



**Universidad Popular Autónoma del Estado de
Puebla**

Vicerrectoría Académica

Decanato de Ingenierías

**Modelado de un sistema transaccional y construcción de un
tablero de gestión académica como apoyo al proceso de toma
de decisiones. Caso de estudio: IECEDEVI**

Tesis para obtener el Grado de Maestra en Ciencia de Datos e
Inteligencia de Negocios

Presentado por:
Andrea Gómez Alfaro

Directora de tesis
Dra. Rosa María Cantón Croda

Codirector de tesis
Dra. Damián Emilio Gibaja Romero

H. Puebla de Zaragoza, México.

Enero 2022



UPAEP – Secretaría General

Dirección General de Apoyos Académicos

Dirección del Centro de Recursos para el Aprendizaje y la Investigación.

Biblioteca Central - **Karol Wojtyła**

Tesis Digitales Restricciones de uso:

DERECHOS RESERVADOS ©

PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis está protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de textos, imágenes, gráficas, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente de donde la obtuvo mencionando el autor o autores involucrados en el documento.

Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.



**Universidad Popular Autónoma del Estado de
Puebla**

Vicerrectoría Académica

Decanato de Ingenierías

**Maestría en Ciencia de Datos e Inteligencia de
Negocios**

Se aprueba el Proyecto Práctico:

**“Modelado de un sistema transaccional y construcción de un
tablero de gestión académica como apoyo al proceso de toma
de decisiones. Caso de estudio: IECEDEVI”**

Nombre del alumno:
Andrea Gómez Alfaro

Comité Asesor

Dra. Rosa María Cantón Croda
Directora de Proyecto Práctico

Dr. Damián Emilio Gibaja Romero
Codirector

Dr. Miguel Cruz Vásquez
Asesor

Dra. Alejandra Aldrette Malacara
Asesor

Dra. María del Rocío Gpe. Morales Salgado
Asesor

H. Puebla de Zaragoza, México

Enero 2022

Dedicatoria

A mis padres por el apoyo incondicional a lo largo de mi vida, y a Abraham por creer en mí.

Agradecimientos

Muchas gracias, Dra. Rossy, por las enseñanzas, orientación, apoyo y ejemplo a seguir en los ámbitos académico y personal, durante toda la maestría.

Resumen

El Instituto Educativo para Personas con Ceguera y Debilidad Visual Investigación y Docencia en Educación Especial A.C. (IECEDEVI) en San Pedro Cholula, Puebla es una institución sin fines de lucro dedicada a la formación integral de niños y adultos con discapacidad visual. Este proyecto tuvo como objetivo desarrollar herramientas de gestión académica para IECEDVI, conformadas por un sistema transaccional en Microsoft Access y un tablero en Power BI para la administración de la información y visibilidad de métricas, como soporte en las operaciones diarias y toma de decisiones del Instituto. Las herramientas fueron desarrolladas bajo la metodología de modelo de prototipos para crear el modelo relacional del sistema transaccional y generar el tablero. El sistema transaccional permitió la centralización de la información, y con el diseño de formularios se facilitó la captura y la consulta de información de acuerdo a las necesidades de IECEDVI. Por otro lado, el tablero permitió contar con una herramienta para la visualización de los indicadores principales y conocer estadísticas obtenidas de INEGI sobre el mercado potencial del Instituto en los estados de Puebla, Tlaxcala y Veracruz. Las herramientas generadas proporcionaron al Instituto mayor facilidad operativa de acuerdo al esquema académico de educación especial, visibilidad del estado actual e histórico de IECEDVI, así como información basada en datos actualizados para la toma de decisiones.

Summary

The Educational Institute for People with Blindness and Visual Impairment, Research and Teaching in Special Education (known by IECEDVI, its acronym in Spanish) in San Pedro Cholula, Puebla, is a non-profit institution dedicated to the development of children and adults with visual impairment. This project had a primary objective to develop tools for the academic

management of IECEDEVI, such as a transactional system in Microsoft Access and a dashboard in Power BI to organize information and have visibility of metrics as support in daily operations and the decision-making process within the Institute. The tools were developed with the prototyping methodology, creating the relational model of the transactional system and the dashboard. The transactional system enabled the centralization of data; through the design of multiple forms, the Institute can now easily register and query information according to their needs. Moreover, the dashboard provided IECEDEVI with a tool for visualizing key principal indicators and statistics gathered from the National Statistics Institute (INEGI) about its potential market in the states of Puebla Tlaxcala and Veracruz. The developed tools contributed to easier academic management specific to the needs of a particular education Institute, visibility on the school's current and historical situation, and information based on updated data for decision-making.

Palabras clave

Sistema transaccional, tablero, educación especial, ceguera

Keywords

Transactional system, dashboard, special education, blindness

Carta de aceptación por parte de IECEDEVI



H. Puebla, Pue. a 12 de Marzo de 2021.

Dra. Rosa María Cantón Croda
Decana de Posgrados en Ingenierías y Negocios
Presente

La que suscribe Mtra Norma Olmedo Damián Directora y representante legal de IECEDEVI: Instituto educativo para personas con ceguera y debilidad visual. Investigación y docencia en educación especial A. C. informa a Usted por este medio, que hemos autorizado a la C. Andrea Gómez Alfaro, con número de ID 3453439, para que con base en los conocimientos que fueron adquiridos dentro del programa de Maestría en Ciencia de Datos e Inteligencia de Negocios que cursa en la Universidad Autónoma del Estado de Puebla, desarrolle el proyecto titulado "Modelado de un sistema transaccional y de un tablero de visualización para la gestión académica, monitoreo de métricas y toma de decisiones en IECEDEVI" para el departamento de administración académica del Instituto a mi cargo.

Se extiende la presente para los fines y usos legales que convengan a la interesada.

Atentamente,



Mtra. Norma Olmedo Damián
Directora y Representante legal del Instituto Educativo para Personas con Ceguera y Debilidad Visual Investigación y Docencia en educación especial A.C. (IECEDEVI)

Índice general

Capítulo I: Propósito y organización.....	13
1.1 Planteamiento del problema	13
1.2 Justificación de la investigación.....	14
1.3 Objetivos de la investigación	14
1.3.1 Objetivo general	14
1.3.2 Objetivos específicos.....	15
1.4 Preguntas de investigación	15
1.5 Alcances y limitaciones del proyecto.....	15
1.6 Organización del proyecto	16
Capítulo II: Marco conceptual.....	19
2.1 Discapacidad	19
2.1.1 Discapacidad visual y ceguera	20
2.1.2 Instituciones para personas con discapacidades y educación especial	20
2.1.3 Situación en México.....	21
2.2 Modelo de prototipos	22
2.2.1 Fase de planificación.....	24
<i>Levantamiento de requerimientos</i>	24
2.2.2 Fase de especificación	24
<i>Modelo entidad-relación</i>	24
<i>Modelo relacional</i>	26
<i>Structured Query Language (SQL)</i>	28
<i>Inteligencia de Negocios</i>	29
<i>Visualizaciones y “dashboard” o tablero</i>	30
2.2.3 Fase de diseño	31
<i>Sistemas manejadores de bases de datos</i>	31
<i>Microsoft Access</i>	32
<i>Softwares de visualización de datos</i>	33
<i>Power BI</i>	33
2.2.3 Fase de resultados.....	34
<i>Pruebas de usabilidad</i>	34
2.3 Antecedentes de proyectos de administración de datos en instituciones educativas.....	35

2.3.1 La ciencia de datos en instituciones educativas	35
2.3.2 Inteligencia de negocios en el ámbito educativo.....	37
Capítulo III: Desarrollo del proyecto	39
3.1 Diagnóstico.....	39
3.1.1 Situación de las personas con discapacidad e instituciones para personas con discapacidades en Puebla, Tlaxcala y Veracruz.....	39
3.1.2 IECEDevi	40
3.2 Metodología	41
3.2.1 Fase de planificación.....	41
<i>Levantamiento de requerimientos en IECEDevi</i>	41
3.2.2 Fase de especificación.....	43
<i>Desarrollo del modelo entidad-relación</i>	43
<i>Correspondencia del modelo entidad-relación al modelo relacional</i>	48
<i>Bosquejo del tablero en Power BI</i>	49
3.2.3 Fase de diseño	53
<i>Implementación del modelo relacional en Microsoft Access</i>	53
<i>Implementación del tablero en Power BI</i>	56
3.2.4 Fase de resultados.....	59
<i>Pruebas de usabilidad</i>	59
Capítulo IV: Análisis y Discusión.....	62
4.1 Propuestas estratégicas	62
4.1.1 Implementación de un sistema transaccional en Microsoft Access como herramienta de trabajo para satisfacer las necesidades de gestión académica de IECEDevi	62
4.1.2 Desarrollo de un tablero en Power BI como herramienta para monitoreo de métricas, desempeño del Instituto y visibilidad del mercado potencial.....	68
4.2 Resultados de las pruebas de usabilidad.....	74
4.2.1 Sistema transaccional en Microsoft Access	75
4.2.2 Tablero en Power BI.....	76
4.3 Modificaciones en base a los resultados de las pruebas de usabilidad	77
4.4 Facilidad en el proceso de toma de decisiones a partir de las herramientas generadas.....	79
4.5 Aportaciones específicas a la población objetivo del estudio	81
Capítulo V: Conclusiones, recomendaciones y trabajo futuro	82
5.1 Conclusiones	82

5.2 Recomendaciones.....	82
5.3 Trabajo futuro.....	83
Referencias.....	85

Índice de Figuras

Figura 1. Fases para el desarrollo de prototipos.....	23
Figura 2. Características de la Inteligencia de Negocios.....	29
Figura 3. Funciones principales de un Sistema Manejador de Bases de Datos.....	31
Figura 4. Segundo esquema en el desarrollo del modelo entidad-relación	46
Figura 5. Tercer esquema en el desarrollo del modelo entidad-relación.....	47
Figura 6. Modelo entidad-relación resultante.....	48
Figura 7. Página principal del tablero	50
Figura 8. Segunda página del tablero: indicadores principales de estudiantes de IECEDevi.	50
Figura 9. Tercera página del tablero: indicadores principales de empleados de IECEDevi.....	51
Figura 10. Cuarta página del tablero: indicadores principales del mercado potencial	51
Figura 11. Página con tabulados de INEGI sobre discapacidad.....	52
Figura 12. Descarga de información de tabulados en INEGI.....	53
Figura 13. Generación de tablas del modelo relacional en Microsoft Access.....	54
Figura 14. Especificación de llaves primarias y atributos en las tablas del modelo relacional	54
Figura 15. Especificación de relaciones entre las tablas de acuerdo al modelo entidad-relación	55
Figura 16. Formulario para la captura, consulta y actualización de los datos de los estudiantes.....	56
Figura 17. Tablas adicionales sobre mercado potencial como extensión al modelo relacional	56
Figura 18. Página principal del tablero en Power BI	57
Figura 19. Segunda página: indicadores principales de los estudiantes de IECEDevi en Power BI....	58
Figura 20. Tercera página: indicadores principales de empleados de IECEDevi en Power BI.....	58
Figura 21. Cuarta página: indicadores principales del mercado potencial en Power BI	59
Figura 22. Cuestionario en Google Forms para las pruebas de usabilidad	60
Figura 23. Formulario para captura de información estandarizada.....	63
Figura 24. Formulario para captura de información estandarizada en atributos con fechas	63
Figura 25. Formulario único para captura del expediente completo de estudiantes.....	64
Figura 26. Formulario único para captura del expediente completo de empleados	65

Figura 27. Formulario para captura del historial de materias del estudiante.....	66
Figura 28. Consulta para garantizar la integridad referencial en el campo CURP del profesor	66
Figura 29. Búsqueda rápida en formularios	67
Figura 30. Página principal del tablero en Power BI	69
Figura 31. Segunda página del tablero en Power BI con estadísticas de estudiantes de IECEDevi.....	70
Figura 32. Tercera página del tablero en Power BI con estadísticas de empleados de IECEDevi.....	71
Figura 33. Cuarta página del tablero en Power BI con estadísticas de personas con discapacidad en los estados de Puebla, Tlaxcala y Veracruz	72
Figura 34. Segunda página del tablero en Power BI filtrada por un estudiante de IECEDevi	73
Figura 35. Tercera página del tablero en Power BI filtrada por institución de procedencia UPAEP	74
Figura 36. Resultados sobre las pruebas de usabilidad respecto a los gráficos y visualizaciones.	76
Figura 37. Página con guía de usuario	77
Figura 38. Página modificada a partir de los resultados de las pruebas de usabilidad.....	78
Figura 39. Gráfico sobre afiliación a servicios de salud con tooltip habilitado.	79
Figura 40. Estadística sobre tipo de empleado para la toma de decisiones.....	80

Índice de Tablas

Tabla 1. Preguntas en el cuestionario de Google Forms para las pruebas de usabilidad.....	61
---	----

Introducción

Tanto la ciencia de datos como la inteligencia de negocios son cada día más utilizadas en las empresas en la búsqueda de una eficiente administración de los datos generados y manejados por el negocio, así como para explotar la información en la toma de decisiones. Las instituciones educativas no son la excepción en utilizar modelos y herramientas de ambos ramos, por esta razón el presente trabajo se centrará en las necesidades de gestión académica del Instituto Educativo para Personas con Ceguera y Debilidad Visual, Investigación y Docencia en Educación Especial A.C. (IECEDEVI) de la ciudad de San Pedro Cholula, Puebla. El Instituto es una organización académica enfocada en la educación especial para niños y adultos con debilidad visual y ceguera, en ocasiones los participantes pueden poseer más de una discapacidad. En este proyecto se detallará el desarrollo e implementación de un modelo relacional para la gestión académica del Instituto en Microsoft Access de acuerdo con las necesidades específicas del mismo, y posteriormente se construye un tablero en Power BI que permita la explotación de información interna y pública disponible del mercado potencial en los estados de Puebla, Tlaxcala y Veracruz como apoyo en el proceso de toma de decisiones. La información estadística obtenida principalmente del almacenamiento histórico de datos de IECEDVI y los datos externos del mercado potencial, permiten la generación de un tablero para apoyar la gestión del Instituto. El uso de modelos de ciencia de datos, así como visualizaciones de inteligencia de negocios, posibilitan la mejora de la gestión académica, actualmente realizada con documentos en papel, facilitarán el acceso a la información y la actualización sencilla de métricas internas y externas, para la mejora continua a partir de toma de decisiones basadas en datos, estadísticas y tendencias. A pesar de que la ciencia de datos ha sido utilizada para el almacenamiento y la consulta de información en instituciones educativas, el desarrollo de un modelo específico para cubrir las necesidades de un instituto enfocado en educación especial brinda una solución personalizada, necesaria, poco explorada, y de la cual existe limitada información, en comparación con datos e implementaciones en educación tradicional. A través de la implementación del modelo relacional se da solución a los problemas prácticos de almacenamiento, consulta y análisis de información en IECEDVI para beneficio de los estudiantes y para una gestión académica especializada de acuerdo a la naturaleza del Instituto.

Para comprender el contexto y situación de IECEDVI como institución de educación especial para adultos y niños, el proyecto ofrece definiciones sobre conceptos como discapacidad y ceguera, y se proporcionan cifras actuales internacionales, en México y específicamente en el mercado potencial del Instituto (estados de Puebla, Tlaxcala y Veracruz) para conocer el contexto de la situación que guardan estos estados al momento del desarrollo del proyecto. Se incluyen los obstáculos que enfrentan las personas con discapacidades, así como la importancia de las instituciones para personas con discapacidades, las cuales tienen como objetivo defender los derechos y una vida con igualdad de oportunidades.

Posteriormente se proporcionan las bases teóricas en la metodología de modelo de prototipos que se utilizará en el desarrollo del proyecto y el proceso a seguir para la generación de un modelo relacional. Se explica el proceso iterativo e importancia de la retroalimentación de los interesados en el proyecto y usuarios finales en el modelado de prototipos y las fases dentro del proceso. También se detallan los componentes de un modelo relacional, y cómo se puede llegar a él por medio de un modelo entidad-relación, que sienta las bases de las especificaciones requeridas por el cliente para la base de datos. Se mencionan las funciones de los sistemas manejadores de bases de datos para la administración de bases de datos y se listan las características básicas de Microsoft Access, que se utiliza para la implementación del modelo relacional para IECEDVI. Después se proporcionan antecedentes del uso de modelos de ciencia de datos en distintas instituciones educativas, así como los beneficios o motivaciones que tiene cada una para almacenar y consultar la información. Entre las ventajas principales se encuentran el fácil acceso a la información para conocer la situación específica de cada alumno o grupo, lo que a su vez posibilita a los profesores realizar una planeación adecuada; cumplir con las demandas de información; facilitar la gestión de flujos de trabajo, horarios, empleados y proyectos, entre otras razones específicas de cada institución.

Una vez abordadas las bases teóricas de ciencia de datos, se detallan los elementos principales de la inteligencia de negocios. Entre las características más importantes se encuentran el uso de visualizaciones en reportes bien organizados con los datos más importantes de acuerdo a los indicadores principales del negocio, llamados tableros o *dashboards*, así como la necesidad de buscar información oculta en los datos y utilizarla como apoyo en la toma de decisiones en el negocio. Como en el caso del uso de modelos de ciencia de datos, también se

proporcionan antecedentes sobre la aplicación de inteligencia de negocios en distintas instituciones educativas, y los beneficios que fueron posibles debido al uso de visualizaciones, tableros y diferentes elementos de inteligencia de negocios.

Después de contar con las bases teóricas, se aplican la metodología y los procesos descritos en el marco teórico en el caso específico de IECEDEVI, detallando los requerimientos de la Institución, así como el modelo entidad-relación, la transformación del mismo al modelo relacional, para la implementación en Microsoft Access. Posteriormente se describen las fuentes y datos libres disponibles del mercado potencial de IECEDEVI para la integración de los mismos como una extensión de la información propia del Instituto, posibilitando el desarrollo del *dashboard* en Power BI con indicadores principales internos y externos. Finalmente, se detallan las conclusiones del proyecto, incorporando los resultados de las pruebas de usabilidad al usuario, mejoras, impactos y trabajos futuros.

Capítulo I: Propósito y organización

1.1 Planteamiento del problema

El Instituto Educativo para Personas con Ceguera y Debilidad Visual, Investigación y Docencia en Educación Especial A.C. (IECEDEVI) es una Institución no lucrativa fundada en 2008 para proporcionar educación especial para niños, jóvenes y adultos con ceguera y debilidad visual. Su objetivo principal es fomentar el pleno desarrollo de personas con discapacidad, propiciando la inclusión de ellas en la sociedad y sus comunidades con igualdad y libertad. El Instituto defiende la solidaridad e inclusión de personas con discapacidad y sus familias para impulsar su autonomía, difundir y proteger la dignidad y derechos humanos. Tiene una orientación humanística por ser una institución sin fines de lucro, proporcionando atención integral a sus estudiantes y familiares (IECEDEVI, s.f.)

Para llevar a cabo sus actividades, el Instituto depende en gran medida de estudiantes que realizan servicio social o prácticas profesionales, quienes proporcionan apoyo por medio de distintos proyectos relacionados con la carrera universitaria que estudien o impartiendo cursos como profesores de distintas materias a los estudiantes del Instituto de acuerdo con su perfil. El Instituto se da a conocer a las universidades principales del Estado por medio de actividades de concientización sobre ceguera, debilidad visual y discapacidad visual y campañas para promover a los estudiantes a completar en IECEDEVI los requerimientos universitarios de ámbito social o primera experiencia práctica de sus estudios (N. Olmedo, entrevista de requerimientos, 2 de septiembre de 2019.)

Hasta el año 2020 el Instituto no contaba con registros académicos electrónicos, haciendo difícil y tardado el proceso de consulta de información, gestión académica, monitoreo de indicadores y explotación de información. El proyecto servirá para que una institución enfocada en la educación especial pueda almacenar y consultar la información histórica, monitorear métricas, evaluar la trayectoria del Instituto a lo largo del tiempo, así como para utilizar estadísticas externas del mercado potencial, como un apoyo para la toma de decisiones. El almacenamiento y la consulta de información permitirán tener visibilidad del desempeño del Instituto y un mayor control sobre la información, dado que actualmente se cuenta únicamente con registros en papel sin la estructura de un modelo relacional. La propuesta ayudará a centralizar la información, haciéndola de fácil acceso, y permitiendo que con consultas sencillas

se visualice la información más importante. IECEDevi se beneficiará ampliamente de implementar la ciencia de datos en el Instituto, por medio del almacenamiento, la consulta y la explotación de la información. Dada la naturaleza del Instituto, un modelo tradicional de gestión académica no cubriría las necesidades descritas en los requerimientos, por lo que este proyecto se enfocará en el desarrollo de modelos especializados para IECEDevi, que a su vez puedan ser adaptados a instituciones similares en trabajos futuros.

1.2 Justificación de la investigación

Este proyecto es relevante socialmente debido a la naturaleza del Instituto, y su misión y visión de inclusión e impulso de desarrollo integral de adultos y niños con debilidad visual y distintas discapacidades. Los estudiantes del Instituto serán principales receptores de las mejoras en la gestión académica, posibles a partir del almacenamiento y posterior análisis de información. Este proyecto contribuirá a una gestión académica especializada, donde las mejoras serán orientadas a una experiencia académica y de capacitación focalizada para los estudiantes, contribuyendo a la calidad de vida de personas con debilidad visual, ceguera y otras discapacidades. El proyecto tiene valor teórico al facilitar la gestión académica en un enfoque distinto a la educación tradicional. Por otro lado, la inclusión de datos libres sobre personas con discapacidades en Puebla, Tlaxcala y Veracruz en el tablero puede ser utilizado por cualquier otra institución de ramo similar en cualquiera de los estados mencionados de acuerdo a sus necesidades.

1.3 Objetivos de la investigación

1.3.1 Objetivo general

Desarrollar herramientas de gestión académica en IECEDevi conformadas por un sistema transaccional y un tablero para la administración de información y visibilidad de métricas internas y externas como soporte en las operaciones diarias y en el proceso de toma de decisiones del Instituto.

1.3.2 Objetivos específicos

- Generar e implementar un modelo relacional a partir de los requerimientos del Instituto para facilitar el almacenamiento y la consulta de datos en la gestión académica de IECEDEVI en Microsoft Access.
- Crear un tablero en Power BI para el monitoreo constante de métricas académicas del Instituto, por ejemplo: el número de estudiantes activos por género y edad, el desempeño académico por materia; así como el tipo de personal disponible (de servicio social, prácticas profesionales, voluntariado o empleados) y sus actividades dentro de IECEDEVI.
- Agregar estadísticas en el tablero sobre personas con discapacidades en el mercado potencial del Instituto, que incluye los estados de Puebla, Tlaxcala y Veracruz, para facilitar la toma de decisiones como parte de la gestión académica.

1.4 Preguntas de investigación

- ¿Qué características requiere un sistema de gestión para satisfacer las necesidades de una institución de educación especial en comparación de una escuela tradicional?
- ¿Cómo se desarrolla un modelo entidad-relación a partir de requerimientos específicos operativos y de almacenamiento de IECEDEVI?
- ¿Cuáles métricas son las principales para monitorear el desempeño del Instituto?
- ¿Qué información externa puede proporcionar información importante al Instituto para el proceso de toma de decisiones?
- ¿Es posible utilizar un tablero o *dashboard* como herramienta principal para la toma de decisiones?

1.5 Alcances y limitaciones del proyecto

El alcance del proyecto será la gestión académica del Instituto en cuanto a almacenamiento, consulta y explotación de la información, así como el complemento de la misma con datos libres de personas con discapacidades en los estados de Puebla, Tlaxcala y Veracruz, como mercado potencial de IECEDEVI para la toma de decisiones. Sin embargo, el proyecto no abarcará la contabilidad o administración de biblioteca del Instituto, o datos libres

de otros estados de la República Mexicana. El modelado será exclusivamente en Microsoft Access, por lo que no se realizará programación de alguna interfaz, aunque sí se utilizarán formularios dentro del software para facilitar la captura de información.

Se generarán relaciones para almacenar el expediente de los estudiantes y profesores, así como un familiar del estudiante que lo acompañe durante el proceso académico dentro del Instituto. También se registrará el detalle de las materias cursadas por el estudiante y familiar, con especial énfasis en el desempeño cualitativo del estudiante en cada materia de interés del Instituto. Dentro del área académica también se consideran las actividades extracurriculares de IECEDEVI con otras instituciones o universidades, las cuales incluyen la promoción de servicio social, prácticas profesionales y concientización sobre discapacidades. Se almacenará información sobre el tipo de actividad extracurricular que se llevó a cabo, en qué institución, los documentos que fueron entregados, así como los datos del contacto principal en la otra institución.

Las limitaciones del proyecto son principalmente la disponibilidad de datos. Dado que IECEDEVI apenas ha comenzado el proceso de digitalización de expedientes y almacenamiento de información histórica, es posible que sea necesario utilizar datos simulados para el análisis de información en el modelo relacional y generación del tablero. Es altamente probable que no se cuente con suficiente información para un análisis inicial con datos verídicos. También, para la generación de métricas externas en el tablero se tiene dependencia con la cantidad, calidad y periodicidad de actualización de datos abiertos sobre personas con discapacidades en Puebla, Tlaxcala y Veracruz.

1.6 Organización del proyecto

Este proyecto comienza explorando en el Capítulo II definiciones importantes para comprender la situación de IECEDEVI, como los términos discapacidad y ceguera. Se proporcionan cifras internacionales, nacionales y del mercado potencial del Instituto: los estados de Puebla, Tlaxcala y Veracruz. También se incluyen los objetivos de las instituciones para personas con discapacidades y educación especial, para contar con información contextual y del ramo de especialización de IECEDEVI. El capítulo continúa con la descripción de la metodología de modelado de prototipos, explicando el proceso que se utilizará para el desarrollo

del proyecto. Se describe qué es un modelo relacional y cómo se desarrolla, así como los elementos e importancia de un modelo entidad-relación como paso intermedio en la generación de la base de datos. También se mencionan las funciones de los sistemas manejadores de bases de datos, así como los elementos principales de Microsoft Access, el cual es utilizado para la implementación de la base de datos de IECEDevi. Después se proporcionan antecedentes sobre cómo utilizan las instituciones educativas en México y distintas naciones a la ciencia de datos para el almacenamiento y consulta de información. De forma análoga a ciencia de datos, se explican los elementos principales de la inteligencia de negocios que se abordan en el proyecto. Se detallan conceptos importantes como *dashboard* o tablero, así como las visualizaciones más utilizadas dependiendo del tipo de datos con los que se cuente. Adicionalmente se mencionan los softwares de visualización de datos principales, con particular énfasis en Power BI, que es utilizado para el diseño del tablero. Para concluir el capítulo se proporcionan antecedentes del uso de inteligencia de negocios en el ámbito educativo.

Posteriormente, en el Capítulo III se explica el levantamiento de requerimientos realizado en IECEDevi. Se detalla la metodología ascendente utilizada para la generación del modelo entidad-relación, y la posterior transformación a un modelo relacional para poder ser implementado en una base de datos relacional. Después se explora la transformación de este último a un modelo relacional para la implementación en Microsoft Access, explorando las características de los elementos involucrados en el sistema manejador de base de datos elegido que facilite la operación del Instituto. También se explora el motivo de la elección del sistema manejador de base de datos mencionado, así como las características del software utilizadas para facilitar las operaciones del Instituto, el almacenamiento y la consulta de información dadas las necesidades y recursos disponibles en IECEDevi. Por otro lado, también se especifica la organización del tablero, así como la segmentación de métricas internas y externas para el análisis de información, facilitando la toma de decisiones. Se enuncian las fuentes y tipos de datos libres disponibles sobre el mercado potencial del Instituto: Puebla, Tlaxcala y Veracruz, para la inclusión de estadísticas externas en el tablero a desarrollarse en Power BI. También se describe la metodología utilizada en el desarrollo del modelo entidad-relación y tablero, así como la implementación del modelo relacional. En el Capítulo IV se analizan las propuestas del trabajo práctico, discutiendo si el modelo relacional y tablero facilitan la gestión académica del

Instituto, así como la toma de decisiones y monitoreo de métricas. El capítulo final ofrece las conclusiones del proyecto, así como recomendaciones específicas para IECEDevi y posibles trabajos futuros.

Capítulo II: Marco conceptual

2.1 Discapacidad

La Organización Mundial de la Salud (OMS, s.f.) define discapacidad como:

“Un término general que abarca las deficiencias, las limitaciones de la actividad y las restricciones de la participación. Las deficiencias son problemas que afectan a una estructura o función corporal; las limitaciones de la actividad son dificultades para ejecutar acciones o tareas, y las restricciones de la participación son problemas para participar en situaciones vitales”.

Por lo tanto, la discapacidad afecta la interacción que tiene una persona con la sociedad donde se desenvuelve. Actualmente más de mil millones de personas (15% de la población mundial) tienen alguna discapacidad de acuerdo a la OMS (2020). En el Informe Mundial sobre la Discapacidad (2011) se describen los impactos de las discapacidades en las personas que las padecen, así como las dificultades que enfrentan en los distintos ámbitos de la vida. Referirse a discapacidades incluye los aspectos negativos que emergen de la interacción entre personas con problemas de salud, incluyendo factores personales y ambientales. El informe también menciona que uno de los principales obstáculos que enfrentan las personas con discapacidad es la prestación insuficiente de servicios, como atención de salud, rehabilitación, asistencia y apoyo. Dichos servicios van desde atención médica, dispositivos auxiliares, formación profesional y servicios de bienestar social enfocados a las necesidades específicas de personas con discapacidades. Dentro del obstáculo de servicios insuficientes, se encuentran la mala coordinación de los servicios existentes, así como insuficiente dotación de personal y baja competencia, que a su vez afecta la calidad, accesibilidad e idoneidad del servicio. Otro factor agravante es la financiación insuficiente por parte del gobierno, y que los proveedores comerciales no resultan accesibles para la mayoría de la población con discapacidades, ya que muchos edificios, lugares públicos y sistemas de transporte o información, no están adecuados para personas con discapacidades. Adicionalmente, existe falta de datos en este rubro, ocasionando que no sea posible conocer exactamente el número de personas con discapacidades

y sus circunstancias. Con registros rigurosos del tema se facilitaría la eliminación de obstáculos e identificación de intervenciones rentables de acuerdo al entorno.

Los obstáculos mencionados (entre otros factores) ocasionan distintas desventajas en las vidas de personas con discapacidades. Entre ellas se encuentran peores niveles de salud, menor participación económica, mayores tasas de pobreza y dependencia, así como participación limitada en la vida comunitaria. Específicamente en el ámbito académico, los niños con discapacidades tienen menor probabilidad de ingresar a la escuela, permanecer en ella y terminarla. Dicha tendencia se observa en todos los grupos de edad y países, aunque con mayor incidencia en aquellos con menores ingresos.

2.1.1 Discapacidad visual y ceguera

De acuerdo a la OMS (2018), se estima que alrededor de 1,300 millones de personas sufren de deficiencia visual, de las cuales 36 millones son ciegos. La deficiencia visual de lejos se categoriza en leve, moderada, grave y ceguera, de acuerdo al nivel de agudeza visual, siendo ceguera la forma más grave. Las causas principales varían conforme al ingreso de los países y edad, sin embargo, aproximadamente el 80% de los casos con visión deficiente se consideran evitables, dado que existen intervenciones para prevenir y tratar enfermedades oculares por medio de lentes, cirugía, rehabilitación de la visión, etc.

2.1.2 Instituciones para personas con discapacidades y educación especial

El Programa Mundial de Acción respecto a Personas con Discapacidades adoptado por la Asamblea General de las Naciones Unidas desde diciembre de 1982 tiene una estrategia global para prevenir y rehabilitar discapacidades, así como para promover la igualdad de oportunidades y participación de personas con discapacidad en la vida social y el desarrollo de sus naciones. Para lograr la igualdad en oportunidades, el programa se refiere al proceso donde los servicios de salud, educación, culturales, sociales y oportunidades de trabajo son accesibles para todos. De acuerdo a dicho plan, la existencia de instituciones especializadas para personas con discapacidad tiene el objetivo de asegurar la integración de personas con discapacidad en la sociedad, proporcionando una voz propia para identificar sus necesidades, prioridades, evaluar servicios y promover cambios, así como generar conciencia en la población en general. En

muchas ocasiones, los fundadores de tales instituciones padecen de alguna discapacidad (Departamento de Asuntos Económicos y Sociales de las Naciones Unidas, s.f.).

La Convención Internacional sobre los Derechos de las Personas con Discapacidad (CRPD por sus siglas en inglés *Convention on the Rights of Persons with Disabilities*) de las Naciones Unidas, firmada en el año 2007 y efectiva a partir de 2008, tiene como propósito “promover, proteger y asegurar el goce pleno y en condiciones de igualdad de todos los derechos humanos y libertades fundamentales por todas las personas con discapacidad, y promover el respeto de su dignidad inherente”. Adicionalmente, el Fondo de las Naciones Unidas para la Infancia (UNICEF por sus siglas en inglés *United Nations International Children’s Emergency Fund*) reconoce la importancia de buscar el diálogo, el apoyo y el desarrollo de programas con organizaciones internacionales y nacionales, no gubernamentales, movimientos civiles, organizaciones comunitarias, comités religiosos y asociaciones de profesionales voluntarios, para promover los derechos de niños con discapacidades, así como para fomentar la implementación y el monitoreo de la CRPD con los gobiernos (UNICEF, 2015).

La educación especial se define como una modalidad de la educación básica para ofrecer atención a alumnos que difieren social, mental o físicamente de otros alumnos y que requieren modificaciones a la educación tradicional. Uno de los enfoques de la educación especial es atender a niños con discapacidades visuales, auditivas, de lenguaje o aprendizaje. Los objetivos de la educación especial son similares a la educación regular, con la diferencia de las técnicas utilizadas para lograr los objetivos educativos, por ejemplo, para personas ciegas se utiliza el sistema Braille para el aprendizaje a través de lectura táctil. Históricamente en el ámbito de discapacidad visual, hasta finales del siglo XVIII se empezó a considerar la educación a niños con ceguera. En el año de 1784, Valentin Haüy fundó el Instituto Nacional para Jóvenes Ciegos en París con 12 estudiantes ciegos, esparciendo la idea por otros países de Europa (Britannica, 2013).

2.1.3 Situación en México

El Consejo Nacional para el Desarrollo y la Inclusión de Personas con Discapacidad (CONADIS) se encarga de diseñar políticas públicas para favorecer a personas con discapacidades, promover sus derechos humanos, inclusión y participación en los distintos

ámbitos de la vida (Secretaría de Bienestar, 2016). De acuerdo al censo de población y vivienda realizado en el año 2020 por el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), en México hay 7.1 millones de personas con discapacidad, para los registros del INEGI, se considera discapacidad cuando una persona tiene “mucha dificultad o no puede hacer al menos una de las actividades de la vida diaria como ver, oír, caminar, recordar o concentrarse, bañarse, vestirse o comer, hablar o comunicarse”. Dentro de las personas discapacitadas en el país, 54% (3.9 millones) tienen discapacidad visual. Sin embargo, casi 25% (1.7 millones) de mexicanos discapacitados no se encuentran afiliados a ningún servicio de salud (INEGI, 2020).

2.2 Modelo de prototipos

Bill Verplank define realizar prototipos como “externalizar y realizar concretamente una idea de diseño con el objetivo de evaluarla” (como se citó en Arnowitz, Arent y Berger, 2007, p.4). Específicamente al ámbito computacional, Arnowitz *et al.* (2007) definen los prototipos como “representaciones tangibles de software” (p.4) que permiten evaluar el diseño sin necesidad de programarlo. A su vez, consideran “software” a cualquier interacción humano-computadora. Aunque es un tema muy general y aplicable en diferentes aspectos computacionales, pueden utilizarse para realizar un esquema jerárquico de información, así como para evaluar la interacción o navegación en algún software. El desarrollo de prototipos involucra la investigación del estado del arte al momento del desarrollo del modelo, levantamiento de requerimientos y contenido del prototipo. Este último se refiere a la clasificación o tipo de prototipo a desarrollar: para diseño de información, interacción, producto, marca, desempeño del sistema, etc.

Históricamente, el desarrollo de prototipos se ha utilizado para diferentes fines, como innovación, refinamiento de ideas y requerimientos, comunicación con los interesados y evaluación. Actualmente, el desarrollo de prototipos aplicados a software que tiene como objetivo reflejar los requerimientos y un balance entre los diferentes intereses de las empresas, como rentabilidad, competitividad, usabilidad y deseos del usuario final, y no únicamente representar tangiblemente alguna idea. A su vez, los prototipos pueden ir desde un bosquejo general, hasta un modelo que represente con alta fidelidad alguna porción o toda una interfaz.

Cuando se tiene retroalimentación del usuario final, es posible realizar un proceso iterativo para validar y evolucionar ideas (Arnowitz *et al.*, 2007).

El proceso de desarrollo de un prototipo se realiza en cuatro fases, mostradas en la Figura 1.

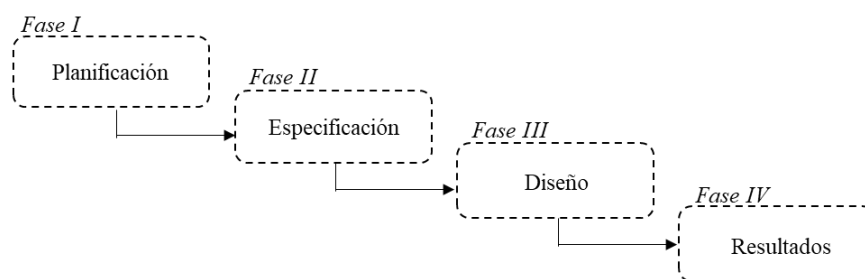


Figura 1. Fases para el desarrollo de prototipos.
Elaboración propia de acuerdo a Arnowitz *et al.* (2007)

A continuación, se detallan las actividades principales de cada fase:

1. **Planificación:** Se realiza el levantamiento de requerimientos, flujo de tareas por parte del usuario, y se define el contenido y nivel de fidelidad que tendrá el prototipo.
2. **Especificación:** Se determinan las características del prototipo, tomando en cuenta a los interesados en el proyecto, usuarios finales, nivel de fidelidad, estilo, etc. para que satisfaga las necesidades del proyecto. También se determina el método y herramienta adecuados para realizar el prototipo.
3. **Diseño:** Se definen los criterios de diseño, considerando aspectos técnicos, del usuario final y requerimientos para la generación de la solución, y se crea el prototipo. La calidad del mismo dependerá del nivel de detalle de la investigación previa, una definición precisa y clara de los requerimientos y el proceso iterativo de diseño, exploración y entendimiento de las especificaciones iniciales, y necesidades del usuario final.
4. **Resultados:** Se revisa el prototipo con los interesados para asegurar que es adecuado para continuar con la validación del mismo por medio de pruebas de usabilidad, etc. El último paso es finalmente implementar el prototipo, es decir, transformarlo al producto, servicio, tecnología, etc. que se pretendía modelar (Arnowitz *et al.*, 2007).

2.2.1 Fase de planificación

Levantamiento de requerimientos

El levantamiento y análisis de requerimientos es un paso muy importante para el ciclo de vida de una base de datos y se realiza a través de entrevistas a los interesados para determinar el uso que se le dará a la base de datos y la información que debe contener. Los objetivos principales del levantamiento y análisis de requerimientos son:

- Delinear los requerimientos de datos del negocio en términos de elementos básicos de la base de datos, así como describir la información necesaria de cada elemento y la relación entre ellos para modelar los datos
- Definir restricciones de rendimiento, integridad, seguridad o administración que deben ser integrados a la base de datos en la fase de diseño
- Especificar el software y hardware, lenguajes de programación, interfaces o tecnología en general que se utilizará para la implementación de la base de datos
- Registrar los puntos anteriores en un documento detallado de especificación de requerimientos (Teorey, Lightstone, Nadeau y Jagadish, 2011).

2.2.2 Fase de especificación

Modelo entidad-relación

De acuerdo a Zapata, González y Chaverra (2011), el modelo entidad-relación “se está convirtiendo en la técnica universal para modelar datos” (p.129), por lo que existen diferentes propuestas para obtener automática o semiautomáticamente diferentes elementos del diagrama, buscando agilizar el proceso de desarrollo de software. Fue definido por Chen en 1976, y tiene las ventajas de que es fácil de aprender, usar y transformar al modelo relacional. Permite resumir los aspectos fundamentales de un proyecto (las entidades y relaciones entre ellas) y presentarlas en un diagrama que apoya la comunicación de conceptos con los interesados en el proyecto (Teorey *et al.*, 2011).

El modelo entidad-relación es un modelo conceptual que se utiliza en el desarrollo de una base de datos. Por medio del modelo se representan en forma de diagrama las entidades, atributos y relaciones involucradas en el sistema que se modelará. Las entidades son los principales objetos de los cuales se almacena información. Generalmente simbolizan a alguna

persona, lugar, cosa o evento, y en el diagrama se representan por medio de un rectángulo. Las relaciones representan asociaciones reales entre las entidades, y se definen con un nombre, el cual especifica la naturaleza de la relación. La conectividad de una relación define si es de tipo uno a uno, uno a muchos o muchos a muchos. El grado de una relación depende del número de entidades que asocia: por ejemplo, si es binaria, el grado es dos y asocia a dos entidades; si es terciaria, el grado es tres y asocia a tres entidades. Existen diferentes notaciones para representar las relaciones. De acuerdo a la notación Chen, se escribe la cardinalidad o número de objetos relacionados en la conexión, pero también se puede usar la notación de “pata de gallo”, la cual será utilizada en el modelo del Capítulo III. En algunas ocasiones, la relación entre entidades origina a nuevas variables, las cuales no existirían si no hubiera una conexión entre las entidades involucradas (Teorey *et al.*, 2011).

Los atributos son las características de las entidades utilizados para describirlas con el valor que tomen. Éstos se dividen en identificadores o llaves y descriptores. Los primeros se utilizan para determinar de forma única cada instancia de la entidad, y en el diagrama se subrayan para identificarlos. Por otro lado, los atributos descriptores especifican características no únicas de las instancias en las entidades. Por ejemplo, en una entidad “Empleados”, la llave o atributo identificador sería el número de empleado (único para cada persona), mientras que un atributo descriptor es el nombre del empleado, el cual puede repetirse y no representa de forma única al empleado. Tanto las llaves como los descriptores pueden estar conformados por un solo atributo o por varios (atributos compuestos). Las llaves pueden ser primarias o secundarias, siendo las primeras únicas para identificar a una instancia, y las segundas pueden ser simplemente atributos descriptores. También existen entidades débiles, las cuales se derivan de alguna otra entidad y comparten la llave principal de otra entidad “padre” (Teorey *et al.*, 2011).

Un modelo entidad-relación puede ser desarrollado por diferentes técnicas: ascendente, centrífuga, descendente o metodologías mixtas. La metodología ascendente primero requiere sintetizar cada elemento individual para poder integrarlo en entidades, después de analizar cuidadosamente las relaciones y dependencias entre los datos listados en los requerimientos del negocio. En la estrategia descendente el esquema conceptual se genera a través de “refinamientos sucesivos” (Atzeni, Ceri, Paraboschi y Torlone, p.196), partiendo del primer esquema, que únicamente contiene algunos conceptos abstractos que abarcan todos los

requerimientos del usuario. Las siguientes iteraciones expanden el esquema al agregar las modificaciones pertinentes para incrementar el nivel de detalle en los conceptos iniciales. La estrategia centrífuga, la cual puede ser considerada un tipo particular de la estrategia ascendente, comienza con la identificación de algunos conceptos importantes, y de ahí parte con el diseño de forma radial. Es decir, las iteraciones agregan los conceptos que se encuentren más cercanos a la información del esquema anterior, hasta llegar a los conceptos más lejanos “navegando” (Atzeni *et al.*, p.201) a través de las especificaciones en los requerimientos. Tradicionalmente, y en especial para las bases de datos relacionales, se utiliza la técnica ascendente. Sin embargo, esta técnica es más efectiva para bases de datos pequeñas o medianas, ya que en bases de datos grandes, la cantidad de elementos iniciales pueden ser demasiado numerosos. En proyectos más grandes, usualmente se usa una combinación de las técnicas ascendente y descendente (Teorey *et al.*, 2011).

Modelo relacional

De acuerdo al reporte de DB-Engines (como se citó en Brown, 2018), los productos de bases de datos más populares son las bases de datos relacionales de Oracle, MySQL y Microsoft SQL Server. Adicionalmente, seis de los diez productos principales son para bases de datos relacionales, a pesar de la gran cantidad de datos no estructurados generados diariamente en los últimos años. Las bases de datos relacionales son particularmente útiles por contener metadatos, es decir, descripciones sobre los datos, y también por la estructura tabular y organizada que facilita la creación de reportes y análisis de datos (Brown, 2018).

Un modelo relacional está conformado por datos, que es la unidad más pequeña de significado, como un nombre, número de identificación, etc. Se conoce como registro a un conjunto de datos relacionados. En una base de datos relacional, se nombra a cada registro como tupla, contenido en las filas, y cada atributo está contenido en una columna. Un conjunto de registros del mismo tipo se conoce como una tabla. Una base de datos es una “colección de datos interrelacionados y almacenados que satisface las necesidades de usuarios en una o más organizaciones”, o de forma más sencilla, “una colección interrelacionada de diferentes tipos de tablas” (Teorey *et al.*, 2011, p. 2). El uso de bases de datos en vez de archivos físicos posibilita que la información esté disponible a mayor cantidad de usuarios, se integren los datos para

facilidad de acceso, se actualicen transacciones complejas y se reduzca la redundancia en los datos (Teorey *et al.*, 2011).

Para diseñar el esquema de una base de datos relacional e implementarla se sigue el proceso detallado a continuación:

1. **Análisis de requerimientos:** Es necesario contar con los requerimientos, determinados por los generadores y usuarios de los datos. Se deben conocer los datos requeridos para el procesamiento, las relaciones entre los datos, así como el software donde será implementada la base de datos. La información requerida puede ser recabada por medio de una entrevista con los interesados y usuarios finales.
2. **Diseño lógico:** Para lograr el diseño lógico de la base de datos es necesario generar un esquema global, es decir, modelar un diagrama conceptual de datos y las relaciones existentes entre ellos a través de diferentes modelos, entre ellos un modelo entidad-relación (el cual será utilizado en este proyecto). Posteriormente, el modelo entidad-relación es transformado a tablas utilizando el lenguaje estándar para la programación y manejo de bases de datos *Structured Query Language* (SQL).
3. **Diseño físico:** Tiene como objetivo optimizar el rendimiento de la base de datos por medio de la selección de índices o métodos de acceso, partición y agrupamiento de datos. Las llaves primarias y secundarias definidas en el modelo entidad-relación son indexadas en este paso. El diseño físico es importante cuando existen grandes volúmenes de información, incrementando la eficiencia en los procesos de consultas y transacciones en la base de datos.
4. **Implementación, monitoreo y modificación de la base de datos:** Se crea la base de datos implementando el esquema formal en el sistema elegido, para poder comenzar a realizar consultas y actualizaciones. Durante la implementación se asignan los índices determinados en el paso anterior, y se establecen restricciones para cuidar la integridad referencial. El monitoreo se refiere a observar si los requerimientos de desempeño establecidos al inicio del desarrollo se cumplen, o si se necesitan implementar modificaciones para mejorarlo. Por otro lado, es posible que la base de datos requiera de modificaciones en el caso de cambios en los requerimientos, ocasionando que se repitan los cuatro pasos como un ciclo (Teorey *et al.*, 2011).

Structured Query Language (SQL)

SQL o *Structured Query Language* por las siglas en inglés es el lenguaje estándar utilizado en los sistemas manejadores de bases de datos relacionales. Las sentencias en SQL se dividen en dos categorías: lenguaje de definición de datos para la generación de la estructura de la base de datos y lenguaje de manipulación para el manejo de los datos. Los diferentes sistemas pueden utilizar variaciones ligeras en la sintaxis de SQL, pero las pequeñas diferencias pueden ser consultadas en las guías de usuario de cada software.

Dentro del lenguaje de definición de datos se encuentran las sentencias *create*, *alter* y *drop*, las cuales sirven para generar, modificar y eliminar objetos dentro de la base de datos, respectivamente. Los objetos pueden ser tablas y vistas. Estas últimas sirven para que un usuario que no necesariamente conozca el lenguaje pueda utilizar frecuentemente una consulta o código predefinido por el administrador de la base de datos. Cuando se crean los objetos, se determina el nombre de la tabla o vista, así como la denominación de cada variable o atributo, y el tipo de dato que contiene. También se especifican las llaves primarias y foráneas, y se incluyen restricciones para garantizar la integridad de los datos, por ejemplo, la longitud máxima de un campo de caracteres, que no se repitan los valores de cierto atributo, o que un campo contenga datos numéricos y no sea posible dejarlo en blanco al ingresar o actualizar un registro. Adicionalmente en el rubro de integridad referencial, se define qué sucede si se actualiza o elimina un registro que está relacionado con una llave foránea en otras tablas, por ejemplo, en la eliminación o actualización en cascada, al modificar la llave primaria se actualiza en todas las tablas donde se encuentre especificada como llave foránea. La elección de la estructura de la base de datos dependerá de los requerimientos y del diagrama entidad-relación generado.

El lenguaje de manipulación se utiliza para consultar y actualizar la información en la estructura de la base de datos previamente creada con el lenguaje de definición de datos, y para la creación de vistas. En esta categoría de SQL, la consigna *select* es la base para las consultas a la base de datos. Se puede elegir ver todo el contenido de una tabla, es decir, todos los atributos y registros existentes, al especificar la tabla y usar el asterisco con la consigna *select*, o también se pueden seleccionar registros o atributos específicos listando condiciones con *where*, así como solicitar que los resultados se muestren ordenados de forma ascendente o descendente. Este lenguaje también permite realizar consultas de mayor complejidad, donde se obtengan datos de

tablas distintas, utilizando las llaves primarias y secundarias con el uso de *joins*. También es posible utilizar funciones de SQL para realizar conteos, obtener promedios, valores máximos o mínimos, u operaciones entre atributos numéricos, como sumas, restas, multiplicaciones y divisiones de acuerdo a las necesidades del usuario y negocio (Teorey *et al.*, 2011).

Inteligencia de Negocios

Sherif (2016) define a la inteligencia de negocios (IN) como el proceso para llegar a decisiones del negocio que puedan ser aplicadas a partir de la manipulación analítica y presentación de información en un contexto específico. Se puede encontrar referencia a este término desde 1958 por H.P. Luhn, y a lo largo de los años es posible identificar que la definición o intención de la IN no ha cambiado drásticamente a través del tiempo (Grossmann y Rinderle-Ma, 2015). Conjuntando las diferentes definiciones disponibles por diferentes autores y años, se puede resumir que la IN se caracteriza por los elementos mostrados en la Figura 2:

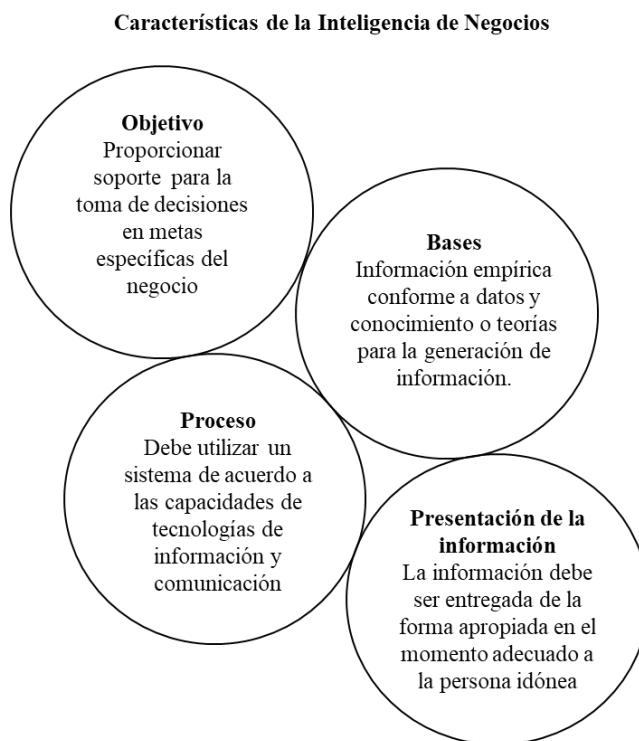


Figura 2. Características de la Inteligencia de Negocios.
Elaboración propia de acuerdo a Grossmann y Rinderle-Ma, (2015)

Dentro de las metas de análisis de la IN y las aplicaciones para lograrlo, se encuentra la medición de los indicadores principales, normalmente denominados KPIs por sus siglas en inglés *Key Principal Indicators*. La identificación de los indicadores depende de la comprensión de los procesos de negocio previamente definidos, ya que su medición en una cantidad específica ayuda a determinar si se han alcanzado las metas, evaluando así el desempeño del negocio. Adicionalmente, se pueden monitorear factores que influyan el comportamiento de los KPIs, para ayudar a comprender el impacto de diferentes variables en los indicadores del negocio. La IN también establece objetivos analíticos, estos pueden ser descriptivos; es decir, de reporte, segmentación o detección de patrones de comportamiento significativos para el negocio; predictivos, los cuales se categorizan en clasificación y regresión, usualmente aplicados a determinar el comportamiento futuro de los KPIs; o de entendimiento, para la identificación y análisis de procesos, proporcionando comprensión del funcionamiento del negocio (Grossmann y Rinderle-Ma, 2015).

Visualizaciones y “dashboard” o tablero

La descripción y visualización de datos tienen un papel fundamental dentro de la IN, las cuales proporcionan una técnica de análisis para alcanzar objetivos descriptivos, de acuerdo a las necesidades de información que tenga el negocio. Dichas necesidades pueden ser requerimientos de información sobre la estructura de los procesos del negocio, instancias de procesos o datos utilizados en reportes. Para realizar un análisis de exploración de datos, es útil cambiar los parámetros para obtener información, por lo que resulta benéfico contar con gráficos interactivos y dinámicos. Las técnicas básicas de visualización de datos dependen del tipo de datos: cualitativos o cuantitativos. Para el primer tipo, usualmente se utilizan gráficos de barras y circulares, mosaicos y diagramas de árbol. Para la segunda categoría de datos se utilizan histogramas y gráficas de cajas para la representación de cuartiles. Un *dashboard* o tablero es un resumen gráfico de los resultados de un análisis para personas no expertas en el negocio en un arreglo bien organizado y entendible por medio de gráficos. Los tableros interactivos proporcionan la oportunidad para apreciar mayor cantidad de detalles (Grossmann y Rinderle-Ma, 2015).

2.2.3 Fase de diseño

Sistemas manejadores de bases de datos

Un sistema manejador de base de datos (SMBD) es un software para manipular bases de datos. El tipo de SMBD más utilizado en las empresas es sistema de base de datos relacional, el cual proporciona mayor independencia en los datos que otros sistemas anteriores más jerárquicos. Es decir, existe mayor libertad para realizar cambios en la estructura lógica o física de la base de datos sin necesidad de reprogramación. También facilita la conversión y reorganización de la base de datos (Teorey *et al.*, 2011).

Un SMBD tiene las funciones principales listadas en la Figura 3:

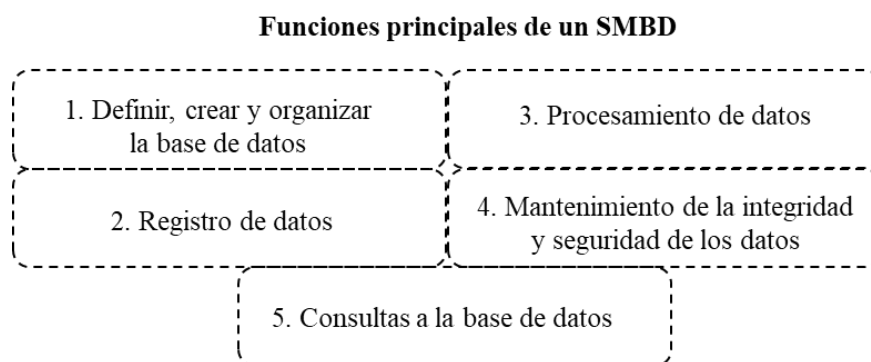


Figura 3. Funciones principales de un Sistema Manejador de Bases de Datos.
Elaboración propia de acuerdo a Gupta y Mittal (2017)

Existen diferentes SMBD, categorizados principalmente por la estructura de la información: relacionales, es decir, con datos que se pueden organizar en tablas con filas y columnas; o no relacionales, para datos que tienen estructuras inconsistentes. Las bases de datos relacionales son normalmente utilizadas en las empresas por la facilidad para la organización de datos y análisis de información (Brown, 2018). Dentro de los SMBD para bases de datos relacionales más recomendados se encuentran MySQL, SQL Server Management Studio y Oracle (Forbes Technology Council, 2020). Por ejemplo, MySQL es un software de código abierto utilizado por Google, LinkedIn, YouTube, PayPal y Twitter (Griffin, como se citó en Forbes Technology Council, 2020); mientras que Oracle es el software más utilizado, es seguro y puede manejar grandes volúmenes de datos (Sharma, como se citó en Forbes Technology Council, 2020). Sin embargo, cada herramienta ofrece distintas ventajas y la elección del SMBD

dependerá de las prioridades, necesidades y objetivos de cada empresa. Por ejemplo, es importante considerar el tamaño del conjunto de datos que se almacenará para elegir el software adecuado (Pao, como se citó en Forbes Technology Council, 2020).

Microsoft Access

Microsoft define a Access como una herramienta fácil de usar para crear aplicaciones de negocios en poco tiempo sin necesidad de programar, que posibiliten la sencilla integración y edición de información, creación de formularios y reportes de acuerdo a las necesidades específicas de cada negocio (2021). Microsoft Access es el software comúnmente utilizado en las escuelas de negocios en clases introductorios para el diseño, desarrollo y exploración de bases de datos, ya que es considerado uno de los SMBD más amigables (Letkowski, 2014). Actualmente es el décimo SMBD más popular de acuerdo al ranking de DB-Engines (solid IT, 2021).

En este proyecto se utilizará Microsoft Access para la implementación del modelo relacional de IECEDEVI debido a las similitudes existentes con Microsoft Excel, actualmente utilizado en el Instituto para otros procesos. Se determinó que utilizar un SMBD que fuera intuitivo, amigable y no requiriera el manejo constante de sentencias en SQL propiciaría la fácil administración de datos, dado que el Instituto no cuenta con un departamento de tecnologías de información. Por otro lado, existe rotación alta del personal académico y administrativo por la naturaleza de IECEDEVI: la principal fuerza de trabajo son estudiantes de servicio social y prácticas profesionales, normalmente con un periodo, número de horas o proyecto por tiempo limitado. Dado que en Microsoft Access es posible generar formularios para la fácil captura de registros, así como diseñar consultas y reportes recurrentes, se decidió que es más sencillo trabajar con un sistema que no requiere de un lapso prolongado de capacitación para utilizarlo, o experiencia previa con sentencias de SQL para la actualización, consulta e ingreso de información. Las circunstancias mencionadas, aunado al bajo volumen de datos generado anualmente por el Instituto, se decidió que Microsoft Access es una herramienta adecuada, suficiente y manejable para las necesidades actuales.

Softwares de visualización de datos

Se pueden usar distintas herramientas para realizar el proceso de IN, incluso algunas que no fueron creadas originalmente para este propósito, pero que son utilizadas en la actualidad en la industria con enfoque de IN. Es posible utilizar lenguajes tradicionales de programación, como R, Python y D3.js (JavaScript), para analizar la información y visualizar datos, o también aplicaciones como Tableau, Qlik y Power BI, que no requieren programación por parte del usuario. Python es uno de los lenguajes de programación más tradicionales y es utilizado para gran variedad de propósitos, no únicamente para visualización de datos. R es un lenguaje abierto de programación estadística que se utiliza para analizar en ciencia de datos y aprendizaje automático (*machine learning*), pero que también se adopta para visualización de datos por los gráficos que se pueden generar. Por otro lado, Qlik y Tableau proporcionan una fácil instalación y conectividad a la información para generar de forma rápida y sencilla visualizaciones por medio de la aplicación de escritorio. Sin embargo, Microsoft Excel ha sido utilizado en las empresas como herramienta de IN para reporte y registro de información, aunque en los últimos años las empresas han buscado utilizar otras herramientas más especializadas (Sherif, 2016).

Dentro de los softwares de visualización de datos mencionados, Power BI, Qlik y Tableau se encuentran listados dentro de los nueve mejores disponibles (Marr, 2020). De acuerdo al reporte de SoftwareReviews (como se citó en Columbus, 2020), Tableau es uno de los tres mejores sistemas de IN en los siguientes rubros: efectividad en reducción del tiempo invertido al trabajar con la herramienta, contribución a la innovación de las empresas y disponibilidad de características únicas. También fue uno de los cinco sistemas de IN mejor evaluados en 2020, tomando como referencia la satisfacción del cliente con el software, en comparación con costos. Sin embargo, la elección de la herramienta más adecuada para cada empresa depende de las necesidades y enfoque del negocio.

Power BI

Power BI es una plataforma de inteligencia de negocios para obtener información de los datos. Permite modelar y visualizar información con reportes personalizados y presentar indicadores principales para obtener respuestas a preguntas del negocio, fundamentadas en

inteligencia artificial, posibilitando decisiones estratégicas basadas en datos (Microsoft, 2021). Sherif (2016) la describe como una “solución de autoservicio” (p.18) que se integra fácilmente con fuentes de información como Microsoft Excel y Microsoft SQL Server, y sirve principalmente para generar tableros interactivos y reportes. De acuerdo a Marr (2020), Power BI se encuentra dentro de las nueve mejores herramientas para la visualización de datos, la cual permite la creación de tableros y gráficos interactivos sin necesidad de contar con experiencia previa por la naturaleza intuitiva del software.

En este proyecto se decidió utilizar Power BI para la elaboración del tablero debido a la similitud que tiene con Microsoft Excel, actualmente utilizado en el Instituto, y Microsoft Access, que será el SMBD para la implementación del modelo relacional. La fácil integración de los diferentes productos de Microsoft propiciará mayor facilidad de uso para los usuarios del Instituto, el cual no cuenta con un departamento especializado en tecnologías de la información o ciencias computacionales. También, debido a que la fuerza principal laboral de IECEDevi son estudiantes realizando servicio social o prácticas profesionales, existe una rotación frecuente en el personal encargado de la gestión administrativa y académica, por lo que utilizar sistemas similares a las hojas de cálculo comúnmente enseñadas en las universidades favorece la operación del Instituto. Por otro lado, la cantidad de datos generada anualmente es manejable dentro de la solución de escritorio de Power BI, sin necesidad de herramientas especializadas en grandes volúmenes de información.

2.2.3 Fase de resultados

Pruebas de usabilidad

El objetivo de esta fase es validar el prototipo generado con los interesados en el proyecto y usuarios finales. Las pruebas de usabilidad ayudan a validar la experiencia del usuario al utilizar el prototipo, y la retroalimentación obtenida propicia el proceso iterativo de la metodología. Por medio de ellas es posible determinar si el producto final cumple con los requerimientos establecidos y las necesidades de mejora. Aunque algunas veces se reservan las pruebas para la fase final, es muy útil realizarlas en las diferentes fases del desarrollo cuando sea posible, lo cual puede contribuir a evitar costos y tiempo en caso de errores. El análisis de los resultados de las pruebas puede llevar a cambios en diseño, depuración de errores, iteración

en el proceso de prototipos y validaciones, revisión de requerimientos, etc. (Arnowitz *et al.*, 2007).

2.3 Antecedentes de proyectos de administración de datos en instituciones educativas

2.3.1 La ciencia de datos en instituciones educativas

A lo largo de los años, las instituciones educativas han implementado modelos de ciencia de datos en la gestión diaria de información. Ejemplos del uso de ciencia de datos y la administración de bases de datos es visible en escuelas alrededor del mundo. Kenny y Fluck exploran la necesidad que tienen las universidades para modernizarse y adoptar estilos corporativos para la gestión académica, distribución de cargas de trabajo y monitoreo de desempeño (2019). Uno de los principales beneficios obtenidos al implementar modelos de ciencia de datos en instituciones educativas es la facilidad para el almacenamiento, consulta y fácil acceso a la información, así como para posibilitar la evaluación de la trayectoria a través del tiempo.

Una de las aplicaciones clásicas es el uso de un Sistema de Manejo del Aprendizaje (LMS por sus siglas en inglés *Learning Management System*) en educación superior. Este sistema se utiliza para el aprendizaje en línea, y es un ejemplo de la innovación tecnológica y pedagógica. Permite la entrega en línea de documentos, interacción y colaboración entre estudiantes y profesor, y el registro y reporte de la participación estudiantil. A su vez, es posible monitorear qué aspectos del sistema se usan más frecuentemente, y el almacenamiento de esta información a través del tiempo permite supervisar los cambios en el tipo de uso que se le da al software en diferentes períodos (Rhode, Richter, Gowen, Miller y Willis, 2017).

Piña y Sanford (2017) documentan la necesidad de implementar una base de datos para la administración del diseño de cursos, horarios, capacitaciones, contratos, pagos y otras actividades involucradas en la gestión del equipo de diseñadores de programas educativos y proyectos de desarrollo. Fue necesaria la generación de una base de datos cuando el alto volumen de información generada diariamente, el cambio en regulaciones, la demanda del diseño de nuevos cursos y material actualizado ya no era manejable con recursos físicos en papel. Una solución en Microsoft Access resultó ser el software adecuado después de que Microsoft Excel no pudiera cubrir las necesidades de la institución. La implementación de la

base de datos resultó ser una herramienta efectiva de administración para múltiples empleados en un equipo de trabajo, proyectos simultáneos y flujo de operaciones.

Por otro lado, Bergner y Smith (2007) destacan los beneficios que se tendrían si cada estado en Estados Unidos contara con un *Data Warehouse* educacional, donde se almacenara un registro detallado y confiable de información educativa. Los maestros podrían contar con la historia académica de cada estudiante, conocer los resultados de las evaluaciones estatales, los datos históricos de las inscripciones, los datos demográficos, la participación por programa educativo, los registros disciplinarios, los horarios y los *transcripts*, con tan solo tener acceso a la base de datos vía web. A su vez, el fácil acceso a información contextual sobre cada estudiante y situación educativa posibilita a los profesores la generación de planificaciones con el enfoque adecuado a cada estudiante o salón de clases. Pfeiffer, Klein y Levesque (2009) detallan que un sistema de datos longitudinal educacional ayudaría a los estados a monitorear el progreso de los estudiantes en educación secundaria y posterior, así como para encontrar una relación entre la inversión educacional de los alumnos con su situación de empleo y otros resultados después de cursar programas educativos.

Corbin, Carpenter y Nickles (2013) exploran la necesidad de las instituciones de formación docente de contar con portafolios electrónicos para poder proporcionar información solicitada para aprobación estatal y acreditación nacional. La solicitud de dicha información es garantizar la preparación de los profesores, por lo que un sistema con la infraestructura, personal, administración, análisis y reporte adecuados son fundamentales para que la evaluación ayude a lograr el objetivo de las instituciones. Para la acreditación de profesores es necesario contar con resultados cuantificables de evaluaciones y desempeño, por lo que es fundamental un sistema eficiente para la recolección de información. La tecnología que se utilice debe posibilitar la recolección, administración, análisis y reporte de información para poder entregarla al momento de las evaluaciones y lograr las acreditaciones. Muchas instituciones tienen como obstáculo no contar con los recursos para abastecer la demanda de información. Estos ejemplos muestran la necesidad y beneficios que tienen las instituciones educativas de construir bases de datos para contar con información contextual y actualizada sobre la situación de cada estudiante, cumplir con demandas de datos para certificaciones y para realizar análisis sobre tendencias a lo largo del tiempo con información histórica.

2.3.2 Inteligencia de negocios en el ámbito educativo

Una vez implementados los modelos para la administración de bases de datos en la gestión académica, es posible explotar la información con inteligencia de negocios, y obtener información oculta en los datos. Los *dashboards* o tableros han sido nombrados incluso “herramientas de navegación para universidades” (Terkla, Sharkness, Cohen, Roscoe y Wiseman, 2018, p.2), con el objetivo principal de proporcionar información importante en un formato simple para la toma de decisiones. Dichos tableros contienen información puntual en una a dos páginas en formato visualmente atractivo para reportar indicadores importantes para la institución, y pueden ser aplicados a los distintos rubros de la gestión académica de las instituciones educativas. Por ejemplo, los indicadores pueden resumir información clave sobre datos financieros, de admisiones, inscripciones, tasas de graduación, retención estudiantil, cuotas, etc. (Terkla *et al.*, 2018). Aunque dichas herramientas tienen mayor difusión en el ramo financiero y particularmente en instituciones de educación superior, también existen propuestas enfocadas en otros niveles educativos con diferentes objetivos, como apoyar a las prácticas pedagógicas de maestros de matemáticas a nivel secundaria en Estados Unidos (Ahn, Campos, Hays y DiGiacomo, 2019). Aunque se trata de la misma herramienta utilizada, es posible adaptar el tablero y visualizaciones utilizadas de acuerdo a las necesidades de cada institución y nivel educativo. Sin embargo, todos buscan cumplir el objetivo de explotar la información académica almacenada para mejoras institucionales y de prácticas académicas.

En el ramo específico de la educación especial, existen distintos análisis e investigaciones para la obtención de información sobre fenómenos en instituciones de ramo similar, posibilitando la identificación de áreas de oportunidad en una institución para la mejora de prácticas educativas. Por ejemplo, un estudio realizado en Pakistán sobre escuelas para niños con discapacidad visual hace comparativas entre las estrategias educativas usadas en distintos países, para encontrar los problemas en el país en el ramo de educación especial. La recolección de datos se realizó mediante cuestionarios y los resultados se presentaron por medio de tablas, gráficos y figuras (Nisa Faizi, Aajiz y Khan, 2020). Otro análisis llevado a cabo en Irán utilizó estadística descriptiva (adicional a pruebas estadísticas y modelos), para evaluar la efectividad del uso de la música y los juegos como estrategias educativas para una satisfactoria higiene bucal en niños con discapacidad visual. Se encontró que la metodología ATP por sus siglas en

inglés *Audio Tactile Performance*, o técnica audio-táctil, es efectiva en la mejora de la higiene bucal en niños con discapacidad visual (Sharififard, Sargeran, Gholami y Zayeri, 2020). Los estudios mencionados muestran la utilidad de contar con datos almacenados, aplicar la inteligencia de negocios en instituciones educativas por medio del análisis de información del ramo y presentación de resultados a través de visualizaciones para una mejora continua.

Capítulo III: Desarrollo del proyecto

3.1 Diagnóstico

3.1.1 Situación de las personas con discapacidad e instituciones para personas con discapacidades en Puebla, Tlaxcala y Veracruz

Se eligió como mercado potencial de IECEDVI al estado de Puebla dada la localización del Instituto en San Pedro Cholula, y se incluyeron los estados de Tlaxcala y Veracruz debido a la cercanía geográfica en el Centro y Este de México. El 81% de la población en situación de pobreza se concentra en tan solo diez de las 32 entidades federativas del país, dentro de las cuales se encuentran Puebla y Veracruz (CONEVAL, como se citó en Forbes, 2017). Estos estados también son dos de las seis entidades con mayor número de personas analfabetas (Encuesta Intercensal de INEGI en 2015, como se citó en El Heraldo de México).

En el mercado potencial de IECEDVI (estados de Puebla, Tlaxcala y Veracruz) casi 1 millón de personas (933 mil) tienen algún tipo de discapacidad, de las cuales 500 mil tienen discapacidad visual. Sin embargo, alrededor del 25% de personas con alguna discapacidad en los estados mencionados (240 mil) no se encuentran afiliadas a ningún servicio de salud (INEGI, 2020). Por otro lado, en la iniciativa de 2017 llevada a cabo por CONADIS y la Secretaría de Desarrollo Social (SEDESOL) para elegir una organización representante como integrante de la asamblea consultiva por entidad, únicamente hubo cinco organizaciones aspirantes para personas con discapacidad del estado de Puebla, cuatro de Veracruz y dos de Tlaxcala. No obstante, Puebla y Veracruz se encuentran dentro de las primeras cinco entidades federativas en el país con mayor población, y también mayor número de personas con alguna discapacidad (INEGI, 2020).

Dado el alto volumen poblacional, índices de pobreza, y número de personas con discapacidades presentes en el mercado potencial de IECEDVI, aunados a la baja participación y existencia de organizaciones dedicadas a este sector poblacional, se identifica la necesidad que tienen las instituciones existentes para mejorar la operación y gestión diaria de sus labores y así poder brindar soporte en estos estados. También es importante que dichas instituciones cuenten con un panorama actualizado de información significativa sobre los estados vecinos como apoyo para la toma de decisiones.

3.1.2 IECEDEVI

El Instituto Educativo para Personas con Ceguera y Debilidad Visual, Investigación y Docencia en Educación Especial A.C. (IECEDEVI) es una institución no lucrativa localizada en San Pedro Cholula, Puebla, fundada en 2008 para proporcionar educación especial para niños, jóvenes y adultos con ceguera y debilidad visual. Su objetivo principal es fomentar el pleno desarrollo de personas con discapacidad, propiciando la inclusión de ellas en la sociedad y sus comunidades con igualdad y libertad. El Instituto defiende la solidaridad e inclusión de personas con discapacidad y sus familias para impulsar su autonomía, e igualmente difundir y proteger su dignidad y derechos humanos. Tiene una orientación humanística por ser una institución sin fines de lucro, proporcionando atención integral a sus integrantes y familiares.

Los niños que atienden el Instituto toman clases de Braille y bastón, fundamentales para incrementar su independencia y poder tener una formación integral o en complemento con otras escuelas. Los estudiantes también toman clases de música y participan en actividades recreativas, para los alumnos que cuentan con un esquema mixto de asistencia a una institución educativa tradicional en conjunto con IECEDEVI, se busca reforzar los mismos temas con el soporte de notas en Braille y elementos táctiles, así como brindar apoyo para completar las tareas y responder dudas. El familiar acompañante también recibe clases de Braille para que puedan apoyar al estudiante con discapacidad visual, así como entender su situación y realidad. El Instituto busca apoyar a los estudiantes y crear pilares fuertes con sus familiares por medio de la inclusión en las actividades.

Otra parte fundamental de la formación de los estudiantes es el uso de la computadora. Se imparten cursos de Jaws, un software especializado para personas con ceguera y debilidad visual para Microsoft Windows. Este programa funge como lector de pantallas y les brinda soporte en el uso de las computadoras. Los estudiantes aprenden a utilizar este programa como guía, y después aprenden otros softwares de uso común hoy en día como Word y Excel.

Para llevar a cabo sus actividades, el Instituto depende en gran medida de estudiantes que realizan servicio social o prácticas profesionales. Ellos proporcionan apoyo por medio de distintos proyectos relacionados con la carrera universitaria que estudien o impartiendo cursos como profesores de distintas materias a los estudiantes del Instituto, dependiendo del avance que han tenido en su formación profesional.

El Instituto se da a conocer a las universidades del estado de Puebla por medio de campañas para invitar a los estudiantes a completar los requerimientos de servicio social o prácticas profesionales de sus programas de estudios. IECEDevi también realiza actividades de concientización sobre ceguera, debilidad visual y discapacidad por medio de caminatas con vendas y bastones para los visitantes al Instituto. Asimismo, IECEDevi organiza distintos eventos, como cenas sin el sentido de la vista, para la recaudación de fondos y la solidaridad con los estudiantes

3.2 Metodología

3.2.1 Fase de planificación

Levantamiento de requerimientos en IECEDevi

El levantamiento de requerimientos se realizó a través de una entrevista con la Lic. Norma Olmedo, directora y representante legal de IECEDevi. Actualmente no existen registros históricos digitales en el Instituto. Como primer requerimiento se necesita un registro satisfactorio del expediente de cada estudiante. Se generará una matrícula que definirá el Instituto posteriormente para cada estudiante, la cual deberá ser única y aún no está definida. Se almacenarán los siguientes datos personales del estudiante: nombre, apellidos, CURP, tipo de estudiante (si es menor de edad o adulto), sexo, fecha de nacimiento, domicilio, teléfono, nivel socioeconómico, fecha de ingreso, fecha de salida, si el estudiante está activo todavía en el Instituto y grado escolar (nivel académico).

También se necesita información respecto al expediente médico del estudiante: tipo de sangre, alergias, servicio médico, número de póliza, diagnóstico (sobre la discapacidad por la que ha venido al Instituto), tipo de discapacidad (congénita o adquirida). Adicionalmente se almacenará el nombre completo de un contacto de emergencia del estudiante, así como el teléfono del contacto. Asimismo, es necesario guardar información del padre o tutor: nombre y apellidos, sexo, relación con el estudiante (parentesco), CURP, RFC, escolaridad y un campo libre de observaciones para agregar al momento del registro.

Por política interna, el Instituto requiere que cada estudiante que ingrese sea acompañado por un familiar, el cual toma cursos independientes. El objetivo de los cursos del familiar es que pueda acompañar al estudiante en el proceso de adaptación, y pueda ayudarlo en materias

particulares como Braille, o comprender la situación que vive (como en el uso de bastón). Por esta razón, el Instituto desea llevar un registro de las materias cursadas por el estudiante y también por el familiar.

Es necesario registrar la materia que se cursó, el nombre del profesor, tipo de profesor (si es voluntario, de servicio social, prácticas profesionales o empleado), ciclo escolar, periodo, nivel alcanzado en la materia (bajo, medio o alto), listar como campo libre las áreas a trabajar y observaciones. En cuanto a computación, es necesario aclarar el área que se evalúa: teclado, Word, Excel o Jaws (programa computacional orientado a usuarios con ceguera). Sobre los familiares que realizan cursos en el Instituto, no es necesario indicar el nivel alcanzado en la materia ni áreas a trabajar. Posteriormente, el Instituto desea llevar un registro de los horarios de las materias que se imparten en cada período. Se registrará el nombre de la materia, el profesor, día en que se imparte, hora de inicio y fin y el nivel de la materia (maternal, preescolar, primaria, secundaria, bachillerato o adultos).

Otra parte importante de la gestión académica es el registro de los profesores, quienes pueden ser empleados, de servicio social, prácticas profesionales o voluntarios. De cada uno se registrará el nombre, apellidos, CURP, RFC, tipo de empleado (empleado, servicio social, prácticas profesionales o voluntario), institución de procedencia (nombre de la universidad, si aplica en caso de servicio social o prácticas profesionales), sexo, fecha de nacimiento, fecha de ingreso y salida, salario (si aplica), puesto, domicilio, teléfono y correo electrónico. También es necesario llevar un expediente médico de cada uno, con los mismos campos registrados que en el expediente médico de los estudiantes, excluyendo las variables concernientes a discapacidades (diagnóstico y tipo de incapacidad).

En caso de tratarse de una persona realizando servicio social o prácticas profesionales, el Instituto requiere registrar: el tipo de servicio (presencial o por proyecto) así como la existencia física, electrónica o falta de los siguientes documentos: reglamento firmado, entrega de evidencias o bitácora, carta de presentación, carta de aceptación, proyecto, oficio de término, evaluación, número de asistencias y faltas.

Finalmente, el Instituto desea llevar un registro de las actividades extracurriculares que tiene con otras instituciones. Sobre este tema se debe registrar el nombre de la institución que se visitó, la fecha de la visita, actividad o tema, nombre del responsable por parte de IECEDVI,

número de participantes, el nombre completo de la persona de contacto de la institución, así como su teléfono y correo electrónico, y los documentos que se hayan entregado en la actividad (diplomas, constancias, etc.)

3.2.2 Fase de especificación

Desarrollo del modelo entidad-relación

Se utilizó la estrategia ascendente para el desarrollo del modelo entidad-relación a partir de los requerimientos. A continuación, se muestran los esquemas como pasos intermedios dentro de la técnica para integrar cada elemento de la base de datos a las entidades del modelo, para la posterior integración a tablas en el modelo relacional. El primer esquema contiene el listado exhaustivo de cada atributo identificable en el levantamiento de requerimientos. El segundo esquema de la Figura 4 muestra las entidades independientes formadas a partir de los atributos en común. En la Figura 5 se puede observar el tercer esquema que representa las relaciones principales entre las entidades conformadas en el paso anterior. Finalmente, en la Figura 6 se observa el modelo entidad-relación resultante.

Primer Esquema

Estudiantes

MatriculaEstudiante
 NombreEstudiante
 ApellidosEstudiante
 CURP_Estudiante
 TipoEstudiante (menor de edad, adulto)
 SexoEstudiante
 FechaNacimientoEstudiante
 DomicilioEstudiante
 TelefonoEstudiante
 CorreoElectronicoEstudiante
 TipoSangreEstudiante
 AlergiasEstudiante
 ServicioMedicoEstudiante
 NoPolizaEstudiante
 NombreContactoEmergenciaEstudiante
 TelefonoContactoEmergenciaEstudiante
 DiagnosticoEstudiante
 TipoDiscapacidadEstudiante (adquirida o congénita)

NivelSocioeconomicoEstudiante
 FechaIngresoEstudiante
 FechaSalidaEstudiante
 ActivoEstudiante (bool)
 GradoEscolarEstudiante (nivel académico)
 NombrePadreoTutorEstudiante
 ApellidosPadreoTutorEstudiante
 SexoPadreoTutorEstudiante
 RelacionEstudiante
 CURP
 RFCPadreoTutorEstudiante
 EscolaridadPadreoTutorEstudiante
 Observaciones

Empleados

NombreEmpleado
 ApellidosEmpleado
 CURP_Empleado
 RFCEmpleado
 TipoEmpleado (Empleado, servicio, voluntario)
 InstitucionProcedenciaEmpleado (Universidad)
 SexoEmpleado
 FechaNacimientoEmpleado
 FechaIngresoEmpleado
 FechaSalidaEmpleado
 SalarioEmpleado (si aplica)
 PuestoEmpleado
 DomicilioEmpleado
 TelefonoEmpleado
 CorreoElectronicoEmpleado
 TipoSangreEmpleado
 ServicioMedicoEmpleado
 NoPolizaEmpleado
 NombreContactoEmergenciaEmpleado
 TelefonoContactoEmergenciaEmpleado
 AlergiasEmpleado
 TipoServicio (presencial o proyecto)
 BoolFirmoReglamentoServicioPracticas (se tiene física, electrónica o no se tiene)
 BoolEntregaEvidenciasBitacoraServicioPracticas (se tiene física, electrónica o no se tiene)
 BoolCartaPresentacionServicioPracticas (se tiene física, electrónica o no se tiene)
 BoolCartaAceptacionServicioPracticas (se tiene física, electrónica o no se tiene)
 BoolProyectoServicioPracticas (se tiene física, electrónica o no se tiene)
 BoolOficioTerminoServicioPracticas (se tiene física, electrónica o no se tiene)
 EvaluacionServicioPracticas (se tiene física, electrónica o no se tiene)

AsistenciasServicioPractica
FaltasServicioPractica

HistóricoMateriasDesempeño

Materia
Area (computación: teclado, Word, Excel, Jaws)
NombreProfesor
TipoProfesor (voluntario, servicio social, prácticas profesionales, empleado)
CicloEscolar
Periodo
NivelAlcanzado (bajo / medio / alto)
AreasATrabajar
Observaciones

FamiliarCursoAsistido
Comentario

RegistroHorario

Materia
Profesor
Día
HoraInicio
HoraFinal
Nivel (maternal, preescolar, primaria, secundaria, bachillerato, adultos)

ActividadesExtracurriculares

InstituciónVisita
Fecha
ActividadOTema
ResponsableIECEDEVI
NoParticipantes
NombreContactoInstitucion
TelefonoContactoInstitucion
CorreoElectronicoContactoInstitucion
DocumentosEntregados

Segundo esquema

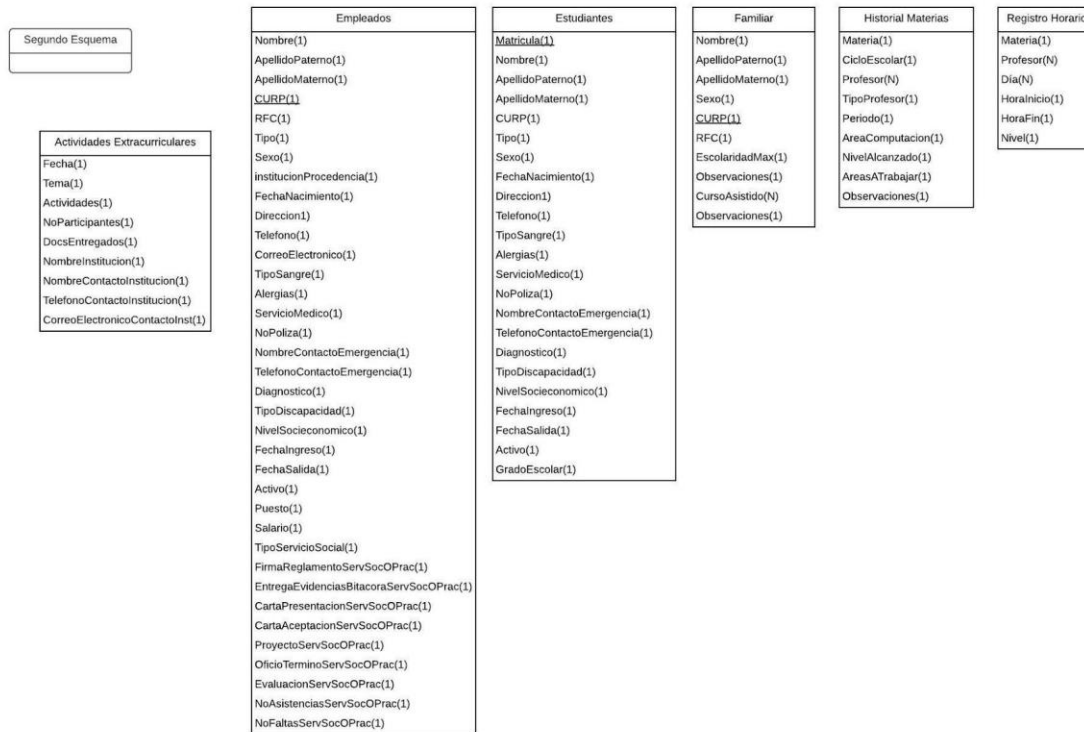


Figura 4. Segundo esquema en el desarrollo del modelo entidad-relación
Elaboración propia a partir de los requerimientos de IECDEVI

Tercer esquema

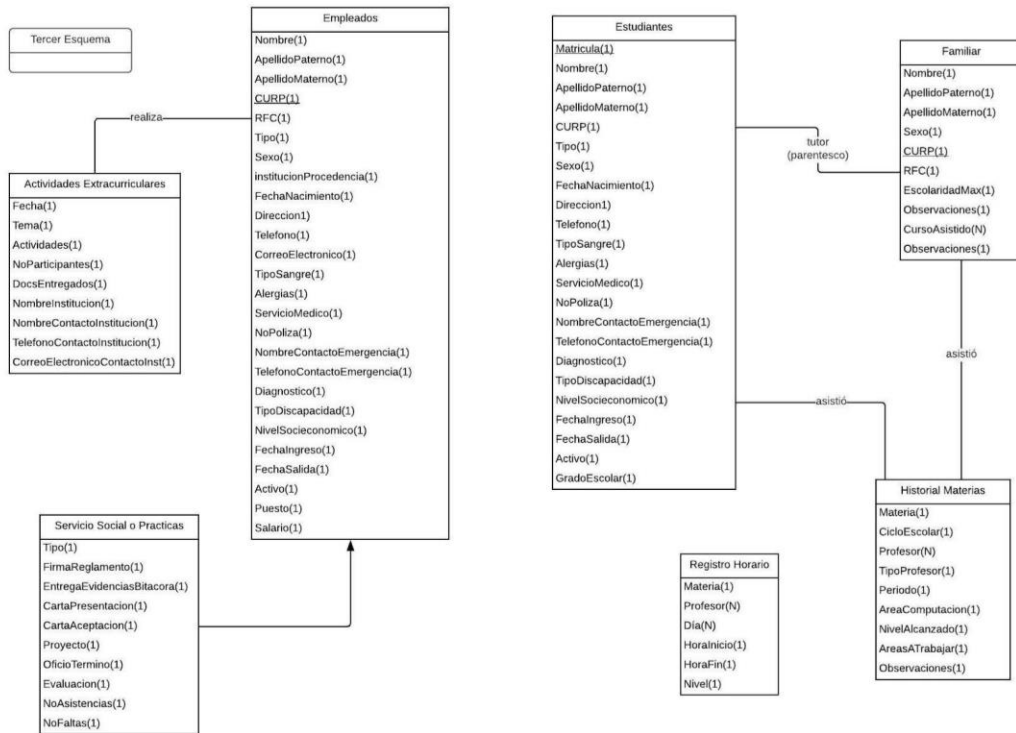


Figura 5. Tercer esquema en el desarrollo del modelo entidad-relación
Elaboración propia a partir de los requerimientos de IECEDVI

Modelo entidad-relación

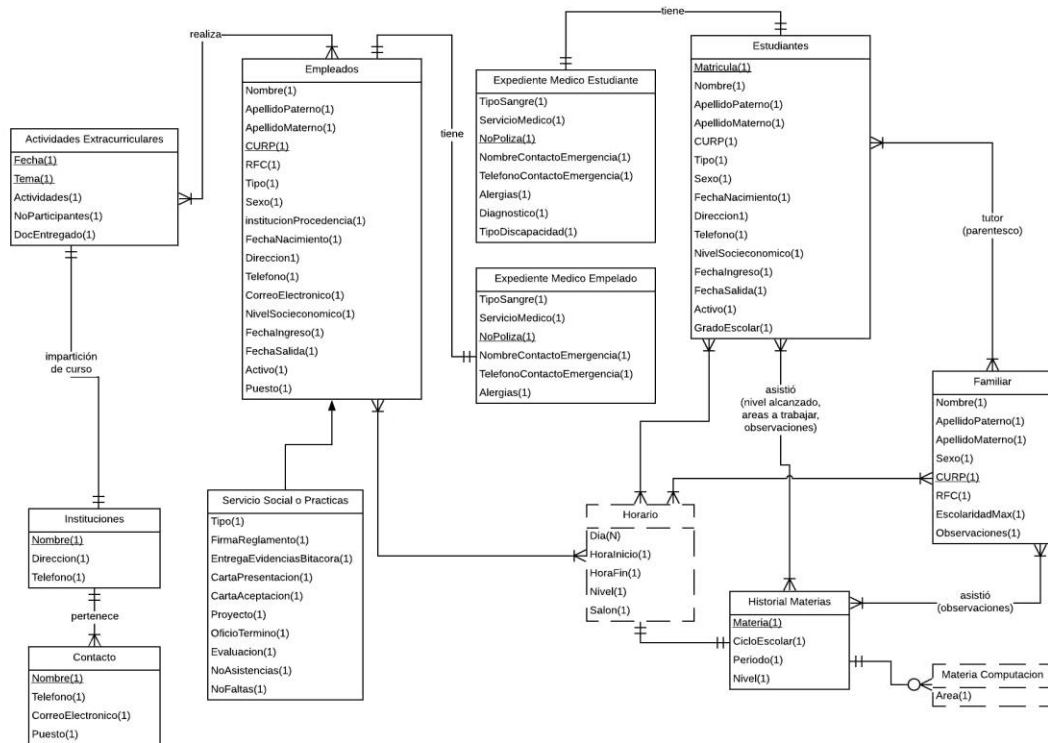


Figura 6. Modelo entidad-relación resultante
Elaboración propia a partir de los requerimientos de IECEDevi

Correspondencia del modelo entidad-relación al modelo relacional

A continuación, se lista la correspondencia a las tablas y atributos en el modelo relacional, derivadas de las entidades, relaciones y atributos del modelo entidad-relación:

- **Empleados** (Nombre, ApellidoPaterno, ApellidoMaterno, CURP(PK), RFC, Tipo, Sexo, InstitucionProcedencia, FechaNacimiento, Direccion, Telefono, CorreoElectronico, NivelSocioeconomico, FechaIngreso, FechaSalida, Activo, Puesto)
- **ServicioSocialOPrácticas** (CURP(FK), Tipo, FirmaReglamento, EntregaEvidenciasBitacora, CartaPresentacion, CartaAceptacion, Proyecto, OficioTermino, Evaluacion, NoAsistencias, NoFaltas)

- **ExpedienteMedicoEmpleado** (CURP(FK), TipoSangre, ServicioMedico, NoPoliza(PK), NombreContactoEmergencia, TelefonoContactoEmergencia, Alergias)
- **Estudiante** (Matricula(PK), Nombre, ApellidoPaterno, ApellidoMaterno, CURP, Tipo, Sexo, FechaNacimiento, Direccion, Telefono, NivelSocioeconomico, FechaIngreso, FechaSalida, Activo, GradoEscolar)
- **ExpedienteMedicoEstudiante** (Matricula(FK), TipoSangre, ServicioMedico, NoPoliza(PK), NombreContactoEmergencia, TelefonoContactoEmergencia, Alergias, Diagnostico, TipoDiscapacidad)
- **Familiares** (CURP(PK), Matricula(FK), Nombre, ApellidoPaterno, ApellidoMaterno, Sexo, RFC, EscolaridadMax, Parentesco, Observaciones)
- **HistorialMateriasEstudiante** (Matricula(FK), CURP_Profesor(FK), Materia, CicloEscolar, Periodo, Nivel, NivelAlcanzado, AreasATrabajar, Observaciones, AreaMateria)
- **HistorialMateriasFamiliar** (CURP(FK), CURP_Profesor(FK), Materia, CicloEscolar, Periodo, Nivel, Observaciones)
- **Horario** (Materia, CicloEscolar, Periodo, Nivel, CURP(FK), Día, HoraInicio, HoraFin, Salon)
- **ActividadesExtracurriculares** (Fecha(PK), Tema (PK), CURP(FK), Actividades, NoParticipantes, DocEntregado, NombreInstitucion, DireccionInstitucion, TelefonoInstitucion, NombreContacto, TelefonoContacto, CorreoElectronicoContacto, PuestoContacto)

Bosquejo del tablero en Power BI

El tablero en Power BI estará conformado por cuatro páginas:

- Primera página: proporcionará una breve guía de usuario e instrucciones para el uso del tablero,
- Segunda página: contendrá indicadores internos sobre los alumnos del Instituto.
- Tercera página: proveerá estadísticas de los empleados de IECEDEVI.
- Cuarta página: resumirá información relevante sobre el mercado potencial en los estados de Puebla, Tlaxcala y Veracruz obtenida de los datos más recientes

publicados en INEGI. Para la primera actualización, los datos serán del censo de población y vivienda realizado en 2020.

En las Figuras 7, 8, 9 y 10 se presentan los bosquejos de las cuatro páginas del tablero:

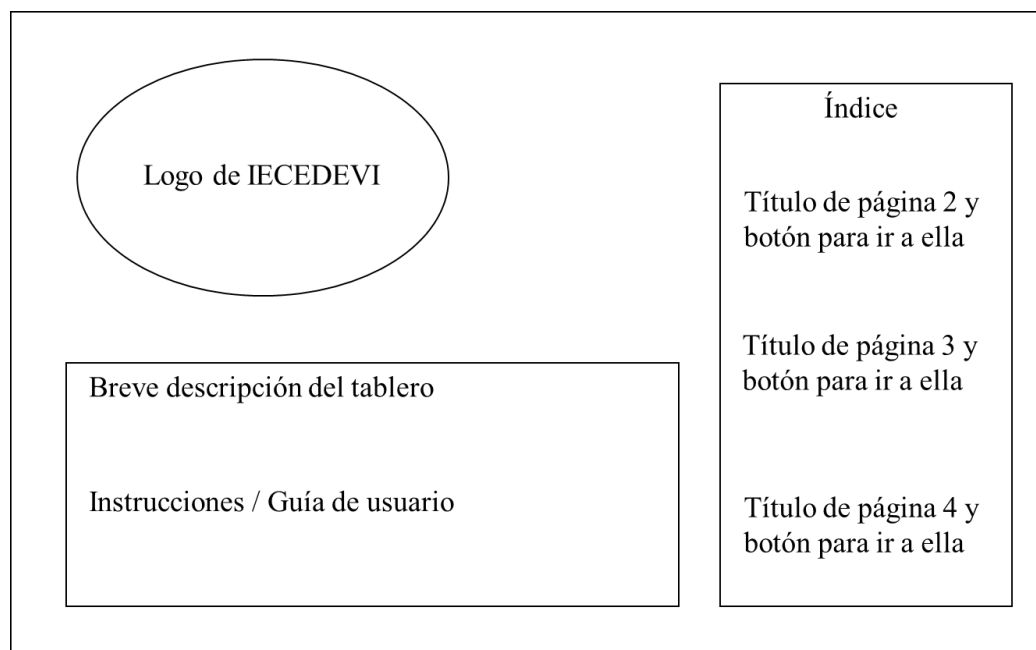


Figura 7. Página principal del tablero
Elaboración propia

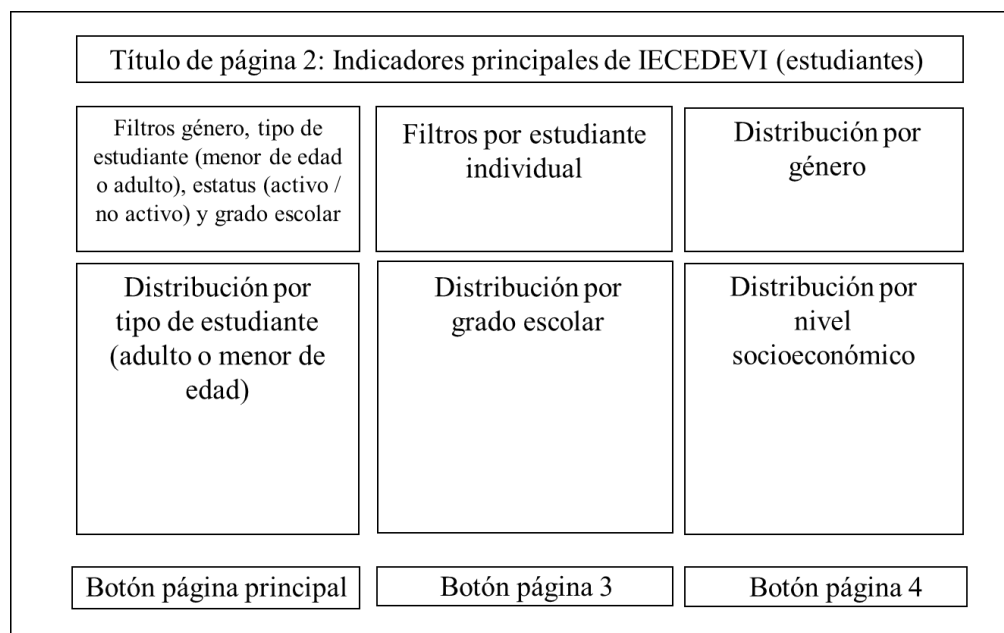


Figura 8. Segunda página del tablero: indicadores principales de estudiantes de IECEDVI.
Elaboración propia

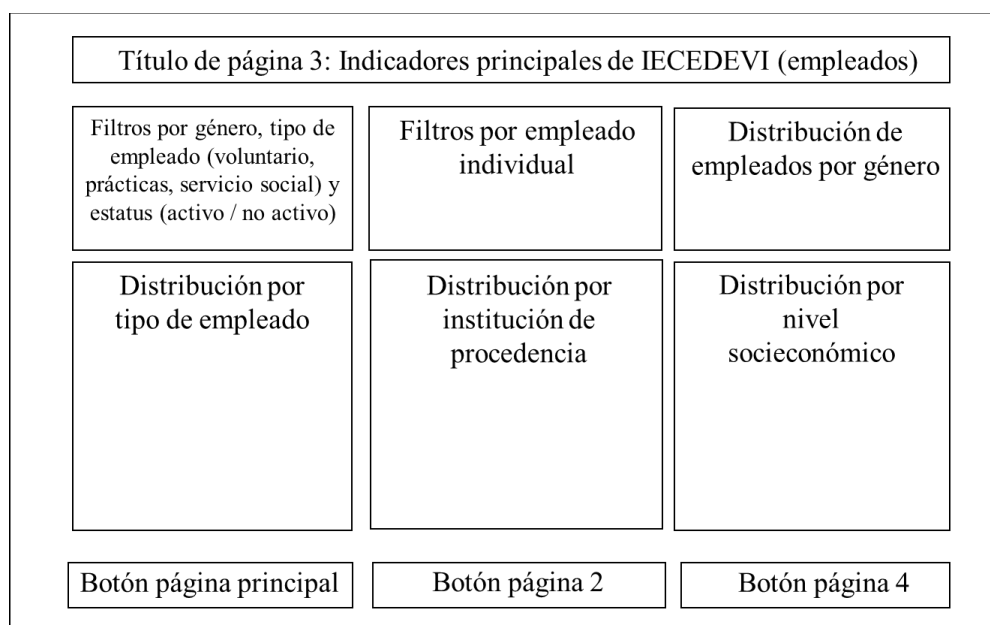


Figura 9. Tercera página del tablero: indicadores principales de empleados de IECEDVI
Elaboración propia

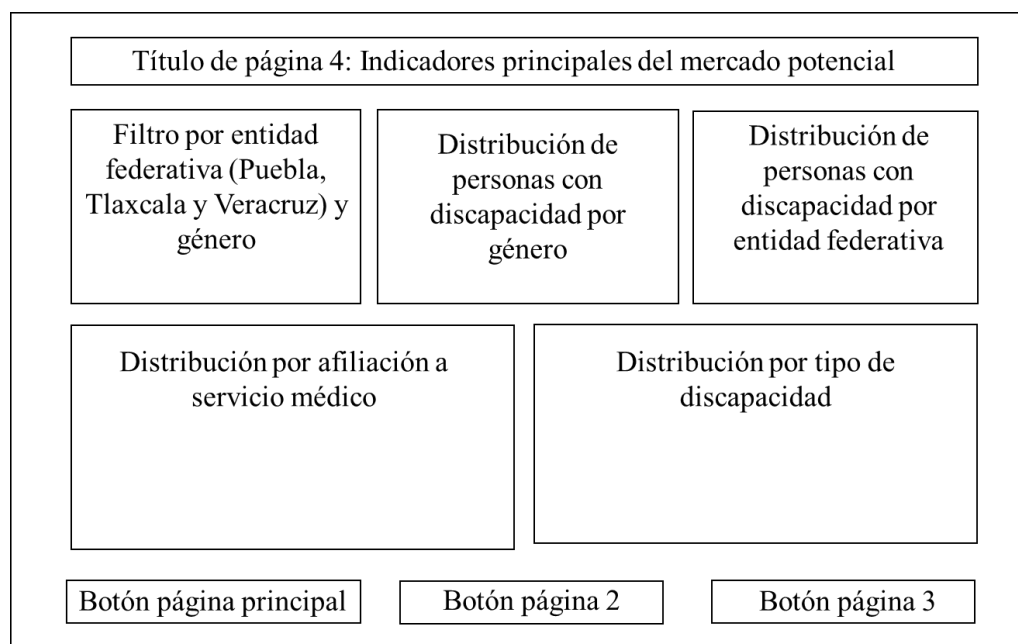


Figura 10. Cuarta página del tablero: indicadores principales del mercado potencial
Elaboración propia

Las visualizaciones de la segunda y tercera página del tablero son indicadores principalmente internos de IECEDevi que se obtienen a partir de consultas a las tablas del modelo relacional implementado en Microsoft Access. Para la cuarta página del tablero sobre el mercado potencial, fue necesario generar dos tablas adicionales como extensión al modelo relacional. Los datos libres fueron obtenidos dentro del apartado de discapacidad en el tema de salud y seguridad social en los tabulados de INEGI, mostrado en la Figura 11:

Título	Periodo
Población con limitación o discapacidad por entidad federativa según sexo	2020
Población con limitación o discapacidad por entidad federativa y tipo de actividad que realiza o condición mental según sexo	2020
Población con limitación o discapacidad por entidad federativa y condición de afiliación a servicios de salud según sexo	2020

Figura 11. Página con tabulados de INEGI sobre discapacidad
Obtenido de: <https://www.inegi.org.mx/temas/discapacidad/#Tabulados>

Ingresando a los tabulados de “Población con limitación o discapacidad por entidad federativa y tipo de actividad que realiza o condición mental según sexo, 2020” y “Población con limitación o discapacidad por entidad federativa y condición de afiliación a servicios de salud según sexo, 2020”, se seleccionan en los filtros los estados que forman parte del mercado potencial de IECEDevi (Puebla, Tlaxcala y Veracruz), se considera solamente la población con discapacidad y se quitan los totales. Para la descarga de las consultas se determina que la única variable en columna sea el conteo de población con discapacidad, como se muestra en la Figura 12:

Población con limitación o discapacidad por entidad federativa y tipo de actividad que realiza o condición mental según sexo, 2020

Seleccionar variables Ordenar variables

Filas: Entidad federativa, Sexo, Tipo de actividad que realiza o cond

Columnas: Población con limitación o discapac

Número de datos seleccionados: 42 Consultar

Entidad federativa	Sexo	Tipo de actividad que realiza o condición mental	Población con discapacidad
Puebla	Hombres	Caminar, subir o bajar	81 217
		Ver aun usando lentes	80 628
		Oír aun usando aparato auditivo	57 070
		Hablar o comunicarse	40 325
		Bañarse, vestirse o comer	42 192
		Recordar o concentrarse	54 800

Figura 12. Descarga de información de tabulados en INEGI

Obtenido de:

https://www.inegi.org.mx/app/tabulados/interactivos/?pxq=Discapacidad_Discapacidad_02_b73245cd-6c24-42c6-b7e2-d8eff80939e2

A partir de los tabulados descargados se generaron las dos tablas con la siguiente lista de atributos:

- **MercadoTipoDisc** (Fecha(PK), Estado (PK), Sexo, TipoDiscapacidad, NumeroPersonas)
- **MercadoAfiliacion** (Fecha(PK), Estado (PK), Sexo, TipoAfiliacion, NumeroPersonas)

Para asegurar la consistencia de los datos almacenados en el modelo relacional original, en la variable *Sexo* se cambió “Hombres” por “M” y “Mujeres” por “F”. Adicionalmente, se sustituyó “Veracruz de Ignacio de la Llave” por “Veracruz” como parte del proceso de limpieza de datos.

3.2.3 Fase de diseño

Implementación del modelo relacional en Microsoft Access

Debido a que el Instituto está realizando la captura de la información actualmente llevada en documentos de papel, se generó la estructura de los datos en Microsoft Access, y se importaron datos ficticios almacenados en Microsoft Excel para proceder con el diseño e

implementación de los modelos. Una vez que el Instituto cuente con el registro de los datos, se ingresarán a las estructuras creadas. Primero se crearon las tablas del modelo relacional en la base de datos, como muestra la Figura 13:

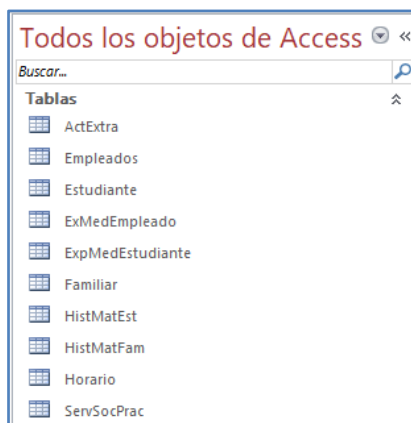


Figura 13. Generación de tablas del modelo relacional en Microsoft Access
Elaboración propia

En cada una de las tablas se ingresaron los atributos listados en el modelo relacional, y tipo de datos especificados en el modelo entidad-relación, como se detalla en la Figura 14. Por ejemplo, se especificó en la tabla **Estudiante** que el atributo *Matrícula* es la llave primaria (PK) de la tabla, no puede tener duplicados y es un campo numérico:

Nombre del campo	Tipo de datos
Matrícula	Número
Nombre	Texto corto
ApellidoPaterno	Texto corto
ApellidoMaterno	Texto corto
CURP	Texto corto
Tipo	Texto corto
Sexo	Texto corto
FechaNacimiento	Fecha/Hora
Direccion	Texto corto
Telefono	Número
NivelSocioeconomico	Texto corto
FechaIngreso	Fecha/Hora
FechaSalida	Fecha/Hora
Activo	Número
GradoEscolar	Texto corto

Propiedades del campo	
General	Búsqueda
Tamaño del campo	Doble
Formato	Número general
Lugares decimales	Automático
Máscara de entrada	
Título	
Valor predeterminado	
Regla de validación	
Texto de validación	
Requerido	Sí
Indexado	Sí (Sin duplicados)
Alineación del texto	General

Figura 14. Especificación de llaves primarias y atributos en las tablas del modelo relacional
Elaboración propia.

Después de haber generado cada una de las tablas con los atributos, tipos de datos y llaves respectivas, se replicaron las relaciones entre las tablas, definidas en el modelo entidad-relación, como se muestra en la Figura 15:

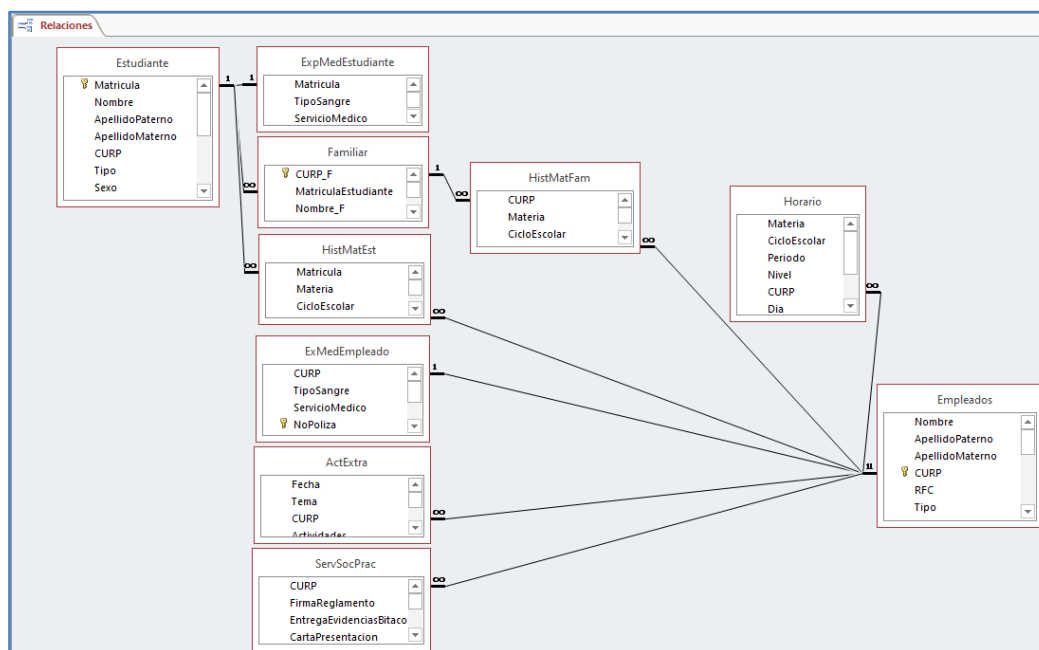


Figura 15. Especificación de relaciones entre las tablas de acuerdo al modelo entidad-relación
Elaboración propia

Para facilitar la gestión académica, captura y actualización de la información, se generaron formularios para ingresar datos sobre estudiantes y sus familiares, desempeño en las materias, empleados y actividades extracurriculares, de acuerdo a los requerimientos y operación del Instituto. La Figura 16 contiene el formulario creado para la información del estudiante, donde se puede consultar, actualizar o ingresar los datos personales de los alumnos, expediente médico y datos de un familiar:

The screenshot shows a web application interface for student data. The main section is titled 'Información del estudiante' and contains a grid of input fields for personal and academic details. Below this is a section for 'Expediente Médico del Estudiante' with fields for blood type, medical service, and insurance number. The IECEDEVI logo is visible in the top right corner.

Información del estudiante			
Matricula	1018	FechaNacimiento	01/03/2007
Nombre	Alexis	Direccion	Calle 96 Col. Anzures, C.P. 78810, Puebla, Pue.
ApellidoPaterno	González	Telefono	2222318829
ApellidoMaterno	Campos	Nivel Socioeconomico	Bajo
CURP	GOAA920610TMSLN06	FechaIngreso	15/01/2013
Tipo	Menor de edad	FechaSalida	18/08/2013
Sexo	M	Activo	0
		GradoEscolar	Preparatoria

Expediente Médico del Estudiante	
TipoSangre	A+
ServicioMedico	Seguro Gastos Médicos
NoPoliza	254789

Figura 16. Formulario para la captura, consulta y actualización de los datos de los estudiantes
Elaboración propia.

Implementación del tablero en Power BI

Para la implementación del tablero en Power BI se generaron las dos tablas como extensión al modelo relacional con los datos libres descargados de INEGI, como se muestra en la Figura 17:

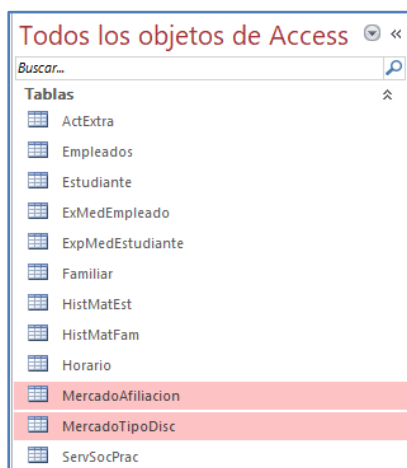


Figura 17. Tablas adicionales sobre mercado potencial como extensión al modelo relacional
Elaboración propia.

Posteriormente, se realizó la importación del modelo relacional completo de Microsoft Access a Microsoft Power BI para la generación del tablero, mostrado en las Figuras 18 – 21, tomando como base a los bosquejos de la fase anterior. El tablero interactivo se encuentra disponible en la siguiente liga: <http://bit.ly/2Nv5sKd>



Índice

Página 2: Indicadores principales de alumnos

Página 3: Indicadores principales de empleados

Página 4: Indicadores principales del mercado potencial en los estados de Puebla, Tlaxcala y Veracruz

IECEDEVI
Instituto Educativo para personas con Ceguera y Debilidad Visual. Investigación y docencia en educación especial A.C.

Este tablero contiene una página principal y tres secciones adicionales con visualizaciones. Abajo se proporciona una breve guía de usuario y a la derecha el índice con vínculo a las páginas de contenido.

Instrucciones:
Dé click en el título del apartado sobre el tema que necesite consultar dentro de las opciones listadas a la derecha. El menú de navegación aparecerá en la parte inferior de la página cuando esté en las secciones de contenido. Puede seleccionar diferentes filtros para visualizar información específica. Para desactivar los filtros, vuelva a dar click sobre el mismo lugar.

Figura 18. Página principal del tablero en Power BI
Fuente: Elaboración propia.

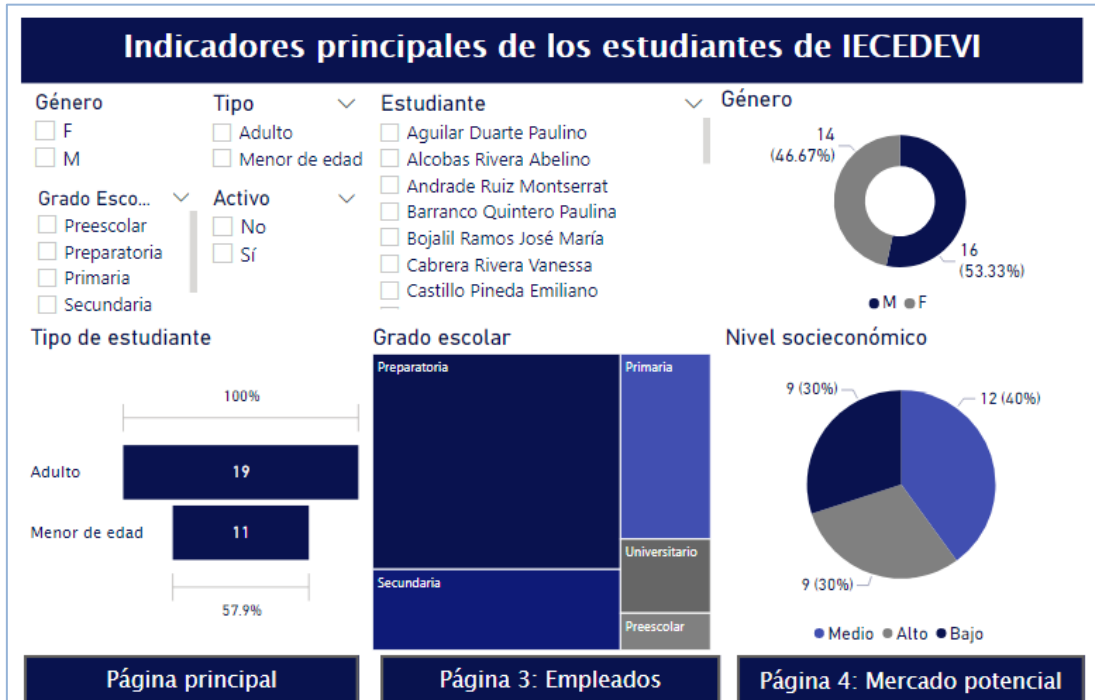


Figura 19. Segunda página: indicadores principales de los estudiantes de IECEDevi en Power BI Fuente: Elaboración propia.

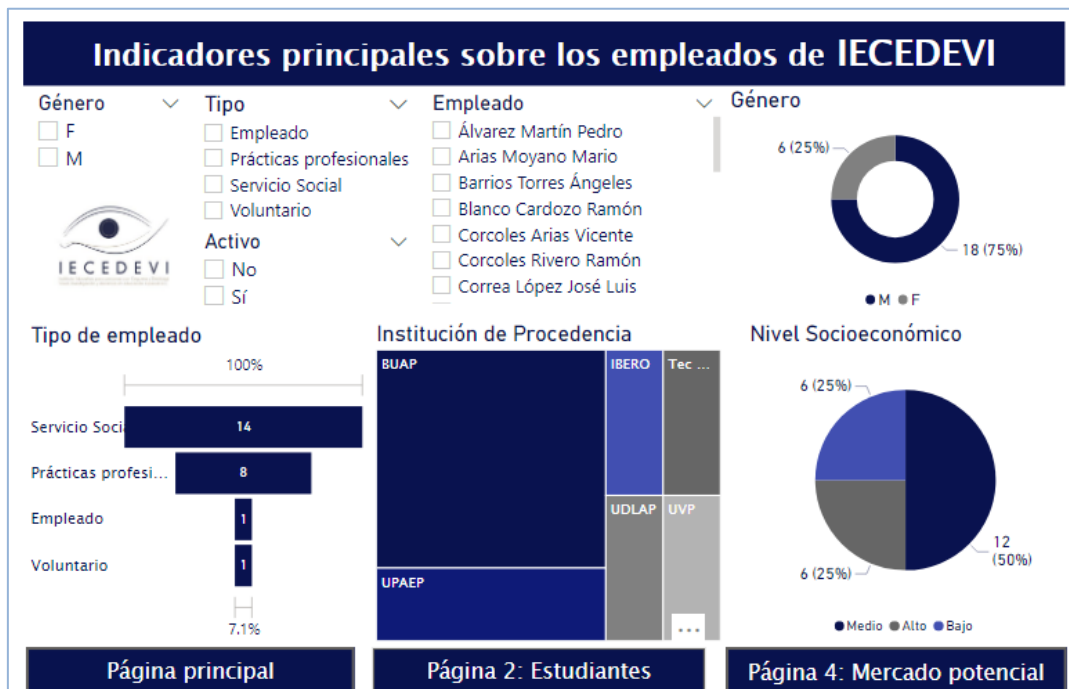


Figura 20. Tercera página: indicadores principales de empleados de IECEDevi en Power BI Fuente: Elaboración propia.

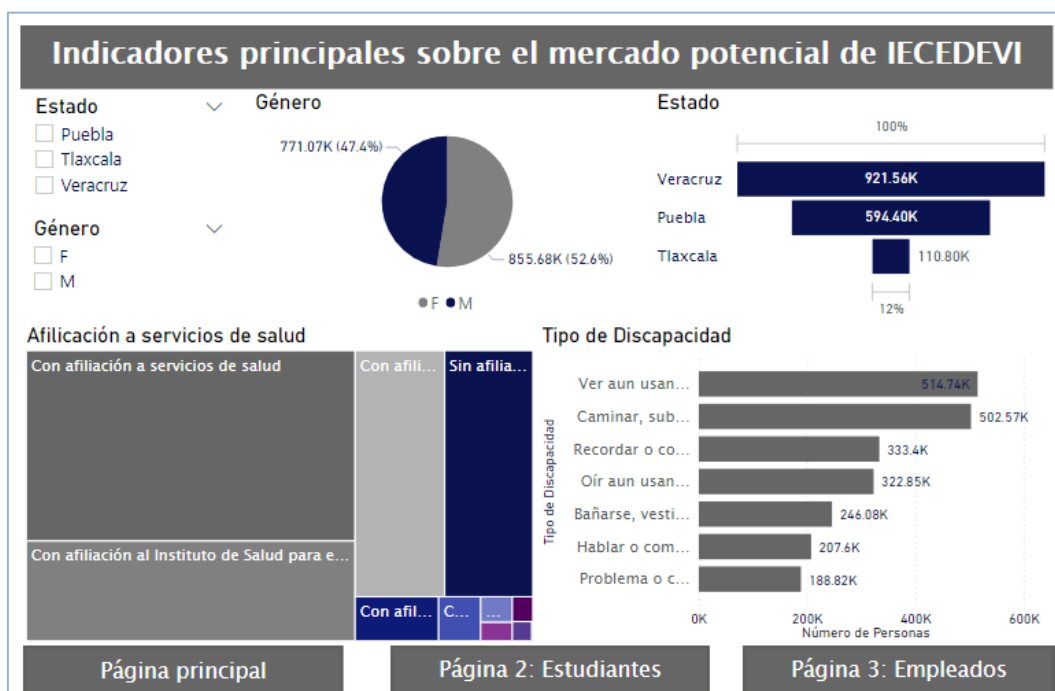


Figura 21. Cuarta página: indicadores principales del mercado potencial en Power BI
Fuente: Elaboración propia con información del censo de INEGI (2020).

3.2.4 Fase de resultados

Pruebas de usabilidad

Las pruebas de usabilidad serán realizadas por el usuario mediante un cuestionario en Google Forms para evaluar el diseño, facilidad de uso, utilidad, etc. del sistema transaccional en Microsoft Access y el tablero en Power BI. Debido a la contingencia sanitaria causada por el COVID-19, el Instituto no ha reanudado operaciones desde marzo de 2020 y hasta el momento (noviembre 2021) debido a la dependencia con el tacto e interacciones personales en la enseñanza de las materias con mayor importancia en el Instituto: Braille y uso del bastón. Tampoco se cuenta con la fuerza laboral basada en estudiantes realizando servicio social y prácticas profesionales debido a la suspensión de actividades presenciales por parte de las instituciones educativas (preparatorias y universidades). Por lo tanto, las pruebas de usabilidad se realizarán con una muestra del perfil de usuario común del sistema transaccional y tablero: desde estudiantes, fuerza laboral principal de IECEDEVI, hasta personal con carreras administrativas o posgrados, como el personal directivo del Instituto, quienes harían uso principal y constante de ambas herramientas.

El cuestionario para las pruebas de usabilidad cuenta con tres secciones: la primera para recabar datos del perfil de usuario (género, edad, nivel de estudios y puesto); la segunda para consultar sobre la usabilidad del sistema transaccional y la tercera para el tablero. Dentro de la sección dos se despliegan preguntas sobre la utilidad, estructura y navegación de la información presentada, mientras que en la sección tres se pregunta sobre el diseño. Adicionalmente, en el caso del tablero se pide al usuario que conteste un apartado adicional sobre los gráficos y visualizaciones presentadas. En cada pregunta (a excepción de la sección sobre perfil de usuario) se proporcionan las opciones de responder con “Nada satisfecho”, “Poco satisfecho”, “Indeciso”, “Satisfecho” o “Muy satisfecho”. La Figura 22 muestra el formato del cuestionario en Google Forms para las pruebas de usabilidad, el cual se enviará junto con los archivos del sistema transaccional en Microsoft Access y tablero en Power BI:

U UPAEP

Cuestionario de facilidad de uso

Usabilidad del sistema transaccional en Microsoft Access

Por favor responda en una escala de "Nada satisfecho" a "Muy satisfecho" cada una de las cinco preguntas que se muestran a continuación.

Utilidad, estructura y navegación de la información

	Nada satisfecho	Poco satisfecho	Indeciso	Satisfecho	Muy satisfecho
A primera vista es comprensible lo que significan los datos que se presentan.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

La información

Figura 22. Cuestionario en Google Forms para las pruebas de usabilidad
Elaboración propia, disponible en la siguiente liga:
https://docs.google.com/forms/d/e/1FAIpQLSfeGpAeX-18iZhmvxHyJQ_d5ziAikf1MBZufBXG5ML6PyunKw/viewform?usp=sf_link

La Tabla 1 muestra las preguntas realizadas para llevar a cabo las pruebas de usabilidad, adicional a la retroalimentación que podrán proporcionar los usuarios en campos libres de comentarios en el mismo cuestionario:

Tema	Pregunta
Perfil de usuario (únicamente al inicio del cuestionario)	Género (masculino o femenino)
	Edad
	Nivel de estudios (básico, medio superior, superior o posgrado)
	Puesto o cargo que desempeña
Utilidad, estructura y navegación de la información (aplicable al sistema transaccional y tablero)	A primera vista es comprensible lo que significan los datos que se presentan.
	La información más relevante está disponible instantáneamente tan pronto accede al sistema o tablero
	Los datos se presentan en un formato simple
	La información presentada es clara
	Es fácil encontrar la información que necesita
	La navegación entre las páginas es simple y visible
Diseño (aplicable al sistema transaccional y tablero)	El tipo de fuente y su tamaño es consistente en todo el tablero
	El diseño en general es consistente en todas las páginas
	Los colores y todas sus páginas cumplen con sus expectativas
	Existe una correcta combinación de colores y se evitan los fondos complicados
	No existen errores tipográficos u ortográficos
Gráficos y visualizaciones (aplicable únicamente al tablero)	Los gráficos son concretos y familiares
	El tablero tiene una secuencia lógica y natural, así como todas sus páginas
	Las visualizaciones tienen el tamaño adecuado en función de la información que se presenta en cada una
	Los datos presentados en cada gráfico son legibles

Tabla 1. Preguntas en el cuestionario de Google Formas para las pruebas de usabilidad
Fuente: Elaboración propia.

Capítulo IV: Análisis y Discusión

4.1 Propuestas estratégicas

4.1.1 Implementación de un sistema transaccional en Microsoft Access como herramienta de trabajo para satisfacer las necesidades de gestión académica de IECEDEVI

La implementación y uso diario del sistema transaccional en IECEDEVI resuelve las problemáticas actuales de gestión de información académica en el Instituto. Con el desarrollo del modelo de datos en Microsoft Access fue posible centralizar la información, contar con mayor facilidad para la captura y consulta de información, así como la motivación del Instituto para comenzar a digitalizar registros históricos anteriormente almacenados en papel. Adicionalmente, los formularios en Microsoft Access permiten la estandarización de la información con el uso de campos específicos con opciones limitadas, evitando errores tipográficos u ortográficos, especialmente en atributos binarios, como *tipo de estudiante* y *sexo*. También, los campos calculados internamente, como el indicador *activo* para estudiantes y empleados, garantizan la confiabilidad de la información y mejoran la experiencia del usuario al no tener que actualizar el valor del atributo. Por defecto, cuando no existe fecha de salida para algún estudiante o empleado, el indicador *activo* indica 1; una vez que se ingresa la fecha de salida, el campo se actualiza a 0 automáticamente en el formulario y en la tabla de origen del dato. Adicionalmente, para evitar errores tipográficos o de actualización, el campo *activo* se encuentra bloqueado para el usuario. La Figura 23 muestra el ejemplo de la lista de opciones para los campos *tipo de estudiante* y *sexo*, y el campo *activo* bloqueado para el usuario (sombreado en otro color), visibles en la parte inferior:

Información del estudiante

Matricula	1018	Fecha de Nacimiento	01/03/2007
Nombre	Alexis	Dirección	Calle 96 Col. Anzures, C.P. 78810, Puebla, Pue.
Apellido Paterno	González	Teléfono	2222318829
Apellido Materno	Campos	Nivel Socioeconómico	Bajo
CURP	GOAA920610TMSLN06	Fecha de Ingreso	15/01/2013
Tipo	Menor de edad	Fecha de Salida	18/08/2013
Sexo	M	Activo	0
	M	Grado Escolar	Preparatoria
	F		

IECEDEVI
Instituto Educativo para personas con Ceguera y Déficit Visual. Investigación y docencia en educación especial A.C.

Figura 23. Formulario para captura de información estandarizada
Elaboración propia.

De forma similar, en la Figura 24 en la esquina superior derecha se observa la estandarización para la captura de fechas.

Información del estudiante

Matricula		Fecha de Nacimiento	
Nombre		Dirección	
Apellido Paterno		Teléfono	
Apellido Materno		Nivel Socioeconómico	
CURP		Fecha de Ingreso	
Tipo		Fecha de Salida	
Sexo		Activo	
		Grado Escolar	

Expediente Médico del Estudiante

Calendar: septiembre 2021
do. lu. ma. mi. ju. vi. sa.
29 30 31 1 2 3 4
5 6 7 8 9 10 11
12 13 14 15 16 17 18
19 20 21 22 23 24 25
26 27 28 29 30 1 2
3 4 5 6 7 8 9
Hoy

IECED
Instituto Educativo para personas con Ceguera y Déficit Visual. Investigación y docencia en educación especial A.C.

Figura 24. Formulario para captura de información estandarizada en atributos con fechas
Elaboración propia.

Adicionalmente, el sistema transaccional en Microsoft Access permite presentar formularios de captura de entidades independientes pero relacionadas, como lo muestra la Figura 25 con campos para la captura del familiar del estudiante, después de haber registrado la información del alumno. La disponibilidad de un único formulario facilita la captura del

expediente completo de los estudiantes al momento de su admisión, ya que contiene los campos para ingresar información personal del estudiante y expediente médico, así como los datos del familiar que lo acompañará.

The screenshot shows a web application window titled 'Estudiante'. It contains three main sections for data entry:

- Información del estudiante:** This section includes fields for Matricula (1018), FechaNacimiento (01/03/2007), Nombre (Alexis), Direccion (Calle 96 Col. Anzures, C.P. 78810, Puebla, Pue.), ApellidoPaterno (González), Telefono (2222318829), ApellidoMaterno (Campos), Nivel Socioeconomico (Bajo), CURP (GOAA920610TMSLN06), FechaIngreso (15/01/2013), Tipo (Menor de edad), FechaSalida (18/08/2013), Sexo (M), and GradoEscolar (Preparatoria).
- Expediente Médico del Estudiante:** This section includes fields for TipoSangre (A+), ServicioMedico (Seguro Gastos Médicos), NoPoliza (254789), NombreContactoEmerg (Amira Campos Chávez), TelefonoContactoEmerg (2221549893), Alergias (Ninguno), Diagnostico (Ceguera total), and TipoDiscapacidad (Congénita).
- Datos del Familiar:** This section includes fields for CURP_F (MARIOMEZTMZL060), Nombre_F (María), ApellidoPaterno_F (Gómez), ApellidoMaterno_F (Hernández), Sexo_F (F), RFC_F (MARIOMEZTM3), EscolaridadMax (Primaria), Parentesco (Madre), and Observaciones (Asiste constantemente).

At the bottom of each section, there is a pagination control showing 'Registro: 1 de 1' and a search button labeled 'Sin filtro' and 'Buscar'.

Figura 25. Formulario único para captura del expediente completo de estudiantes
Elaboración propia.

De forma similar, un único formulario permite ingresar los datos personales del empleado junto con el expediente médico, como se muestra en la Figura 26:

Empleados			
Nombre	Pedro	FechaNacim	19/04/1994
ApellidoPate	Álvarez	Direccion	Calle 11 col. Forjadores
ApellidoMate	Martin	Telefono	2221858087
CURP	ALMP920720ELLTMD03	CorreoElect	pedro.álvarez@itesm.mx
RFC	ALMP920720	NivelSocioE	Bajo
Tipo	Prácticas profesionales	FechaIngres	15/05/2018
Sexo	M	FechaSalida	
InstitucionPi	Tec de Monterrey	Activo	1
		Puesto	Profesor
		Salario	

Expediente Médico	
TipoSangre	O+
ServicioMedico	Seguro Escolar

Figura 26. Formulario único para captura del expediente completo de empleados
Elaboración propia.

Los formularios de captura se construyen para preservar la integridad referencial de los datos. Por ejemplo, en el formulario para la captura del desempeño académico del estudiante, el cuadro combinado de *Matrícula* contiene únicamente los números registrados en la tabla *Estudiante*, evitando que se ingrese un identificador que no esté relacionado a ningún estudiante. Adicionalmente, se requiere el campo *CURP del profesor*, correspondiente a la llave foránea de la tabla a la que hace referencia el formulario (*HistMatEst*) y llave principal de la tabla *Empleados*, como se observa en la Figura 27:

Matricula	1044	Nivel Alcanzado	Medio
Materia	Inglés	Areas a Trabajar	Pronunciación
Ciclo Escolar	2013-2014	Observaciones	
Período	Otoño	Area Materia	
Nivel	Adultos	CURP Profesor	CRAR921019CJTFNSFC07

ALMP920720ELLTMD03
 COLJ661114AGJEOCNT05
 CORR811120PLFMCSSK12
 GIRA800822PLFMCSSK9
 MIMJ670429SLPRRBNT07
 MOBM700210PLFMCSSK11
 TEFC701220MFTLLSNC08

Figura 27. Formulario para captura del historial de materias del estudiante
Elaboración propia.

Una vez más para garantizar la integridad referencial de los datos, en el campo *CURP del profesor* se estableció una consulta para que en el cuadro combinado únicamente despliegue el CURP de empleados activos especificados como *Profesor* en la tabla *Empleados*, como se observa en la Figura 28:

Hoja de propiedades
Tipo de selección: Cuadro combinado

Cuadro_combinado64

Formato	Datos	Eventos	Otras	Todas
Origen del control	CURP_Profesor			
Origen de la fila	SELECT [Empleados].[CURP] FROM Empleados WHERE [PUESTO]="Profesor" and [Activo] = 1 ORDER BY [CURP];			
Tipo de origen de la fila	Tabla/Consulta			

Figura 28. Consulta para garantizar la integridad referencial en el campo CURP del profesor
Elaboración propia.

Similarmente, para la captura del historial de materias cursadas por el familiar, una consulta garantiza que únicamente se puedan elegir los CURP provenientes de la tabla *Familiares*, y que para la captura del responsable de alguna actividad extracurricular del Instituto se tomen las opciones disponibles de la tabla de *Empleados*.

Adicional a la facilidad de captura de información, protección a la integridad referencial y calidad de los datos con el uso de cuadros combinados, los formularios permiten la rápida consulta del expediente y datos de estudiantes o empleados específicos. Como se ejemplifica en la Figura 29, el usuario puede ingresar el nombre o apellido de un estudiante específico en el recuadro de filtro disponible en la parte inferior del formulario para encontrar el registro y detalles del alumno:

The screenshot shows a web application window titled 'Estudiante' with a sub-header 'Información del estudiante'. The form contains the following fields:

Matrícula	1021	Teléfono	2223318543
Nombre	Juan	Dirección	Calle 29 Col. Anzures, C.P. 78810, San Andrés Cholula, Pue.
Apellido Paterno	Martínez	Nivel Socioeconómico	Alto
Apellido Materno	Álvarez	Fecha de Ingreso	19/06/2013
CURP	MAAJ03825AGSNJL25	Fecha de Salida	08/04/2014
Tipo	Menor de edad	Activo	0
Sexo	M	Grado Escolar	Universitario
Fecha de Nacimiento	25/08/2003		

Below the form is a section titled 'Expediente Médico del Estudiante'. At the bottom, a search filter is visible with the text 'Sin filtro' and 'Mart', which is highlighted with a red dashed box. The status bar at the bottom left shows 'Registro: 14 de 30'.

Figura 29. Búsqueda rápida en formularios
Elaboración propia.

La implementación del modelo de datos en Microsoft Access como sistema transaccional permite que la información del Instituto se encuentre organizada de acuerdo al sistema de educación especial de IECEDevi, asegurando que se registre y almacene la información necesaria para la operación diaria. También, la similitud del sistema manejador de bases de datos con Microsoft Excel, utilizado actualmente en el Instituto, permiten que la herramienta sea aprendida y adoptada con mayor facilidad. El alto nivel de visibilidad proporcionado por el modelo de datos en el sistema transaccional posibilita que la información pueda ser utilizada para el análisis y visualización de datos y propicia el desarrollo de herramientas adicionales útiles para el proceso de toma de decisiones, como el tablero en Power BI.

4.1.2 Desarrollo de un tablero en Power BI como herramienta para monitoreo de métricas, desempeño del Instituto y visibilidad del mercado potencial

Por medio del diseño de un tablero en Power BI con información interna y del mercado potencial de IECEDEVI se solucionan los problemas de falta de visibilidad de información sobre el número y distribución de alumnos en el Instituto, desconocimiento del desempeño de métricas internas a lo largo del tiempo, así como como datos puntuales sobre posibles estudiantes en el Estado de Puebla y entidades cercanas. Los resultados estadísticos de las métricas internas de IECEDEVI, presentados en esta sección y observados en las páginas 2 y 3 del tablero, fueron obtenidos con los datos simulados utilizados para el desarrollo del proyecto. Una vez que el Instituto capture la información histórica y reanude operaciones, suspendidas debido a la contingencia sanitaria por Covid-19, se podrán ingresar los datos reales en el modelo relacional y actualizar los gráficos del tablero. Las variables seleccionadas para las visualizaciones del tablero tienen una lista limitada de posibles valores, como género, nivel socioeconómico, tipo de estudiante o empleado, etc., para garantizar la claridad de los datos y comprensión de la información a primera vista. Se evitaron variables con campos libres del sistema transaccional que pudieran representar mayor dificultad para categorizar.

La primera página del tablero permite al usuario familiarizarse con la herramienta para poder navegar fácilmente entre las páginas del reporte por medio de los botones disponibles, conocer el contenido de cada sección, así como la posibilidad de filtrar el reporte de acuerdo a las necesidades del usuario, brindando una experiencia de usuario intuitiva para la consulta de información sobre estudiantes, empleados o mercado potencial de IECEDEVI. La Figura 30 muestra la página principal con los botones de navegación del lado derecho (1), el resumen de la información contenida en el tablero en el centro (2), así como una breve guía de usuario sobre cómo utilizar la herramienta (3):

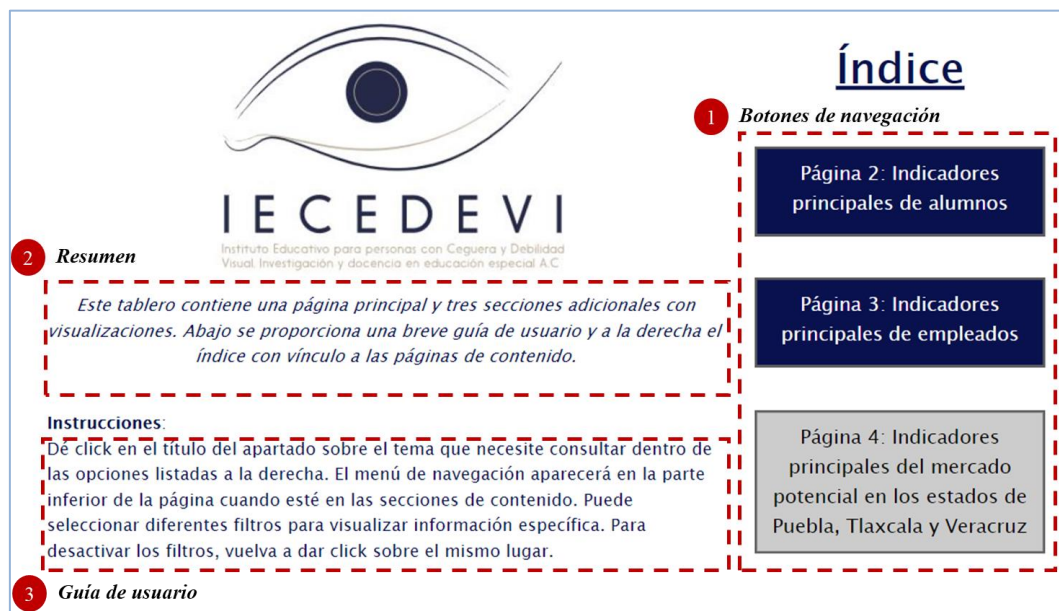


Figura 30. Página principal del tablero en Power BI
Elaboración propia.

La segunda página del tablero contiene estadísticas internas sobre la distribución de estudiantes en el Instituto. Los filtros en la sección superior izquierda de la página permiten segmentar la información por género, grado escolar, tipo de estudiante (adulto o menor de edad) y si es un estudiante activo o no. Adicionalmente, el usuario puede seleccionar un alumno en específico para conocer de forma inmediata el perfil demográfico del estudiante. Al hacer uso de los filtros, el usuario puede verificar estadísticas sobre rubros específicos de interés, como ejemplifica la Figura 31 al seleccionar en los filtros únicamente a estudiantes activos:

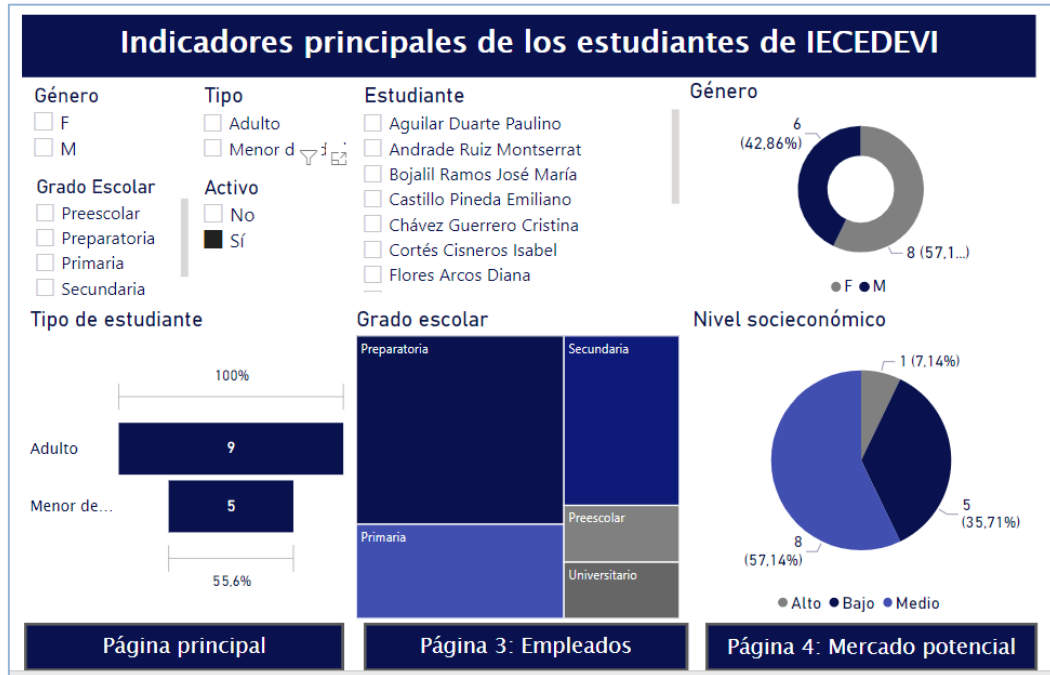


Figura 31. Segunda página del tablero en Power BI con estadísticas de estudiantes de IECEDEVI
Elaboración propia.

Solamente con una selección, el usuario puede identificar que el Instituto cuenta actualmente con nueve estudiantes adultos y cinco menores de edad, que seis del total son de género masculino y ocho de femenino y que la mayoría de los estudiantes son de grado escolar de Preparatoria y de nivel socioeconómico medio.

De forma similar, en la página 3 del tablero se observan las estadísticas de los empleados. Alternativamente al caso anterior, si se aplica el filtro para visualizar estadísticas sobre empleados no activos, los gráficos se actualizan para mostrar estadísticas de empleados que laboraron anteriormente en el Instituto, como muestra la Figura 32:

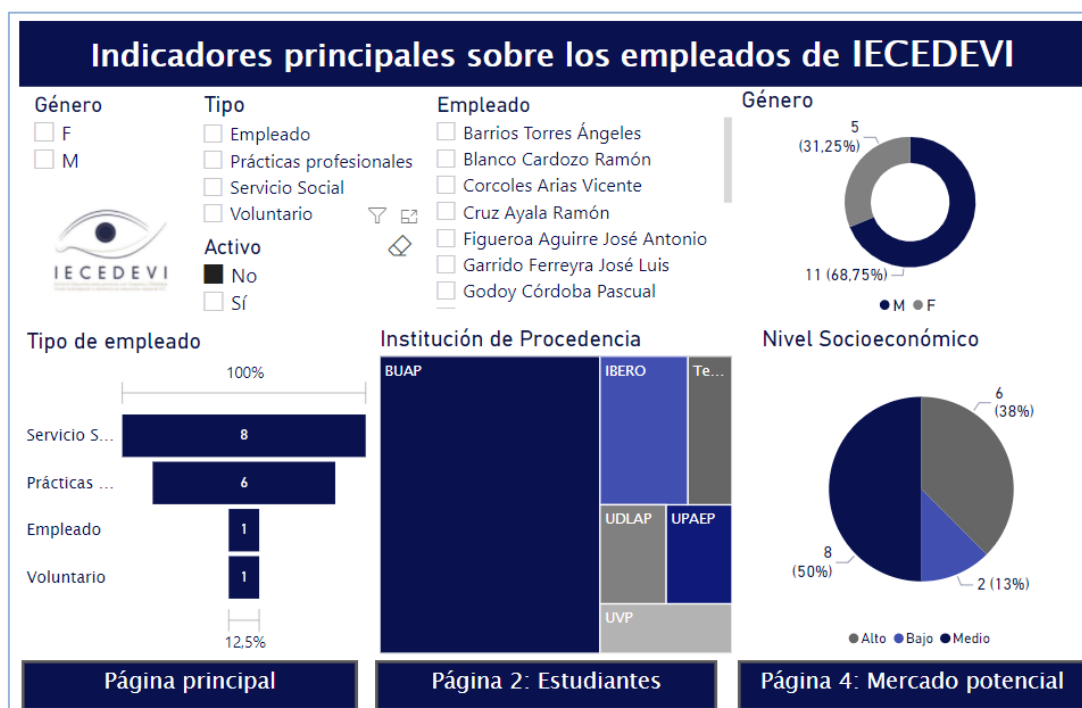


Figura 32. Tercera página del tablero en Power BI con estadísticas de empleados de IECEDEVI
 Elaboración propia.

Al activar el filtro para consultar las estadísticas de los empleados no activos, el Instituto puede identificar que históricamente más de la mitad de los colaboradores han sido del género masculino, ha habido únicamente un voluntario, y en su mayoría los empleados son estudiantes realizando servicio social o prácticas profesionales provenientes de BUAP y de nivel socioeconómico medio. En contraste, al seleccionar únicamente los empleados activos se puede realizar un análisis comparativo de las características de los empleados anteriores y actuales, brindando soporte en la toma de decisiones para campañas de atracción de talento equitativo en género, voluntarios, instituciones educativas, etc.

La cuarta página del tablero ofrece estadísticas del mercado potencial del Instituto en los estados de Puebla, Tlaxcala y Veracruz, donde se puede filtrar información por estado y género, así como conocer la distribución de personas por tipo de discapacidad y afiliación a servicios de salud. La Figura 33 muestra las estadísticas del estado de Puebla al seleccionar en el filtro a dicha entidad. Los gráficos dinámicos con datos de INEGI (2020) reflejan que actualmente hay casi 600 mil personas con discapacidad, de las cuales el 52.67% son de género femenino. La

mayoría tiene discapacidad al caminar, subir o bajar, seguido de no poder ver, aun usando lentes, y se encuentran afiliadas a servicios de salud o al Instituto de Salud para el Bienestar.

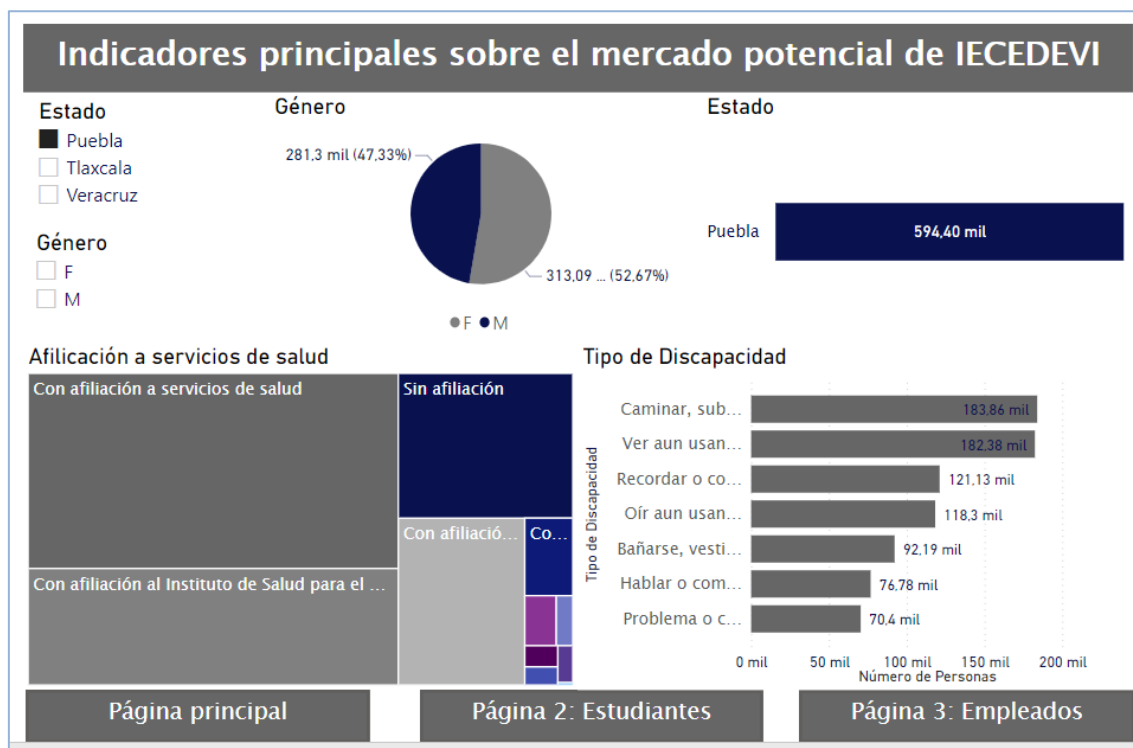


Figura 33. Cuarta página del tablero en Power BI con estadísticas de personas con discapacidad en los estados de Puebla, Tlaxcala y Veracruz
 Elaboración propia con datos de INEGI (2020).

Las Figuras 31 – 33 muestran la versatilidad de las visualizaciones dinámicas en Power BI, las cuales permiten conocer estadísticas internas del Instituto en las páginas dos y tres, e información del mercado potencial en la página cuatro. Por medio de los filtros, el usuario puede consultar estadísticas de empleados o estudiantes actuales o no activos para tener visibilidad en los datos históricos acumulativos de IECEDevi. También, al seleccionar el nombre de un estudiante o empleado específico, se puede conocer la información básica del mismo, para optimizar la búsqueda, la lista de nombres se encuentra ordenada alfabéticamente por apellido paterno, como muestra la Figura 34:



Figura 34. Segunda página del tablero en Power BI filtrada por un estudiante de IECEDevi
Elaboración propia.

Al seleccionar un estudiante en la página dos, se conoce automáticamente que el estudiante Santiago Muñoz Maldonado es menor de edad, que se encuentra estudiando la primaria, que está activo en el Instituto y su nivel socioeconómico es medio. De forma análoga, al filtrar por algún empleado individual en la tercera página se puede conocer con un *click* el tipo de empleado, de dónde proviene y el nivel socioeconómico. Adicionalmente, si el usuario desea conocer estadísticas específicas a una de las variables en alguna visualización, puede seleccionar algún valor dentro de los gráficos. Por ejemplo, la Figura 35 muestra la selección de la institución de procedencia UPAEP, donde se visualiza que hay cuatro estudiantes, de los cuales tres son de género masculino, dos son de servicio social, uno de prácticas profesionales y otro es voluntario.

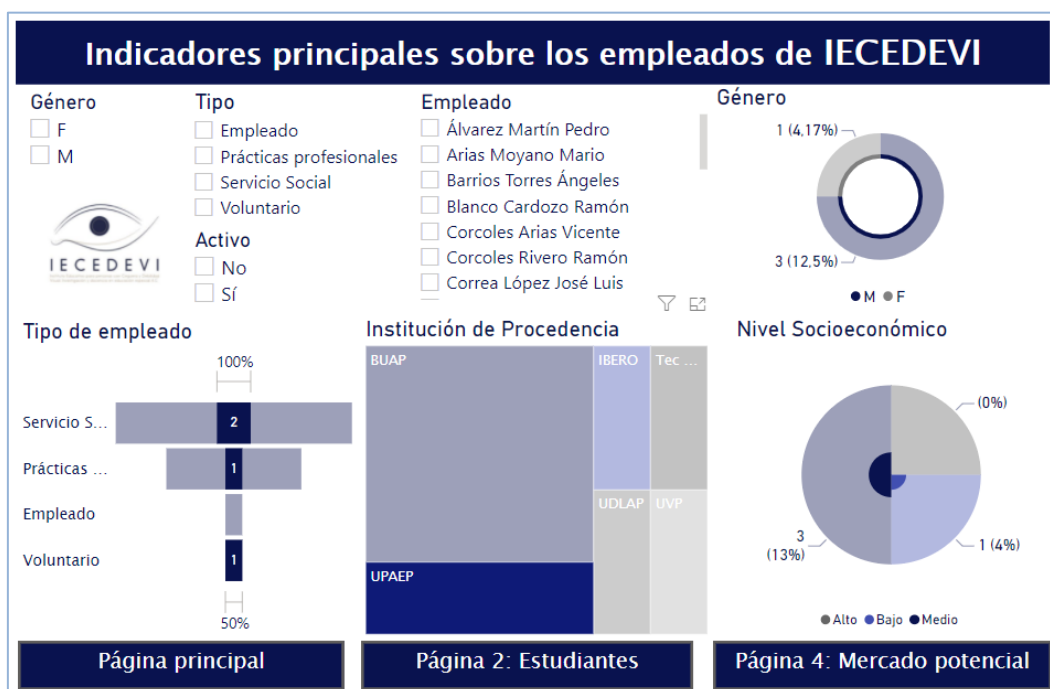


Figura 35. Tercera página del tablero en Power BI filtrada por institución de procedencia UPAEP
Elaboración propia.

El tablero ofrece versatilidad en la información que proporciona dependiendo de las necesidades del usuario. Como muestran las figuras y ejemplos de esta sección, la herramienta permite consultar información general o específica, histórica o actual sobre datos internos de IECEDevi almacenados en el sistema transaccional explorado en la sección anterior. El tablero también permite conocer datos estadísticos del mercado potencial. En conjunto, las páginas de contenido del tablero con métricas internas y externas permiten utilizarlo como herramienta de visualización como soporte en la toma de decisiones, y también como medio sencillo de consulta sobre algún estudiante o empleado en particular.

4.2 Resultados de las pruebas de usabilidad

Las pruebas de usabilidad se realizaron por medio de análisis cualitativo a corto alcance por las características propias del estudio, enfocadas a un ejemplo pequeño de usuarios finales del sistema con seis personas de edades desde los 26 hasta los 52 años, con formaciones y ocupaciones distintas, entre los cuales se encuentran estudiantes, docentes y personal

administrativo de empresas. La diversidad de la muestra de usuarios utilizada presenta un escenario real y posible para la situación de IECEDevi en la gestión académica del Instituto, generalmente llevada a cabo por el personal directivo que cuenta con carreras universitarias, voluntarios de gran variedad de perfiles o estudiantes de servicio social o prácticas como una de las primeras experiencias profesionales. Por otro lado, dado que usualmente sólo se encargan de la gestión académica una o dos personas, las pruebas de usuario representan tres veces la cantidad de usuarios del sistema transaccional y tablero.

4.2.1 Sistema transaccional en Microsoft Access

El sistema transaccional fue explicado a los usuarios por medio de un video tutorial para ejemplificar las tareas principales que tendrían como personal administrativo en IECEDevi, simulando la capacitación del primer día como personal administrativo en el Instituto. Después de haber visto el video, se pidió a los usuarios responder el formulario en Google Forms presentado en la sección 3.2.4 para evaluar la usabilidad del sistema transaccional. Dentro de los resultados más relevantes sobre la utilidad, estructura y navegación del sistema transaccional, se encontró que el 83% de los usuarios están muy satisfechos con que la información más relevante está disponible al acceder al sistema. Las categorías sobre la claridad de la información y si es comprensible el significado de los datos fueron evaluadas como “Satisfecho” o “Muy Satisfecho” por todos los usuarios. En la pregunta sobre la simplicidad en la presentación de los datos, un usuario contestó “Indeciso”, y en el criterio de facilidad y visibilidad de navegación entre las páginas una persona seleccionó “Poco Satisfecho”, mientras que el resto seleccionó “Satisfecho” o “Muy Satisfecho”.

Dentro de la categoría de diseño, todos los usuarios coincidieron en la ausencia de errores tipográficos u ortográficos. Una vez más, todas las respuestas fueron “Satisfecho” o “Muy Satisfecho” en la consistencia del diseño, tipo y tamaño de fuente en el sistema. En cuanto a los colores utilizados en el sistema, hubo un usuario que seleccionó “Indeciso” sobre las expectativas de la herramienta bajo este rubro. En el campo libre de comentarios sobre el sistema transaccional, la mayoría de los usuarios indicaron que fue fácil comprender el funcionamiento y estructura del sistema, e incluso un usuario sugirió utilizarlo para otros campos.

4.2.2 Tablero en Power BI

De forma similar al sistema transaccional, se pidió a los usuarios que respondieran la segunda sección del formulario en Google Forms basados en su experiencia al navegar y utilizar el tablero en Power BI. En el rubro de utilidad, estructura y navegación de la información, el 83% expresaron estar “Muy Satisfechos” con poder comprender los datos a primera vista y que la información más relevante está disponible al abrir el tablero. Todos los usuarios expresaron estar “Satisfechos” o “Muy Satisfechos” en cuanto a la navegación, simplicidad y claridad de los datos, y facilidad para encontrar la información. Sin embargo, 33% de los usuarios expresaron que cuando creen que han cometido un error no es fácilmente reversible. En cuanto al diseño del tablero, los usuarios seleccionaron “Satisfecho” o “Muy Satisfecho” en el diseño consistente en las páginas, carencia de errores ortográficos o tipográficos, combinación de colores y evitar fondos complicados. Sin embargo, un usuario estuvo “Indeciso” en la consistencia del tipo y tamaño de fuente a lo largo del tablero y si los colores cumplían sus expectativas.

En la sección con preguntas sobre los gráficos y visualizaciones, todos los usuarios se mostraron satisfechos o muy satisfechos con el tablero, a excepción con de un usuario indeciso sobre la secuencia lógica y natural, el tamaño y la legibilidad de los datos presentados, como se observa en la Figura 36:

Gráficos y visualizaciones

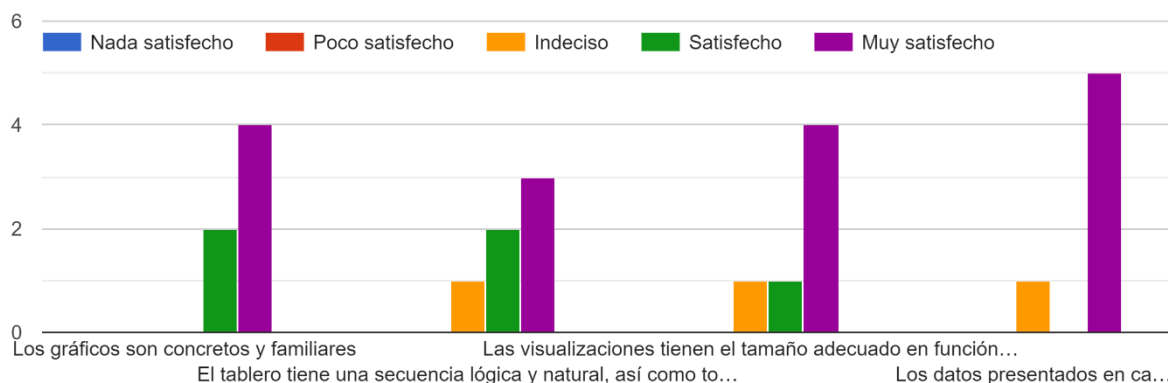



Figura 36. Resultados sobre las pruebas de usabilidad respecto a los gráficos y visualizaciones.
Elaboración propia

En la sección de comentarios libres sobre el tablero, dos usuarios resaltaron la facilidad y utilidad del tablero, mientras que los otros cuatro proporcionaron observaciones puntuales para la mejora de rubros específicos de diseño. Entre los comentarios recibidos, se sugirió utilizar colores distintos, dado que a un usuario le pareció difícil distinguir entre el azul marino y gris utilizados en las visualizaciones; mejorar la distribución de las gráficas, dejar menos espacios en blanco y asegurar que el texto de las categorías del gráfico sobre afiliación a servicios de salud en la cuarta página del tablero se pudiera leer completo.

4.3 Modificaciones en base a los resultados de las pruebas de usabilidad

A partir de los resultados y observaciones obtenidos en las pruebas de usabilidad se agregó una página de guía de usuario más detallada para mejorar la confianza del usuario al utilizar el tablero, dado que un tercio expresó no saber qué hacer cuando creía haber cometido un error. La información adicional servirá de apoyo a los usuarios para familiarizarse más con la herramienta, y les proporcionará una página de ayuda accesible a partir de cualquier otra sección para aclarar dudas. La Figura 37 muestra la página adicional con una guía de usuario más detallada:


Guía de Usuario




1. Uso de filtros

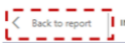
1.1 Dé click sobre la categoría con la que le gustaría filtrar la información

1.2 Si requiere ver más de una categoría a la vez, seleccione a partir de la segunda categoría con CTRL + click.

1.3 Para eliminar las categorías seleccionadas en el filtro, dé click en el borrador 

2. Gráficas y visualizaciones

2.1 Cuando quiera incrementar el tamaño de una gráfica, ponga el cursor sobre la visualización y haga click en el siguiente ícono: 

2.2 Para regresar a la página del reporte, dé click en: 

2.3 Seleccione categorías sobre las gráficas para ver información relacionada en otros gráficos.

2.4 Vuelva a dar click sobre la gráfica cuando ya no necesite ver el detalle de la categoría.

Página principal
Página 2: Estudiantes
Página 3: Empleados
Página 4: Mercado potencial

Figura 37. Página con guía de usuario
Elaboración propia

La guía de usuario es accesible a partir de cualquier página con el mismo botón para proporcionar consistencia en la navegación y soporte al usuario cuando tenga dudas en cualquier sección del tablero. Adicionalmente, se sustituyó la combinación de gris oscuro y azul marino en los gráficos de género y nivel socioeconómico en las páginas 2 y 3 para evitar confusiones y se revisaron el tipo y tamaño de fuente en las visualizaciones del tablero para garantizar la consistencia en todas las páginas. La Figura 38 ejemplifica el botón agregado para navegar a la guía de usuario detallada en la esquina inferior derecha, adicional a los cambios mencionados sobre el formato del tablero:

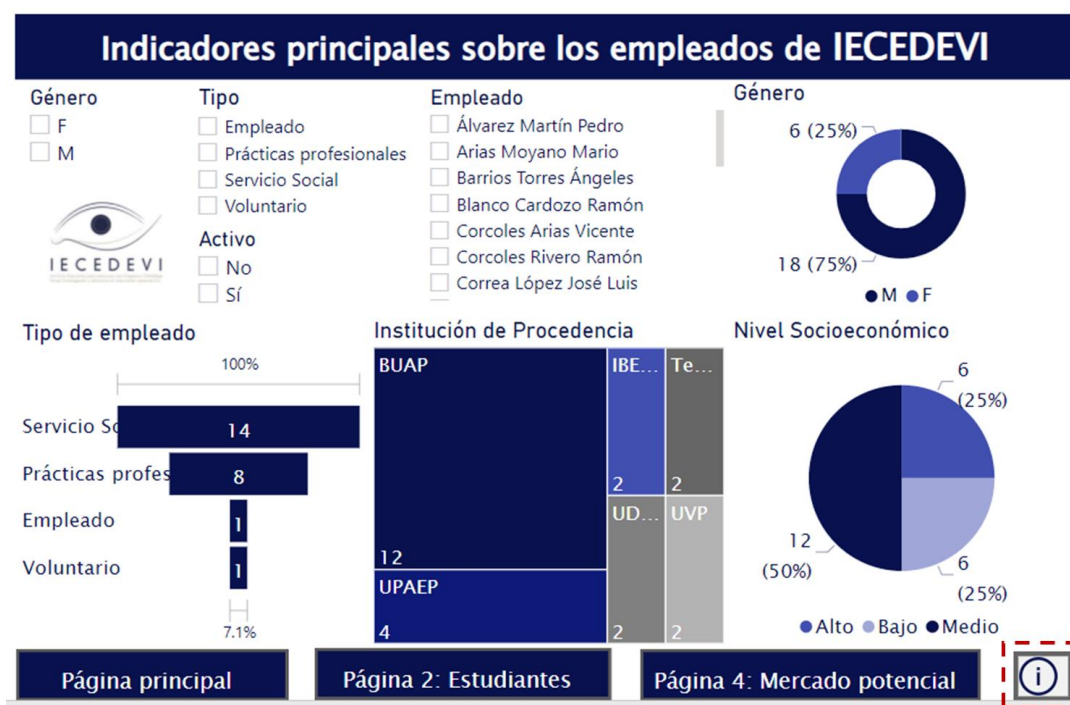


Figura 38. Página modificada a partir de los resultados de las pruebas de usabilidad
 Elaboración propia.

Como última modificación a partir de los resultados de las pruebas de usabilidad, se habilitó el *tooltip* para la visualización sobre afiliación a servicios de salud en la esquina inferior izquierda de la página 4, dado que no es posible resumir las categorías en ese caso particular, pero son las únicas no visibles incluso al visualizar el gráfico en pantalla completa, como se observa en la Figura 39:

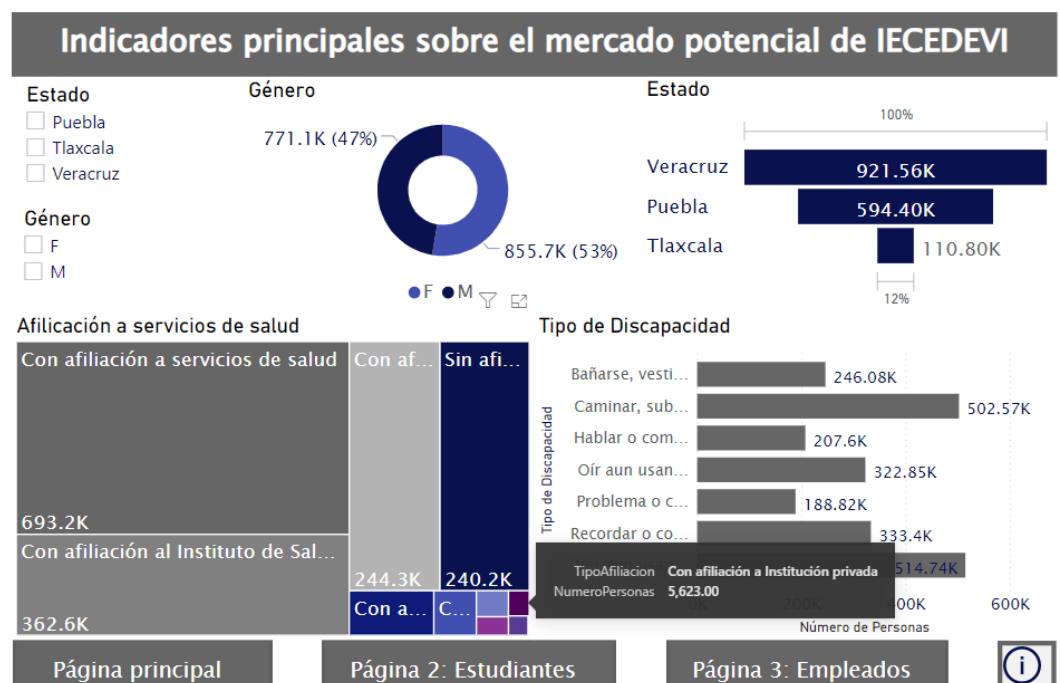


Figura 39. Gráfico sobre afiliación a servicios de salud con *tooltip* habilitado.
Elaboración propia.

4.4 Facilidad en el proceso de toma de decisiones con las herramientas generadas

Las herramientas desarrolladas en este proyecto facilitan el proceso de toma de decisiones en IECEDEVI al concentrar los registros existentes sobre estudiantes y empleados con el sistema transaccional en Microsoft Access y proporcionar visibilidad sobre la situación actual de los estudiantes, empleados y mercado potencial en el tablero. La concentración de la información personal y académica de los estudiantes permite al Instituto proporcionar un seguimiento puntual a cada alumno, ya que los directores pueden consultar fácilmente el desempeño en las distintas materias a lo largo del tiempo, así como los comentarios de sus profesores anteriores. El registro histórico del nivel alcanzado en las asignaturas proporciona a los directivos fundamentos para elegir métodos de enseñanza, orientación y acompañamiento específico a la situación familiar y académica de cada estudiante.

Por otro lado, en el caso de los empleados, el Instituto es capaz de llevar un control exacto sobre las faltas, asistencias, proyectos y entrega de documentación de los estudiantes que realizan servicio social o prácticas profesionales en IECEDEVI, de esa forma tomando medidas

correctivas con incumplimientos o tomando la decisión de fomentar o suspender la participación de estudiantes de instituciones específicas por el tipo de perfil, niveles de cumplimiento y compromiso observado históricamente por estudiantes provenientes de la misma institución educativa.

Adicionalmente, el tablero proporciona estadísticas útiles para la revisión del perfil de estudiantes, empleados y mercado potencial de IECEDevi. Con la visibilidad del volumen de cada perfil de estudiante, el Instituto puede tomar decisiones sobre modificación de publicidad, difusión y tipo de actividades que ofrecen para atraer al grupo de edad, nivel educativo, etc. de alumnos de baja participación en IECEDevi. Similarmente en el caso de los empleados, con las estadísticas disponibles se identifican nichos de oportunidad para atracción de talento. Por ejemplo, en la esquina inferior izquierda de la Figura 40 se identifica que el Instituto sólo ha tenido un voluntario históricamente; esta estadística puede representar un incentivo para que el Instituto revise las campañas actuales de atracción de voluntarios, y realice los cambios que considere pertinentes para propiciar el incremento de este tipo de recursos humanos:

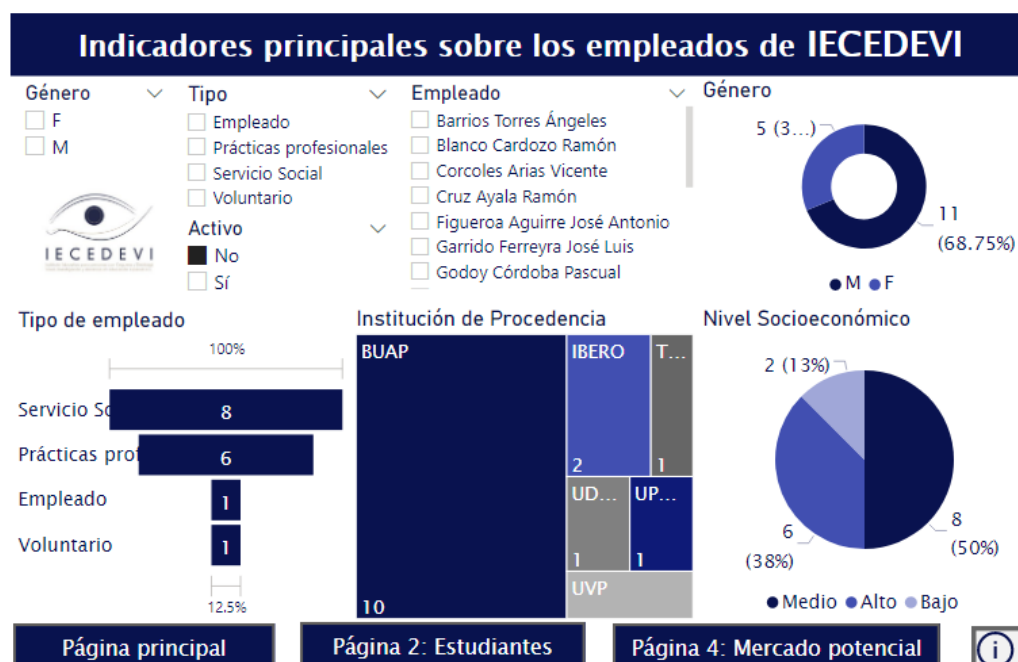


Figura 40. Estadística sobre tipo de empleado para la toma de decisiones.
Elaboración propia

En cuanto a la toma de decisiones a partir de las estadísticas del mercado potencial contenidas en el tablero, el Instituto puede tener visibilidad del volumen de personas con diferentes discapacidades en Puebla, Tlaxcala y Veracruz como primer paso para tomar decisiones de abrir planteles adicionales en alguna de las entidades federativas, dependiendo del volumen y características del mercado potencial en cada estado.

4.5 Aportaciones específicas a la población objetivo del estudio

Este proyecto beneficia a la población objetivo del estudio, es decir, a las personas con discapacidad visual, al proporcionar herramientas útiles para la gestión académica y como soporte en el proceso de decisiones a IEDEDEVI, que forma parte de las Instituciones sin fines de lucro enfocadas a este grupo poblacional. El sistema transaccional y tablero permiten al Instituto brindar una atención más especializada, dar seguimiento puntual a cada caso por la concentración y visibilidad de información interna y del mercado potencial. Aunque las herramientas generadas en el estudio no serán utilizadas directamente por personas con discapacidad visual, les beneficiarán por medio de la atención y servicio especializado proporcionado por el personal directivo, profesores y empleados de IECEDEVI, y facilitado por las herramientas desarrolladas en este proyecto. Adicionalmente, este estudio proporciona la metodología y modelos de datos que pudieran resultar de utilidad para instituciones similares con adecuaciones mínimas, beneficiando a la población objetivo por medio de otras organizaciones que repliquen o reutilicen los métodos y modelos desarrollados.

Capítulo V: Conclusiones, recomendaciones y trabajo futuro

5.1 Conclusiones

A partir de las pruebas de usabilidad respondidas por la muestra de usuarios se concluye que el sistema transaccional cumple con el objetivo de centralizar la información del Instituto y fungir como una herramienta útil para la operación de IECEDEVI. Los usuarios expresaron en su mayoría que el sistema es fácil de comprender y concentra información relevante con tan solo escuchar una breve explicación sobre el funcionamiento del mismo. En cuanto al tablero, a partir de las pruebas se obtuvo que cumple con el objetivo de proporcionar visualizaciones con información importante para el Instituto, dado que los usuarios coinciden que contiene información relevante y comprensible a primera vista.

A partir de la investigación realizada y pruebas de usabilidad se deduce que un sistema transaccional es una herramienta útil para la centralización y visibilidad de la información, así como para la presentación de datos de una forma organizada y clara, el cual facilita la operación diaria y consulta de información. Por otro lado, la teoría revisada sobre el uso de tableros y con la opinión de los usuarios coinciden en la utilidad que tienen para transmitir visualizaciones e indicadores relevantes de una forma sencilla y directa, proporcionando un alto nivel de visibilidad de la situación actual interna y externa como soporte en la toma de decisiones.

5.2 Recomendaciones

Se recomienda que el personal directivo y administrativo ingrese la información histórica del Instituto en el sistema transaccional. Dado que al momento del desarrollo del proyecto el Instituto no contaba con registros digitalizados, pueden utilizar los formularios generados para la captura de la información, o bien, replicar las tablas del modelo relacional en Microsoft Excel para posteriormente importar la información a Microsoft Access. El manejo constante del sistema permitirá mantenerlo actualizado, y por lo tanto que los datos que se consulten en el mismo, y se utilicen posteriormente para el tablero en Power BI, estén apegados a la realidad de IECEDEVI y puedan brindar estadísticas confiables. Es importante realizar un respaldo periódico del sistema transaccional para evitar pérdida de información por cualquier eventualidad. También se recomienda que el Instituto realice campañas para solicitar trabajos de tesis, servicio social o prácticas profesionales de estudiantes de educación superior o

posgrados, particularmente del área de tecnologías de la información, para robustecer o ampliar el modelo de datos generado en este proyecto de acuerdo a las necesidades de IECEDevi.

5.3 Trabajo futuro

Una vez que se ingresen los datos verídicos al sistema transaccional, es importante que se implementen medidas de seguridad para proteger los datos personales de estudiantes y empleados reflejados en el tablero en Power BI, dado que actualmente cualquier persona con la liga puede acceder a las páginas de contenido. Alternativamente, pueden descargar la versión desktop de Power BI en un equipo del Instituto para actualizar el tablero localmente con la información en el sistema transaccional y evitar el uso de ligas para consultar las métricas. Cuando el sistema transaccional se encuentre en los equipos del Instituto, se puede establecer una conexión directa entre el tablero de Power BI y el sistema transaccional en Microsoft Access, con el objetivo de mantener actualizadas las métricas internas con la periodicidad deseada. Adicionalmente, se recomienda calendarizar y automatizar la actualización anual de los gráficos del tablero sobre el mercado potencial, facilitando la carga y transformación de los datos de la página de INEGI al formato y estructura necesaria para las visualizaciones. Por otro lado, el sistema manejador de bases de datos Microsoft Access ofrece más funcionalidades no consideradas en el alcance del proyecto, pero que pueden resultar útiles para el Instituto, como el uso de *queries*, reportes y macros para consultas con atributos específicos o automatización de procesos recurrentes de acuerdo a las necesidades de IECEDevi.

A partir de las pruebas de usabilidad se identificó que se puede mejorar la experiencia del usuario al utilizar el sistema transaccional. En cuanto a la simplicidad y visibilidad de navegación, dos usuarios contestaron estar indecisos o poco satisfechos, por lo que en una segunda iteración de la metodología es posible incorporar botones con macros en el sistema en Microsoft Access para facilitar la navegación entre páginas.

Por otro lado, el desarrollo de modelos de datos adicionales para la gestión contable y administración de biblioteca del Instituto, no considerados en el alcance de este proyecto, incrementaría el alcance tecnológico de IECEDevi, centralizando la información de otros departamentos internos, facilitando la captura y visibilidad de la información como se hizo para la gestión académica. Una vez analizadas las entidades adicionales, se pueden integrar las tablas

requeridas al sistema transaccional existente, así como generar formularios similares a los desarrollados para facilitar la captura y consulta de información de otros departamentos. La integración de la información en el sistema transaccional posibilitará a su vez generar visualizaciones adicionales al agregar otras páginas en el tablero para ofrecer métricas relevantes en las otras áreas de la gestión administrativa del Instituto.

Adicional a la ampliación del sistema transaccional a otros rubros de IECEDevi, automatización de procesos de carga de datos abiertos del mercado potencial y mayor explotación del sistema transaccional Microsoft Access, este proyecto puede ser tomado como referencia para el desarrollo de sistemas transaccionales para la gestión académica en instituciones similares de educación especial. Los modelos entidad-relación y relacional explicados en este proyecto pueden ser adaptados para instituciones con similitudes operativas a las de IECEDevi para propiciar el uso de sistemas transaccionales en escuelas pequeñas y con necesidades administrativas distintas a una institución educativa tradicional.

Referencias

- Ahn, J., Campos, F., Hays, M., & DiGiacomo, D. (2019). Designing in Context: Reaching beyond Usability in Learning Analytics Dashboard Design. *Journal of Learning Analytics*, 6(2), 70–85.
- Arnowitz, J., Arent, M. & Berger, N. (2007). *Effective Prototyping for Software Makers*. Morgan Kaufmann.
- Atzeni, P., Ceri, S., Paraboschi, S., & Torlone, R. (1999). *Database Systems: Concepts, Languages and Architectures*. McGraw-Hill,
- Bergner, T., Smith, N. J., Data Quality Campaign, & National Center for Educational Accountability. (2007). How Can My State Benefit from an Educational Data Warehouse? In *Data Quality Campaign*. Data Quality Campaign.
- Britannica, T. Editors of Encyclopaedia (25 de abril de 2013). *Special education*. Encyclopedia Britannica. <https://www.britannica.com/topic/special-education>
- Brown, M. (2018, 31 de marzo). *Get To Know Relational And NoSQL Databases That Power Big Data Analytics*. Forbes. <https://www.forbes.com/sites/metabrown/2018/03/31/get-to-know-relational-and-nosql-databases-that-power-big-data-analytics/?sh=5a1c05121943>
- Columbus, L. (2020, 3 de agosto). *Which BI Systems Are The Most Popular With Users?* Forbes. <https://www.forbes.com/sites/louiscolombus/2020/08/03/which-bi-systems-are-the-most-popular-with-users/?sh=143954947f18>
- Corbin, R., Carpenter, C. D., & Nickles, L. (2013). The Capacity of Teacher Education Institutions in North Carolina to Meet Program Approval and Accreditation Demands for Data. *International Journal of EPortfolio*, 3(1), 47–61.
- Solid IT. (2021, marzo). DB-Engines Ranking. DB-engines. <https://db-engines.com/en/ranking>
- Department of Economic and Social Affairs. (s.f.). *World Programme of Action Concerning Disabled Persons*. United Nations. Consultado el 08 de febrero de 2021. <https://www.un.org/development/desa/disabilities/resources/world-programme-of-action-concerning-disabled-persons.html>
- Forbes Technology Council. (2020, 8 de enero). *12 Top Recommended Database Management Tools*. Forbes. <https://www.forbes.com/sites/forbestechcouncil/2020/01/08/12-top-recommended-database-management-tools/?sh=502b5aa23cd3>
- Grossmann, W. & Rinderle-Ma, S. (2015). *Fundamentals of Business Intelligence*. Springer.
- Gupta, S. B., & Mittal, A. (2017). *Introduction to Database Management System: Vol. Second editon*. Laxmi Publications Pvt Ltd.

- IECEDEVI. (s.f.) Nosotros. IECEDEVI. Consultado el 01 de septiembre de 2020. <https://iecedevi.com/nosotros.html>
- INEGI. Censo de Población y Vivienda 2020. (2020). *Población con limitación o discapacidad por entidad federativa según sexo, 2020*. INEGI. <https://www.inegi.org.mx/temas/discapacidad/#Publicaciones>
- Kenny, J., & Fluck, A. (2019). Academic Administration and Service Workloads in Australian Universities. *Australian Universities' Review*, 61(2), 21–30.
- Letkowski, J. (2014). Challenges in Database Design with Microsoft Access. *Journal of Instructional Pedagogies*, 15.
- Marr, B. (2020, 22 de mayo). *The 9 Best Analytics Tools For Data Visualization Available Today*. Forbes. <https://www.forbes.com/sites/bernardmarr/2020/05/22/the-9-best-analytics-tools-for-data-visualization-available-today/?sh=430df61f4743>
- Microsoft. (2021). *Elevate data*. Microsoft. <https://www.microsoft.com/en/microsoft-365/access>
- Microsoft. (2021). *What is Power BI?* Microsoft. <https://powerbi.microsoft.com/en-us/what-is-power-bi/>
- Nisa Faizi, W. U., Aajiz, N. M., & Khan, N. (2020). Studying the Particular Learning Strategies for Visually Impaired Children: Issues and Opportunities in Pakistan. *New Horizons* (1992-4399), 14(1), 213–227. [https://ezproxy.upaep.mx:2107/10.2.9270/NH.14.1\(20\).13](https://ezproxy.upaep.mx:2107/10.2.9270/NH.14.1(20).13)
- Organización Mundial de la Salud. (1 de diciembre de 2020). *Discapacidad y salud*. Organización Mundial de la Salud. <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/disability-and-health>
- Organización Mundial de la Salud. (11 de octubre de 2018). *Ceguera y discapacidad visual*. Organización Mundial de la Salud. <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/blindness-and-visual-impairment>
- Organización Mundial de la Salud. (2011). *Informe mundial sobre la discapacidad*. Recuperado de https://www.who.int/disabilities/world_report/2011/summary_es.pdf
- Organización Mundial de la Salud. (s.f.). *Temas de salud. Discapacidades*. Organización Mundial de la Salud. Consultado el 6 de febrero de 2021. <https://www.who.int/topics/disabilities/es/>
- Pfeiffer, J., Klein, S., Levesque, K., & MPR Associates, I. (2009). Leveraging ARRA Funding for Developing Comprehensive State Longitudinal Data Systems. In *Online Submission*. Online Submission.

- Piña, A. A., & Sanford, B. K. (2017). The ID Database: Managing the Instructional Development Process. *TechTrends: Linking Research and Practice to Improve Learning*, 61(4), 331–340.
- Rhode, J., Richter, S., Gowen, P., Miller, T., & Wills, C. (2017). Understanding Faculty Use of the Learning Management System. *Online Learning*, 21(3), 68–86.
- Secretaría de Bienestar. (29 de enero de 2016). *Las 10 instituciones sociales que te apoyan según tus necesidades personales*. Gobierno de México. <https://www.gob.mx/bienestar/es/articulos/las-10-instituciones-sociales-que-te-apoyan-segun-tus-necesidades-personales>
- Sharififard, N., Sargeran, K., Gholami, M., & Zayeri, F. (2020). A music- and game-based oral health education for visually impaired school children; multilevel analysis of a cluster randomized controlled trial. *BMC Oral Health*, 20(1). <https://ezproxy.upaep.mx:2107/10.1186/s12903-020-01131-5>
- Sherif, A. (2016). *Practical Business Intelligence*. Packt Publishing.
- Terkla, D. G., Sharkness, J., Cohen, M., Roscoe, H. S., Wiseman, M., & Association for Institutional Research. (2012). Institutional Dashboards: Navigational Tool for Colleges and Universities. Professional File. Number 123, Winter 2012. *Association for Institutional Research*.
- Teorey, T., Lightstone, S., Nadeau, T., & Jagadish, H. (2011). *Database Modeling and Design : Logical Design: Vol. 5th ed*. Morgan Kaufmann.
- UNICEF. (9 de septiembre de 2015). *Civil Society Partnerships*. UNICEF. https://sites.unicef.org/disabilities/index_65711.html
- United Nations. (2006). Convention on the Rights of Persons with Disabilities and Optional Protocol. <https://www.un.org/disabilities/documents/convention/convoptprot-e.pdf>
- Zapata, C., González, G. & Chaverra, J. (2011). Generación automática del diagrama entidad-relación y su representación en SQL desde un lenguaje controlado (UN-LENCEP) Automatic generation of entity-relationship diagram and its representation in SQL from a controlled language (UN-LENCEP). *Revista Ingenierías Universidad de Medellín*, 10(18), 127–136.