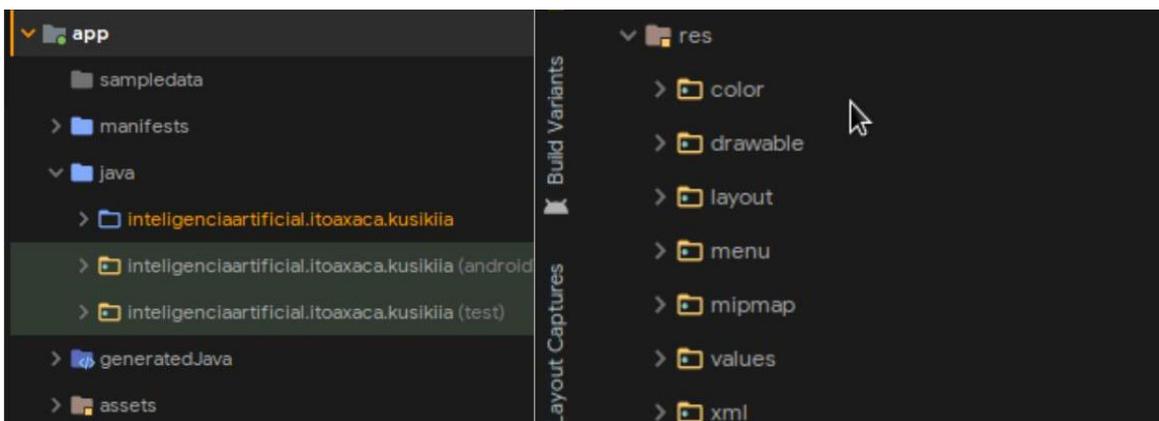
**Figura 7.3** Conexión con la base de datos


```

mysqlDb.js
1  var mysql = require('mysql');
2  var connection = mysql.createConnection({
3      host      : 'cdm1s48crk8itlnr.cbetxkdyhwsb.us-east-1.rds.amazonaws.com',
4      user      : 'b693wzkif7mxsjxr',
5      password  : 'cdsz6k7po147357u',
6      database  : 'j7h7xmjiet0umn3t'
7  });
8  module.exports = {
9      "mysql" : connection
10 }

```

La figura 7.4, muestra la estructura de aplicación móvil

**Figura 7.4** Estructura de la aplicación móvil

## Fase de Producto

En esta fase se realizaron cinco iteraciones para el desarrollo de la aplicación móvil correspondientes a cada uno de los módulos, cabe mencionar que se hizo uso de la técnica de historias de usuario para identificar los requerimientos del usuario. Es importante mencionar que se definieron diferentes historias de usuarios para cada una de las iteraciones correspondientes. A continuación, se muestra en la tabla 7.6, un ejemplo del módulo *Aprender*; dicho módulo permite que el usuario realice el registro de una nueva sección de palabras.

**Tabla 7.6** Historia de usuario Registro de sección

ID	Tipo	Dificultad		Esfuerzo		Prioridad
		Antes	Después	Estimado	Gastado	
1	Nueva Arreglo Mejora	Fácil Moderada Difícil	Fácil Moderada Difícil	10	10	
<b>Nombre:</b> Registrar de sección						
<b>Descripción:</b> Como un usuario administrador quiero registrar nuevas secciones para brindar a los usuarios el poder aprender otras palabras.						
1. <b>Éxito:</b> Datos de registro válidos.						
A. Los datos son ingresados a la base de datos y se crea una nueva sección.						
B. Los datos ya se encuentran registrados en la base de datos y no se almacena la nueva sección.						
2. <b>Falla:</b> Datos de registro inválidos o vacíos.						
a. El tipo de dato ingresado en alguno de los campos no es válido, no se crea la sección.						
b. Los campos obligatorios son dejados en blanco, no se crea la sección.						

Fuente: Elaboración Propia

En esta etapa se desarrollaron las interfaces de los diferentes módulos de la aplicación móvil. En la figura 7.5 se muestran las secciones en las que los usuarios pueden aprender nuevas palabras en la lengua. De igual forma se da información acerca del nombre del usuario, su foto de perfil y los puntos que va acumulando.

**Figura 7.5** Diseño de pantalla de los tipos de Secciones

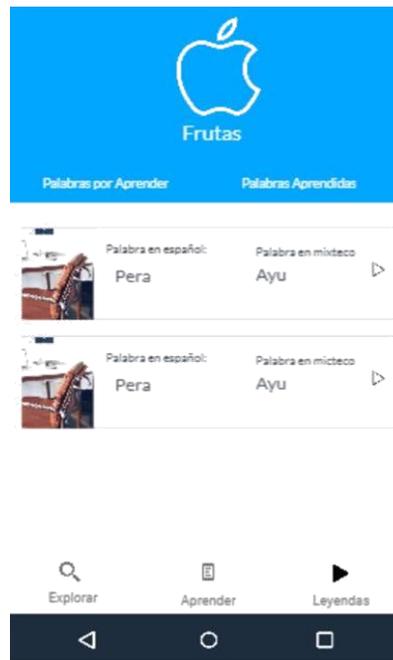


La siguiente figura 7.6 muestra en pantalla las palabras que le hacen falta por aprender al usuario de la sección que seleccionó. Cada una de las palabras que están pendientes de aprender muestra la imagen que hace relación a la palabra, de igual forma la palabra en español y los puntos que cada una de estas otorga; estas palabras se visualizan en forma de lista.

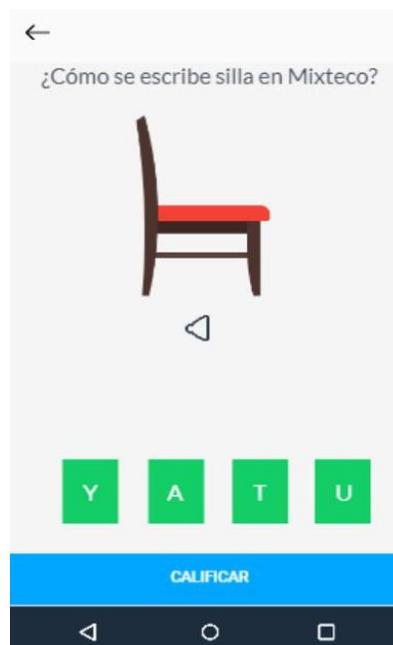
**Figura 7.6** Diseño de pantalla de listado de palabras por aprender



La siguiente figura 7.7, muestra las palabras que el usuario ya aprendió, dependiendo de la sección seleccionada. Cada una de estas palabras ya aprendidas se debe mostrar en forma de lista, en donde cada una de ellas debe tener la imagen relacionada a la palabra, la palabra en español, su traducción en la lengua y el audio de cómo se pronuncia.

**Figura 7.7** Diseño de pantalla de palabras aprendidas

La figura 7.8, muestra la dinámica con la que los usuarios podrán aprender nuevas palabras de la lengua en donde se le hace la pregunta: ¿Cómo se escribe “palabra” en Mixteco? En donde se le presenta al usuario la imagen relacionada a la palabra, un botón para reproducir la traducción correcta y las letras que forman la traducción revueltas, para que el usuario vaya seleccionando las letras y formando la traducción correcta. Si todo fue correcto debe regresar a la vista principal de secciones y sumar puntos al perfil del usuario.

**Figura 7.8** Diseño de pantalla dinámica para aprender palabras

### Fase de Estabilización y de Pruebas

En estas dos etapas se trabajó en la integración de los módulos programados en cada una de las iteraciones y se aplicaron las pruebas correspondientes para la estabilización y correcto funcionamiento de la aplicación móvil. En estas etapas se realizaron todas pruebas necesarias de cada uno de los módulos, así como las validaciones correspondientes para el buen funcionamiento. A continuación, se muestran diferentes pruebas realizadas a los módulos a manera de ejemplo.

La tabla 7.7 muestra el tipo de prueba de aceptación para realizar las consultas de las palabras por aprender y aprendidas

**Tabla 7.7** Prueba de aceptación consulta de palabras por aprender y aprendidas

<b>Hoja de prueba de aceptación</b>	
<b>Test ID:</b>	2
<b>Historia:</b>	Consulta de palabras por aprender y aprendidas
<b>Aprobada / ID defecto:</b>	
<b>Descripción:</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. La pantalla de palabras aprendidas y por aprender debe mostrarse mejor o igual al diseño.</li> <li>2. Las palabras aprendidas y por aprender deben estar separadas en dos pestañas.</li> <li>3. Las palabras por aprender deben redireccionar a la dinámica para aprender la palabra.</li> <li>4. Las palabras aprendidas deben tener un botón para reproducir el audio de la traducción.</li> </ol>
<b>Resultado esperado:</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. La interfaz gráfica cuenta con dos pestañas una para las palabras aprendidas y otra para las palabras por aprender.</li> <li>2. Las palabras por aprender deben redireccionar a la dinámica</li> <li>3. El audio de las palabras aprendidas se reproduce correctamente</li> </ol>

Fuente. Elaboración Propia

La tabla 7.8 muestra una prueba de aceptación realizada para poder aprender una palabra

**Tabla 7.8** Prueba de aceptación. Dinámica aprender palabra

<b>Hoja de prueba de aceptación</b>	
<b>Test ID:</b>	2
<b>Historia:</b>	Dinámica aprender palabra
<b>Aprobada / ID defecto:</b>	
<b>Descripción:</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. La pantalla dinámica para aprender palabras debe mostrarse mejor o igual al diseño.</li> <li>2. Las letras de la palabra se encuentran revueltas</li> <li>3. Al seleccionar una letra debe desactivarse y colocarse en la palabra que se va formando.</li> <li>4. Debe tener un botón para reproducir el audio de la palabra</li> <li>5. Botón para “comprobar respuesta” se activa al seleccionar todas las letras</li> <li>6. Funcionalidad botón “comprobar respuesta” <ol style="list-style-type: none"> <li>6.1 Palabra correcta</li> <li>6.2 Palabra incorrecta</li> </ol> </li> </ol>
<b>Resultado esperado:</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. La interfaz gráfica se muestra correctamente</li> <li>2. Las letras de la palabra se visualizan correctamente a lo especificado</li> <li>3. La letra seleccionada se desactiva y se agrega en la palabra</li> <li>4. El audio se reproduce correctamente</li> <li>5. Se habilita el botón “comprobar respuesta” al seleccionar todas las letras.</li> <li>6. Inspección visual <ol style="list-style-type: none"> <li>6.1 Se muestra el mensaje “Has aprendido la palabra en Mixteco”.</li> <li>6.2 Se muestra el mensaje “La palabra es incorrecta”, y se permite intento de nuevo</li> </ol> </li> </ol>

Fuente. Elaboración Propia

## Resultados

De acuerdo con la filosofía de la metodología Móvil, donde se caracteriza por presentar ciclos de desarrollos muy rápidos en equipos muy pequeños, cuyo resultado es lograr conseguir productos funcionales en su totalidad en corto tiempo, por lo tanto, el desarrollo de cada uno de los módulos son los resultados, es decir, que el software se encuentra listo para su funcionamiento. Como resultado de la aplicación de la metodología se generaron los siguientes módulos que a continuación se describen: A continuación, se muestran los resultados por iteraciones:

### I. Iteración 1

*Módulo Aprender:* En este módulo el usuario de la aplicación podrá acceder a las distintas categorías de las palabras que puede aprender en Mixteco, al aprender una palabra podrá ir sumando puntos y podrá volver a repasarla en el momento que este lo desee, ver figura 7.9.

- Datos del usuario, su foto de perfil nombre de usuario y puntos obtenidos.
- Aprender una nueva palabra con ayuda de la cámara, se abre la pantalla de la cámara para capturar un objeto
- Dar clic en la sección para ir a las palabras que se pueden aprender y ha prendido el usuario.
- Otro ejemplo de sección
- Menú inferior para ir a las otras pantallas principales explorar y leyendas.

**Figura 7.9** Interfaz Gráfica de las Secciones del módulo aprender



### Palabras por aprender

Al haber hecho clic en alguna de las secciones se mostrará una nueva pantalla con las palabras que puede aprender, para ingresar a la dinámica para aprender palabra solo debe presionar la palabra, como se muestra en la figura 7.10.

**Figura 7.10** Interfaz Gráfica palabras por aprender



- Botones para cambiar entre palabras aprendidas y palabras por aprender
- Palabras por aprender, al presionar una palabra se hará la redirección para realizar la dinámica de aprender palabra

## Pantalla dinámica palabra por aprender

Al mismo nivel de la pantalla anterior usted podrá visualizar las palabras que ha aprendido en el transcurso del uso de la aplicación. Para ello usted solo debe dar clic en la opción palabras aprendidas y podrá visualizarlas. Algo importante de señalar es que podrá inclusive reproducir la pronunciación de la palabra.

### Botones para cambiar entre palabras aprendidas y palabras por aprender

1. Palabras aprendidas, podrá visualizar las palabras que ha aprendido en español, en la lengua y podrá reproducir el audio dando clic en el botón con forma de triángulo.
2. Pantalla Dinámica Palabra Por Aprender

Al mismo nivel de la pantalla anterior se puede visualizar las palabras que ha aprendido el usuario en el transcurso del uso de la aplicación. Para ello se debe dar clic en la opción palabras aprendidas y podrá visualizarlas. Algo importante de señalar es que podrá inclusive reproducir la pronunciación de la palabra.

## II. Segunda iteración

### Módulo usuario

Es el módulo encargado de permitir al usuario registrarse dentro de la aplicación y el acceso a la misma. La implementación de este módulo trae como resultados las siguientes interfaces gráficas de usuario, tomando como base del diseño previo de la fase de inicialización. Ver figura 7.11.

Registro de usuario: Si no tiene una cuenta registrada en la aplicación, puede registrarla en esta pantalla registrando los datos solicitados como su nombre de usuario, correo, contraseña, fecha de nacimiento y el sexo.

1. Ingresa tu nombre de usuario
2. Ingresa un correo electrónico válido
3. Ingresa tu contraseña
4. Confirma tu contraseña, ingresándola nuevamente
5. Ingresa tu fecha de nacimiento
6. Tu sexo.
7. Presiona el botón para crear tu cuenta, si el usuario o correo electrónico ya existe, se mostrará un mensaje que el que intentaba registrar ya se encuentra registrado, en caso contrario se creará la cuenta.

**Figura 7.11** Pantalla registro de nuevo usuario

### III. Tercera Iteración

**Módulo de recomendaciones:** Con este módulo el usuario podrá obtener información relevante de cosas culturales que se encuentran en el estado de Oaxaca, como lo son: Sitios turísticos, gastronomía, bebidas, artesanías, entre otras cosas.

#### Pantalla principal de las categorías de las recomendaciones

Cuando la aplicación se ejecuta, se puede observar que la pantalla que se muestra es la de prender, para moverse a la pantalla de categorías de las recomendaciones solo tiene que dar clic en la opción explorar del menú inferior. En esta pantalla podrá encontrar categorías con lugares turísticos, gastronómicos y culturales del estado de Oaxaca que puedes consultar dando clic sobre ellos. Ver la figura 7.12.

**Figura 7.12** Pantalla categorías de las recomendaciones



1. Categoría de las recomendaciones, al dar clic en alguna de ellas redireccionará a otra vista donde se mostrará las recomendaciones de esa categoría seleccionada.
2. Menú inferior para ir a las otras pantallas principales de aprender y leyendas

### IV. Iteración

**Módulo de leyendas:** Con este módulo se le brinda al usuario la oportunidad que pueda ver una leyenda en forma de video, así como poder leer la leyendo en texto.

#### Pantalla de leyendas

Cuando la aplicación se ejecuta, se visualiza la interfaz que muestra la opción de Aprender para moverse a la pantalla de leyendas solo tiene que dar clic en la opción leyendas del menú inferior. En esta pantalla podrá encontrar leyendas en distintas lenguas, recopiladas por un proyecto del INALI (Instituto Nacional de las Lenguas Indígenas) que se llama 68 voces y que podrá visualizar en esta aplicación, ver la figura 7.13.

**Figura 7.13** Pantalla de leyendas

1. Leyendas disponibles, al dar clic en alguna de ellas redirecciona r a su detalle donde se muestra la leyenda en la lengua y en español
2. Menú inferior para ir a las otras pantallas principales de explorar y aprender.

### Pantalla información de la leyenda

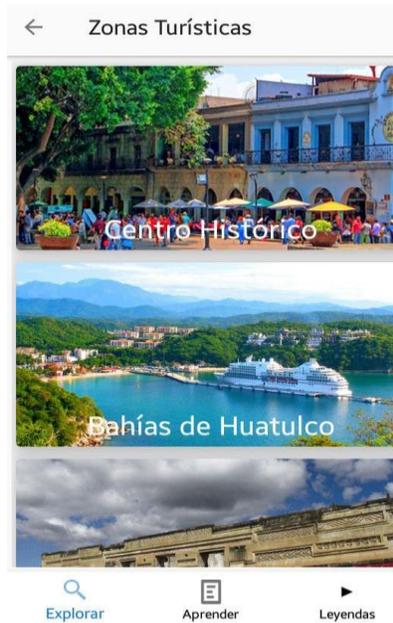
Una vez que se selecciona la opción de leyendas, se muestra esta pantalla donde podrá reproducir el video de la leyenda, y podrá leer la leyenda en español o en la lengua mientras se escucha su pronunciación, como se muestra en la figura 7.14.

**Figura 7.14** Pantalla detalle de la leyenda

1. Video de la leyenda
2. Transcripción de la leyenda en español y la lengua
3. Menú inferior para ir a las otras pantallas principales de explorar y aprender

### Pantalla de recomendaciones

Posterior al haber seleccionado una categoría, podrá observar una lista de recomendaciones que usted puede consultar dando clic en alguno de ellos, donde podrá observar información más detallada del lugar, ver la figura 7.15.

**Figura 7.15** Pantalla recomendaciones

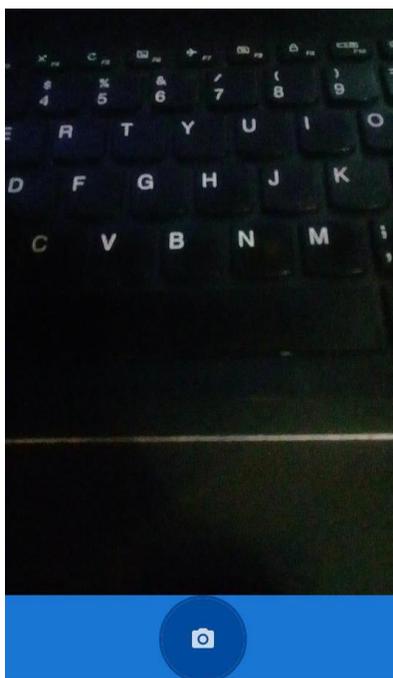
1. Recomendación disponible para consulta
2. Menú inferior para ir a las otras pantallas principales de aprender y leyendas

## V. Iteración

Módulo de reconocimiento de objetos: El complemento ideal para el módulo de aprender, ya que con este módulo el usuario podrá tomar una foto al objeto que le interese conocer cómo se escribe y pronuncia en la lengua a través del procesamiento de la imagen y haciendo la inferencia por medio de un modelo entrenado de Inteligencia Artificial.

## Resultados obtenidos del módulo reconocimiento de objetos

La implementación de este módulo dejó como resultados la siguiente interfaz gráfica de usuario, tomando como base del diseño previo de la fase de inicialización, ver la figura 7.16.

**Figura 7.16.** Interfaz gráfica cámara

De igual forma antes de la implementación de la cámara se entrenó un modelo de red neuronal convencional con 13 clases con el lenguaje de programación Python, cada clase representa a un objeto del mundo real que puede ser precedido por el modelo construido o dicho de otro modo un modelo previamente entrenado con imágenes.

Es importante mencionar que el entrenamiento de una red neuronal tiene una curva de aprendizaje lenta, debido a que existen distintos métodos para ayudar a realizar el procesamiento de la imagen y la inferencia del objeto a querer detectar, y no siempre la elección hecha es la mejor y depende de la complejidad del problema.

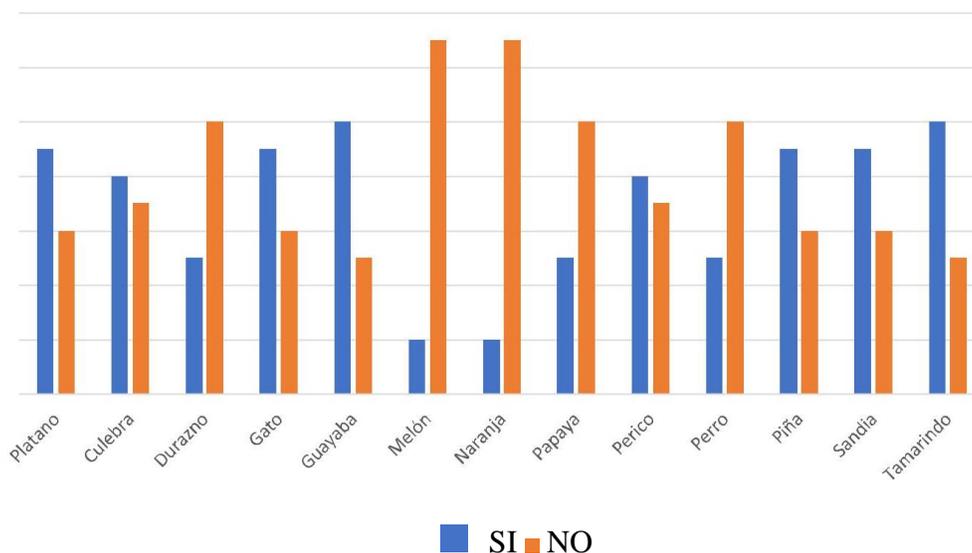
Ante lo planteado anteriormente, es importante hacer mención al teorema de no free lunch de Wolpert y Macready (1997) que dice:

*“La complejidad y la diversidad de los problemas del mundo real hacen que algunos de ellos sean más fáciles de resolver que otros. Resulta así que sea poco probable que exista un único método que pueda hacer frente a todo tipo de problemas”*

Con ello quiero explicar que el proceso de entrenamiento de una red neuronal es lento, complejo y necesita de una base de datos grande en este caso de imágenes para que el modelo aprenda mejor, sin caer en hacer un sobre entrenamiento del modelo.

Resultados prueba del modelo de inteligencia artificial como se muestra en el gráfico 7.1.

**Gráfico 7.1** Resultados prueba del modelo de inteligencia Artificial



## Conclusiones

Para el desarrollo del proyecto, fue necesario involucrarse con el mundo tan maravilloso que son las lenguas originarias de México, conocer el gran número de variantes que tienen y buscar una forma innovadora en la que se le podría dar un gran impacto a este tema tan abandonado. Ante ello, la mirada que se tuvo fue ofrecer una aplicación móvil innovadora que involucrara tecnologías de actualidad como lo son la Inteligencia Artificial (IA); para lograr los objetivos trazados fue sumamente importante contar con una persona que hablara una lengua originaria y compartiera su voz y su conocimiento sobre las palabras de la lengua originaria como es el Mixteco de San Pedro Jicayán.

Con la idea aterrizada se pasó a la parte de desarrollo, utilizando las métricas que plasma la metodología Mobile- D que permite definir con exactitud y precisión cada uno de los módulos involucrados en la aplicación, y con el desarrollo dirigido por pruebas se pudo comprobar con certeza que los módulos implementados funcionan correctamente y pueden ponerse a disposición del usuario final.

## Referencias

- Abrahamsson & Hanhineva (2004), *Mobile D: An Agile Approach for Mobile Application*.
- BBVAOPE4U (2016), *API REST: que es y cuáles son sus ventajas en el desarrollo de proyectos*.
- Beck (2001), *Principios del manifiesto ágil*, Consultado del 8 de diciembre de 2018. Disponible: <https://agilemanifesto.org/iso/es/principles.html>
- Consultado el 6 de noviembre de 2018. Disponible: <https://goo.gl/rKhrkA>
- Development, Consultado el 4 de octubre de 2018. Disponible: [goo.gl/AeRb9L](https://goo.gl/AeRb9L)
- Gonzales y Woods (1992), *Digital Image Processing (2 ed.)*, Prentice Hill.
- <http://capitaljovenisic.org.mx/blog/post/la-importancia-de-preservar-las-lenguas-indigenas-de-mexico/189>.
- <https://www.scjn.gob.mx/sites/default/files/cpeum/documento/2017-03/CPEUM-002.pdf>
- IBM (2012), *El desarrollo de aplicaciones móviles nativas, web o híbridas*, Consultado el 28 de noviembre de 2018, Disponible: [ftp://ftp.software.ibm.com/la/documents/gb/commons/27754\\_IBM\\_WP\\_Native\\_Web\\_or\\_hybrid\\_2846853.pdf](ftp://ftp.software.ibm.com/la/documents/gb/commons/27754_IBM_WP_Native_Web_or_hybrid_2846853.pdf)
- INALI (2019), *La cultura, verdadera esencia del ser humano: INALI*, Consultado el 2 de febrero de 2019. Disponible: <https://www.gob.mx/inali/articulos/la-cultura-verdadera-esencia-del-ser-humano-inali>
- INEGI (2015), *Lengua Indígena*, Consultado el 8 de octubre de 2018, disponible. <http://www.beta.inegi.org.mx/temas/lengua/>
- ITU-T (2009), *Mobile Applications*, Consultado el 22 de noviembre de 2018, Disponible: [https://www.itu.int/dms\\_pub/itu-t/oth/23/01/T230100000C0004PDFE.pdf](https://www.itu.int/dms_pub/itu-t/oth/23/01/T230100000C0004PDFE.pdf)
- Merino (2014), *¿Qué es un API y para qué sirve?*, Consultado el 2 de diciembre de 2018 Disponible: <https://www.ticbeat.com/tecnologias/que-es-una-api-para-que-sirve/>
- Orfali y Harkey (1996), *The essential Client/Server Survival Guide (2 ed.)*, John Wiley & Sons Inc. (Computers).
- Ponce (2010), *Inteligencia Artificial con aplicaciones en la ingeniería*, Alfaomega
- Pressman (2010). *Ingeniería de Software (7 ed.)*. México: Mc Graw Hill
- Sommerville (2011), *Ingeniería de Software (9 ed.)*, Pearson
- Szeliski (2010), *Computer Vision: Algorithms and Applications*, Springer.
- Wolpert & Macready (1997), *No free lunch teorema foro optimization*, Consultado el 12 de febrero de 2019, Disponible: <https://goo.gl/KKi9q2>

## Capítulo 8 La adecuación de las pruebas de usabilidad para identificar errores en el diseño de textos digitales interactivos

### Chapter 8 Suitability of usability tests to identify errors in the design of interactive digital texts

SALINAS-GUTIÉRREZ, Isabel†\*, RODRÍGUEZ-GUTIÉRREZ, Susana, HERNANDEZ-TORRES, Ervey Leonel y FIERRO-SILVA, Salvador

*Universidad Autónoma de Baja California. Escuela en Ciencias de la Ingeniería y Tecnología*

ID 1<sup>er</sup> Autor: *Isabel, Salinas-Gutiérrez* / **ORC ID:** 0000-0001-9337-0913, **CVU CONACYT ID:** 670950

ID 1<sup>er</sup> Coautor: *Susana, Rodríguez-Gutiérrez* / **ORC ID:** 0000-0002-5674-2586, **CVU CONACYT ID:** 959102

ID 2<sup>do</sup> Coautor: *Ervey Leonel, Hernandez-Torres* / **ORC ID:** 0000-0003-3720-1415, **CVU CONACYT ID:** 669954

ID 3<sup>er</sup> Coautor: *Salvador, Fierro-Silva* / **ORC ID:** 0000-0001-9182-1733

**DOI:** 10.35429/H.2019.1.1.14.145

I. Salinas, S. Rodríguez, E. Hernandez y S. Fierro

\*isabel.salinas@uabc.edu.mx

A. Marroquín, J. Olivares, P. Diaz, L. Cruz. (Dir.). Mujeres en la tecnología. Handbooks-©ECORFAN-Mexico, Queretaro, 2019.

## Resumen

El objetivo de esta investigación es comprobar que las pruebas de usabilidad provenientes de la ingeniería en sistemas pueden contribuir a mejorar los textos digitales interactivos (TDI) que son un producto del diseño editorial. Para ello se diseñó un experimento basado en la Metodología de la Espiral de Barry Bohem (1988) logrando probar que los TDI son productos evaluables por medio de datos verificables, cuyos errores de producción son fácilmente identificables a través de pruebas de usabilidad. Esta investigación contribuye a la profesión del diseñador gráfico al permitirle apropiarse de las pruebas de usabilidad y adaptarlas para sus productos, haciéndose de nuevas habilidades —más allá de la excelente composición y la carga semántica de sus elementos— para fundamentar con datos empíricos sus propuestas, correcciones y rediseños; y con ello se desmitifica que al diseñador lo guíe únicamente el gusto por la composición al comprobarse que el «gusto» es por la buena función.

## Usabilidad, Textos digitales interactivos, EPUB, e-book

### Abstract

The subject of this research is to probe that usability tests used in computer science can contribute to improve interactive digital texts (TDI) one product of editorial design. For this, an experiment was designed based on the Spiral Methodology of Barry Bohem (1988) proving TDI are evaluable by data and that production errors are easily identifiable through usability tests. This research contributes to the profession of the graphic designer by allowing them to appropriate usability tests and adapt them to their products, using new skills - beyond the excellent composition and semantic load of their elements - to support their proposals with empirical data, corrections and redesigns; and with this it is demystified that the designer is guided only by the taste for the composition by verifying that the "taste" is for the good function.

## Usability, EPUB, e-book

### Introducción

Para los fines de esta investigación se considera TDI a cualquier texto de origen literario sin distinción de género y subgénero, cuyo mensaje se transmite a través de la combinación de lenguaje escrito, animación, audio, video, ligas, y gráficos, todo ello con la posibilidad de ser desplegado a voluntad por el lector con el propósito de obtener parte del contenido, y no solo como mero acompañamiento. Para esta definición se prefiere el termino «texto» ya que permite alejarnos de las concepciones libro, revista, periódico, provenientes del mundo de las publicaciones impresas (Salinas, 2017), aunque sin olvidar que un TDI tiene el mismo fin que cualquier publicación impresa: llevar un mensaje efectivo a un receptor, a través de una narración. "De lo interactivo se deduce la capacidad de participación por parte del receptor, con la consiguiente modificación del mensaje original, que es reconstruido según los intereses e interpretaciones del último decodificador; algo que nos lleva a cuestionarnos la alteración de la idea de autoría. Nos referimos a un nuevo autor-creador que se caracteriza por su pluralidad" (Caldevilla Domínguez, 2011).

La industria editorial desarrolló métodos de trabajo que se han venido utilizando hasta nuestros días sin necesidad de cambio hasta la aparición de los textos digitales. "A partir de que Gutenberg imprimió sus primeros libros y hasta hace un par de décadas, la historia del diseño editorial había transcurrido con pocos sobresaltos" (Buen, 2008).

Pero estas técnicas utilizadas durante siglos no contemplan la inclusión de las propiedades interactivas que son una realidad en los productos actuales, de modo que los TDI son elaborados de forma deficiente cuando se siguen solo los métodos tradicionales para el diseño editorial impreso. Por su parte la informática ha fijado los criterios para el desarrollo de diseño de interacción para productos dirigidos a la web. Si bien esos criterios tienen apenas una década, van ampliándose y puliéndose con base a los resultados que ofrecen y se consideran una guía confiable para lograr un diseño de interacción.

Puesto que los TDI comparten con las páginas web la característica de fijar su punto de encuentro con el usuario a través de la interfaz, se justifica que la producción de TDI se trata en parte de un diseño de interacción. Y dado que en el diseño de interacción la usabilidad es parte medular por ser cuantificable, en esta investigación se demuestra cómo las pruebas de usabilidad pueden proporcionar a la industria editorial digital una base metodológica para el diseño de TDI. El problema a resolver es la ausencia de un método de trabajo para el diseño de TDI que logre integrar las antiguas técnicas del diseño editorial con el diseño de interacción de manera eficiente. El objetivo general es medir la funcionalidad del modelo propuesto para el diseño de TDI, que incluye tanto los criterios del diseño editorial como los del diseño de interacción. Se parte de la hipótesis de que un modelo de trabajo que considere integral el diseño editorial con el diseño de interacción para la producción de TDI, lograría productos mejores tanto en términos de usabilidad como de la transmisión del mensaje.

Para manifestar la genealogía de las ideas expresadas en planteamiento, objetivo e hipótesis, la presente investigación expone el marco teórico en que se fundamentan, para luego describir los procedimientos con que se llevaron a cabo los dos experimentos, sus resultados y conclusiones. En la sección «La usabilidad» se describe los conceptos y principios de usabilidad en que se basan las ciencias computacionales para la creación de productos interactivos como páginas web y aplicaciones móviles, como origen de la hipótesis propuesta. En la sección «El diseño editorial» se describe los dos métodos para la elaboración de un producto editorial impreso, sus técnicas y fundamentos teóricos como evidencia de que no consideran la inclusión de propiedades interactivas. Después en «Metodología» se presenta el marco metodológico empleado en los dos experimentos con prototipos. Lo forma en que fueron producidos dichos prototipos, los instrumentos y los procedimientos de los experimentos. Dado que el segundo experimento depende de los resultados de primero, se incluyen en esta sección resultados que deben tomarse como parciales hasta que es posible establecer una comparativa entre experimentos.

En la sección de «Resultados» se contrastan los resultados de ambos experimentos lo que permite deducir qué modelo de trabajo es más funcional para los TDI. Finalmente en «Conclusiones» se describen las optimizaciones que se encontraron como necesarias para obtener un modelo de diseño idóneo para TDI y que se presentan por medio de la esquematización llamada modelo C.

## La usabilidad

En esta sección se fundamentan los criterios para considerar que un TDI con estándares de usabilidad es un TDI mejor diseñado, más funcional y que transmite efectivamente el mensaje. Iniciemos por describir las características y necesidades propias del diseño de cualquier producto digital interactivo, ya sea página web, aplicación para dispositivo móvil, videojuego, entre otros productos donde se espera que el usuario interactúe con los elementos que hay en pantalla para que sea efectiva la transmisión del mensaje. Resulta imprescindible distinguir entre algunos términos que se utilizan para describir los distintos aspectos del diseño interactivo. Mientras que los criterios de usabilidad son metas o tareas que aseguran que el producto es efectivo de usar, eficiente para usar, seguro de usar, útil, fácil de aprender, fácil de recordar (Sharp, Rogers y Preece, 2007) y se miden con criterios que el diseñador puede manipular directamente; la experiencia del usuario en cambio, depende de la vivencia personal ante el uso del producto. La tabla 1 muestra los distintos conceptos de Sharp, Rogers y Preece, (2007) involucrados en el diseño interactivo.

**Tabla 1** Conceptos que se usan para describir aspectos del diseño interactivo

Concepto	Nivel de dirección	También llamado	Cómo lo mide/ usa el diseñador
Metas de usabilidad	General	Tareas	¿Cuánto le lleva completar una tarea?
Metas de experiencia del usuario	General	Niveles de satisfacción	¿Cómo podemos hacer el producto interactivo divertido y disfrutable?
Principios de Diseño	General	Principios heurísticos	¿Qué tipo de retroalimentación vamos a proporcionar en la interface?
Principios de Usabilidad	Específico	Principios heurísticos de la práctica	¿El diseño ofrece salidas señaladas claramente?
Reglas	Específico	Navegación	¿Se proporciona siempre botones de navegación hacia atrás y hacia delante?

Fuente: Sharp, Rogers y Preece, (2007)

Respecto a la UX o experiencia del usuario, la intención de medir la vivencia personal ha sido un abordaje de interés no solo para el mundo de la informática, sino para disciplinas diversas como la psicología y sus estudios de percepción, o los estudios del arte donde lo denominan la vivencia estética. De esta última área J. A. Estrada (2007) explica, “Ningún individuo puede suplantar a otro en el goce o rechazo por la obra, ni puede tener injerencia en la relaciones psicológicas y espirituales cuando tienen frente a sí mismo el portento de la obra de arte”, por lo que considera que las dificultades del estudio o medición de la vivencia estética por medio de un experimento científico se pueden justificar. Y agrega, “El gusto es indiscutiblemente subjetivo pero aun así, tiende a guardar una objetivación, que permite establecer referencias de carácter disciplinario” (Estrada, 2007) .

Por su parte el concepto usabilidad tiene su origen en el término *user friendly*, es decir amigable para el usuario (Bevan, Kirakowski, y Maissel, 1991). Las diversas definiciones de usabilidad involucran la enumeración de diferentes atributos que se pueden clasificar como lo describen Hasan, Martín y Iazza (2007) en cuantificables de forma objetiva y cuantificables de forma subjetiva. Entre los cuantificables de forma objetiva se encuentra la eficacia o número de errores cometidos por el usuario durante la realización de una tarea, y eficiencia o tiempo empleado por el usuario para la consecución de una tarea. Entre los cuantificables de forma subjetiva tenemos la satisfacción del usuario ante el producto.

La usabilidad por tanto puede ser medida y evaluada por medio de datos empíricos, no debe entenderse como un concepto subjetivo (Hassan, Ortega, 2009). Finalmente Hassan, Martín y Iazza, (2007) aseguran que un diseño no es en sí mismo usable: “lo es para usuarios específicos en contextos de uso específicos”.

Accesibilidad, en cambio, no se refiere a la facilidad de uso sino a la posibilidad de acceso, como prerrequisito para ser usable. Es decir que el diseño facilite a todos sus usuarios potenciales, sin excluir a aquellos con limitaciones individuales como discapacidades, dominio del idioma o limitaciones derivadas del contexto de acceso, software y hardware empleado para acceder, ancho de banda, etc. (Hassan, Martín y Iazza, 2007). Esto, según los mismos autores implica una paradoja, porque mientras la usabilidad exige delimitar la audiencia, la accesibilidad implica diseñar para la diversidad.

La usabilidad depende no solo de la interfaz sino también de la arquitectura de la información. La arquitectura es su estructura y organización, un componente no visible (Hasan, Martín y Iazza, 2007). Mientras que la interfaz es la parte que ven los usuarios y a través de la cual interactúan (Hartson; 1998).

Jorge Arango (2013) considera que los espacios informáticos se experimentan como un nuevo tipo de publicación. “El sitio web de una revista puede ser visto como una publicación tradicional, mientras que una red social puede ser experimentada de forma más parecida a un lugar. Siempre y cuando se trate de un artefacto interactivo —no lineal— el usuario lo va experimentar entre uno de estos dos extremos”. Esto debido, según el citado autor, a que estos constructos comparten características de las publicaciones impresas —como los índices, las páginas de contenido, entre otros— con las características necesarias para visitar espacios reales como puntos para ingresar, navegar, así como el nombre mismo de «sitio». Esto implica para Arango (2013) que el diseño de estos productos se fundamenta en dos campos: literatura y ciencias de la información.

“Una vez definida la arquitectura de información y los mecanismos de navegación, se deberá definir la estética” (Traynor, 2013), en los productos digitales la estética y/o estilo gráfico se concentra en la interfaz. Se entiende la interfaz como Hassan y Ortega (2009) definen: “la superficie de encuentro entre usuarios y aplicación”, de modo que su diseño gráfico deberá ayudar a la fluidez entre la usabilidad de la aplicación y la consecuente experiencia del usuario; y consideran una exigencia conocer «los ojos del usuario», o más correctamente, cómo las personas percibimos visualmente. Por lo que basarse en las Leyes de la Gestalt publicadas por Koffka (1935) servirán siempre de guía para cualquier comunicación visual y no es la excepción el caso de composiciones para ser leídas a través de computadoras o dispositivos móviles, donde la pantalla es la superficie donde se direcciona la mirada.

Autores como Hassan (2009), Traynor (2013), Folmer-Bosch (2002) recomiendan diseñar guiándose por los criterios del HHS<sup>1</sup> o Departamento de Servicios y Salud de Personas en los Estados Unidos que establece 209 puntos de verificación para la creación, el mejoramiento, el mantenimiento y la evaluación de las páginas web. Los 209 puntos de verificación se encuentran agrupados en las siguientes categorías:

1. Verificación del proceso de diseño y evaluación
2. Optimización de la experiencia del usuario
3. Verificación de la accesibilidad
4. Verificación del hardware y software
5. Verificación de la Página Principal
6. Verificación del diseño de la página web
7. Verificación de la Navegación
8. Verificación del Desplazamiento
9. Verificación de los encabezados, títulos, etiquetas y apariencia del texto
10. Verificación de los enlaces;
11. Verificación del aspecto del texto
12. Verificación de las listas
13. Verificación de los componentes que activan acciones (Widgets)
14. Verificación de los gráficos, imágenes y multimedia;
15. Escribir contenido web
16. Organización del contenido
17. Verificación de las herramientas de búsqueda
18. Pruebas de Usabilidad

Las recomendaciones de la HHS es realizar a todo prototipo las pruebas de usabilidad que se presentan en la tabla 2, donde también se explica cómo se adaptan estas pruebas a los prototipos de TDI. Tabla 2. Las pruebas de usabilidad que recomienda el HSS para las páginas web y su aplicación para el Diseño de TDI

Inciso	Tipo de Prueba	Aplicación en pruebas de TDI
A	Usar un enfoque de diseño iterativo	Cualquier composición visual inicia con un boceto, de modo que utilizar prototipos de papel o computadora es igualmente útil para probar y hacer cambios en TDI como se hace para páginas web.
B	Solicitar comentarios de los participantes	Pensar en voz alta o hacer comentarios retrospectivos es aplicable a las pruebas de usabilidad para TDI y sus posibles complicaciones son las mismas que para web.
C	Evaluar sitios web antes y después de hacer cambios	Determinar si los cambios realmente funcionan es bueno tanto en pruebas para páginas web como para TDI.
D	Priorizar tareas	Determinar cuáles tareas son fáciles y cuáles difíciles es útil en las pruebas de usabilidad para TDI.
E	Distinguir entre frecuencia y gravedad	Mientras que la frecuencia en un error es un dato cuantitativo, la gravedad es un dato cualitativo que determina si se puede o no completar la tarea. Si esa tarea que no se pudo completar es navegar por las páginas de TDI se trata de un error grave ya que impide realizar las demás tareas, si se trata en cambio de que no desplegó algún texto complementario no es tan grave y puede continuar la lectura sin esa información.
F	Seleccionar el número correcto de participantes	La cantidad de participantes que realizan evaluaciones de usabilidad depende del método utilizado y esto aplica tanto a web como a TDI.
G	Usar los prototipos adecuados	Tanto los prototipos de papel como los basados en computadora funcionan para pruebas de páginas web, pero es mejor usar el prototipo más realista posible para TDI para no ser evaluado como un texto impreso.
H	Usar los resultados de la evaluación con cautela	Detectar más problemas potenciales de los que realmente existen o pasar por alto algún problema es una situación que se comparte en las pruebas de usabilidad para web y TDI.
I	Reconocer el «Efecto Evaluador»	Cada evaluador detecta problemas diferentes y pasa de largo otros, por lo que hay que comparar información y sucede lo mismo con las pruebas de usabilidad para TDI.
J	Aplicar métodos de evaluación automática	Existe software para evaluar sitios web, al respecto hay campo de oportunidad en la industria editorial para sus desarrolladores.

<sup>1</sup> Health and Human Services

K	Use Tutoriales Cognitivos Cautelosamente	El recorrido cognitivo parece detectar más problemas potenciales de los que realmente existen también en el caso de TDI.
L	Elección del laboratorio frente a las pruebas remotas	En ambos casos, web o TDI es preferible la prueba en laboratorio y la prueba remota cuando la logística no sea posible.
M	Usar la clasificación de gravedad con cautela	Ni siquiera los especialistas altamente experimentados en usabilidad logran ponerse de acuerdo en qué problema tendrá más impacto para las pruebas de un mismo sitio web. Lo mismo puede ocurrir en las pruebas para usabilidad de un TDI por lo que hay que ser cuidadoso.

Fuente: <https://webstandards.hhs.gov/guidelines/> (2019)

Por su parte la División de Comunicaciones Digitales en la Oficina del Subsecretario de Asuntos Públicos del Departamento de Salud y Servicios Humanos de Estados Unidos (HHS) publica en su sitio web (consultado el 12 de mayo de 2019 y recuperado de <https://www.usability.gov/what-and-why/interactio-design.HTML>) una serie de prácticas recomendadas para lograr, a través del diseño de interacción, la creación de interfaces atractivas que deriven en comportamientos bien planificados, para lo cual “hay que comprender como los usuarios y la tecnología se comunican entre sí [...] para anticipar cómo alguien podría interactuar con el diseño y solucionar problemas, e inventar nuevas formas de lograr algo” (División de Comunicaciones Digitales, 2018). Esas prácticas recomendadas que se basan en las investigaciones de Dan Saffer (2010), Peter Morville y Louis Rosenfeld (2002) se resumen en seis cuestiones a considerar para el diseño de interactividad que presentan en la tabla 3 donde se comenta el modo de aplicación al diseño de interacción para TDI.

**Tabla 3** Prácticas recomendadas por la División de Comunicaciones Digitales en la Oficina del Subsecretario de Asuntos Públicos del HSS para el diseño de interacción que se resumen a seis cuestiones

No	Cuestión	Aplicación en diseño de TDI
1	Definir cómo los usuarios pueden interactuar con la interfaz	Conocer las formas en que el usuario utiliza el ratón, dedo, o bolígrafo digital para presionar botones, jalar o soltar elementos. Para un TDI además hay conocer los comandos que no son parte del producto sino del dispositivo de lectura y del sitio de hospedaje del producto (como la forma en que se visualiza el pase en las páginas digitales, la posibilidad de lectura en doble plana, entre otros).
2	Dar a los usuarios pistas sobre el comportamiento antes de que se tomen acciones	Proporcionar información al usuario para que sepa lo que sucederá si realiza una acción es determinante en el diseño de TDI.
3	Anticipar y mitigar errores	Si bien en los TDI es más difícil anticipar errores que en una página web, sí es posible y recomendable avisarle al usuario cuando cometió uno.
4	Considere la retroalimentación del sistema y el tiempo de respuesta	Esta cuestión es igualmente aplicable a TDI como a páginas web en cuanto a que el tiempo de respuesta no debe exceder la paciencia del usuario.
5	Pensar estratégicamente en cada elemento	El revisar los tamaños de los elementos, el uso de los bordes y sus esquinas se comparten en el diseño para web y de TDI. Pero seguir los estándares de la web para elementos conocidos como los botones multimedia resulta indispensable en el diseño de TDI.
6	Simplificar para aprender	Cuando se trata de TDI no se pueden disminuir los elementos a solo siete (párrafos o líneas de texto por página). Pero sí fragmentar el mensaje y presentarlo en varias pantallas. Simplificar demasiado también puede ser contra productivo.

Fuente: <https://www.usability.gov/what-and-why/interactio-design.HTML> (2019)

Gerard Jounghyun Kim (2015), especialista en el área de la interacción máquina humano o HCI por sus siglas en inglés, recomienda siete principios básicos de HCI que se analizan en la tabla 4 aplicados al contexto de los TDI.

**Tabla 4** Los siete principios básicos de HCI de Jounghyun Kim, aplicados a la construcción de TDI

Principio	Aplicación en diseño de TDI
Conocer al usuario	Lo mejor es conocer edad, género, educación nivel, estatus social, experiencia en computación, antecedentes culturales del lector del TDI para atender a sus necesidades y capacidades.
Entender la tarea	Diferentes usuarios tendrán diferentes formas de resolver la tarea en cuestión, y esto debe reflejarse en la interfaz para simplificar la implementación para todos los usuarios. En un TDI un lector podría, por ejemplo navegar de forma diferente hasta la parte donde dejó la lectura o no requerir desplegar cierta información que otro lector sí desee.
Reducir la carga de memoria	La capacidad humana de memoria a corto plazo o STM por su siglas en inglés, es de aproximadamente 5 a 9 fragmentos de información (o elementos significativos) por lo que mantener la interfaz del TDI dentro de ese número de elementos interactivos es recomendada
Tener consistencia	Usar el mismo tipo de posición y estilos gráficos para tareas semejantes, ayuda al lector del TDI a recordar qué hacer. La familiaridad también conduce a una mayor aceptabilidad y preferencia, por ejemplo en la publicación de una colección de textos.
Recordar y refrescar la memoria de los usuarios	Cualquier tarea implicará el uso de la memoria, por lo que es bueno emplear interfaces que dan retroalimentación. Aunque los TDI no suelen coleccionar información como tarjetas de crédito y datos del lector como lo hacen los sitios de compras, de cualquier forma es bueno retroalimentar al lector para que sepa cuando realizó correctamente cierta tarea, sobre todo cuando que implique varios pasos de un proceso mayor
Prevenir errores/rehacer acciones	La interacción y la interfaz debe estar diseñada para evitar confusiones y sobrecargas mentales. Una técnica efectiva es presentar únicamente los datos relevantes, esto en TDI se aplica al fragmentar el mensaje en varias pantallas y/o paginas digitales.
Naturalidad	La naturalidad en un diseño interactivo se refiere a acercarse lo más posible al tipo de actividades que realizamos en nuestra vida cotidiana. Por ejemplo, permitir al lector de un TDI ‘hojear’ como si fuera libro o revista impresos.

Fuente: Jounghyun Kim, G. (2015)

Y finalmente otro factor a tomar en cuenta son las guías específicas que los diseñadores deberán seguir para el sistema operativo que utilice el dispositivo en el que vayan a correr su TDI, por ejemplo iOS, Android, Windows, OS, esto para que el usuario se sienta familiarizado y no pierda tiempo en conocer los criterios nuevos cada vez que interactúa con un nuevo TDI. Este marco referencial puede proporcionar a los diseñadores de TDI una base que si bien no ha sido concebida para la producción de industria editorial digital o la creación de textos narrativos, han fungido como parámetros útiles para lograr una correcta interacción entre interfaz y usuario, y si el objeto de nuestro estudio comparte rasgos de los libros, revistas, periódicos y otros textos narrativos, con los de las páginas web, cabe afirmar que una metodología funcional para la producción de TDI será aquella que retome los criterios del diseño de interacción y los elementos de la maquetación para textos impresos que se describen en la siguiente sección.

### El diseño editorial

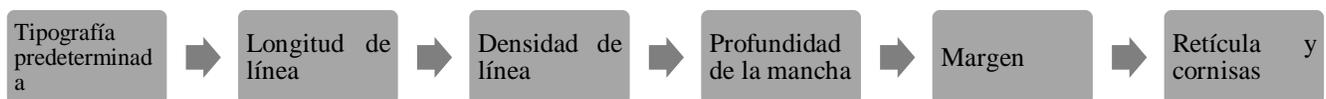
En esta sección se se describen los dos métodos para la elaboración de un producto editorial impreso, sus técnicas y fundamentos teóricos como evidencia de que no consideran la inclusión de propiedades interactivas. Los chinos utilizaron los tipos móviles sobre papel unos 400 años antes que Gutenberg lograra mecanizarlos hacia 1450 (Rodríguez, 1992). A diferencia de otras espacialidades del diseño con apenas unas décadas de nuestra época —como la creación de páginas web o aplicaciones para dispositivos móviles—, el editorial carga consigo una sólida fundamentación teórica debido a su antigüedad misma que es anterior a las normalizaciones de medidas para la producción gráfica, es decir, anterior a la estandarización de formatos y gramajes de papel, mecanismos de impresión y tintas; por lo que la maquetación de libros, periódicos y después revistas se basó inicialmente en los principios de la geometría, y sus cálculos en la equivalencia aritmética. Desde Gutenberg y hasta la década de 1880 en que Ottmar Mergenthaler inventó la máquina Linotype, toda la formación tipográfica se hacía a mano, colocando el operario las letras una por una (Bringhurst, 2008).

Antes de la imprenta de tipos móviles, los manuscritos tenían otro proceso de fabricación y eran distintas especialidades las que se involucraban, por ejemplo calígrafos en vez de cajistas, ilustradores en lugar de tipógrafos. La imprenta generó la necesidad de desarrollar técnicas específicas de trabajo que se han venido utilizando hasta nuestros días sin necesidad de cambio hasta la aparición de los textos digitales. Actualmente existen dos procedimientos para la maquetación<sup>2</sup> de un producto editorial impreso: el sustractivo y el aditivo (Buen, 2008). Con el método sustractivo se construye el producto editorial de afuera hacia adentro, partiendo del formato o tamaño de la página final. Mientras que en el aditivo se parte de la longitud de la tipografía y se va construyendo la mancha tipográfica hasta obtener el tamaño de página ideal para contenerla.

El aditivo es entre ambos el método más antiguo, anterior incluso al sistema métrico decimal — que entró en vigor el 2 de noviembre de 1801— y a la estandarización de formatos de papel ISO 216 que data de 1947 (Bringinghurst, 2008), mientras que el invento de Gutenberg es de mediados del siglo XV. En épocas anteriores a la tipografía digital, los impresores tenían en su posesión solo una o dos familias tipográficas completas por lo que realizar la maquetación a partir de las características de la tipografía no suena extraño.

La figura 1 representa el proceso del método aditivo donde se inicia por elegir la tipografía y el puntaje de la misma. Después se busca la longitud de línea ideal para esa tipografía considerando que a los lectores menos experimentados se les debe presentar líneas con alrededor de 50 caracteres o aún menos, mientras que para los lectores de alto nivel se pueden llegar hasta los 80 caracteres y aún más. Después se calcula la densidad de línea, también llamada interlinea, es decir lo cerca que deberán estar una línea de otra. La profundidad de la mancha tipográfica<sup>3</sup> determina la cantidad de líneas que tendrá la página. Para finalmente calcular el margen que dará al mismo tiempo el tamaño final de la página (Buen, 2008).

**Figura 1** Representación del método aditivo



Fuente: Elaboración propia, con información de Jorge de Buen (2008)

Por su parte el método sustractivo no se podría haber concebido sino a partir de la industrialización de los procesos, ya que depende del tamaño de los pliegos del papel —iso 216, americano, entre otros— que es el primer factor a decidir para definir el tamaño de cada página. En la figura 2 se representa el proceso del método aditivo, donde lo primero es decidir el tamaño de la página, después se calcula un margen por medio de alguno de los sistemas existentes, luego se proyecta la retícula, después se elige por consideraciones de anatomía y de coherencia cultural la tipografía que se aplicará. Ya con retícula y tipografía se hacen pruebas de legibilidad para fijar la cantidad de caracteres que el lector puede procesar, lo cual también determina el puntaje de la tipografía. Dentro del margen van a caber más líneas o menos líneas dependiendo de la densidad de la mancha que también impacta en la cantidad de caracteres que tendrá la página por lo que hay que considerar al lector al que está destinado el texto (Buen, 2008).

**Figura 2** Representación del método sustractivo



Fuente: Elaboración propia, con información de Jorge de Buen (2008)

<sup>2</sup> También llamada diagramación. Maquetar es dar forma y hacer que cada una de las partes constituyentes sean operativas en el marco que delimitan las proporciones de una página rectangular de papel o en una pantalla. (Caldwell, C. y Zappaterra, Y. 2016)

<sup>3</sup> La mancha tipográfica es el campo donde se coloca la tipografía y que se encuentra contorneado por el margen ambos dentro de la página. (Buen, 2008)

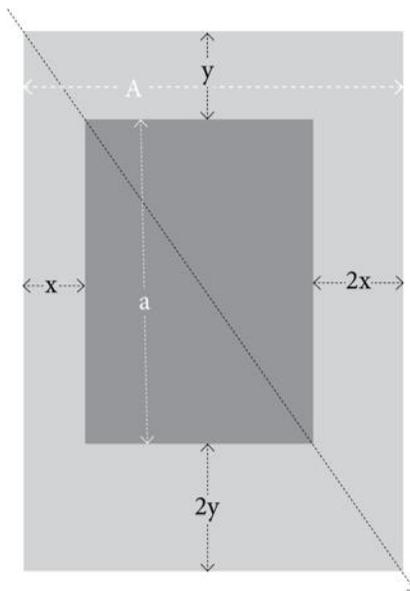
En cuanto a composición, la superficie del papel determina las dimensiones de la página, pero desde el punto de vista técnico también determina el color, opacidad, gramaje, textura, brillo y agarre de la tinta por lo que una misma maquetación resulta en distintos productos finales al usar distinto papel (Ambrose, Harris 2008). En el caso de la mancha tipográfica —también llamado cuadro gris— es definitorio la cantidad de caracteres por línea, pero también la densidad o fuerza de línea dentro del margen. Se trata de calcular una cantidad óptima de caracteres para cierto puntaje de una tipografía determinada y establecer, para los ajustes, criterios máximos y mínimos (Bringhurst, 2008). De modo que el mismo margen puede tener distintas densidades en la mancha tipográfica cuando va dirigida a lectores de capacidades variadas. Por lo que vale la pena diferenciar:

$$\begin{aligned} \text{Fuerza de línea} &= \text{interlineado o espacio en blanco} + \text{puntaje del cuerpo tipográfico} \\ \text{Mancha tipográfica} &= \text{Fuerza de línea} + \text{cantidad de líneas} \end{aligned}$$

El margen no se traza centrado dentro de las páginas de un libro, periódico o revista como lo automatiza el procesador de palabras Word de Microsoft. Esto debido a que la vista de una doble página centrada y llena de caracteres crea una sensación de pesadez visual. El margen centrado funciona en cambio para hojas sueltas que no serán impresas por ambos lados ni tomadas por la encuadernación. “Una intención común de los diseñadores editoriales desde hace siglos ha sido compensar el peso de la mancha tipográfica aparentando cierta ingravidez. Por eso tradicionalmente, el margen de pie se hace más grande que el de cabeza; de esta manera, la mancha tipográfica parece volar en medio del papel” (Buen, 2008). El mismo autor explica que en libros impresos se prefiere cumplir con los cánones más tradicionales que se resumen a continuación:

1. “La mancha tipográfica y la página tienen exactamente las mismas proporciones, puesto que la diagonal de la primera se hace coincidir exactamente con la diagonal de la segunda”. En la figura 3 se aprecia que la mancha tipográfica —en gris oscuro— es un rectángulo más chico pero proporcional a la medida de la página —cuadro gris claro— por lo que al trazar una diagonal de la esquina superior izquierda, a la esquina superior derecha de la página, coincide con la diagonal de la mancha.

**Figura 3** Proporciones tradicionales del margen



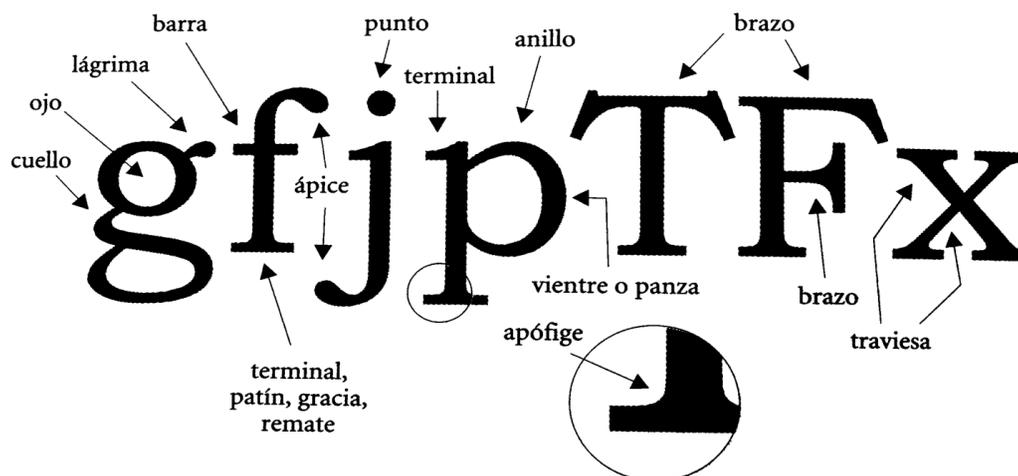
Fuente: Elaboración propia, con información de Jorge de Buen (2008)

2. “La altura de la mancha tipográfica (a) es igual a la anchura de la página (A),
3. El margen exterior es el doble (2x) del margen interior (x) para que, con el libro abierto, las dos columnas queden equitativamente distribuidas,
4. El margen inferior es el doble (2y) del margen superior (y), lo cual da al texto una impresión de ingravidez”.

Para conseguir estas proporciones existen varios métodos para calcularlo: margen áureo, canon ternario, diagonal y doble diagonal, margen Van der Graaf, 2-3-4-6, margen sistema iso 216, escala universal. Cada uno de estos métodos se ajusta a ciertas proporciones y utilidades de la página mientras que no se adapta a otras, por lo que el diseñador editorial debe saber cuál elegir según su formato y proyecto. Con el margen Van der Graaf, ya sea en aditivo o en sustractivo, se tiene un rendimiento de página del 44.44%, es decir, solo se ocupa con texto este porcentaje y resto se encuentra en los márgenes y ese es el inconveniente principal de este sistema y de todos los sistemas clásicos: más de la mitad de la página se reserva para los márgenes, por lo que otros sistemas más modernos pueden ser convenientes dependiendo del rendimiento que se busque.

Para elegir la familia tipográfica se considera primero la cuestión de las serifas<sup>4</sup>. Se trabaja con serifas cuando se trata de una lectura de larga duración —novela, tesis— cuando la lectura es corta —recetas, diccionario— se puede elegir con o sin serifas por lo que la anatomía será el siguiente factor y su coherencia cultural, es decir si se trata de una antigua, moderna o de transición, por lo que al editar un libro de Miguel de Cervantes Saavedra sería coherente elegir una familia antigua —con menos contraste y eje inclinado—, mientras que para un libro sobre transbordadores espaciales una moderna es más coherente —con alto contraste y eje vertical— (Buen, 2008). En la figura 4 se observan los rasgos anatómicos a analizar en cualquier tipografía. Mientras que ciertas familiar tipográficas tienen brazos más delgados, otras tendrán ojos totalmente redondos o más ovalados, hay que observarlos con detenimiento para elegir la que se ajustará mejor a la página, al margen y a la retícula del proyecto.

**Figura 4** Rasgos anatómicos que se deben observar detenidamente en toda familia tipográfica para decidir cuál de ellas utilizar.



Fuente: Jorge de Buen (2008)

“Similares a los planos en arquitectura, las retículas o cuadrículas son conjuntos invisibles de guía o sistemas de coordenadas” (Cadwell, Zappaterra, 2016). Se trata de guías para colocación del contenido dentro de las páginas, según Robert Bringhurst, (2008) Existen cinco retículas convencionales que se utilizan dependiendo del contenido que se va a colocar en cada proyecto.

- Manuscrito: si es puro texto, la única guía necesaria es el margen.
- Columnas: de utilización convencional en periódicos y revistas, cuando las imágenes van dentro de las columnas, no necesariamente colocadas junto al texto que las describe, ya sea que son pocas o solo van al inicio de cada tema, y son de formatos compatibles a la verticalidad de las columnas.
- Modular: es para proyectos más complejos, en el cual hay necesidad de que el texto, imágenes, gráficas, etc. interactúen según lo indica la narrativa.
- Rejilla: es una hoja cuadrículada ya que no tiene medianiles —es decir, espacio en blanco— entre los campos, y se utiliza para el diseño de portadas, páginas de inicio, pero no del interior.

<sup>4</sup> Serifa —también llamado terminal, patín, gracia o remate— «es uno de esos conceptos que es más fácil de comprender visualmente que definir de manera correcta, pero decir que son los piecitos en la parte inferior y en la parte superior de las letras lo describen bastante bien». Julien, A (2012)

- e. Jerárquica: al igual que la anterior no se utilizan para interiores, son para portadas, páginas de inicio, índice, especialmente páginas web, ya que consiste en marcar espacios de contenido y espacios desocupados inamovibles

Las cornisas o folios son los elementos de navegación del volumen impreso, sirven para indicar la página, sección, parte, unidad o tema en donde se encuentra el lector e identificar la organización de la obra. “Aunque no hay nada intrínsecamente malo en ello la sucesión de páginas desprovistas de folio pueden crear dificultades de producción así como hacerse engorroso para el lector” (Cadwell, Zappatera 2016). Elementos gráficos editoriales tales como círculos, rellenos de toda forma, líneas, flechas, signos ortográficos con peso visual y ornamentos son elementos que funcionan para destacar, separar u organizar la información. “Funcionan como pequeños anexos informativos” (Cadwell, Zappatera 2016).

Las ilustraciones e imágenes que acompañan al texto pueden ser, de apoyo cuando solo están acompañando, y explicativas cuando están dando descripciones visuales en cuyo caso deben aparecer justo en cierto lugar “A veces las imágenes tienen que desempeñar funciones que el texto no puede. Por ejemplo es imposible describir tendencias de moda usando solo palabras” (Bhaskaran, 2006). Los principios metodológicos descritos en esta sección se han utilizado durante más de cuatro siglos, tiempo durante el cual se han perfeccionado por lo que son probadamente funcionales y precisos, pero específicos a los productos que va a leerse impresos y encuadernados, generando una presentación de doble plana.

Por su parte los productos que van a ser leídos bajo el contexto de una pantalla se leen bajo otras condiciones como una distancia de lectura diferente—que varía de un tipo de pantalla a otra— o el hecho de requerirse la interacción con la barra de navegación, botones, además de las cualidades propias del dispositivo de lectura como la presencia del cursor, el brillo y la apariencia misma que generan los píxeles. Que el diseñador sea experto en aplicar el método para textos en papel no lo habilita para resolver los proyectos para pantalla debido a las cualidades diferenciadas del proyecto digital e interactivo.

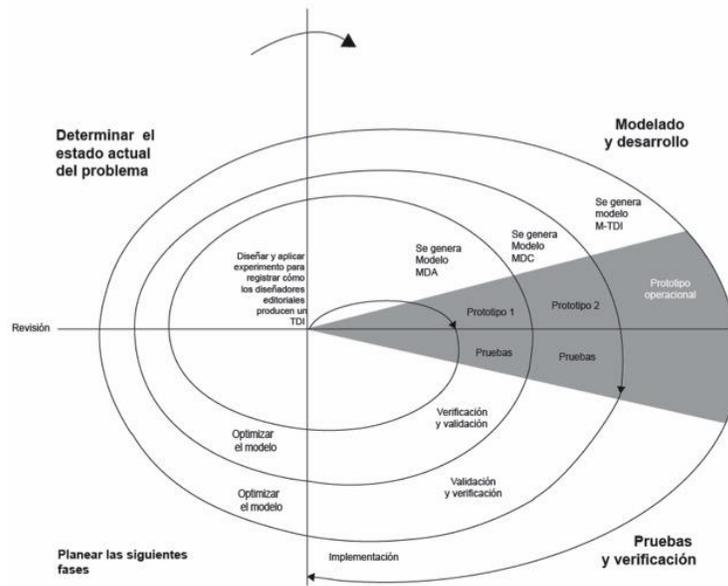
## Metodología

En esta sección se describen los experimentos que se llevaron a cabo con los prototipos A y B, con el objetivo de recopilar datos empíricos que permitan evaluar si el diseño de un TDI es más funcional<sup>5</sup> cuando en su proceso de elaboración se consideran tanto los criterios del diseño editorial como del diseño interactivo, comparado con aquellos TDI que se producen adaptando la metodología de impresos a la producción de TDI.

Se utilizó la metodología de la de espiral (Bohem, 1988) que consiste en desarrollar un prototipo, para someterlo a pruebas que ayuden a identificar los errores en su producción y en base a correcciones desarrollar el producto final y corregir el método. Dicha metodología, figura 5 fue introducida por Barry Bohem (A Spiral Model for Software Development and Enancement, 1988) para el desarrollo de software y se utiliza en áreas como el diseño de productos digitales donde se busca la interacción entre un humano y la computadora o HCI por su siglas en inglés.

---

<sup>5</sup> La funcionalidad será medida en términos de usabilidad (medible cuantitativamente), experiencia del usuario (medida cuantitativamente aunque subjetiva) y capacidad para transmitir un mensaje (medible cualitativamente).

**Figura 5** Representación de la metodología de espiral

Fuente: Barry Bohem, 1988. Traducción por Salinas Gutiérrez, I.

Con base en la metodología de Bohem (1988) se creó el procedimiento de experimentación que incluye las tres fases presentadas en la tabla 5:

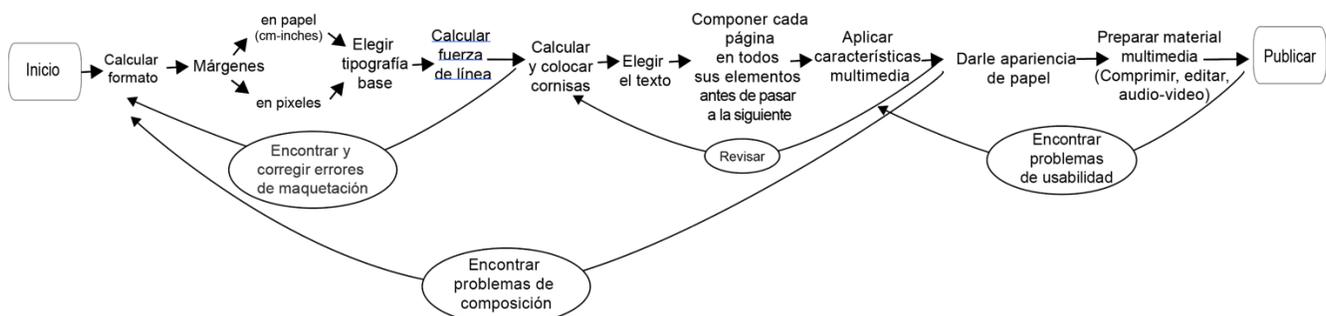
**Tabla 5** Fases del experimento diseñado para esta investigación

1. Evaluar el grado de usabilidad del modelo MDA.
2.1 Producir un prototipo con base en A.
2.2 Probar el grado de usabilidad del prototipo A con usuarios
2.3 Optimizar el modelo MDA lo que origina el modelo B.
2. Evaluar el grado de usabilidad del modelo B
3.1 Producir un prototipo con base en B
3.2 Probar el grado de usabilidad y registrar el grado de comprensión del mensaje del prototipo B con usuarios
3. Optimizar el modelo B, lo que origina el modelo C o modelo de trabajo para textos digitales interactivos.

Fuente: Elaboración Propia

## El prototipo A

Para producir el prototipo A se le pidió a un grupo de 52 diseñadores que siguieran el modelo MDA representado en la figura 6. Los diseñadores fueron estudiantes del séptimo semestre de la licenciatura en Diseño Gráfico de la Escuela de Ingeniería y Tecnología perteneciente a la Universidad Autónoma de Baja California, que al momento del experimento contaban con la experiencia de haber diseñado al menos un libro y una revista impresa. El modelo MDA es una estandarización de las prácticas a que recurren los diseñadores gráficos al adaptar los métodos para elaborar publicaciones impresas y adaptarlos para TDI (Salinas, 2019).

**Figura 6** Modelo MDA también llamado Modelo de Diseño Actual

Fuente: Salinas, I. 2019

A cada uno de los 52 diseñadores se le asignó un texto que formarían parte del prototipo A y se les pidió seguir el proceso de trabajo del modelo MDA. El prototipo debía contener menos de 60 páginas para que las pruebas de lectura no demorarán más de 30 minutos con cada individuo<sup>6</sup>, por lo que se seleccionó por medio de pruebas heurísticas las más aptas de entre las 52 propuestas de los diseñadores. Resultando e un prototipo con 4 historias distribuidas en 57 paginas digitales, aunque solo una de las historias sería el objeto de las pruebas con elementos interactivos, se puede apreciar una impresión de pantalla del prototipo en la figura 7, donde se muestra la página de créditos.

Para el contenido del prototipo se eligió el texto de Crosthwaite, L.H; No quiero escribir, no quiero (1993). Se trata de una colección de cuentos cortos del autor Tijuanaense Luis Humberto Crosthwaite, libro que fue seleccionado por el jurado del premio nacional de cuento y crónica y publicado por el Centro Toluqueño de Escritores con un tiraje de 1000 ejemplares. Crosthwaite se caracteriza por utilizar un lenguaje coloquial, regional y ubicar a sus personajes en escenarios de la frontera San Diego-Tijuana por lo que el lector local se identifica con las situaciones y se minimiza la distancia cultural con el contenido del texto.

**Figura 7** Muestra la página de créditos y el índice del prototipo A



Fuente: Elaboración para los fines de esta investigación

El prototipo fue diseñado para leerse en computadora portátil y de escritorio, para su acceso fue colocado en la red y leído a través de un navegador web. El prototipo contó con animación, audio, video, hipervínculos, y botones interactivos, es decir capacidad multimedia e interactiva.

La población para la que se diseñó el prototipo eran jóvenes con escolaridad media superior y antecedentes como consumidor de textos recreativos, lúdicos y por placer —no escolares— acostumbrados a leer en pantallas, preferentemente utilizando computadoras de escritorio a nivel usuario, diestros en manejar el teclado y mouse o pantallas touch; familiarizados con los convencionalismos de la web —como links a hipertextos— y de las redes sociales —inserción de video, audio y GIF—, así como facilidad de navegación en dispositivos móviles.

Al tratarse de una población infinita se buscó unidades de análisis con las características antes descritas, encontrándose éstas entre los pre-universitarios del curso Tópicos de Matemáticas y Dibujo que es requisito para ingresar a la Escuela de Ingeniería y Tecnología de la Universidad Autónoma de Baja California, unidad Valle las Palmas donde se llevó a cabo el experimento.

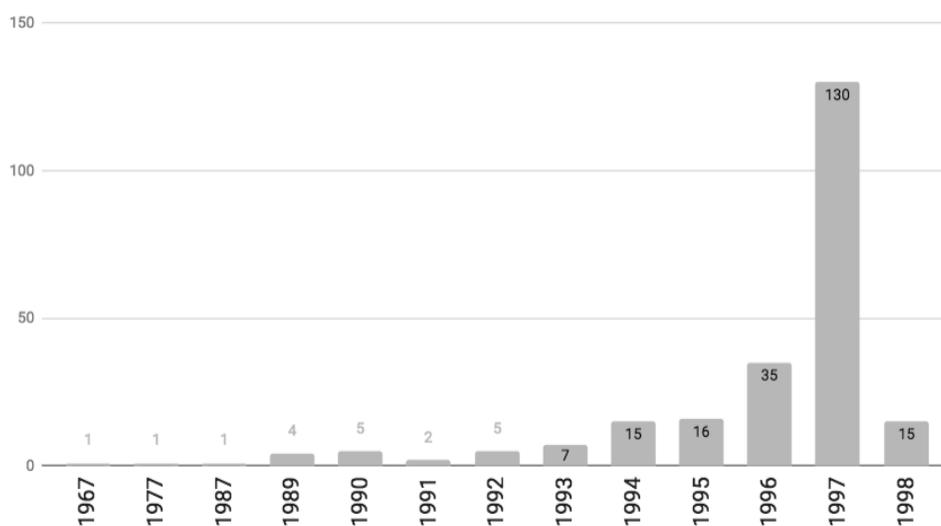
Utilizando como universo la matrícula completa de nuevo ingreso 2016-2 a la Escuela de Ciencias de la Ingeniería y Tecnología donde se muestreó al 15% de la población. Con una probabilidad de éxito de 75% y esperando el 7% de error. La población se conformó de 827 individuos. Donde 428 alumnos eran del área de ingeniería y 399 del área de arquitectura y diseño.

<sup>6</sup> La delimitación del tiempo fue necesaria para que el procesamiento de los datos se lograría en menos de seis meses.

El tamaño de la muestra se calculó utilizando la fórmula (Fisher, 2004) dando como resultado una muestra de 110 jóvenes aspirantes a ingresar al área de arquitectura y diseño y 127 aspirantes a ingenierías, todos con las características del universo meta. Se tomaron los individuos de modo conveniente (Nieves y Domínguez 2010). La misma muestra se usó para levantar datos de usabilidad y de satisfacción con instrumentos separados, pero aplicados durante la misma sesión de experimento.

Las variables dependientes son las actitudes y características de cada individuo ante el problema, como el grado de interés en el texto que se lee o la identificación con el mismo y las habilidades para seguir instrucciones y operar una computadora. Mientras que las variables independientes son cada una de las tareas que se le pidió resolver. Se trató de un muestreo probabilístico con marco muestral (Hernández, R; Fernández, C; Baptista, P. 2010) a partir del padrón de alumnos que solicitó nuevo ingreso. En la figura 8 se presenta la escala de edades, tomando como referencia el año de nacimiento de los individuos que conformaron la muestra.

**Figura 8** Escala de edades entre los lectores que probaron el prototipo A. Muestra levantada el 1, 2 y 3 de agosto 2016



Fuente: Datos y elaboración propia

El experimento consistió en que los individuos de la muestra leyeran el prototipo y realizaran algunas tareas, como: 1. Poner el cursor sobre la portada, 2. Ver el índice, 3. Localizar la historia que se llama «Tijuana», 4. Leerlo, 5. Regresar a la portada.

Las acciones se capturaron en video revelando los movimientos del cursor, pases de página, clic sobre elementos gráficos, etcétera. Después se analizaron los videos para vaciar los datos a una matriz que registra usabilidad, tiempos, eficacia y al finalizar la lectura se les aplicó un instrumento que midió la satisfacción.

Al seguir las instrucciones el lector se encontró con la necesidad de realizar tareas específicas como encontrar la forma de navegación dentro del prototipo y usar botones que operan elementos multimedia. A continuación se describen las tareas específicas que el usuario debía realizar:

1. Mover el mouse para poner el cursor sobre la portada.
2. Dar clic en la esquina de la página, o dar clic a las flechas en el teclado una vez para «hojear» hasta llegar a la página 2 donde se encuentra el índice.
3. Determinar la posición de la página donde en el índice se encuentra la palabra «Tijuana», es un botón que al ser pulsado lleva al inicio de esa historia. O bien seguir navegando con los botones de las flechas en el teclado, o dar clic a la esquina de la página para «hojear» hasta encontrar el inicio de la historia «Tijuana» en la página 47.
4. Al encontrar la página 47, leer la introducción de la historia y determinar que las palabras «devenir» y «mella» son botones interactivos que llevan a su definición en el diccionario en línea de la RAE.
5. Hacer clic para «hojear», es decir, navegar a la siguiente página.

6. Seguir leyendo la historia y determinar que en la página 48 del prototipo A hay un ícono que al ser pulsado reproduce audio.
7. Hacer clic para «hojear» es decir navegar a la siguiente página.
8. Seguir leyendo la historia y determinar que en la página 50 de A hay dos íconos que al ser pulsados uno reproduce video y el otro lo pausa, seguir leyendo la página 51.
9. Hacer clic para «hojear», es decir, navegar a la siguiente página.
10. Seguir leyendo la página 52 y determinar que las fotografías son elementos interactivos que al posar el cursor sobre ellas se agrandan.
11. Leer el fin en la página 53 y determinar la mejor forma de volver a la portada, ya sea haciendo clic sobre el texto «regresar al inicio» que lleva directamente, hacer clic sobre un ícono tipo flecha que regresa al inicio, hacer clic sobre la esquina de las páginas o usar las flechas del teclado para «hojear» hasta regresar a la página uno que es la portada.

De los once movimientos descritos se concretan nueve tareas mesurables en términos de usabilidad ya que las otras eran actividades repetidas como hojear las páginas en varias ocasiones. Para su estudio se le dio a cada tarea una nomenclatura del 01 al 09 y se le designó un nombre que se presenta en la tabla 6.

**Tabla 6** Nomenclaturas y tipo de tarea documentado en el experimento A

No.	Nombre	Tipo de tarea
01	hojear	Navegación
02	en índice clic en «Tijuana»	Navegación
03	clic en «devenir»	Desplegar contenido con botones textuales
04	clic en «mella»	Desplegar contenido con botones textuales
05	clic en ícono play sonido	Desplegar contenido multimedia con botones icónicos que guardan convencionalismos con la web
06	clic en ícono play video	Desplegar contenido multimedia con botones icónicos que guardan convencionalismos con la web
07	clic en ícono pausa video	Pausar el contenido multimedia con botones icónicos que guardan convencionalismos con la web
08	clic en «ir a índice»	Navegación
09	navegar a portada	Navegación

Fuente: Datos y elaboración propia

El resultado de las pruebas para estas tareas se presentan a continuación agrupadas para su estudio en: navegabilidad, interactividad con botones icónicos que guardan los convencionalismos de la web e interactividad con botones textuales, además de los tiempos para realizar cada tarea y cantidad de clic necesarios para completarla resultados y se presentan contrastados con los resultados del grupo de control o expertos en TDI<sup>7</sup>.

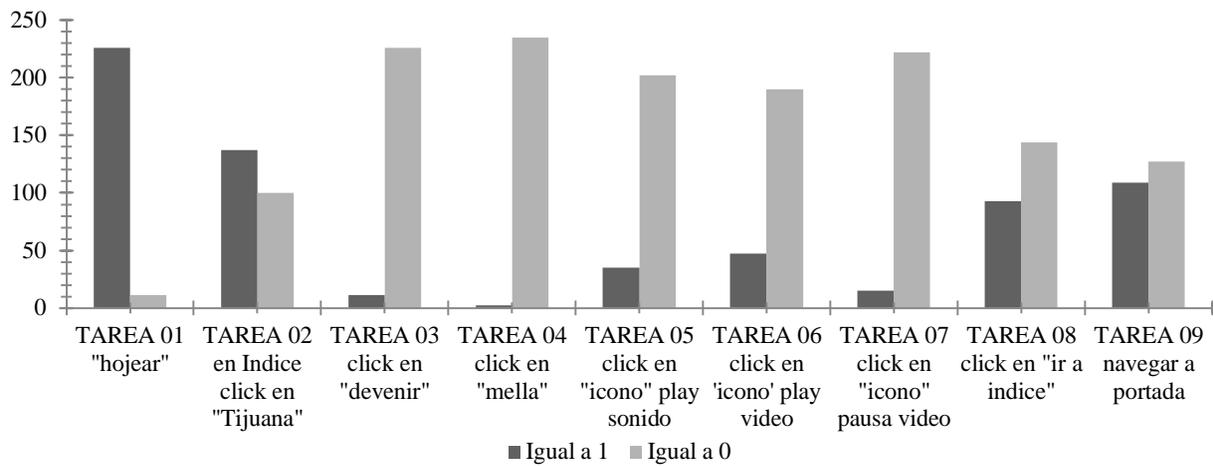
## Resultados del prototipo A

### Resultados de Navegabilidad del prototipo A

La figura 9 representa las nueve tareas y la cantidad de usuarios que pudo completarla, donde 1= Sí la realizó, 0 = No pudo realizarla. «Hojear» fue una tarea que la mayoría pudo realizar (226/237). Seguido de dar clic en botón «Tijuana» (137/237), mientras que «navegar a portada» (109/237) y clic en «ir a índice» (93/237) están por debajo del 50% de usuarios que pudieron realizar la tarea. La navegabilidad general del documento no fue un problema grave, pero sí el usar los atajos de navegación, es decir, la tarea «hojear» fue fácilmente realizada mientras que utilizar el botón «ir a índice» para regresar con un solo clic fue poco utilizado.

<sup>7</sup>El grupo de control, también denominado grupo de expertos, lo formaron diseñadores gráficos con experiencia elaborado TDI, pero que no conocían el prototipo A utilizado en las pruebas. Los expertos conocen la forma de navegación en un TDI de doble plana, posibilidades multimedia e interactivas, así como algunos convencionalismo de los TDI diseñados para lectura en escritorio.

**Figura 9** Representación de las nueve tareas realizadas por los lectores del prototipo A, donde 1= Sí la realizó 0 = No pudo realizarla.



Fuente: Datos y elaboración propia

### Resultados de Interactividad con botones icónicos convencionales a la web

Muy por debajo están las tareas de dar clic en ícono «play video» (47/237), dar clic en ícono «play sonido» (35/237), y dar clic en ícono «pausa video» (15/237). Ante la evidencia de los datos se puede inferir que los botones cuyo ícono y área de hit es un gráfico que guarda los convencionalismos de la web —dos barras verticales para pausa, un triángulo isósceles en posición horizontal para play— son identificables como botones. En los botones icónicos que guardan los convencionalismos de la web no se encontró problema de uso, incluyendo el botón «pausa video» donde se infiere que los lectores no hayan deseado pausarlo, aunque lo identificaron como botón, debido a que deseaban ver el contenido completo del video.

### Resultados de la Interactividad con botones textuales en el prototipo A

Por su parte hacer clic sobre botones de texto como «devenir» (11/237) «mella» (2/237) —que se presentaron con una animación tipo pulsación—, obtuvieron la menor frecuencia de tareas finalizadas. Se puede inferir que los botones cuyo ícono y área de hit es una palabra, no son fáciles de identificar como botones cuando no se presentan con las características convencionales a la web que es el azul y subrayado para denotar su calidad hipertextual.

### Resultados de efectividad por tareas en el prototipo A

Para medir la efectividad, por un lado, se calculó el promedio de clic por cada tarea y se contrastó con el grupo de control llamado usuarios expertos. La tabla 7 presenta los datos obtenidos sobre la cantidad de clic:

**Tabla 7** Contrasta la cantidad de clic que dio un usuario experto contra los que dio un lector de la muestra

Tarea	Promedio de clic por usuario	Promedio de clic por experto
TAREA 01 hojear	5.48	0.75
TAREA 02 en Índice clic en «Tijuana»	2.29	0.75
TAREA 03 clic en «devenir»	2.27	1.00
TAREA 04 clic en «mella»	1.00	1.00
TAREA 05 clic en icono play sonido	1.43	0.75
TAREA 06 clic en icono play video	1.45	0.75
TAREA 07 clic en icono pausa video	1.33	1.00

TAREA 08 clic en ir a índice	2.85	0.75
TAREA 09 navegar a portada	3.96	0.5
Suma de clic promedio en las nueve tareas	22.02	6.5

Fuente: Datos y elaboración propia

En el caso de los comparativos con el grupo de control vemos que la navegación —tareas 01, 02, 08 y 09— el experto da 11.83 clic menos. Por su parte, en las tareas —03 y 04— referentes a botones textuales el experto da 1.27 clic menos que el usuario. Y en la tareas —05, 06 y 07— que son botones gráficos para accionar contenido multimedia y cuyo ícono sigue los convencionalismos de la web, el experto da 1.71 clic menos que el usuario. En total un experto da 15.52 clic menos que un usuario al completar las nueve tareas implícitas en las instrucciones.

### Resultados de Tiempos por tareas en el prototipo A

Los tiempos utilizados en cada tarea se midieron cronometrando el lapso ocurrido entre el clic que completó una tarea y la siguiente. Algunas, pero no todas esas tareas implicaban leer el contenido del cuento por escrito hasta identificar algún elemento interactivo, en algunas páginas el contenido escrito fue más extenso que en otras, por lo que el tiempo de lectura se considera parte del tiempo para completar la tarea. Para la primer tarea se utilizó como referencia la instrucción «poner el cursor sobre la portada» momento a partir del cual se cronometró. Los datos se compararon entre los usuarios y el grupo de control o expertos. La tabla 8 presenta los datos obtenidos respecto de los tiempos promedio donde los expertos ocuparon 282.16 segundos menos para completar las nueve tareas que implica leer el texto.

**Tabla 8** Contrasta el tiempo utilizado por un usuario experto contra un lector de la muestra

Tarea	Promedio por usuario en segundos	Promedio por experto en segundos
TAREA 01 hojear	64.20	0.76
TAREA 02 en Índice clic en «Tijuana»	26.61	1.76
TAREA 03 clic en «devenir»	24.45	1
TAREA 04 clic en «mella»	38.00	2
TAREA 05 clic en icono play sonido	37.14	4.5
TAREA 06 clic en icono play video	30.91	0.77
TAREA 07 clic en icono pausa video	8.33	2
TAREA 08 clic en ir a índice	44.31	15.25
TAREA 09 navegar a portada	38.51	0.26
Suma de tiempos promedio para las nueve tareas	312.46	30.3

Fuente: Elaboración Propia

Los datos revelan que en las tareas referentes a la navegación —tareas 01, 02, 08 y 09— presentadas en la tabla 32, la diferencia es de 155.6 segundos menos para los expertos. En las tareas referentes a activar botones textuales —03 y 04— los expertos duraron en completarlas 59.45 segundos menos que los usuarios. Y en la tareas —05, 06 y 07— que son botones gráficos para accionar contenido multimedia y cuyo ícono sigue los convencionalismos de la web, el experto tardó 69.11 segundos menos que el usuario.

Por otra parte se elaboró un comparativo de los tiempos mínimos y máximos que le toma tanto a usuarios como a expertos completar cada una de la tareas, datos que se contrastan en la tabla 9.

**Tabla 9** Recopila el tiempo mínimo y máximo —expresado en segundos— utilizado en cada tarea y lo contrasta con los mismos datos de los expertos

Tarea	Segundos / Usuario		Segundos/ Expertos	
	Máximo	Mínimo	Mínimo	Máximo
TAREA «hojear» 01	848	1	1	2
TAREA en Índice clic en «Tijuana» 02	191	1	1	6
TAREA clic en «devenir» 03	123	1	1	1
TAREA clic en «mella» 04	49	27	1	2
TAREA clic en icono play sonido 05	165	2	1	4
TAREA clic en icono play video 06	274	1	1	2
TAREA clic en icono pausa video 07	41	1	1	2
TAREA 08 clic en «ir a índice»	200	1	1	20
TAREA 09 navegar a portada	423	1	1	1

Fuente: Elaboración Propia

Referente al tiempo de lectura, Card, S.T.; Moran T.P.; Newell A. (1986) señalan que el saber qué tan rápido se puede leer un texto implica determinar cuánta información puede ver el usuario en cada movimiento de ojo y realizar una operación entre la habilidad del lector y la dificultad perceptual del material de lectura. Si la lectura es conceptualmente difícil, entonces habrá poco movimiento de ojo, pero mucho tiempo en el proceso cognitivo. La lectura de las pruebas no es conceptualmente difícil, se trata de un texto literario con lenguaje juvenil, pero contiene algunas figuras retóricas que implican trabajo cognitivo y la narración incluye contenido multimedia —audio y video— que prolonga la permanencia del usuario en ciertas tareas.

En cambio para activar un botón el movimiento de la mano no es continuo, sino que consiste en una serie de micro pasos, toma al menos un ciclo del proceso perceptual, un ciclo del proceso cognitivo y un ciclo del proceso motor y en cada uno de ellos se están llevando a cabo correcciones de precisión Card, S.T.; Moran T.P.; Newell A. (1986).

Acerca de las tareas que no fueron completadas por los usuarios, es necesario hacer un análisis de los datos para determinar si fue error de diseño y cuál es la gravedad de dicho error, o si la tarea sin completar es parte del proceso cognitivo de recibir información. Por lo tanto se presenta la tabla 10 donde se muestran las nueve tareas que se esperaba realizaran los usuarios, indicando cuántos usuarios no pudieron completarla, el tipo de contenido que despliegan cada una de ellas y la escala de gravedad que se le otorgó al error.

**Tabla 10** Muestra las tareas que no fueron completadas por los usuarios y el tipo de botón y el contenido que despliegan

Tarea	Cantidad de usuarios que no realizaron la tarea/237	Tipo de botón	Gravedad
TAREA 01 hojear	11/237	Navegación	Impide la lectura del texto y la transmisión total del mensaje
TAREA 02 en índice clic en «Tijuana»	100/237	Navegación	Hace lenta la navegación dentro del texto, pero no impide la transmisión del mensaje
TAREA 03 clic en «devenir»	226/237	Desplegar la definición de la palabra «devenir»	Es una sugerencia
TAREA 04 clic en «mella»	235/237	Desplegar la definición de la palabra «mella»	Es una sugerencia
TAREA 05 clic en ícono play sonido	202/237	Desplegar contenido multimedia	No llega parte del contenido del mensaje

TAREA 06 clic en ícono play video	190/237	Desplegar contenido multimedia	No llega parte del contenido del mensaje
TAREA 07 clic en ícono pausa video	222/237	Pausar el contenido multimedia	Es una opción del lector que no impide la transmisión del mensaje
TAREA 08 clic en «ir a índice»	144/237	Navegación	Hace lenta la navegación dentro del texto, pero no impide la transmisión del mensaje
TAREA 09 navegar a portada	127/237	Navegación	Hace lenta la navegación dentro del texto, pero no impide la transmisión del mensaje

Fuente: Elaboración Propia

Para determinar si se trata de un error de diseño o parte del proceso cognitivo de recibir la información, debemos conocer las dos posibilidades:

1. No lo identificaron como elemento interactivo y por eso no lo activaron, en cuyo caso es un error de diseño.
2. Sí lo identificaron como elemento interactivo, pero no desean activarlo, en cuyo caso no es error de diseño, sino parte de la respuesta ante la información.

Según Card, S.T.; Moran T.P.; Newell A. (1986) el proceso de respuesta implica tres subprocesos: el perceptual, el cognitivo y el motor; y explican que algunas tareas como presionar un botón en respuesta a una señal, se realizan como un proceso en serie de estos tres subprocesos; mientras otras tareas como teclear, leer y la traducción simultánea, como un proceso integrado donde los tres subprocesos trabajan simultáneamente y la respuesta es inmediata.

En los ejemplos anteriores, al referirnos a la segunda posibilidad se debe considerar, por ejemplo, en la tarea 07, que se trata de un botón para pausar un video, del cual es posible que el usuario desee ver todo el contenido. Aunque entienden que el botón puede detenerlo, deciden no hacerlo.

O bien, las tareas 03, 04, donde los usuarios entienden que las palabras subrayadas en azul son botones interactivos que despliegan el significado de diccionario de las mismas, pero no desean desplegar dicho contenido para no interrumpir el hilo de la lectura o porque ya conocen el significado de la palabra interactiva.

En un TDI, donde el usuario se encuentra elementos interactivos junto al contenido literario, el tiempo total de lectura es un indicador de ese proceso perceptual, cognitivo y motriz.

Referente al tiempo de lectura los mismos autores afirman que para saber qué tan rápido puede leer un texto una persona, hay que saber cuánta información puede ver en cada movimiento de ojo y realizar una operación entre la habilidad del lector y la dificultad perceptual del material de lectura. Si la lectura es conceptualmente difícil, entonces habrá poco movimiento de ojo, pero mucho tiempo en el proceso cognitivo.

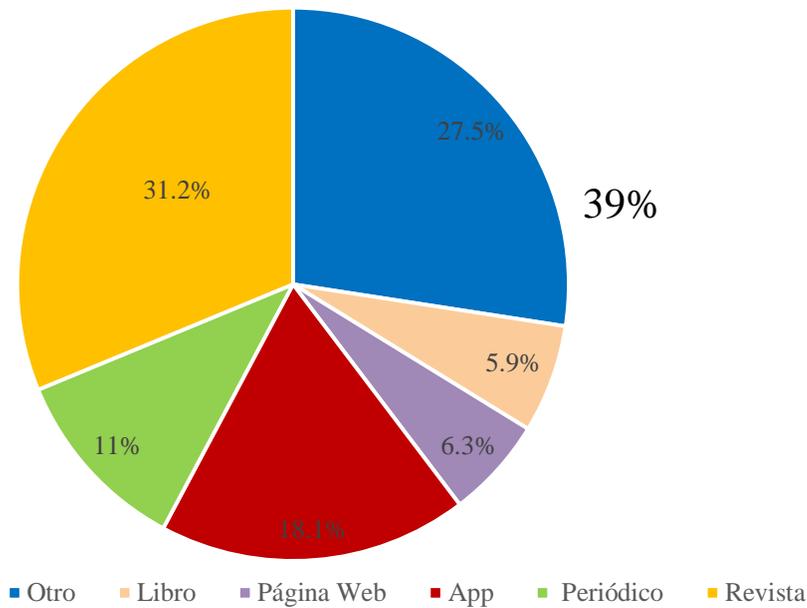
Por esta situación los resultados en la cantidad de clic y tiempos por tareas refuerza las evidencias de que el usuario pasa de largo los botones cuyo icono y área de hit es una palabra, por lo que se trata de un error de diseño.

Finalmente en una tarea donde se activa un botón después de tomar una decisión —tiempo de decisión simple— el usuario inicia el proceso al presentarse el ícono en la pantalla donde inicia el proceso perceptual que asocia la habilidad del usuario para guardar imágenes visuales y la memoria de trabajo. Si hay un segundo ícono entre los que haya que elegir, el proceso se realiza de nuevo y finalmente el proceso motor se efectúa. Sin embargo, si el proceso cognitivo lo encamina a decidir que no quiere accionar el segundo botón entonces la respuesta es no accionar el proceso motor para ver el video completo. Tal es el caso de la tarea 07 donde se denota, según los autores, una situación cognitiva, donde la cantidad de clic dados en la tarea anterior —06 play video— contrastados con los pocos clic en 07 —pausar video— y la coincidencia con la longitud del material multimedia indican que el usuario deseaba conocer el contenido completo del video, por lo que no utilizar ese botón no es un error de diseño.

**Resultados sobre la Experiencia del usuario en el prototipo A**

El 31.2% (74/237) clasificó el texto que leyó como una revista. El 18.1% (43/237) lo consideró un App. El 11% (27/237) periódico. El 39.7% lo clasificaron como otro tipo de texto, dicha elección les llevó a una opción de respuesta abierta para que explicarán cuál tipo de texto se referían a lo que el 6.3% (15/237) consideró estar leyendo un libro y el 5.9% (14/237) una página web, el restante 27.5% (64/237) contestaron con base en el género literario —cuento, relato corto, narración, biografía— y no al tipo de producto editorial. La figura 10 representa estos resultados donde se resalta la baja asociación que tuvo con libro o página web a pesar de que el contenido se tomó de un libro, y que el texto fue hospedado y leído desde una página web.

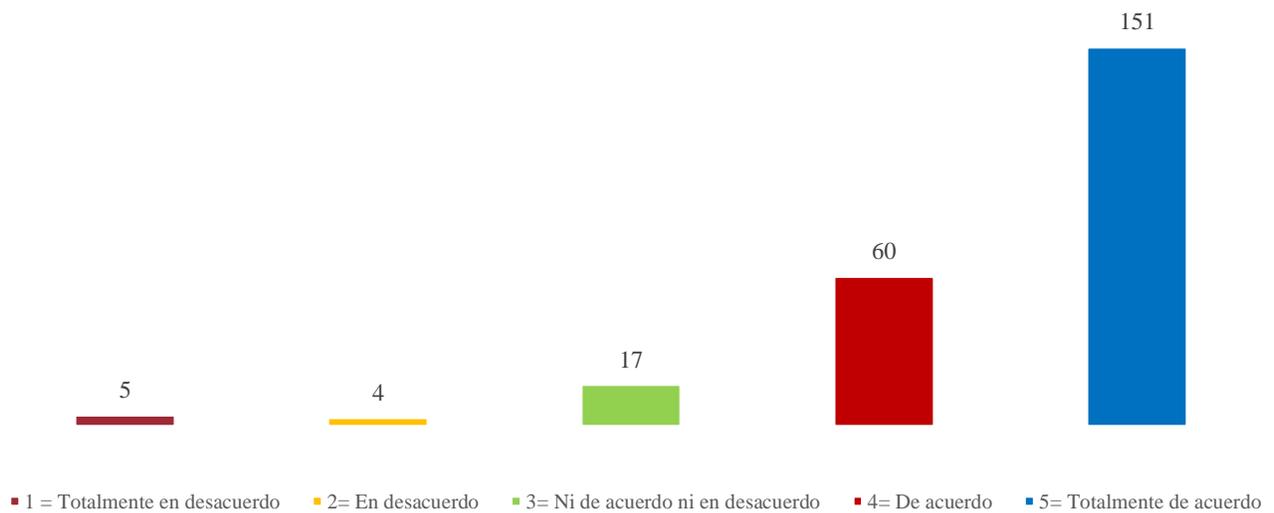
**Figura 10** ¿Qué tipo de texto leíste? 31.2% Revista. 39.7% Otras respuestas, donde 6.3% Libro 5.9% Página web; 18.1% App. 11% Periódico



Fuente: Elaboración Propia

La figura 11 representa el 63.7% (151/237) que estuvo totalmente de acuerdo con que el texto es fácil de navegar, contrastado con el 2.1% (05/237) que estuvo totalmente en desacuerdo con que el texto fue fácil de navegar.

**Figura 11** Ante la afirmación «El texto fue fácil de navegar» los usuarios se manifestaron a favor según la escala de Likert

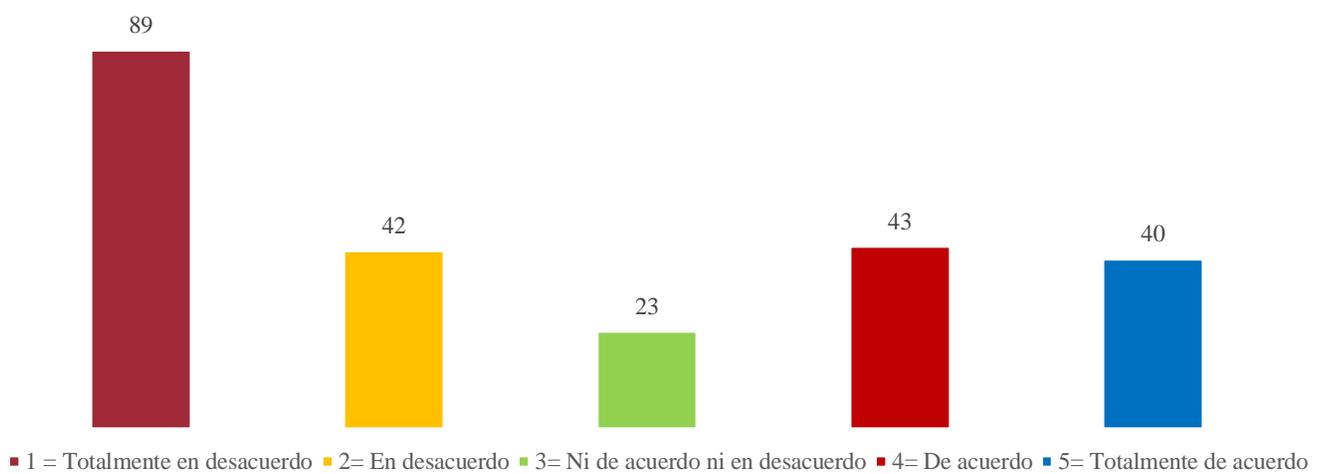


Fuente: Elaboración Propia

Respecto a la dificultad de localizar botones —representada en la figura 12— los datos muestran que la experiencia está inclinada a considerar que son fáciles de localizar; donde la suma del 55.3% (131/237) se obtiene de los dos niveles de la escala Likert que presentan oposición a la idea de que los botones son difícil de localizar, donde 37.6% (89/237) está en total desacuerdo y en desacuerdo 17.7% (42/237). Por su parte la suma del 35% (83/237) experimentó que efectivamente los botones eran difíciles de localizar, donde 16.9% (40/237) que estuvo totalmente de acuerdo y un 18.1% (43/237) que se manifestaron de acuerdo.

La experiencia de los usuarios se inclina a considerar que los botones son fáciles de localizar, sin embargo, durante las pruebas de usabilidad los datos revelan que hubo botones que no accionaron, por lo que se infiere que hay interés por parte del usuario en utilizar este tipo de interfaces con botones para la lectura recreativa, pero que el prototipo A no cuenta con un diseño totalmente funcional de botones.

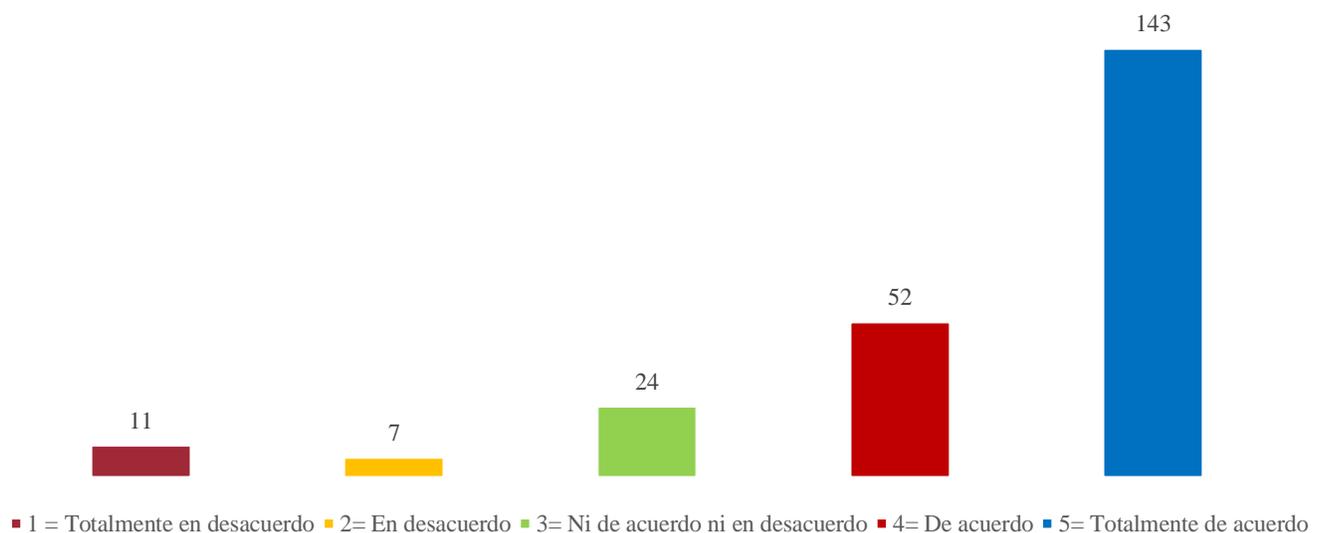
**Figura 12** Ante la afirmación «Los botones son difíciles de localizar» los usuarios se manifestaron en desacuerdo según la escala de Likert



Fuente: Elaboración Propia

En la figura 13 se representan los resultados relativos a la experiencia con los elementos multimedia. El 60.3% (143/237) estuvo totalmente de acuerdo en que los elementos multimedia como audio y video son sencillos de operar, mientras que un 21.9% (52/237) estuvieron solo de acuerdo. Por lo que a la mayoría de lectores le pareció sencillo operar los elementos multimedia del prototipo A.

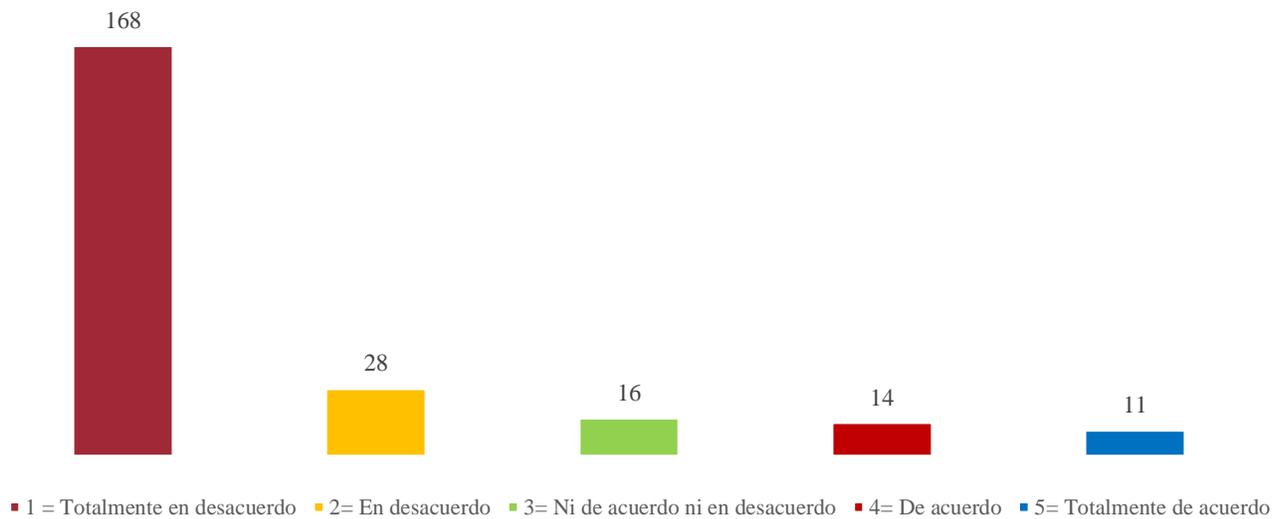
**Figura 13** A los lectores del prototipo A les pareció que los elementos multimedia son sencillos de operar, según la escala de Likert



Fuente: Elaboración Propia

La figura 14 representa los resultados ante la afirmación «Los botones interactivos estorban para leer el texto» El 70.9% (168/237) estuvo totalmente en desacuerdo con que los elementos interactivos — como botones— estorban para leer el texto, más el 11.8% (28/237) que dijo solo estar en desacuerdo. Según los datos relativos a su experiencia a los lectores no les estorban los elementos interactivos.

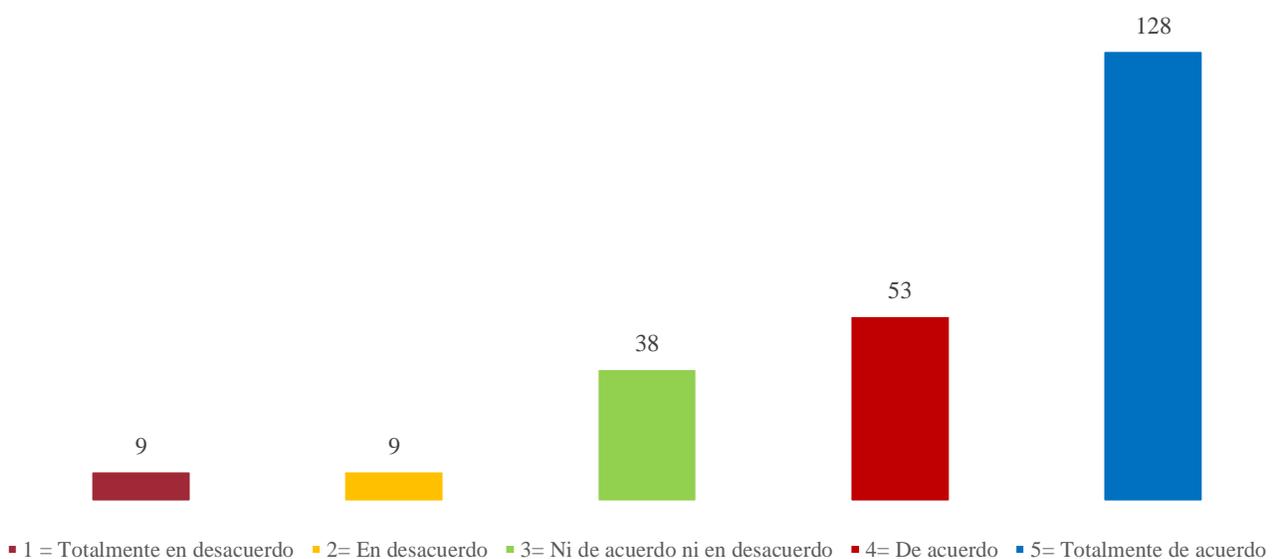
**Figura 14** Los lectores del prototipo A les pareció que los elementos interactivos (botones) no estorban para leer el texto



Fuente: Elaboración Propia

La figura 15 representa los resultados ante la afirmación «Los elementos multimedia como audio y video hacen más interesante leer el texto», donde el 54% (128/237) estuvo totalmente de acuerdo en que los elementos multimedia como audio y video hacen más interesante para leer el texto.

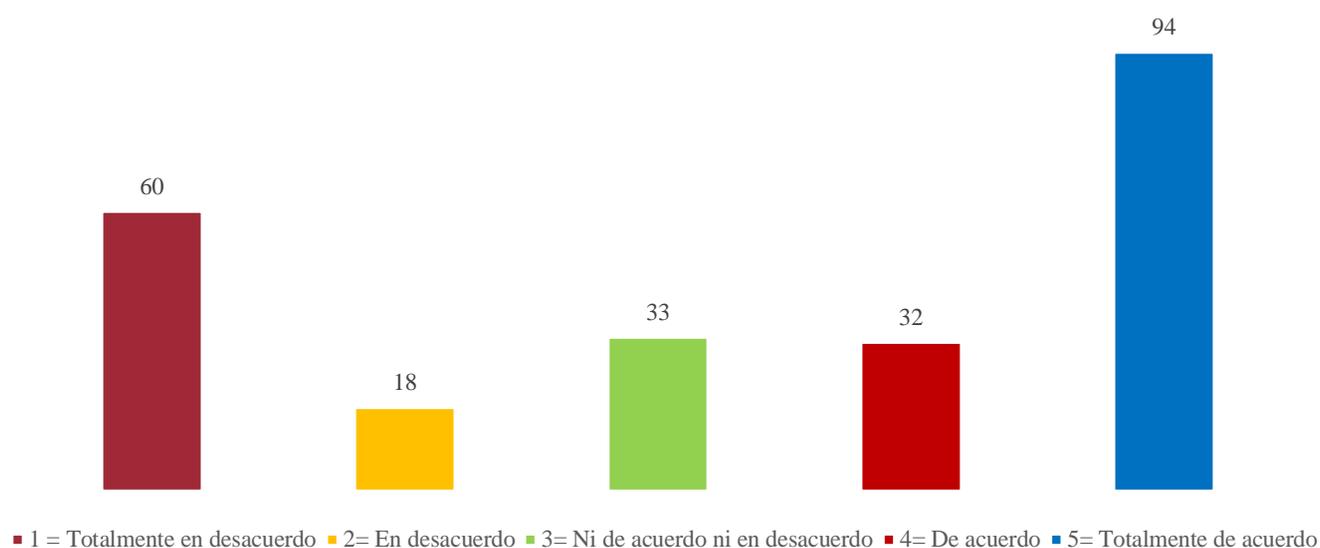
**Figura 15** Muestra qué tan interesante son los elementos de audio y video dentro de un texto según los usuarios. Según la escala de Likert 1. Totalmente en desacuerdo 2. En desacuerdo 3. Ni de acuerdo ni en desacuerdo 4. De acuerdo 5. Totalmente de acuerdo



Fuente: Elaboración Propia

Donde hubo experiencias distintas fue ante la afirmación «Es difícil leer un texto recreativo en pantalla» datos que se representan en la figura 16 donde el 39.7% (94/237) estuvo totalmente de acuerdo en que es difícil leer un texto recreativo en pantalla, contra el 25.3% (60/237) que estuvo totalmente en desacuerdo de que es difícil leer un texto recreativo en pantalla, por lo que las respuestas polarizadas al contrastarse con la prueba de usabilidad dan la pauta para la revisión del modelo propuesto.

**Figura16** Muestra qué tan difícil es de leer un texto recreativo en pantalla para un usuario no experto, expresado por medio de escala de Likert



Fuente: Elaboración Propia

### Conclusiones sobre el grado de usabilidad del prototipo A

El modelo A utilizado para el diseño del prototipo A tiene como acierto el proveer al diseñador de una ruta sólida para la maquetación del TDI. Lo que da como resultado textos no solo de alta legibilidad sino también de alta leibilidad<sup>8</sup> para contenidos extensos, como textos literarios, ensayos, etcétera.

Es un gran acierto no eliminar el proceso de maquetación para la mancha tipográfica, y apearse a la teoría secular de la misma, practica nativa del diseño editorial y que no siempre se le da la relevancia dentro del diseño web.

También presenta la oportunidad de realizar la composición de los elementos gráficos de forma metódica, lo cual produce composiciones altamente estéticas.

Y el tercer acierto del modelo A es tener cuatro momentos de revisión, lo cual son oportunidades de mejorar el trabajo parcialmente realizado.

Sin embargo, se están dejando fuera importantes consideraciones que se recomiendan en la realización de cualquier producto con el que haya que interactuar a través de una pantalla.

El primer aspecto a reconsiderar del modelo A que aparece en los datos es el referente al método para diseñar botones.

Si bien los resultados indican que no se presentan problemas importantes respecto al diseño de los botones de navegación, el modelo A no presenta una ruta o bloque de trabajo específico para la navegación, por lo que las programaciones de navegación se realizan durante la programación de botones con otros usos —como desplegar más contenido textual, o multimedia— y el diseño de estos últimos tipos de botones sí presentan una oportunidad para mejorar el modelo atendiendo a las recomendaciones del diseño de las páginas web. No es del todo erróneo pensar en una equivalencia píxeles-centímetros cuando se trata de un producto que va a ser publicado en ambas versiones. Luego si se trata de TDI, es decir textos que se generan para ser publicados digitalmente y con propiedades interactivas, entonces no pueden ser versiones de publicaciones impresas por lo que el diseñador debe deshacerse del concepto papel e iniciar el proyecto de TDI calculando para la pantalla en que será leído el producto final.

<sup>8</sup> Aunque en inglés tanto «legibilidad» como «leibilidad» se traduzcan como *readability*, en español hay autores como Prado y Avila (2006) que distinguen: legibilidad, se refiere a la facilidad de identificar caracteres alfanuméricos individuales; leibilidad, comprende la facilidad de lectura, asumiendo que los caracteres individuales son legibles. Leibilidad es pues, la capacidad de comprender caracteres legibles con el mínimo cansancio.

Las cornisas son un elemento netamente editorial, por lo que es un acierto no prescindir de ellas totalmente, si bien será necesario revisar su adaptación al mundo digital, por ejemplo se puede permitir al lector la opción de ocultarlas o desplegarlas cuando quiera, puesto que no siempre es necesario indicar en qué página está el lector, a veces es suficiente saber en qué sección, o ubicarle sobre cuánto falta para el final del texto.

El empleo de las palabras «Elegir el texto» en el instrumento, denota un error porque no se trata de seleccionar el contenido, sino editarlo, dadas las características del experimento donde algunos de los diseñadores re-editaron material utilizado en otros proyectos se justifica su descripción, sin embargo para generalizar el modelo debe decir «editar el texto», corrección que ya se hizo en el modelo A presentado en la figura 6. Componer cada página en todos sus elementos gráficos antes de pasar a la siguiente, es necesario debido a que la edición del texto podría cambiar al modificar elementos gráficos, por lo tanto es una parte del proceso que se sugiere mantener.

Darle apariencia de papel, o contextualizar para la plataforma de lectura, es una tarea que debe hacerse antes de la composición de cada página pues influye en el espacio de trabajo.

El material multimedia se prepara en programas distintos al de edición de texto pero no influye en el edición del mismo ni en la cantidad de páginas del documento —sí en el tiempo de lectura del producto— por lo que es aceptable que sea de los últimos momentos del proceso.

Encontrar problemas de usabilidad es importante, necesario y quizá la mejor práctica traída del mundo de diseño web al diseño editorial digital.

Y finalmente la mayor deficiencia del modelo A es considerar que el proyecto inicia con el diseño de espacios. Es mejor describir el ante proyecto, conocer quién lo va leer y por qué soporte, entre otros aspectos que ayudan a definir formatos.

De esta recolección de datos podemos identificar que el modelo A debe dividirse por áreas que componen el proyecto. Hacer esto permitirá al diseñador ser más específico en las labores proyectuales antes de darse a la tarea de la composición, mientras que mantiene su desarrollo técnico en la maquetación. El anteproyecto también es importante asentarlos antes de abordar la parte del diseño del mensaje donde debe hacer su propuesta multimedia e interactiva, se propone hacerlo por escrito por medio de bocetos de los elementos gráficos y descripciones técnicas de su funcionamiento. Fragmentar el mensaje en páginas virtuales es una tarea parecida a definir la arquitectura de la información que se elabora para una página web, en el caso de TDI se propone hacerlo mediante un boceto de distribución de páginas, semejante a los dummies en papel que se elaboran para la producción de impresos, pero sin necesidad de imprimir y en su lugar representar el contenido y formato de cada página digital.

Por su parte para transmitir correctamente el mensaje es necesaria la planeación de recursos gráficos con antelación ya sea que vayan a sustituir parte del contenido escrito o que vayan a apoyar las ideas del texto, o que se vaya a interactuar con dichos elementos para obtener más contenido. Realizar esta tarea debe ser parte del anteproyecto, es decir, antes de empezar a estructurar las páginas.

Finalmente incluir una fase de pruebas de usabilidad del producto, antes de darlo por terminado, e incluso probar o revisar después de cada bloque de trabajo.

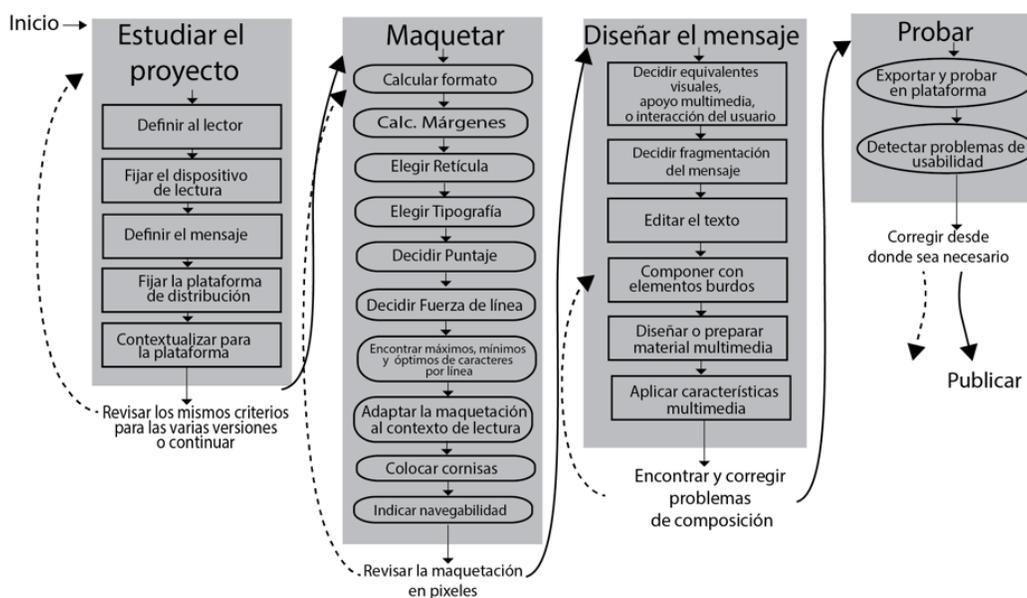
Direccionar, separando por bloques de trabajo, permite resolver tanto aspectos de diseño del mensaje como de la navegación. Este último debe tratarse como parte de la maquetación y no de la composición de las páginas para eliminar errores en el diseño de atajos.

Las optimizaciones que se identificaron como necesarias en el A se presentan esquematizadas a continuación como modelo B.

### Optimización del modelo A: lo que da como resultado el modelo y prtotipo B

Con base en los datos empíricos obtenidos de las pruebas con lectores se identificaron errores de diseño en el prototipo A. Si el método de trabajo se optimiza según las descripciones de las conclusiones anteriores obtenemos un modelo más amplio, segmentado por bloques de trabajo, organizado y con opciones para identificar errores antes de concluir el prototipo. La propuesta corregida se presenta en la figura 17, cuyos cambios significativos permiten darle una nueva nomenclatura, por lo que para los fines de esta investigación lo llamaremos modelo B.

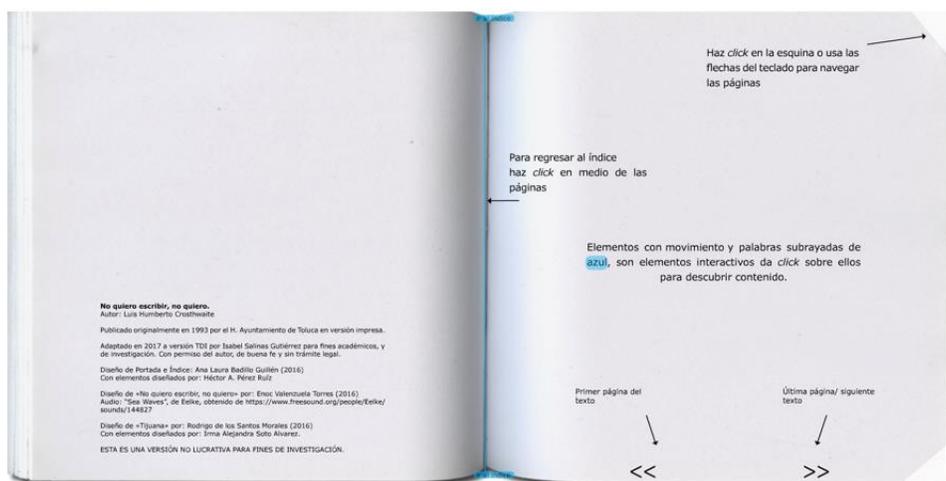
**Figura 17** El modelo B, que se obtiene con base en la optimización del modelo A



Fuente: Elaboración Propia

Para evaluar el grado de usabilidad del modelo B, se diseñó el prototipo B que se sometió a pruebas con lectores. Uno de los cambios producto de dar seguimiento al modelo B fue indicar la navegabilidad, en el prototipo resultante junto a la página de créditos —mostrada en la figura 18— se describieron las instrucciones de navegación dentro de la interfaz. No se dieron instrucciones adicionales verbales ni escritas acerca de la navegación, por lo que la composición de las instrucciones fue el único factor de peso para seguir las o ignorarlas, sin embargo, todos los usuarios tuvieron que pasar por esta página debido a su posición contigua a la portada.

**Figura 18** Muestra la página de créditos e instrucciones de navegación del TDI- B que los lectores encontraron inmediatamente después de la portada. Impresión de pantalla



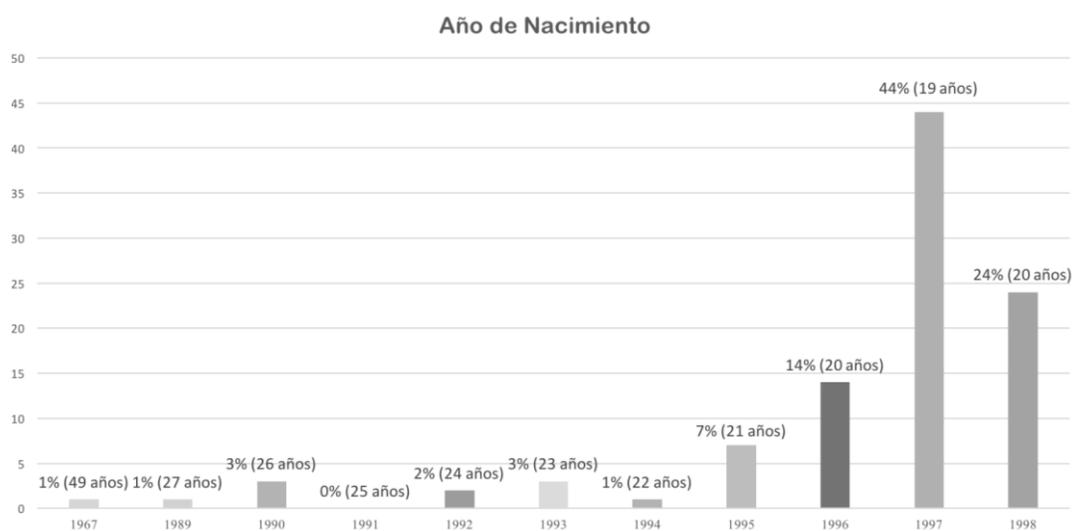
Fuente: Elaboración Propia

Las acciones del escritorio se capturaron en video utilizando el programa Camtasia9 para registrar los movimientos del cursor, pases de página, clic a elementos, entre otras las acciones del escritorio sin perturbar con ello al lector. El tiempo disponible para que cada usuario terminara las tareas fue libre. Las pruebas se realizaron bajo las mismas variables. Los lectores tienen las mismas características de escolaridad, experiencia con el tipo de dispositivo para la lectura, y habilidad con textos digitales.

La población al igual que en la prueba anterior fue un público juvenil con educación media superior, poca experiencia leyendo textos recreativos, lúdicos y por placer —no escolares—, que domina el idioma español, así como habilidades medias en el uso de computadoras de escritorio, mouse, teclado, computadoras portátiles y pantallas touch que además conocen los principales convencionalismos de la web. Se buscaron unidades de análisis con las características antes descritas, encontrándose éstas entre los pre-universitarios del curso Tópicos de Matemáticas y Dibujo que es requisito para ingresar a la Escuela de Ingeniería y Tecnología de la Universidad Autónoma de Baja California, unidad Valle las Palmas donde se llevó a cabo el experimento. El universo esta vez constó de 128 individuos, donde 95 deseaban iniciar estudios en el área de ingenierías y 33 en el área de arquitectura y diseño. La disminución del universo es un factor externo al diseño del experimento, las solicitudes de ingreso a la Escuela durante los semestres de invierno son históricamente menores a los semestres de verano. El tamaño de la muestra se calculó utilizando la fórmula (Fisher, 2004) resultando muestreados 70 jóvenes aspirantes a ingresar a ingenierías y 30 al área de arquitectura y diseño, todos con las características del universo meta.

Los individuos se seleccionaron de modo conveniente (Nieves y Domínguez 2010). La misma muestra se usó para aplicar el instrumento de transmisión del mensaje, usabilidad y satisfacción con instrumentos separados, aplicados durante la misma sesión del experimento. Respecto de las edades de los individuos que conformaron la muestra, en la figura 19 se presentan los rangos de edad expresados por medio del año de nacimiento, detectándose la mayor incidencia en 1997, debido a que las pruebas fueron realizadas durante enero de 2017, se concluye que el 44% de los individuos tenía 19 años, el 24% 20 años y el 14% 18 años.

**Figura 19** Escala de edades entre los lectores que probaron el TDI-B. Muestra levantada el 16 de enero de 2017



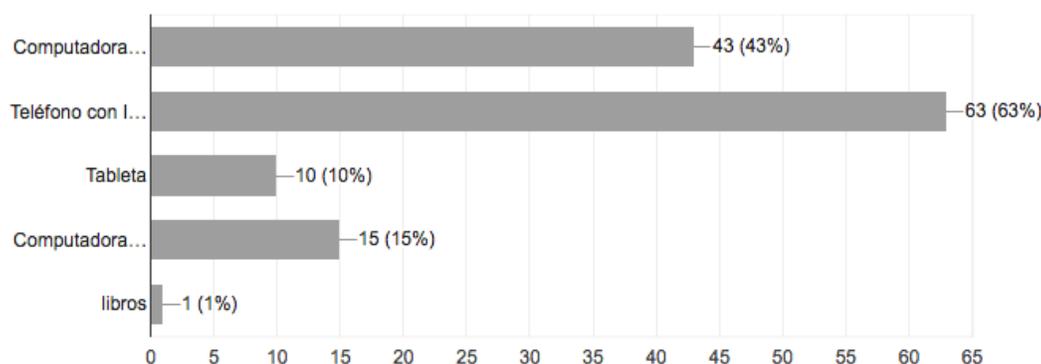
Fuente: Elaboración Propia

La figura 20 describe a los lectores respecto al uso de pantallas para leer textos digitales. El grupo de lectores de la muestra solicitaron y aprobaron el examen de admisión para ingresar al semestre 2017-1 en la Escuela de Ingeniería y Tecnología, hasta el día del levantamiento de datos no estaban oficialmente matriculados, por lo que no habían tomado ningún curso informático a nivel universitario, pero tenían probada aptitud para cursar una licenciatura del área de las ingenierías o del diseño. La diferencia radicó en la cantidad de individuos que formaron el universo, por lo demás el grupo se encontraba en situación de semejanza respecto del grupo de pruebas anteriores tanto en su disposición de tiempo y para seguir instrucciones.

<sup>9</sup> Software de la compañía TechSmith que permite grabar las acciones en el escritorio en audio y video, con nula interferencia para los individuos de la muestra. <https://www.techsmith.com/video-editor.HTML>

**Figura 20** Describe a los lectores respecto al uso de pantallas para leer textos recreativos**Cuando lees textos en pantalla lo haces mayormente con:**

100 responses



Fuente: Elaboración Propia

El objetivo del experimento fue recolectar datos sobre el grado de usabilidad del prototipo rediseñado siguiendo el modelo corregido B, lo que permite en primera instancia encontrar errores de diseño del prototipo y contrastarlos con los resultados del experimento anterior con lectores, y en segunda establecer comparativos entre la efectividad de los modelo A y B.

Para elaborar del prototipo B se dirigió a un grupo de 38 estudiantes de diseño gráfico a través del modelo B lo que resultó en una composición distinta para el mismo texto recreativo. A cada uno de ellos se dio uno de los cuatro cuentos que se utilizaron para el prototipo anterior y se les asignó la tarea de producir un TDI en un lapso de tres semanas siguiendo el B. Durante el proceso de producción hubo nueve propuestas de diseño de tres historias que aparecían en el prototipo A —cuyos títulos son: «¿Por qué Tijuana es el centro del universo?», «Largo y sinuoso caminito de la escuela» y «No quiero escribir, no quiero»— mismas que no fueron el objeto de las pruebas, pero se incluyeron en el TDI para medir las tareas la navegación que de otro modo iniciaría justo en la página de la primer tarea sin oportunidad de valorar la eficiencia de la navegación entre páginas del interactivo. Por su parte hubo 11 versiones de la historia «Tijuana» en el que se centraron las pruebas en ambos prototipos.

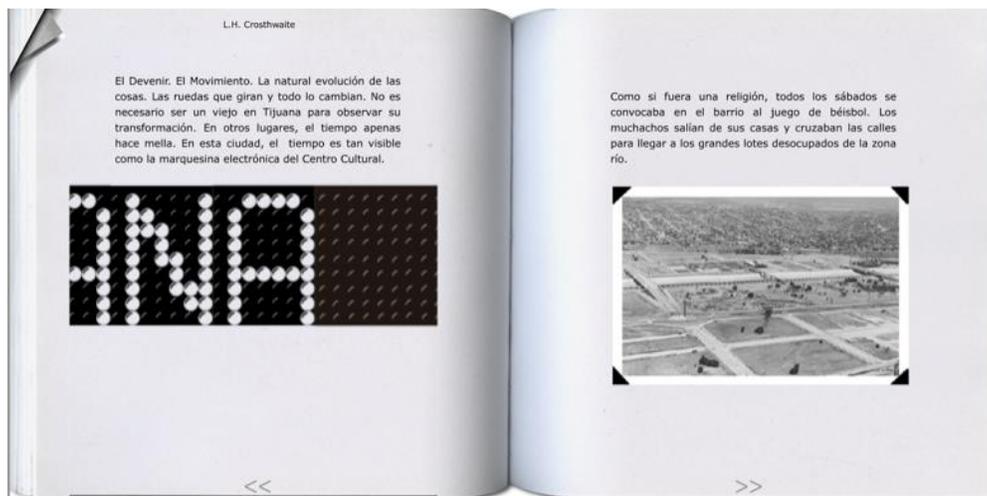
A cada propuesta se les aplicó una inspección heurística para seleccionar cuál formaría parte del prototipo B que sería utilizado en las pruebas con lectores. Durante este proceso se decidió eliminar la historia titulada «¿Por qué Tijuana es el centro del universo?» debido a que en las pruebas anteriores —del prototipo A— los datos señalaron que el parecido entre título de este cuento de acompañamiento y el objetivo de las pruebas llamado «Tijuana», causó errores de navegación ajenos al diseño e imputables a la selección del contenido. Finalmente se eliminó la historia «Largo y sinuoso caminito de la escuela» debido a consideraciones de tiempo durante el experimento, ya que la nueva versión TDI del cuento «Tijuana» presentó 26 tareas, mientras que las pruebas del prototipo anterior de la misma historia tenían solo nueve tareas. Al eliminar entonces dos de los cuatro cuentos, se consiguió un total de 38 páginas digitales con apariencia de papel, presentadas en 23 pantallas interactivas. Para comparar prototipos se puede seguir los hipervínculos al pie<sup>10</sup>. Debido a su propuesta basada más en la participación del usuario que en la animación auto programada de elementos gráficos, así como su acertada utilización de imágenes de nostalgia que refuerzan el mensaje del autor, el prototipo elegido para las pruebas del modelo B es el que se presenta en la figura 21.

<sup>10</sup> Las versiones de los prototipos que se hospedan en los respectivos vínculos, son exportaciones posteriores a las pruebas, alojados en 2018 a través de la plataforma Adobe Online Dashboard, cuyas capacidades hasta el momento de cierre de esta investigación no cuentan con la visualización de pase de página llamado «curl page», por lo que la navegación se experimenta de forma diferente —concretamente hace obsoletos los botones de navegación— a la versión que se utilizó durante las pruebas con usuarios, y que estuvo albergada temporalmente en un servidor institucional de la Escuela de Ingeniería y Tecnología de la UABC donde se llevaron a cabo las pruebas de laboratorio y, para lo que se utilizó la versión del TDI exportada para HTML.

A <https://indd.adobe.com/view/f83bb5e4-cc74-4251-81d2-08f38c8cc130>

B <https://indd.adobe.com/view/62300d25-f619-4ad5-8f1a-adce43cb775c>

**Figura 21** Interiores del prototipo B justo en la página donde da inicio la historia que fue objeto de las pruebas, titulada «Tijuana»



Fuente: Elaboración Propia

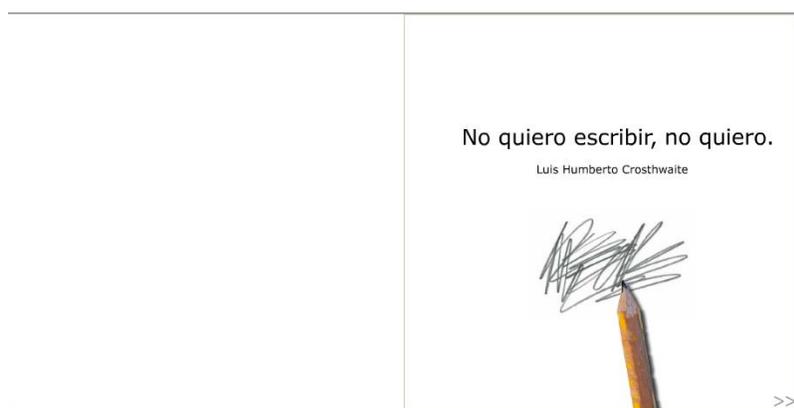
Para el contenido del prototipo B se utilizó el mismo cuento que en las pruebas anteriores titulado «Tijuana», relato que narra las memorias de infancia de un habitante de la ciudad en las década de 1970 y se encuentra incluido dentro de la colección No quiero Escribir, no quiero del autor Luis Humberto Crosthwaite, libro que fue publicado en 1993.

El prototipo B fue diseñado siguiendo el modelo B, resultando en 38 páginas digitales con apariencia de papel, presentadas en 23 pantallas interactivas; las instrucciones de la prueba con usuarios dieron la indicación de localizar y leer específicamente el cuento llamado «Tijuana». Los dispositivos de lectura que se utilizaron durante las pruebas fueron las mismas computadoras de escritorio que se usaron en la prueba del prototipo A, ubicadas en el laboratorio de Computo Edificio F de la Escuela de Ingeniería y Tecnología.

Es importante señalar que en la versión del prototipo B se colocaron 26 tareas a realizarse durante la lectura del texto, mientras que la versión A contenía solo nueve tareas.

El texto se accesó desde computadoras de escritorio con Internet y Adobe Flash Reader desde la liga donde se hospedó en internet, y que se presenta en la figura 22.

**Figura 22** La figura muestra la portada del prototipo B visualizado junto con la interfaz HTML donde fue hospedado para las pruebas con lectores



Fuente: Elaboración Propia

Los individuos de la muestra leyeron el prototipo B y al leerlo realizaron algunas tareas como: 1. Poner el cursor sobre la portada, 2. Ver el índice, 3. Localizar la historia que se llama «Tijuana», 4. Leerlo, 5. Regresar a la portada.

Al llevar a cabo las instrucciones los lectores se encontraron con elementos con los que era necesario interactuar, unos por razones de navegación y otros para desplegar contenido visual que describían pasajes de la historia, o bien que eran necesarios accionar para descubrir más contenido y finalizar con la lectura, por lo que resultaron ser 26 tareas cuantificables con criterios de usabilidad. Para su estudio y clasificación se le dio a cada tarea un nombre individual, que se presenta en la tabla 11, donde además se muestra la clasificación de tarea que se le otorgó al grupo de botones semejantes y la gravedad del error en caso de no ejecutarse cada tarea.

**Tabla 11** Listado de las 26 tareas a realizarse en las pruebas del prototipo B, y la gravedad del error en caso de no cumplirse con la tarea

No.	Nombre de la tarea	Tipo de la tarea	Gravedad del error
01	hojear	navegabilidad	Impide la lectura del texto y la transmisión total del mensaje
02	en índice clic en «Tijuana»	navegabilidad	Hace lenta la navegación dentro del texto, pero no impide la transmisión del mensaje
03	clic en «Boni»	interactividad con botones textuales	No llega parte del contenido del mensaje
04	clic en «Zurdo»	interactividad con botones textuales	No llega parte del contenido del mensaje
05	clic en «Ricardo»	interactividad con botones textuales	No llega parte del contenido del mensaje
06	clic en «Adán»	interactividad con botones textuales	No llega parte del contenido del mensaje
07	clic en «Pollo»	interactividad con botones textuales	No llega parte del contenido del mensaje
08	clic en «Cuino»	interactividad con botones textuales	No llega parte del contenido del mensaje
09	clic en «el peor deportista del mundo»	interactividad con botones textuales	No llega parte del contenido del mensaje
10	clic en «pedradas»	interactividad con botones textuales	No llega parte del contenido del mensaje
11	clic en «Dorian's»	interactividad con botones textuales	No llega parte del contenido del mensaje
12	clic en «Vía rápida»	interactividad con botones textuales	No llega parte del contenido del mensaje
13	clic en «pelota perdida»	interactividad con botones textuales	Es una sugerencia
14	clic en «nieve»	interactividad con botones textuales	Es una sugerencia
15	clic en icono «moneda»	interactividad con botones icónicos- indexicales	Es una mera sugerencia
16	clic en «pasado»	interactividad con botones icónicos- indexicales	No llega parte del contenido del mensaje
17	clic en triángulo A	interactividad con botones icónicos- indexicales	No llega parte del contenido del mensaje
18	clic en triángulo B	interactividad con botones icónicos	No llega parte del contenido del mensaje
19	clic en triángulo C	interactividad con botones icónicos	No llega parte del contenido del mensaje
20	clic en «descubre»	interactividad con botones textuales- indexicales	No llega parte del contenido del mensaje
21	clic en ícono play video	interactividad con botones icónicos multimedia y/o que guardan convencionalismos con la web	No llega parte del contenido del mensaje
22	clic en ícono stop video	interactividad con botones icónicos multimedia y/o que guardan convencionalismos con la web	No llega parte del contenido del mensaje
23	clic en ícono link	interactividad con botones icónicos multimedia y/o que guardan convencionalismos con la web	No llega parte del contenido del mensaje
24	clic en «tiempos»	interactividad con botones textuales	Es una sugerencia
25	clic en «regresar a índice»	navegabilidad	Hace lenta la navegación dentro del texto, pero no impide la transmisión del mensaje
26	navegar a portada	navegabilidad	Hace lenta la navegación dentro del texto, pero no impide la transmisión del mensaje

Fuente: Elaboración Propia

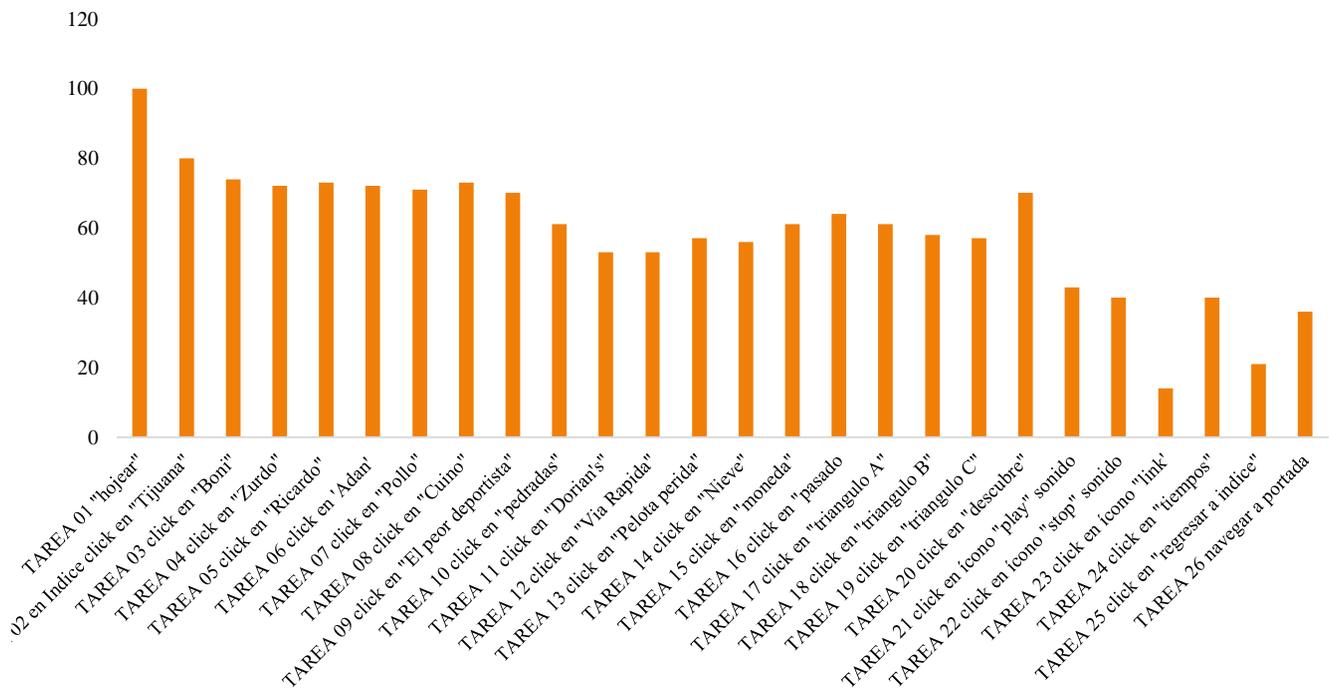
El resultado de las pruebas para estas tareas se presentan a continuación agrupadas como se muestra en la tabla 11 —navegabilidad, interactividad con botones icónicos que guardan convencionalismo de la web, interactividad con botones textuales, interactividad con botones icónicos, e interactividad con botones icónico- indexicales— esta última categoría no se presentaba en el experimento con prototipo A puesto que no contenía composición alguna con tales características. Por otra parte se presentan los tiempos para realizar cada tarea y cantidad de clic necesarios para completarla.

## Resultados

### Resultados sobre la Navegabilidad del prototipo B

Hojear fue una tarea que todos los usuarios pudieron realizar (100/100). Seguido de dar clic en botón «Tijuana» del índice (82/100). Mientras que el botón para regresar a portada (35/100) y clic en «ir a índice» (29/100) están debajo del 50% en usuarios que pudieron realizar la tarea, resultados representados en la figura 23.

**Figura 23** Representa las veintiséis tareas y la cantidad de usuarios que puedo completar cada una



Fuente: Elaboración Propia

La tabla 12 muestra una comparativa en los resultados de navegación obtenidos de los experimento A y B.

**Tabla 12** Resultados de navegación de los experimentos A y B respecto de las tareas de navegación

Tareas de navegabilidad experimento A	Usuarios que completaron en experimento A	% que completó la tarea en experimento A	Tareas de navegabilidad Experimento B	Usuarios que completaron en experimento B	% que completó la tarea en B	Diferencia entre experimentos
hojear	226/237	95.35 %	hojear	100/100	100 %	4.65 %
en índice clic en botón Tijuana	137/237	57.80 %	en índice clic en botón Tijuana	82/100	82 %	24.2 %
navegar/regresar a portada	109/237	45.99 %	navegar/regresar a portada	35/100	35 %	-10.99 %
clic en ir a índice	93/237	39.24 %	clic en ir a índice	29/100	29 %	-10.24 %
Promedio de tareas completadas		59.59%	Promedio de tareas completadas		61.5%	7.62%

Fuente: Elaboración Propia

Las pruebas con los prototipos A y B tuvieron las mismas tareas de navegación lo cual permite establecer una comparativa directa. Las tareas «hojear» y «en índice dar clic en Tijuana» aumentaron su efectividad al ser guiadas por el B, mientras que «regresar a portada» e «ir a índice» disminuyeron la cantidad de individuos que pudieron completarlas. Al respecto se debe revisar la fase de trabajo de navegación en el B, para lo cual se toman en cuenta también los datos que se presentan más adelante respecto a tiempos y cantidad de clic en la realización de las tareas de navegación. Por su parte, al establecer una comparación del conjunto de tareas de navegación entre prototipos vemos que, el prototipo B se encuentra 7.62% arriba en el logro de las tareas de navegación.

## Resultados sobre la interactividad con botones textuales del prototipo B

Por su parte, hacer clic sobre botones de texto, fue una tarea que se completó del siguiente modo: «Boni» (76/100), clic en «Zurdo» (74/100), clic en «Ricardo» (74/100), clic en «Adán» (74/100), clic en «Pollo» (74/100), clic en «Cuino» (75/100), clic en «El peor deportista» (72/100), clic en «pedradas» (60/100), clic en «Dorian's» (57/100), clic en «Vía Rápida» (58/100), clic en «pelota perdida» (55/100), clic en «nieve» (54/100), clic en «tiempos» (43/100).

La tabla 14 contrasta los datos de los dos experimentos sobre las tareas de interactividad con botones textuales que despliegan contenido. Hay que destacar que el prototipo A solo contenía dos tareas de esta categoría, las cuales desplegaban la definición de la palabra-botón. Mientras que el prototipo B tuvo 13 tareas donde los botones textuales desplegaban contenido visual «Boni», «Zuro», «Ricardo», «Adán», «Pollo» y «Cuino», desplegaron una fotografía de cada personaje. «El peor deportista del mundo» despliega video sin opción a pausarlo, «pedradas» despliega animación. «Dorian's» y «Vía rápida» son una galería de dos fotos que despliegan contenido correspondiente a los sitios que dan nombre a los botones, «pelota perdida» despliega animación, «nieve» despliega animación y «tiempos» despliega animación—.

Para establecer una comparativa entre la efectividad de las tareas de interactividad con botones textuales entre prototipos al final de la tabla 13 se presenta la media ponderada. Por lo que se concluye que, en el experimento B fue más funcional distinguir mediante el diseño e incluir instrucciones para identificar botones textuales con interactividad, lo que eficientiza la realización de las tareas con botones textuales.

**Tabla 13** Las tareas de interactividad con botones textuales variaron en cada experimento, tanto en cantidad como en tipo de contenido que despliegan

Experimento A			Experimento B		
Tareas de interactividad con botones textuales en experimento A	Usuarios que completaron tarea en experimento A	% experimento A	Tareas de interactividad con botones textuales en experimento A	Usuarios que completaron en experimento A	% experimento B
devenir	11/237	42.19 %	Boni	76/100	76 %
mella	2/237	0.843 %	Zurdo	74/100	74 %
-	-	-	Ricardo	74/100	74 %
-	-	-	Adán	74/100	74 %
-	-	-	Pollo	74/100	74 %
-	-	-	Cuino	75/100	75 %
-	-	-	el peor deportista	72/100	72 %
-	-	-	pedradas	60/100	60 %
-	-	-	Dorian's	57/100	57 %
-	-	-	Vía Rápida	58/100	58 %
-	-	-	pelota perdida	55/100	55 %
-	-	-	nieve	54/100	54 %
-	-	-	tiempos	43/100	43 %
Media ponderada		21.51%	Media ponderada		88%

Fuente: Elaboración Propia

## Resultados sobre la interactividad con botones multimedia que siguen convencionalismos de la web

Se refiere a aquellos botones para operar elementos multimedia que se usan regularmente en las interfaces de la web, como dos barras verticales para pausa, un triángulo isósceles en posición horizontal para play, o un cuadro para stop. Las tareas fueron realizadas de la siguiente manera: clic en ícono play sonido (43/100), clic en ícono stop sonido (59/100). En este apartado se vuelve a encontrar la tendencia del experimento anterior donde los botones multimedia son fácilmente identificados como tal, y es a partir del diseño de la página donde se encuentran que el lector decide o no interactuar, por lo que la disposición de los elementos dentro de la página es determinante para realizar la tarea.

En la tabla 14 se enlistan de manera comparativa las tareas relativas a interactividad con botones icónicos que conservan los convencionalismos de la web. Mientras que el prototipo A tuvo tres tareas de esta categoría, el prototipo B tuvo solo dos de ellas por lo que se establece una media ponderada por categoría. También cabe aclarar que en cada prototipo esos botones desplegaron distinto contenido.

**Tabla 14** Tareas relativas a interactividad con botones icónicos que conservan los convencionalismos de la web, y despliegan distinto tipo de contenido en cada prototipo

Experimento A			Experimento B		
Tareas con botones multimedia que guardan convencionalismo con la web en experimento A	Usuarios que completaron tarea en experimento A	Porcentaje de usuarios que completaron A	Tareas con botones multimedia que guardan convencionalismo con la web en experimento B	Tareas de interactividad con botones textuales en experimento TDC	Porcentaje de usuarios que completaron B
clic en icono play sonido	35/237	14.76 %	clic en icono play sonido	43/100	43 %
clic en icono play video	47/237	19.83 %	-		
clic en icono pausa video	15/237	6.32 %	-		
-			clic en icono stop sonido	59/100	59 %
Media ponderada		13.63 %	Media ponderada		51 %

Fuente: Elaboración Propia

Con base en los datos, el B mejora las tareas relativas a la interactividad con botones icónicos que conservan los convencionalismos de la web, respecto del A.

### Resultados sobre la interactividad con botones icónicos en el prototipo B

Lo botones icónicos son trazos o píxeles dentro de las páginas que por su composición y relación con otros elementos deben ser interpretados por el lector como botones interactivos. En esa categoría las tareas fueron: clic en triángulo B, clic en triángulo C, clic en ícono link. En la figura 24 se muestra una doble página del prototipo B, a la izquierda sobre la fotografía se encuentra el botón link, el cual vincula a una nota periodística sobre los acontecimientos del incendio al que hace referencia la narración.

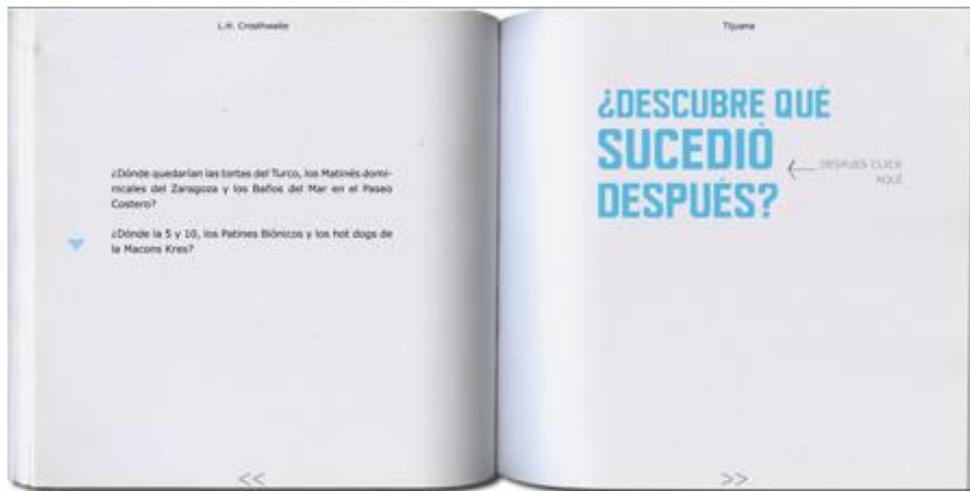
**Figura 24** Muestra el diseño del TDI-B en la página donde se encuentra la tarea con el botón «link»



Fuente: Elaboración Propia

Por su parte los botones «triángulo B» y «triángulo C» que se muestran en las figuras 25 y 26 funcionan para desplegar el párrafo siguiente. Mientras que la figura 27 muestra la página ya con todos los botones accionados.

**Figura 25** Presentan el ejemplo de botones icónicos —triángulo azul— que el lector necesita interpretar como botón y pulsar para desplegar la continuación del párrafo



Fuente: Elaboración Propia

**Figura 26** Presentan el ejemplo de botones icónicos —triángulo azul— que el lector necesita interpretar como botón y pulsar para desplegar la continuación del párrafo.



Fuente: Elaboración Propia

**Figura 27** Muestra las misma página del prototipo B ya con todo los botones accionados



Fuente: Elaboración Propia

Los datos acerca de la cantidad de usuarios que completaron las tareas con los botones icónicos en el prototipo TDI-B se presentan en la tabla 15.

**Tabla 15.** Resultados sobre la Interactividad con botones icónicos en el prototipo B

No	Nombre asignado a la tareas	Usuarios que la completaron	Porcentaje de usuarios que completaron
18	Click en triángulo B	(58/100)	58%
19	Click en triángulo C	(57/100)	57%
23	Click en link	(14/100)	14%

Fuente: Elaboración Propia

Esta categoría de tareas no presenta comparativa entre experimentos A y B debido a que en el prototipo A los botones icónicos que se incorporaron fueron clasificados de composición convencional a la multimedia web, por lo que ya se presentó comparativo en la categoría inmediata anterior. Por su parte, los resultados muestran baja incidencia en completar la tarea 23 link por lo que se infiere hay que trabajar el B en lo que respecta al diseño de botones que desplieguen enlaces e hiperenlaces, si bien no se trata de una tarea de multimedia como tal, sí es posible observar y seguir más de cerca los convencionalismos que los desarrolladores de la web proponen, incluso extraerlo de la categoría de botones icónicos para crear la categoría de «botones icónicos que enlazan a sitios web» y otorgarle sus propias características.

### Resultados de la interactividad con botones icónico-indexicálicos en el prototipo B

Son botones que presentan un trazo o pixel y que además están acompañados de un texto que indica dar clic. Entre estas tareas tenemos: dar clic en «moneda», clic en triángulo A, clic en «revela el pasado», clic en «descubre qué sucedió después», clic en «ir a índice». En la figura 28 se muestra la composición del botón dar clic en moneda, cuyo elemento icónico es la figura —en pixeles—del escudo en las monedas mexicanas y su parte indexicálica la compone la flecha e instrucción «da clic aquí».

**Figura 28** En la página derecha, un ejemplo de botón icónico-indexicálico compuesto de vectores, donde el ícono es la figura de moneda y el índice la instrucción «da clic aquí»



Fuente: Elaboración Propia

Por su parte, en las páginas izquierdas de las figuras 29 y 30 se muestran las tareas llamadas clic en «revela el pasado», clic en triángulo A y en la página derecha de las mismas figuras, la tarea clic en «descubre qué sucedió después».

**Figura 29** Ejemplos de botones icónico-indexicálico compuestos de trazo azules, donde el elemento indexicálico es la flecha e instrucción «da clic aquí»



Fuente: Elaboración Propia

**Figura 30** Ejemplos de botones icónico-indexicálico compuestos de trazos azules, donde el elemento indexicálico es la flecha e instrucción «da clic aquí»



Fuente: Elaboración Propia

Los resultados de la usabilidad de dichas tareas icónico-indexicálicos se presentan en la tabla 16.

**Tabla 16** Resultados de la Interactividad con botones icónico-indexicálicos.

Experimento A				Experimento B			
No	Nombre de la tarea	Cantidad de usuarios que completaron la tarea	Porcentaje de usuarios que completaron %	No	Nombre de la tarea	Cantidad de usuarios que completaron la tarea	Porcentaje de usuarios que completaron %
-	-	-	-	15	clic en la moneda	(61/100)	61 %
-	-	-	-	17	clic en triángulo A	(61/100)	61 %
-	-	-	-	16	clic en revela el pasado	(64/100)	64 %
-	-	-	-	20	descubre qué sucedió después	(70/100),	70 %
08	ir a índice	(93/237)	39 %	25	ir a índice (21/100).	(21/100).	21 %
Promedio			39%	Promedio			55.4%

Fuente: Elaboración Propia

Aunque se establece un comparativo entre las tareas 08 del prototipo A y tarea 25 del prototipo B se debe aclarar que el primero no presentó este tipo de tareas con botones icónico-indexicálicos, si bien el prototipo A incluyó la tarea identificada como 08 «ir a índice», de acción y nombre similar a la tarea 25 del prototipo B el diseño de la primera estuvo clasificado como de navegación debido al tipo de botón para accionarla. De esto se puede concluir que los botones de navegación es mejor no diseñarlos como icónico-indexicálicos, resultado que se incorpora en el modelo propuesto.

### Resultados de efectividad por tareas en el prototipo B

Para medir la efectividad se calculó el promedio de clic por cada tarea que dieron los usuarios y se contrastó el mismo dato con el grupo de control llamado expertos. Para las pruebas con expertos se solicitó a un grupo de 30 diseñadores con previo conocimiento de las propiedades de los TDI —ya que habían diseñado el prototipo A, pero desconocían el diseño específico del prototipo B— que realizaran las mismas tareas a través de las mismas instrucciones presentadas a los usuarios. La tabla 17 presenta los datos obtenidos sobre la cantidad de clic.

**Tabla 3** Cantidad de clic que dio un experto contra los que dio un lector de la muestra en el experimento B

No.	Tarea	Promedio de clic por usuario	Promedio de clic por experto	Tipo de tarea
01	hojear	1.46	1.13	navegabilidad
02	en Índice clic en «Tijuana»	3.21	3.04	navegabilidad
03	clic en «Boni»	4.70	3.07	interactividad con botones textuales
04	clic en «Zurdo»	1.31	1.11	interactividad con botones textuales
05	clic en «Ricardo»	1.14	1.04	interactividad con botones textuales
06	clic en «Adán»	1.06	1.04	interactividad con botones textuales
07	clic en «Pollo»	1.15	1.00	interactividad con botones textuales
08	clic en «Cuino»	1.08	1.00	interactividad con botones textuales
09	clic en «el peor deportista»	2.36	1.39	interactividad con botones textuales
10	clic en «pedradas»	3.46	2.59	interactividad con botones textuales
11	clic en «Dorian's»	1.38	1.24	interactividad con botones textuales
12	clic en «Vía Rápida»	1.19	1.04	interactividad con botones textuales
13	clic en «pelota perdida»	2.21	1.88	interactividad con botones textuales
14	clic en «nieve»	2.23	1.54	interactividad con botones textuales
15	clic en «moneda»	3.49	1.83	interactividad con botones icónicos-indexicálicos
16	clic en «pasado»	4.17	3.52	interactividad con botones textuales- indexicálicos
17	clic en triángulo A	1.44	1.26	interactividad con botones icónicos- indexicálicos
18	clic en triángulo B	1.67	1.00	interactividad con botones icónicos
19	clic en triángulo C	1.32	1.07	interactividad con botones icónicos
20	clic en descubre	1.67	1.04	interactividad con botones textuales-indexicálicos
21	clic en ícono play sonido	2.26	1.76	interactividad con botones icónicos multimedia y/o que guardan convencionalismos con la web
22	clic en ícono stop sonido	1.33	1.24	interactividad con botones icónicos multimedia y/o que guardan convencionalismos con la web
23	clic en ícono link	1.64	1.42	interactividad con botones icónicos multimedia y/o que guardan convencionalismos con la web
24	clic en «tiempos»	1.65	1.54	interactividad con botones textuales
25	clic en «regresar a índice»	5.43	2.65	navegabilidad
26	navegar a portada	5.50	1.87	navegabilidad
	Suma de clic promedio en las 26 tareas	59.51	42.31	

Fuente: Elaboración Propia

En los comparativos con el grupo de control del experimento B vemos que en total un experto da 17.2 clic menos que un usuario al completar las veintiséis tareas. En la tabla 18, se presentan las cinco categorías de tareas contenidas en el experimento B, y se contrastan la cantidad de clic por categoría tanto de usuarios como de expertos.

**Tabla 18** Promedio de clic que dieron tanto usuarios como expertos en cada categoría de tareas del experimento B

Tipo de tarea	Cantidad de tareas	Usuarios	Expertos	Diferencia entre expertos y usuarios por categoría de tarea
1 navegabilidad	4	15.6	8.69	6.91
2 interactividad con botones textuales	13	24.92	19.48	5.44
3 interactividad con botones icónicos	2	2.99	2.07	0.92
4 interactividad con botones icónicos-indexicálicos	3	9.1	6.61	2.49
5 interactividad con botones icónicos multimedia y/o que guardan convencionalismos con la web	3	5.23	4.42	0.81

Fuente: Elaboración Propia

Donde los datos indican que respecto de la navegación —tareas 01, 02, 25 y 26— el experto da 6.91 clic menos. Por su parte, en las tareas —03, 04, 05, 06, 07, 08, 09, 10, 11, 12, 13, 14 y 24— referentes a botones textuales el experto da 5.44 clic menos que el usuario. Respecto de la interactividad con botones icónicos —tareas 18 y 19— el experto da 0.92 clic menos que el usuario. En las tareas con botones icónico-indexicálicos —15, 16 y 17— el experto da 2.49 clic menos que el usuario. Y en la tareas —21, 22 y 23— que son botones gráficos para accionar contenido multimedia y cuyo ícono sigue los convencionalismos de la web, el experto da 0.81 clic menos que el usuario. Haciendo un comparativo entre la cantidad de clic que dieron los usuarios en ambos experimentos se presenta la tabla 19, donde se contrasta la media ponderada de clic por categoría de tarea.

**Tabla 19** Media ponderada de clic que dieron los usuarios en los experimentos A y B por categoría de tareas

Tipo de tarea	A		TDI-B		Diferencia
	Cantidad de tareas por categoría	Media Ponderada de clic	Cantidad de tareas por categoría	Media ponderada de clic	
Navegabilidad	4	3.645	4	3.9	0.26
Interactividad con botones textuales	2	1.635	13	1.916	0.281
Interactividad con botones icónicos	-	-	2	1.49	-
Interactividad con botones icónicos-indexicálicos	-	-	3	3.03	-
Interactividad con botones icónicos multimedia y/o que guardan convencionalismos con la web	3	1.40	3	1.74	0.34

Fuente: Elaboración Propia

Los datos contrastados permiten observar que la media ponderada de clic fue menor en el experimento B que en el experimento A en cuanto a navegabilidad, interactividad con botones textuales, e interactividad con botones icónicos que guardan convencionalismos con la web. En las categorías de botones icónicos y botones icónicos indexicálicos no hay datos del primer experimento que permitan comparativa—ya que no contenía en su diseño estas categorías—.

### Resultados de tiempos por tareas en el prototipo B

Los tiempos utilizados en cada tarea se midieron cronometrando el lapso ocurrido entre el clic que completó una tarea y la siguiente. Las tareas implicaban leer la narración hasta identificar algún elemento interactivo dentro de la página. En algunas páginas el contenido por escrito fue más extenso que en otras. En otras tareas el contenido multimedia extendió el tiempo para completarla, por ejemplo, en la tarea 09 el lector desplegó un video con duración de 00:33.30 segundos, por lo que el tiempo vista del video se considera parte del tiempo para completar la siguiente tarea —tarea 10—. Para la primer tarea se utilizó como referencia la instrucción «poner el cursor sobre la portada» como momento 0 a partir del cual se cronometró. La tabla 20 muestra la cantidad de segundos por tarea, tanto de los usuarios como del grupo de control o expertos.

**Tabla 20** Cantidad en segundos que tardó un experto contra los que tardó un lector de la muestra en el experimento B

No	Tarea	Promedio Usuarios en segundos	Promedio Expertos en segundo	Tipo de tarea
01	hojear	22.83	8.10	navegabilidad
02	en Índice clic en «Tijuana»	36.05	31.96	interactividad con botones textuales
03	clic en «Boni»	84.81	31.37	interactividad con botones textuales
04	clic en «Zurdo»	4.11	2.81	interactividad con botones textuales
05	clic en «Ricardo»	3.68	2.92	interactividad con botones textuales
06	clic en «Adán»	2.82	2.44	interactividad con botones textuales
07	clic en «Pollo»	3.11	2.30	interactividad con botones textuales
08	clic en «Cuino»	3.90	2.33	interactividad con botones textuales
09	clic en «el peor deportista»	14.73	7.96	interactividad con botones textuales
10	clic en «pedradas»	33.49	17.70	interactividad con botones textuales
11	clic en «Dorian's»	15.21	12.48	interactividad con botones textuales
12	clic en «Vía Rápida»	9.74	7.56	interactividad con botones textuales
13	clic en «pelota perdida»	19.16	10.88	interactividad con botones textuales
14	clic en «nieve»	19.18	5.50	interactividad con botones icónicos-indexicálicos
15	clic en «moneda»	35.84	11.25	interactividad con botones textuales-indexicálicos
16	clic en «pasado»	42.72	16.78	interactividad con botones icónicos-indexicálicos
17	clic en triángulo A	12.61	6.59	interactividad con botones icónicos
18	clic en triángulo B	14,05	4.93	interactividad con botones icónicos
19	clic en triángulo C	10.75	4.81	interactividad con botones textuales-indexicálicos
20	clic en «descubre»	21.19	7.56	interactividad con botones icónicos multimedia y/o que guardan convencionalismos con la web
21	clic en ícono play sonido	19.49	10.44	interactividad con botones icónicos multimedia y/o que guardan convencionalismos con la web
22	clic en ícono stop sonido	6.50	6.05	interactividad con botones icónicos multimedia y/o que guardan convencionalismos con la web
23	clic en ícono «link»	7.36	6.27	interactividad con botones textuales
24	clic en «tiempos»	24.38	11.42	navegabilidad
25	clic en «regresar a índice»	54.19	22.45	navegabilidad
26	navegar a portada	70.14	15.48	navegabilidad
Suma de tiempos promedio para finalizar las 26 tareas		577.99	270.34	

Fuente: Elaboración Propia

En los comparativos de tiempos entre usuarios y expertos del experimento B se identifica que el experto tarda 307.65 segundos menos en realizar las 26 tareas del experimento. Basado en estos resultados se puede indicar que los expertos logran las tareas de forma más rápida, lo cual tiene implicaciones sobre la experiencia del usuario a quien puede parecerle una lectura 5 minutos más larga de lo que realmente se proyectó, pero no necesariamente le resulte más complicada.

En la tabla 21, se presentan las cinco categorías de tareas contenidas en el experimento B, y el tiempo en segundos que tardó en terminar las tareas de cada categoría, tanto de usuarios como de expertos.

**Tabla 4** Segundos que tardaron tanto usuarios como expertos en cada categoría de tareas del experimento B

	Tipo de tarea	Cantidad de tareas	Usuarios	Expertos	Diferencia en segundos entre expertos y usuarios por categoría de tarea
1	Navegabilidad	4	171.54	57.45	114.09
2	interactividad con botones textuales	13	238.17	138.98	99.19
3	interactividad con botones icónicos	2	26.66	11.52	15.14
4	interactividad con botones icónicos-indexicálicos	3	108.49	38.34	70.15
5	interactividad con botones icónicos multimedia y/o que guardan convencionalismos con la web	3	47.18	24.05	23.13

Fuente: Elaboración Propia

Donde los datos indican que respecto de la navegación —tareas 01, 02, 25 y 26— el experto tarda 114.09 segundos menos. Por su parte, en las tareas —03, 04, 05, 06, 07, 08, 09, 10, 11, 12, 13, 14 y 24— referentes a botones textuales el experto tarda 99.19 segundos menos que el usuario. Respecto de la interactividad con botones icónicos —tareas 18 y 19— el experto tarda 15.14 segundos menos que el usuario. En las tareas con botones icónico-indexicálicos —15, 16 y 17— el experto tarda 70.15 segundos menos que el usuario. Y en la tareas —21, 22 y 23— que son botones gráficos para accionar contenido multimedia y cuyo ícono sigue los convencionalismos de la web, el experto tarda 23.13 segundos menos que el usuario.

Haciendo un comparativo entre el tiempo que tardaron los usuarios en ambos experimentos se presenta la tabla 22, donde se contrasta la media ponderada de segundos por categoría de tarea.

**Tabla 22** Media ponderada de segundos que tardaron los usuarios en los experimentos A y B por categoría de tareas

Tipo de tarea	Experimento A		Experimento B		Diferencia
	Cantidad de tareas por categoría	Media Ponderada en segundos	Cantidad de tareas por categoría	Media ponderada en segundos	
Navegabilidad	4	43.4075	4	42.885	0.522
Interactividad con botones textuales	2	31.225	13	18.32	12.905
Interactividad con botones icónicos	-	-	2	23.59	-
Interactividad con botones icónicos-indexicálicos	-	-	3	36.163	-
Interactividad con botones icónicos multimedia y/o que guardan convencionalismos con la web	3	25.46	3	15.72	9.74

Fuente: Elaboración Propia

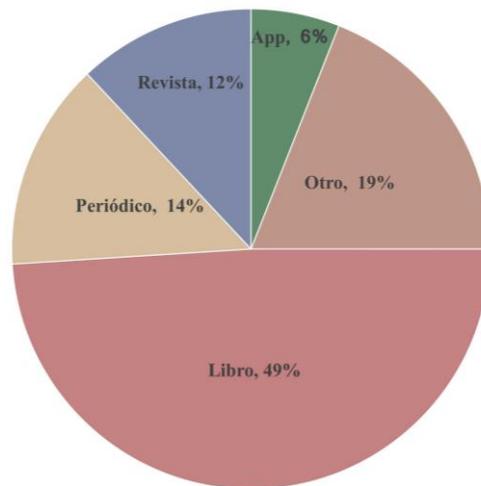
Los datos de la tabla 22 permiten observar que la media ponderada por grupo de tareas es de menos segundos en el experimento B que en el experimento A en tres de sus categorías —navegabilidad, interactividad con botones textuales, e interactividad con botones icónicos que guardan convencionalismos con la web—. En las categorías de botones icónicos y botones icónicos indexicálicos no hay datos del primer experimento que permitan comparativa—ya que no contenía en su diseño estas categorías—.

### Resultados sobre la experiencia del usuario con el prototipo B

Inmediatamente después de terminar la prueba de usabilidad, y sin salir del laboratorio de pruebas, se le aplicó a cada individuo el instrumento que recolectó su experiencia con el prototipo B, para lo cual se utilizó un formulario de Google Forms y la misma computadora donde leyeron el TDI.

La figura 31 muestra que el 49% clasificó el texto que leyó como libro. El 19% lo definió como otro tipo de texto. El 12% lo considero revista. El 14% lo consideró periódico. Un 6% lo consideró una app o página web. Esta tendencia cambió respecto del experimento A donde no se ofreció la opción libro, ni página web. En su lugar se ofreció la opción «otro tipo de texto» y se solicitó explicar cuál tipo de texto por medio de respuesta abierta, la mayoría de «otros» se referían a libro o página web, por lo que en el experimento B se incorporaron como respuestas automáticas y se preservó la opción a «otro».

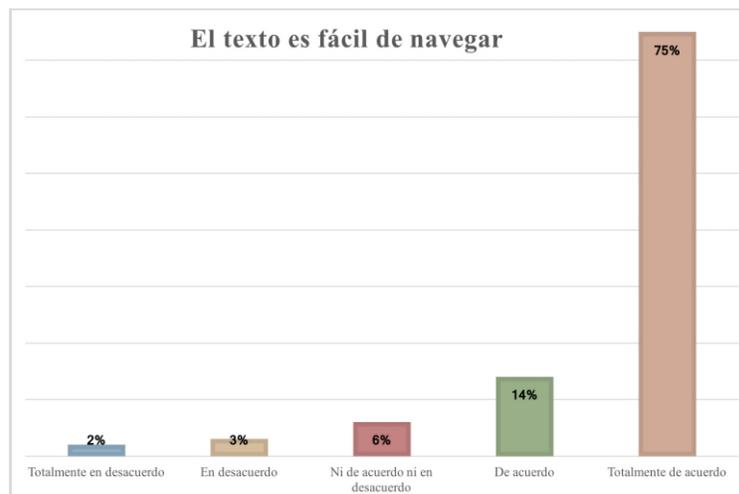
**Figura 31** Muestra la opinión de los lectores ante la pregunta ¿Qué tipo de texto era el que leíste?



Fuente: Elaboración Propia

La figura 32 muestra que el 89% experimentó que el prototipo B es fácil de navegar, donde el 75% estuvo totalmente de acuerdo y el 14% de acuerdo. Contra el 5% que experimentaron dificultades en la navegación del TDI, de los cuales 2% que se manifestó totalmente en desacuerdo y 3% en desacuerdo. Mientras que en el experimento A el 63% estuvo totalmente de acuerdo con que el texto es fácil de navegar.

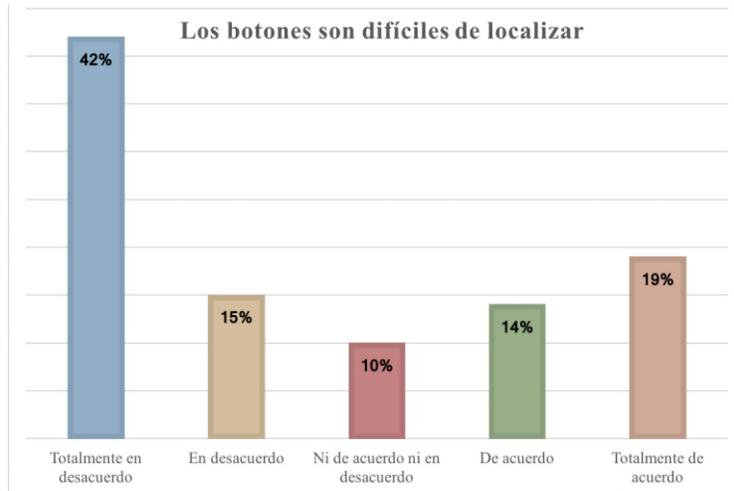
**Figura 32** Muestra la opinión de los lectores frente a la facilidad de navegar el texto



Fuente: Elaboración Propia

Respecto a la dificultad de localizar botones en el prototipo B, la figura 33 muestra que el 57% manifestó que no era difícil. Esto expresando a través del 42% de los lectores que estuvieron en total desacuerdo con la afirmación y el 15% que estuvieron en desacuerdo con la idea de que fueron difíciles de localizar. Contra un 19% que estuvieron totalmente de acuerdo en que son difíciles de localizar. Mientras que en el experimento A fue el 55.3% que se manifestó como fáciles de localizar.

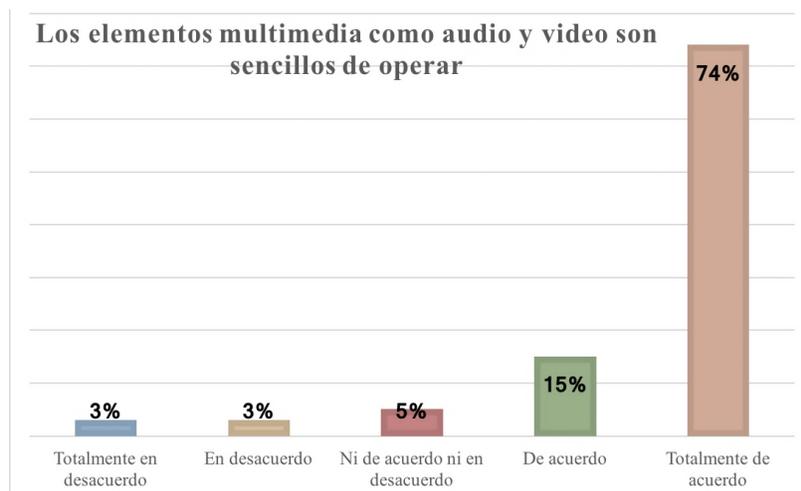
**Figura 33** Muestra la opinión de los lectores respecto de la presencia de los botones



Fuente: Elaboración Propia

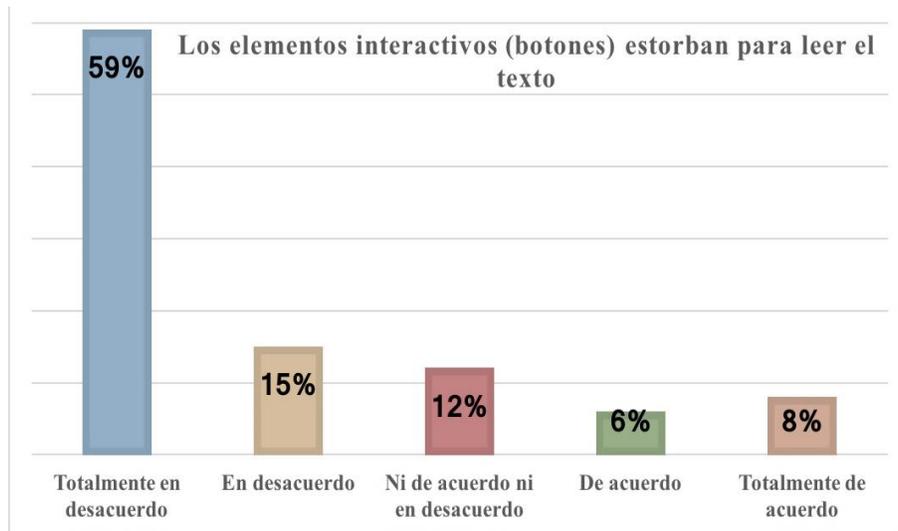
La figura 34, muestra al 74% quienes estuvieron totalmente de acuerdo en que los elementos multimedia como audio y video son sencillos de operar, mientras que un 15% estuvieron solo de acuerdo. Un 3% se manifestó en desacuerdo, es decir, no les pareció sencillo de operar. En general a este tipo de lector le parece sencillo operar los elementos multimedia del prototipo B. La misma pregunta en el A arrojó el 60% de acuerdo.

**Figura 34** Opinión de los lectores respecto a la sencillez para operar elementos multimedia



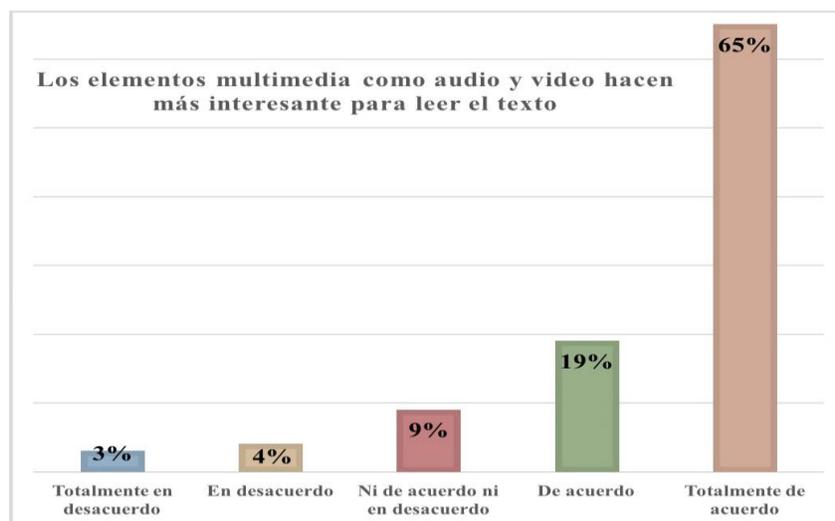
Fuente: Elaboración Propia

En la figura 35 vemos que el 74% se opusieron a la idea de que los botones estorban para leer el texto, donde el 59% de los lectores estuvieron totalmente en desacuerdo y el 15% estuvieron en desacuerdo acerca de que los botones estorban para leer el texto, es decir, no les estorban. Frente a un 8% que consideraron que estorban. La misma pregunta en el experimento A arrojó un 70.9% en total desacuerdo.

**Figura 35** Opinión de los lectores respecto a la dificultad de leer un texto con elementos interactivo

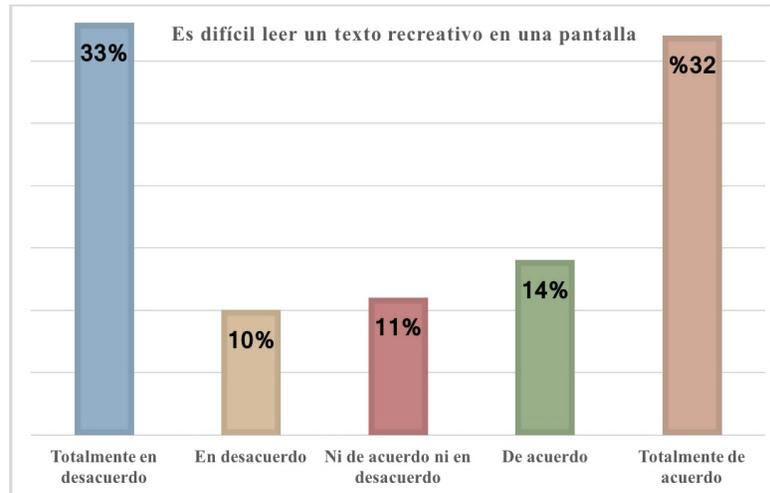
Fuente: Elaboración Propia

La figura 36, muestra que el 84% cree que los elementos multimedia hacen el texto más interesante, donde el 65% estuvo totalmente de acuerdo y el 19% de acuerdo, ante el 3% que está en desacuerdo con que lo hacen más interesante. Durante las pruebas del prototipo A la misma pregunta obtuvo el 76.6% de respuestas a favor de la idea sobre los botones como elementos que hacen más interesante el texto.

**Figura 36** Opinión de los lectores respecto de los elementos multimedia dentro del texto

Fuente: Elaboración Propia

En el experimento B, una importante polaridad ocupó el criterio de los lectores respecto de la dificultad para leer textos en pantalla, representados en la figura 37. Mientras que el 43% no encontró dificultades para leer un texto recreativo en pantalla, de los cuales el 33% dijo estar totalmente en desacuerdo, y el 10% en desacuerdo. El 46% encontró dificultades para leer un texto recreativo en pantalla, de los cuales 32% se encontró en total acuerdo, y el 14% en desacuerdo. Por su parte en el experimento A al 32% le pareció fácil, y al 53.2% le pareció difícil. El usuario sigue experimentando que es difícil leer un texto recreativo en pantalla con el prototipo B, aunque la percepción de su dificultad mejoró un 10%.

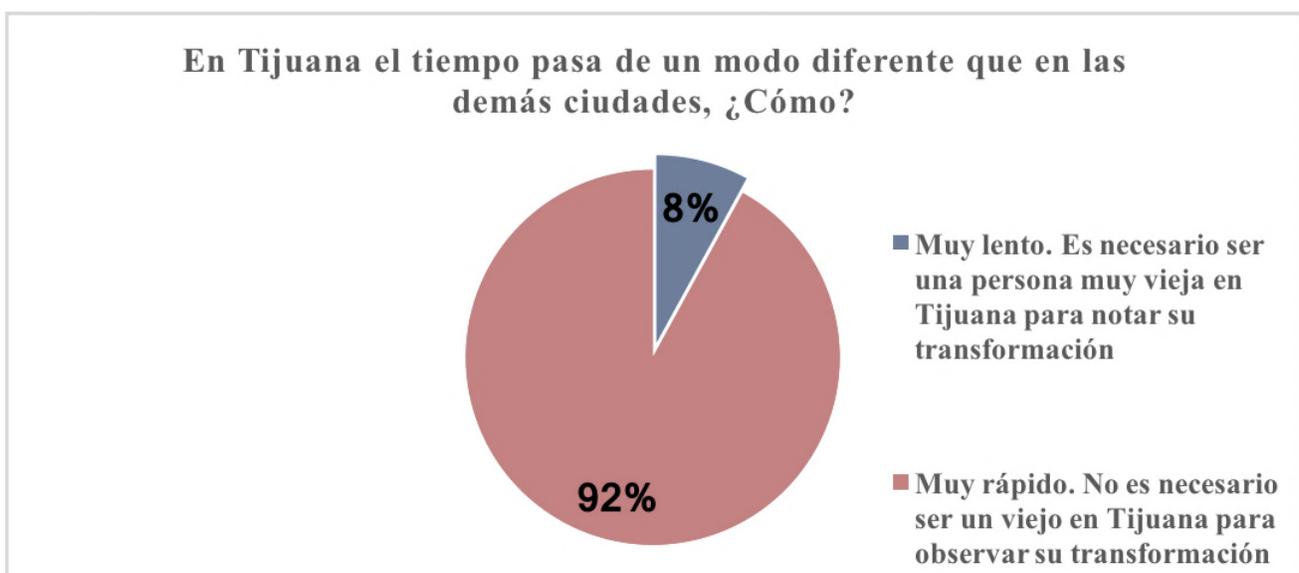
**Figura 37** Opinión de los lectores respecto de la dificultad de leer en una pantalla

Fuente: Elaboración Propia

### Resultados sobre la transmisión del mensaje por medio del prototipo B

Para recolectar datos acerca de la forma en que se transmitió el mensaje y dirigido a descubrir si era obstaculizado por los elementos y tareas multimedia, la post-prueba incluyó preguntas de comprensión lectora. Los fragmentos de contenido donde se encuentra el tópico de la pregunta estuvieron siempre acompañados de alguna tarea interactiva o animada.

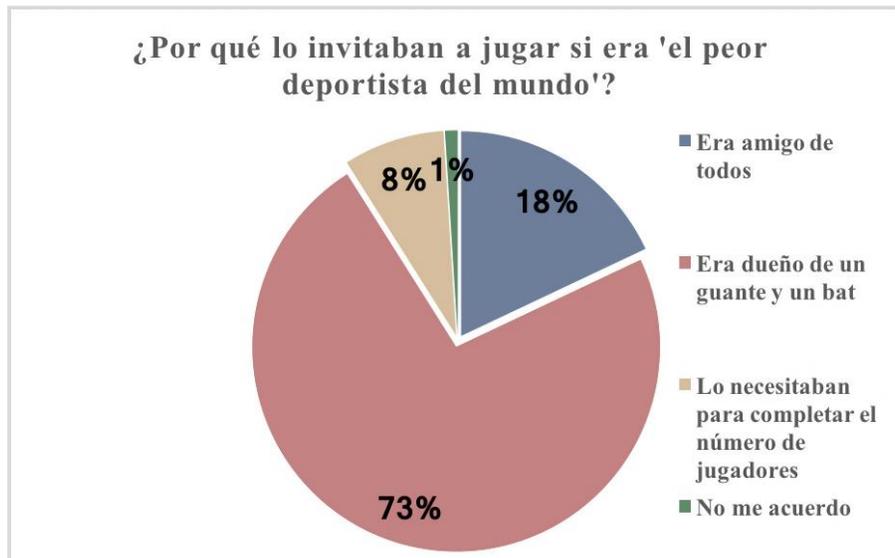
En la figura 38 se muestra que el 92% entendió la idea del autor acerca de la manera en que transcurre el tiempo en Tijuana. Solo el 8% obtuvo la idea contraria.

**Figura 38** El mensaje del autor, respecto de la forma en que pasa el tiempo en Tijuana, fue transmitido correctamente al 92% de los lectores

Fuente: Elaboración Propia

En la figura 39 se muestra que, el 73% recibió correctamente el mensaje, mientras que el 26% obtuvo del texto alguna otra idea y el 1% no pudo responder, lo que también se interpreta como falta de transmisión del mensaje. De modo que, para conseguir que el usuario pueda interpretar el mensaje correcto en un mayor porcentaje será necesario reconsiderar el diseño de dicho fragmento dentro del TDI, tanto en su aspecto de disposición textual, como interactivo y de apoyo gráfico.

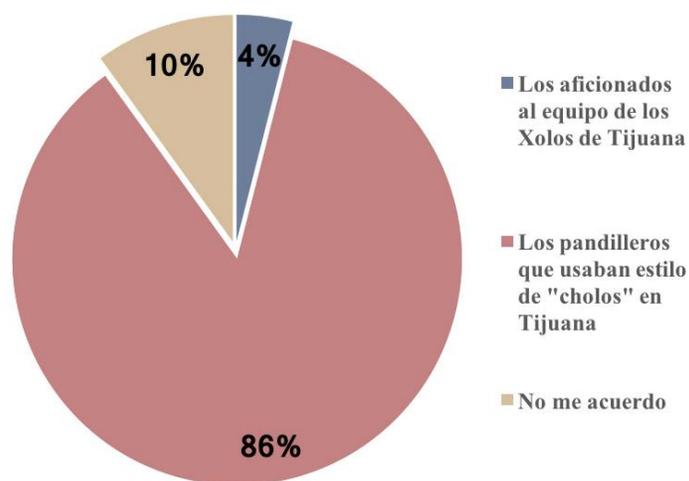
**Figura 39** El mensaje del autor, respecto a las razones del por qué invitaban al personaje principal a participar del juego, fue transmitido correctamente al 73% de los lectores



Fuente: Elaboración Propia

En la figura 40 se muestra que, el 86% recibió el mensaje correcto respecto del tipo de concurrencia que frecuentaba el lugar llamado Nicté Ha. El 10% no pudo contestar y el 4% recibió un mensaje diferente

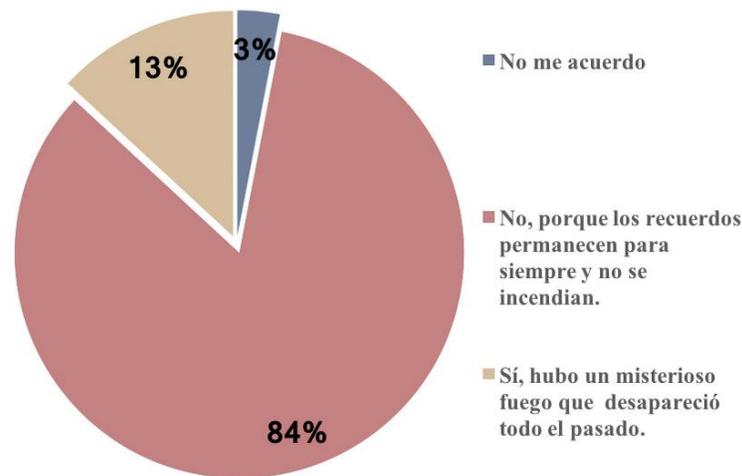
**Figura 40** El mensaje del autor, respecto del tipo de personas que frecuentaban el Nicté Ha, fue transmitido correctamente al 86% de los lectores



Fuente: Elaboración Propia

En la figura 41 se muestra que, el 84% recibió correctamente el mensaje del autor respecto al pasado de Tijuana y los incendios. 13% recibió el mensaje contrario y el 3% no pudo contestar.

**Figura 41** El mensaje del autor, respecto de la relación entre los recuerdos y los incendios en la ciudad, se transmitió correctamente al 84% de los lectores



Fuente: Elaboración Propia

La transmisión del mensaje, —en el caso del presente estudio— se ejemplifica en la tabla 23 conforme a los criterios de Jakobson (1960) quien afirma está siempre cargada por la función emotiva o la intención de comunicar emociones, «Me siento muy joven para haber visto tantos cambios» afirma L.H. Crosthwaite. El receptor del TDI extraerá en cambio la función conativa. Es decir la idea central sin carga alguna de la frase “No hace falta ser un viejo en Tijuana para ver su transformación” el receptor recibe el mensaje: «No hay necesidad de llegar a la tercera edad para ver a Tijuana cambiar». Para que ello ocurra la función fáctica recae sobre un diseñador que deberá lograr la interacción con el TDI. Para lograrlo hará uso, del metalenguaje que indique al usuario dónde hacer clic o cómo navegar las páginas; pero no solo los elementos indexicales generan la interacción del lector, es también un metalenguaje el signo cromático, la sustitución del texto por elementos gráficos, auditivos, videográficos, o la descripción visual de los elementos icónicos y simbólicos. Por su parte el sitio donde se encuentre hospedado o se descargue el TDI contendrá la función referencial, misma que puede estar a cargo también del diseñador en acuerdo con el autor o de terceros como un editor. Finalmente la transmisión del mensaje se completa cuando el receptor encuentra la función poética produciendo un efecto especial o experiencia del usuario —goce, emoción, nostalgia—.

**Tabla 5** Ejemplo de las funciones del lenguaje aplicado al texto de Luis Humberto Crosthwaite, objeto de pruebas en esta investigación

Función	Equivalencia	Elemento	Recae sobre
Emotiva	Soy muy joven para haber visto tantos cambios en esta ciudad	Emisor	Autor
Conativa	No hay necesidad de llegar a la tercera edad para ver a Tijuana cambiar	Receptor	Lector
Fáctica	El diseñador da forma por medio de recursos gráficos	Canal	Diseñador
Metalingüística	Haga clic en la palabra «transformación»	Código	TDI
Referencial	URL, tipo de archivo, dispositivo, etc.	Contexto	Sitio web
Poética	No hace falta ser un viejo en Tijuana para ver su transformación	Mensaje	Nostalgia

Fuente: Jakobson (1960)

Los datos recolectados en las últimas cuatro preguntas prueban que la función conativa del mensaje no se ve obstaculizada por los elementos interactivos o multimedia del TDI. Las funciones fáctica y metalingüística dan muestras con los datos de la interacción del usuario con los elementos del TDI. La función referencial se registró por medio de la identificación del tipo de texto que consideraron haber leído. Sin embargo, faltan datos en este experimento para determinar si las funciones emotiva y poética están cumpliendo su función por medio de los elementos interactivos.

## Conclusiones

A manera de comparativo general, en la tabla 24, se presentan las mejoras que tuvo el prototipo B respecto del prototipo A expresada en porcentajes por cada aspecto interactivo estudiado. Para obtener un cálculo de la mejora general se obtuvo una media ponderada, por lo que se puede afirmar que el modelo B es 29.016% más efectivo que el modelo A.

**Tabla 24** Mejora que tuvo el prototipo B respecto del prototipo A expresada en porcentajes generales por cada aspecto estudiado

Aspecto estudiado	Porcentaje de mejora en el modelo TDI-B
Navegabilidad	7.62 %
Interactividad con botones textuales	66.49%
Interactividad con botones icónicos que conservan los convencionalismos de la web	37.37%
Resultados sobre la Interactividad con botones icónicos	-
Interactividad con botones icónico-indexicálicos	16.4%
Eficiencia en la efectividad para completar tareas	17.2%
Media ponderada	29.016%

Fuente: Elaboración Propia

A partir de esto se concluye que el modelo B bajo el cual se elaboró prototipo B mejora la usabilidad de la principal tarea de navegabilidad «hojear» que resulta indispensable para asegurar la transmisión del mensaje. Localizar la lectura en el índice interactivo del documento se encuentra en un rango aceptable de logros del 82%.

Sin embargo, para eficientar las tareas de navegación con atajos como «regresar a portada», e «ir a índice» —que fueron botones icónico-indexicálicos— se debe separar en el modelo toda la fase de diseño de la navegación. Es decir, el problema es la fase en la que fueron creados, junto con el resto los botones interactivos y es conveniente resolver primero la navegación, antes que otros elementos de interacción.

Distinguir mediante el diseño e incluir instrucciones para identificar botones textuales con interactividad es necesario para su identificación y uso, pero debe ligarse con la siguiente fase debido a la inclusión de contenido textual.

La edición y leibilidad<sup>11</sup> del texto bajo el modelo B es sólida por lo que debe mantenerse como un bloque de trabajo, sin embargo se sugiere cambiar la maquetación del método sustractivo al método aditivo, debido a que los parámetros tecnológicos de la plataforma de hospedaje y dispositivo de lectura serán los criterios que definen el espacio de trabajo en un TDI una vez que está definida la navegación.

La interactividad con botones textuales, botones icónico-indexicálico y botones icónicos que despliegan contenido multimedia y siguen convencionalismos con la web son parte de la fase de trabajo llamada «Diseño del mensaje». En el experimento B se observa una curva de aprendizaje para estas tareas por parte del usuario, quienes dieron en promedio un clic más que los expertos en la primera tarea de la serie, pero después —en esa misma serie— los tiempos por tarea y cantidad de clic mejoraron por parte de ambos grupos. Los botones multimedia son efectivamente identificados como tal, por lo que es a partir del diseño de la página donde se encuentra, que el lector decide o no interactuar. La propuesta, entonces, es dividir en dos partes este procedimiento de trabajo. La primera, acerca del modo en que funcionarán dichos elementos que conserva el mismo nombre y la segunda que se ocupe del desarrollo de los detalles finos acerca de los gráficos que se deberán interpretar como elementos interactivos.

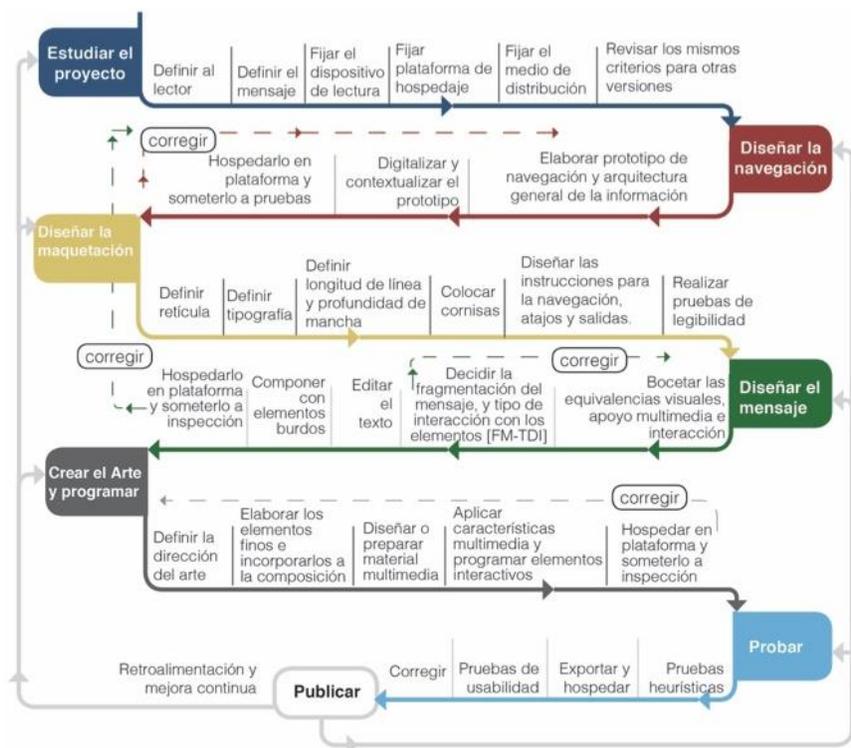
<sup>11</sup> Aunque en en inglés tanto «legibilidad» como «leibilidad» se traduzcan como *readability*, en español hay autores como Prado y Ávila (2006) que distinguen: legibilidad, se refiere a la facilidad de identificar caracteres alfanuméricos individuales; leibilidad, comprende la facilidad de lectura, asumiendo que los caracteres individuales son legibles. Leibilidad es pues, la capacidad de comprender caracteres legibles con el mínimo cansancio.

Para aumentar la usabilidad de los contenidos interactivos se propone la utilización de formatos que guíen al diseñador durante el proceso de diseño del mensaje, en donde se considere que las tareas con botones icónicos que despliegan contenido multimedia sigan los convencionalismos con la web ya que están funcionando. Lo mismo para apoyar el diseño de tareas que desplieguen enlaces e hiperenlaces, debido a que no se trata de una tarea de multimedia como tal, hay que extraerlos de la categoría de «botones icónicos» para crear la categoría de «botones icónicos que enlazan a sitios web» y crear otra categoría de «botones textuales que enlazan a vínculos externos o internos», de este modo se logra trabajar sus características propias. Esta última categoría de botones no se presentaron en el texto sometido a pruebas del prototipo B, pero sí en otros del prototipo A que no fueron parte de las pruebas, por lo tanto en el modelo de trabajo se consideran como parte del proceso de trabajo.

Finalmente, el usuario de la muestra sigue experimentando dificultad al leer un texto recreativo en pantalla, al menos bajo los criterios del experimento con el modelo B, aunque la percepción de su dificultad mejoró un 10%. Los resultados también evidencian disposición e interés de los lectores ante este tipo de TDI. Con base en los datos empíricos descritos en estos experimentos se propone un modelo para el diseño de TDI, el cual es una optimización del modelo B que adopta aspectos importantes del diseño de las páginas web y los funde con la maquetación de textos y edición multimedia. Con este método de trabajo el diseñador realiza las verificaciones que permiten hacer las correcciones necesarias antes de avanzar a la siguiente fase de la producción. Por ello se garantiza una navegación intuitiva para el lector a través de la arquitectura de la información, sin obstrucción de los elementos gráficos de contenido. También es posible la adaptación a más de una plataforma de hospedaje y/o dispositivo en forma más rápida y eficiente ya que se planifican desde el anteproyecto. Los recursos de tiempo y capacidades se disponen según lo requiera y permita la plataforma de hospedaje y el dispositivo de lectura. La producción de elementos gráficos se especifica para los tamaños y resolución necesaria; pero sobre todo se garantiza que las tareas interactivas se realicen de forma más eficiente y estén.

El modelo propuesto a través de esta investigación, y representado en la figura 42, se compone de seis fases de trabajo. Incorpora la investigación del anteproyecto como requisito, la creación y prueba de prototipos de navegación y el desarrollo de procedimientos sistemáticos para la transmisión del mensaje, sin descuidar aspectos de maquetación formal y propuesta estética a través de la definición del arte y su programación. Pero entre todas ellas, la fase final de pruebas es el proceso para que los diseñadores editoriales evalúen sus productos a partir de datos concretos, sin ello no se puede considerar listo para publicarse un TDI.

**Figura 42** Esquematación del modelo de diseño para la producción de TDI.



Fuente: Elaboración Propia

## Agradecimiento

Se agradece a la Escuela de Ciencias de la Ingeniería y Tecnología perteneciente a la Universidad Autónoma de Baja California, por las facilidades proporcionadas para realizar esta investigación, así como a los diseñadores participantes en los experimentos y los lectores que aceptaron pertenecer a la muestra.

## Referencias

- Arango, J. (2013) Entre la arquitectura y la información. Buenos Aires, Argentina. Editado por: Paz, Lorena compiladora y Víctor Malumián editor. “Pioneros y hacedores. Fundamentos y casos de diseño de interacción con estándares de Accesibilidad y usabilidad”. iBook.
- Bhaskaran, L. (2006) ¿Qué es el diseño editorial? Barcelona, España. Editor: Roto Visión. Fecha de publicación: 2006. Páginas: 256 p. ISBN: 9788496774230
- Bevan, N.; Kirakowski, J.; Maissel, J. (1991). What is Usability?. Proceedings of the 4th International Conference on HCI, Stuttgart, September 1991
- Bohem, B. (1988) A Spiral Model of Software Development and Enhancement, IEEE Computer, IEEE, 21(5):61-72, May 1988
- Bringhurst, R. (2008) The elements of typographic style, Ed. H & M publishers, ed. 3ra, Vancouver.
- Buen Unna, J. (2008) Manual de diseño editorial, Ed. Trea, S.L., ed. 3ra, Gijón.
- Cadwell, C. y Zappatera, Y. (2016) Diseño editorial. Periódicos y revistas / Medios impresos y digitales. Ed. Gustavo Gili
- Caldevilla Domínguez, D. (2011) La aparición del libro electrónico (e-book) y su repercusión en el libro tradicional. En Revista Especializada en Periodismo y Comunicación. Vol. 1, Núm. 30, 2011, p. s/n
- Card, S.T.; Moran T.P.; Newell A. (1986) The Model Human Processor: An Engineering Model of Human Performance. Xerox Palo Alto Research Center
- Departamento de Saludo y Servicios Humanos del gobierno de Estados Unidos, o HSS por sus siglas en inglés (consultada el 3 de agosto 2017) recuperado de <https://webstandards.hhs.gov/> Actualizado el 9 febrero 2018 <https://webstandards.hhs.gov/guidelines/>
- División de Comunicaciones Digitales en la Oficina del Subsecretario de Asuntos Públicos del Departamento de Salud y Servicios Humanos de los EE. UU. (consultado el 9 de febrero de 2018) recuperado de <https://www.usability.gov/what-and-why/interaction-design.HTML>
- Estrada, J.A. (1987) Estética. Editorial Publicaciones Cultural, 1987. México.
- Fisher. L.; Espejo Callado, J.A. (2004) Mercadotecnia, 3ra edición, Editorial MacGraHill, México.
- Folmer, E. y Bosch, J. (2002) *Architecting for usability: a survey*, en The Journal of Systems and Software, Department of Mathematics and Computing Science, University of Groningen, Groningen, The Netherlands
- Hartson, H.R. (1998). Human-computer interaction: Interdisciplinary roots and trends. En: Journal of Systems and Software, Noviembre 1998, v. 43, n. 2, pp. 103-118.
- Hassan, Y.; Ortega S. (2009). Informe APEI sobre Usabilidad. Gijón: Asociación Profesional de Especialistas en Información, 2009, 73pp. ISBN: 978-84-692-3782-3.

- Hassan, Y.; Martín Fernández F.J.; Iazza I. (2004) Diseño web Centrado en el Usuario: Usabilidad y Arquitectura de la Información [en línea]. En "Hipertext.net", núm. 2, 2004. <<http://www.hipertext.net>> [Consulta: julio. 2017].
- Hernández, R; Fernández-Collado, C; Baptista, P. (2014) *Metodología de la Investigación*. 6ta Edición. Mc Graw Hill. México, México.
- Jakobson, R., (1960) «*Linguistics and Poetics*», in T. Sebeok, ed., *Style in Language*, Cambridge, MA: M.I.T. Press, 1960, pp. 350-377.
- Julien, A. (2012) *Digital Fonts, The complete guide to creating, marketing and selling*, Editorial Thames & Hudson, Londres.
- Jounghyun Kim, G. (2015), *Human-Computer Interaction: Fundamentals and Practice*, CRC Press.
- Koffka, K. (1935) *Principles of Gestalt Psychology*. New York, EU. Ed. Harcourt Brace and Company.
- Morville, P; Rosenfeld, L.(2002); *Information Architecture for the WWW*; 2a. ed. Cambridge (Massachusetts): O'Reilly
- Nieves Hurtado, A.; Domínguez Sánchez, F.C. (2014) *Métodos numéricos aplicados a la ingeniería*, 4ta edición, Grupo Editorial Patria, México.
- Nielsen, J. (1994). Heuristic evaluation. En: Nielsen, J., Mack, R.L. (Eds.), *Usability Inspection Methods*. John Wiley & Sons, New York, NY.
- Rodríguez Díaz, F. (1992) *Breve relación: El mundo del libro en México*, Editorial Diana, México, 1992.
- Saffer, D. (2010) *Designing for Interaction: Creating Innovative Applications and Devices*, Ed. New Riders, 2da Edición, Berkley, Estados Unidos.
- Salinas Gutiérrez, I. (2017) Razones para considerar a los textos digitales interactivos como uno más de los productos editoriales, en *Tecnología y Diseño*, Año 6, núm. 8, junio-noviembre 2017.
- Salinas Gutiérrez, I. (2019) *Cómo se diseñan los textos digitales interactivos: una crítica al modelo actual*, en *Nova Scientia*, Vol. 11, issue 23, Noviembre 2019 – Septiembre 2020
- Salmond, M.; Ambrose, G. (2014) *Los fundamentos del diseño Interactivo, una introducción a las artes visuales aplicadas*. Ed. Blume
- Sharp, E; Rogers Y; Preece, J. (2007). *Interaction Design*, Editorial John Wiley Sons, 2da edición, Sussex, England.
- Traynor, V. (2013) *Elaboración de una Normativa de Usabilidad y Accesibilidad web: El caso de la web de la Ciudad de Buenos Aires*, en Paz, L. compiladora y Malumián, V. editor. «Pioneros y hacedores. Fundamentos y casos de diseño de interacción con estándares de Accesibilidad y usabilidad.» iBook.

## Instructions for Scientific, Technological and Innovation Publication

---

### Título en Times New Roman y Negritas No. 14 en Español e Inglés]

Apellidos (EN MAYUSCULAS), Nombre del 1<sup>er</sup> Autor†\*, Apellidos (EN MAYUSCULAS), Nombre del 1<sup>er</sup> Coautor, Apellidos (EN MAYUSCULAS), Nombre del 2<sup>do</sup> Coautor y Apellidos (EN MAYUSCULAS), Nombre del 3<sup>er</sup> Coautor

*Institución de Afiliación del Autor incluyendo dependencia (en Times New Roman No.10 y Cursiva)*

*International Identification of Science - Technology and Innovation*

ID 1<sup>st</sup> author: (ORC ID - Researcher ID Thomson, arXiv Author ID - PubMed Author ID - Open ID) and CVU 1<sup>st</sup> author: (Scholar-PNPC or SNI-CONACYT) (No.10 Times New Roman)

ID 1<sup>st</sup> coauthor: (ORC ID - Researcher ID Thomson, arXiv Author ID - PubMed Author ID - Open ID) and CVU 1<sup>st</sup> coauthor: (Scholar or SNI) (No.10 Times New Roman)

ID 2<sup>nd</sup> coauthor: (ORC ID - Researcher ID Thomson, arXiv Author ID - PubMed Author ID - Open ID) and CVU 2<sup>nd</sup> coauthor: (Scholar or SNI) (No.10 Times New Roman)

ID 3<sup>rd</sup> coauthor: (ORC ID - Researcher ID Thomson, arXiv Author ID - PubMed Author ID - Open ID) and CVU 3<sup>rd</sup> coauthor: (Scholar or SNI) (No.10 Times New Roman)

(Report Submission Date: Month, Day, and Year); Accepted (Insert date of Acceptance: Use Only ECORFAN)

**Citación:** Primer letra (EN MAYUSCULAS) del Nombre del 1<sup>er</sup> Autor. Apellido, Primer letra (EN MAYUSCULAS) del Nombre del 1<sup>er</sup> Coautor. Apellido, Primer letra (EN MAYUSCULAS) del Nombre del 2<sup>do</sup> Coautor. Apellido, Primer letra (EN MAYUSCULAS) del Nombre del 3<sup>er</sup> Coautor. Apellido

Correo institucional [Times New Roman No.10]

Primera letra (EN MAYUSCULAS) del Nombre Editores. Apellidos (Dir.) *Título del Handbook [Times New Roman No.10]*, Temas Selectos del área que corresponde ©ECORFAN- Filial, Año.

# Instructions for Scientific, Technological and Innovation Publication

---

## Abstract

Texto redactado en Times New Roman No.12, espacio sencillo, en inglés.

**Indicar (3-5) palabras clave en Times New Roman y Negritas No.12**

## 1 Introducción

Texto redactado en Times New Roman No.12, espacio sencillo.

Explicación del tema en general y explicar porque es importante.

¿Cuál es su valor agregado respecto de las demás técnicas?.

Enfocar claramente cada una de sus características.

Explicar con claridad el problema a solucionar y la hipótesis central.

Explicación de las secciones del Capítulo.

## Desarrollo de Secciones y Apartados del Capítulo con numeración subsecuente

[Título en Times New Roman No.12, espacio sencillo y Negrita]

Desarrollo de Capítulos en Times New Roman No.12, espacio sencillo.

## Inclusión de Gráficos, Figuras y Tablas-Editables

En el *contenido del Capítulo* todo gráfico, tabla y figura debe ser editable en formatos que permitan modificar tamaño, tipo y número de letra, a efectos de edición, estas deberán estar en alta calidad, no pixeladas y deben ser notables aun reduciendo la imagen a escala.

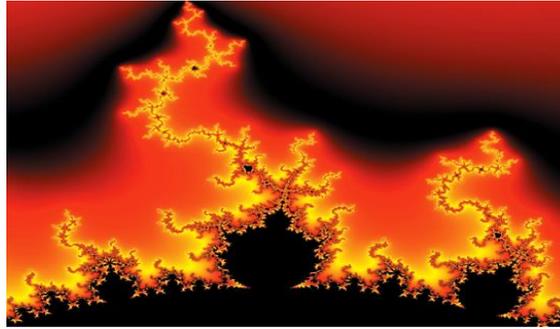
[Indicando el título en la parte Superior con Times New Roman No.12 y Negrita, señalando la fuente en la parte Inferior centrada con Times New Roman No. 10]

**Tabla 6.1** Título

<b>Particiones</b>	<b>Valores</b>	<b>Log</b>
P1	7.58	0.88
P2	7.62	0.88
P3	7.58	0.88
P4	7.59	0.88
P5	7.57	0.88
P6	7.58	0.88
P7	7.57	0.88

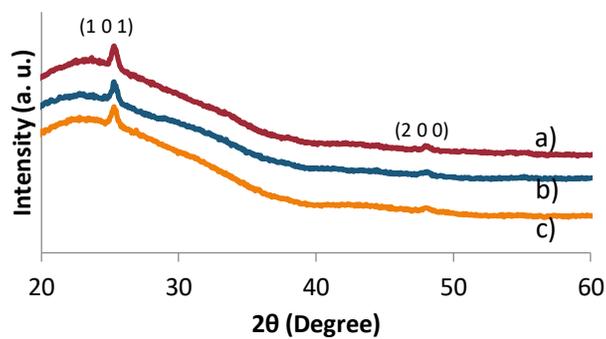
Fuente de Consulta:  
(No deberán ser imágenes, todo debe ser editable)

**Figura 1.1** Título



Fuente de Consulta:  
(No deberán ser imágenes, todo debe ser editable)

**Gráfico 1.1** Título



Fuente de Consulta:  
(No deberán ser imágenes, todo debe ser editable)

Cada Capítulo deberá presentar de manera separada en **3 Carpetas**: a) Figuras, b) Gráficos y c) Tablas en formato .JPG, indicando el número en Negrita y el Título secuencial.

**Para el uso de Ecuaciones, señalar de la siguiente forma:**

$$P = \frac{[V_V - P_V]^{1/2}}{V_O - P^{Uh}} + \frac{3}{4} \left[ \frac{(P^{VL})}{(P_u)} \right] \rightarrow \int_V^U La \quad (1)$$

Deberán ser editables y con numeración alineada en el extremo derecho.

### Metodología a desarrollar

Dar el significado de las variables en redacción lineal y es importante la comparación de los criterios usados.

### Resultados

Los resultados deberán ser por sección del Capítulo.

### Anexos

Tablas y fuentes adecuadas.

### Agradecimiento

Indicar si fueron financiados por alguna Institución, Universidad o Empresa.

# Instructions for Scientific, Technological and Innovation Publication

---

## Conclusiones

Explicar con claridad los resultados obtenidos y las posibilidades de mejora.

## Referencias

Utilizar sistema APA. **No** deben estar numerados, tampoco con viñetas, sin embargo, en caso necesario de numerar será porque se hace referencia o mención en alguna parte del Capítulo.

## Ficha Técnica

Cada Capítulo deberá presentar en un documento Word (.docx):

Nombre del Handbook

Título del Capítulo

Abstract

Keywords

Secciones del Capítulo, por ejemplo:

1. *Introducción*
2. *Descripción del método*
3. *Análisis a partir de la regresión por curva de demanda*
4. *Resultados*
5. *Agradecimiento*
6. *Conclusiones*
7. *Referencias*

Nombre de Autor (es)

Correo Electrónico de Correspondencia al Autor

Referencias

## Requerimientos de Propiedad Intelectual para su edición:

-Firma Autógrafa en Color Azul del Formato de Originalidad del Autor y Coautores

-Firma Autógrafa en Color Azul del Formato de Aceptación del Autor y Coautores

## **Reserva a la Política Editorial**

ECORFAN Handbooks se reserva el derecho de hacer los cambios editoriales requeridos para adecuar la Obra Científica a la Política Editorial del Ecorfan Handbooks. Una vez aceptada la Obra Científica en su versión final, el Ecorfan Handbooks enviará al autor las pruebas para su revisión. Ecorfan® únicamente aceptará la corrección de erratas y errores u omisiones provenientes del proceso de edición de la revista reservándose en su totalidad los derechos de autor y difusión de contenido. No se aceptarán supresiones, sustituciones o añadidos que alteren la formación de la Obra Científica.

## **Código de Ética – Buenas Prácticas y Declaratoria de Solución a Conflictos Editoriales**

### **Declaración de Originalidad y carácter inédito de la Obra Científica, de Autoría, sobre la obtención de datos e interpretación de resultados, Agradecimientos, Conflicto de intereses, Cesión de derechos y distribución**

La Dirección de Ecorfan-México, S.C reivindica a los Autores de la Obra Científica que su contenido debe ser original, inédito y de contenido Científico, Tecnológico y de Innovación para someterlo a evaluación.

Los Autores firmantes de la Obra Científica deben ser los mismos que han contribuido a su concepción, realización y desarrollo, así como a la obtención de los datos, la interpretación de los resultados, su redacción y revisión. El Autor de correspondencia de la Obra Científica propuesto requisitara el formulario que sigue a continuación.

Título de la Obra Científica:

- El envío de una Obra Científica a Ecorfan Handbooks emana el compromiso del autor de no someterlo de manera simultánea a la consideración de otras publicaciones seriadas para ello deberá complementar el Formato de Originalidad para su Obra Científica, salvo que sea rechazado por el Comité de Arbitraje, podrá ser retirado.
- Ninguno de los datos presentados en esta Obra Científica ha sido plagiado ó inventado. Los datos originales se distinguen claramente de los ya publicados. Y se tiene conocimiento del testeo en PLAGSCAN si se detecta un nivel de plagio Positivo no se procederá a arbitrar.
- Se citan las referencias en las que se basa la información contenida en la Obra Científica, así como las teorías y los datos procedentes de otras Obras Científicas previamente publicados.
- Los autores firman el Formato de Autorización para que su Obra Científica se difunda por los medios que Ecorfan-México, S.C. en su Holding México considere pertinentes para divulgación y difusión de su Obra Científica cediendo sus Derechos de Obra Científica.
- Se ha obtenido el consentimiento de quienes han aportado datos no publicados obtenidos mediante comunicación verbal o escrita, y se identifican adecuadamente dicha comunicación y autoría.
- El Autor y Co-Autores que firman este trabajo han participado en su planificación, diseño y ejecución, así como en la interpretación de los resultados. Asimismo, revisaron críticamente el trabajo, aprobaron su versión final y están de acuerdo con su publicación.
- No se ha omitido ninguna firma responsable del trabajo y se satisfacen los criterios de Autoría Científica.
- Los resultados de esta Obra Científica se han interpretado objetivamente. Cualquier resultado contrario al punto de vista de quienes firman se expone y discute en la Obra Científica.

## Copyright y Acceso

La publicación de esta Obra Científica supone la cesión del copyright a ECORFAN-Mexico, S.C en su Holding México para su ECORFAN Handbooks, que se reserva el derecho a distribuir en la Web la versión publicada de la Obra Científica y la puesta a disposición de la Obra Científica en este formato supone para sus Autores el cumplimiento de lo establecido en la Ley de Ciencia y Tecnología de los Estados Unidos Mexicanos, en lo relativo a la obligatoriedad de permitir el acceso a los resultados de Investigaciones Científicas.

Título de la Obra Científica:

Nombre y apellidos del Autor de contacto y de los Coautores	Firma
1.	
2.	
3.	
4.	

## Principios de Ética y Declaratoria de Solución a Conflictos Editoriales

### Responsabilidades del Editor

El Editor se compromete a garantizar la confidencialidad del proceso de evaluación, no podrá revelar a los Árbitros la identidad de los Autores, tampoco podrá revelar la identidad de los Árbitros en ningún momento.

El Editor asume la responsabilidad de informar debidamente al Autor la fase del proceso editorial en que se encuentra el texto enviado, así como de las resoluciones del arbitraje a Doble Ciego.

El Editor debe evaluar los manuscritos y su contenido intelectual sin distinción de raza, género, orientación sexual, creencias religiosas, origen étnico, nacionalidad, o la filosofía política de los Autores.

El Editor y su equipo de edición de los Holdings de ECORFAN® no divulgarán ninguna información sobre la Obra Científica enviado a cualquier persona que no sea el Autor correspondiente.

El Editor debe tomar decisiones justas e imparciales y garantizar un proceso de arbitraje por pares justa.

### Responsabilidades del Consejo Editorial

La descripción de los procesos de revisión por pares es dado a conocer por el Consejo Editorial con el fin de que los Autores conozcan cuáles son los criterios de evaluación y estará siempre dispuesto a justificar cualquier controversia en el proceso de evaluación. En caso de Detección de Plagio a la Obra Científica el Comité notifica a los Autores por Violación al Derecho de Autoría Científica, Tecnológica y de Innovación.

### Responsabilidades del Comité Arbitral

Los Árbitros se comprometen a notificar sobre cualquier conducta no ética por parte de los Autores y señalar toda la información que pueda ser motivo para rechazar la publicación de la Obra Científica. Además, deben comprometerse a mantener de manera confidencial la información relacionada con la Obra Científica que evalúan.

Cualquier manuscrito recibido para su arbitraje debe ser tratado como documento confidencial, no se debe mostrar o discutir con otros expertos, excepto con autorización del Editor.

Los Árbitros se deben conducir de manera objetiva, toda crítica personal al Autor es inapropiada.

Los Árbitros deben expresar sus puntos de vista con claridad y con argumentos válidos que contribuyan al hacer Científico, Tecnológica y de Innovación del Autor.

Los Árbitros no deben evaluar los manuscritos en los que tienen conflictos de intereses y que se hayan notificado al Editor antes de someter la Obra Científica a evaluación.

### **Responsabilidades de los Autores**

Los Autores deben garantizar que sus Obras Científicas son producto de su trabajo original y que los datos han sido obtenidos de manera ética.

Los Autores deben garantizar no han sido previamente publicados o que no estén siendo considerados en otra publicación seriada.

Los Autores deben seguir estrictamente las normas para la publicación de Obra Científica definidas por el Consejo Editorial.

Los Autores deben considerar que el plagio en todas sus formas constituye una conducta no ética editorial y es inaceptable, en consecuencia, cualquier manuscrito que incurra en plagio será eliminado y no considerado para su publicación.

Los Autores deben citar las publicaciones que han sido influyentes en la naturaleza de la Obra Científica presentado a arbitraje.

### **Servicios de Información**

#### **Indización - Bases y Repositorios**

RESEARCH GATE	For international bibliographer's manager
MENDELEY	For basification of data from scientific journals
GOOGLE SCHOLAR	For your international search specialized in retrieving scientific documents
REDIB	Ibero-American Network of Innovation and scientific knowledge-CSIC

#### **Servicios Editoriales:**

Identificación de Citación e Índice H.  
Administración del Formato de Originalidad y Autorización.  
Testeo del Chapter con PLAGSCAN.  
Evaluación de Obra Científica.  
Emisión de Certificado de Arbitraje.  
Edición de Obra Científica.  
Maquetación Web.  
Indización y Repositorio  
Publicación de Obra Científica.  
Certificado de Obra Científica.  
Facturación por Servicio de Edición.

#### **Política Editorial y Administración**

143 - 50 Itzopan, Ecatepec de Morelos – México. Tel: +52 1 55 6159 2296, +52 1 55 1260 0355, +52 1 55 6034 9181; Correo electrónico: [contact@ecorfan.org](mailto:contact@ecorfan.org) [www.ecorfan.org](http://www.ecorfan.org)

**ECORFAN®**

**Editor en Jefe**

VARGAS-DELGADO, Oscar. PhD

**Directora Ejecutiva**

RAMOS-ESCAMILLA, María. PhD

**Director Editorial**

PERALTA-CASTRO, Enrique. MSc

**Diseñador Web**

ESCAMILLA-BOUCHAN, Imelda. PhD

**Diagramador Web**

LUNA-SOTO, Vladimir. PhD

**Asistentes Editoriales**

ROSALES-BORBOR, Eleana. BsC

**Traductor**

DÍAZ-OCAMPO, Javier. BsC

**Filóloga**

RAMOS-ARANCIBIA, Alejandra. BsC

**Publicidad y Patrocinio**

(ECORFAN®- Mexico- Bolivia- Spain- Ecuador- Cameroon- Colombia- El Salvador- Guatemala- Nicaragua- Peru- Paraguay- Democratic Republic of The Congo- Taiwan ), sponsorships@ecorfan.org

**Licencias del Sitio**

03-2010-032610094200-01-Para material impreso, 03-2010-031613323600-01-Para material electrónico, 03-2010-032610105200-01-Para material fotográfico, 03-2010-032610115700-14-Para Compilación de Datos, 04 -2010-031613323600-01-Para su página Web, 19502-Para la Indización Iberoamericana y del Caribe, 20-281 HB9-Para la Indización en América Latina en Ciencias Sociales y Humanidades, 671-Para la Indización en Revistas Científicas Electrónicas España y América Latina, 7045008-Para su divulgación y edición en el Ministerio de Educación y Cultura-España, 25409-Para su repositorio en la Biblioteca Universitaria-Madrid, 16258-Para su indexación en Dialnet, 20589-Para Indización en el Directorio en los países de Iberoamérica y el Caribe, 15048-Para el registro internacional de Congresos y Coloquios. financingprograms@ecorfan.org

**Oficinas de Gestión**

244 Itzopan, Ecatepec de Morelos–México.

21 Santa Lucía, CP-5220. Libertadores -Sucre–Bolivia.

38 Matacerquillas, CP-28411. Morazarzal –Madrid-España.

18 Marcial Romero, CP-241550. Avenue, Salinas I - Santa Elena-Ecuador.

1047 La Raza Avenue -Santa Ana, Cusco-Peru.

Boulevard de la Liberté, Immeuble Kassap, CP-5963.Akwa- Douala-Cameroon.

Southwest Avenue, San Sebastian – León-Nicaragua.

6593 Kinshasa 31 – Republique Démocratique du Congo.

San Quentin Avenue, R 1-17 Miralvalle - San Salvador-El Salvador.

16 Kilometro, American Highway, House Terra Alta, D7 Mixco Zona 1-Guatemala.

105 Alberdi Rivarola Captain, CP-2060. Luque City- Paraguay.

Distrito YongHe, Zhongxin, calle 69. Taipei-Taiwán.

43 Calle # 30 -90 B. El Triunfo CP.50001. Bogotá-Colombia.



ISBN 978-607-8695-03-4



[www.ecorfan.org](http://www.ecorfan.org)