

TECNOLOGÍA PARA EL DESARROLLO DEL SISTEMA DE SALUD LOCAL

Resultados del proyecto INIC01-408

**Sistema web para el registro, control
y gestión de datos de pacientes con
diagnóstico médico de dengue**

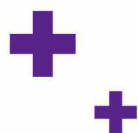
**Encarnación - Paraguay
2025**



TECNOLOGÍA PARA EL DESARROLLO DEL SISTEMA DE SALUD LOCAL

Resultados del proyecto INIC01-408

Sistema web para el registro, control y gestión de
datos de pacientes con diagnóstico médico de dengue





EDITORIAL DIVESPER

Kreusser e/ Honorio González e Independencia
Nacional — Encarnación, Paraguay

Teléfono: 595 71 205454

email: editorial@unae.edu.py

www.unae.edu.py

ISBN: 978-99989-945-4-6





Autoridades Institucionales de la UNAE

Rectora Complejo Educativo UNAE:

Dra. Nadia Czeraniuk

Vicerrector Administrativo:

Mag. Helmut Schaefer

Secretario General:

Mag. Francisco Cantoni

Directora Académica General:

Dra. Laura Arévalos

Directora Unidad de Postgrado e Investigación:

Mag. Analía Enriquez Tischler

Director Centro de Investigación y Documentación:

Mag. Matías Denis

Decano Facultad Ciencias Jurídicas Humanas y Sociales:

Mag. Abog. Yonny Flick

Decano Facultad Ciencias Empresariales:

Mag. Yanina Gerhard

Decano Facultad de Ciencia, Arte y Tecnología y Director de Arquitectura:

Mag. César Aquino

Director Análisis de Sistemas Informáticos y Diseño Gráfico:

Lic. Gabriel Sotelo

Directora Diseño de Modas:

Lic. Laura Portillo

Directora Farmacia:

Mag. Patricia Villalba

Directora Veterinaria:

Dra. Vet. Karen Aguirre

Director Contaduría Pública y Administración:

Mag. Marcelino Venialgo

Coordinadora de Psicopedagogía:

Mag. Jessica Zacarías

Coordinadora Ingeniería Comercial y Licenciatura en Marketing:

Ing. Com. Ivonne Vargas

Coordinación ISEDE:

Mag. Verena Schaefer

Dirección Académica ISEDE:

Mag. Rocío Palacios y
Mag. Cristina Raychakowski

Dirección Académica UNAE Sede Colonias Unidas:

Mag. Carina Ramos

Tecnología para el desarrollo del sistema de salud local - Resultados del proyecto INIC01-408 Propuesta e implementación de una suite de aplicaciones para el registro, control y gestión de datos de pacientes con diagnóstico médico de dengue.

Equipo:

Investigador principal: Gabriel Sotelo

Equipo de investigación: Estelbina Esteche Cabaña, Antonio Miguel López Ramírez, Pablo César Medina, Yanina Nathalia Gerhard Wasmuth

Directora de proyecto: Dra. Nadia Czeraniuk

Administrativos: Helmut Andrés Schaefer Baez, Zunilda Sanabria, Andrea Diana Tepper Schneider

Se agradece la colaboración a:

Erika Silvero, Axel Nicolás Jara Bernal, Fabián Enrique Giménez y María de los Ángeles Alvarenga

Compilación y edición: Andrea Diana Tepper Schneider y Matías Denis

Diagramación: Hernán Andrés Schaefer Czeraniuk y Camila Alejandra Báez Lisnichuk

ISBN: 978-99989-945-4-6

Páginas: 100

Impresión: Centro Gráfico S.R.L. | Primera edición: Agosto 2025 | Tirada: 300 ejemplares
Se autoriza el uso y la divulgación por cualquier medio del contenido de este libro, siempre que se cite la fuente. La publicación ha sido elaborada con el apoyo del CONACYT. El contenido es responsabilidad exclusiva de los autores y en ningún caso se debe considerar que refleja la opinión del CONACYT.



Índice

PRESENTACIÓN	6
1. INTRODUCCIÓN	8
1.1. ¿POR QUÉ UNA INVESTIGACIÓN SOBRE EL DENGUE INVOLUCRA TECNOLOGÍA?	8
1.2. IMPORTANCIA DE LAS TECNOLOGÍAS EN LA GESTIÓN SANITARIA	9
1.3. PROPUESTA PARA LA VIGILANCIA EPIDEMIOLÓGICA EN LA 7ª REGIÓN SANITARIA	11
2. ESTADO DEL ARTE Y MARCO TEÓRICO	12
2.1. LA EPIDEMIA DEL DENGUE Y LOS DESAFÍOS RELACIONADOS A SU CONTROL Y GESTIÓN	13
2.2. TIC EN LA SALUD: APLICACIONES Y SISTEMAS PARA EL CONTROL DE ENFERMEDADES INFECCIOSAS	18
2.3. IMPORTANCIA DE LOS REPORTES PARA LA CORRECTA GESTIÓN DE DATOS EN EL SECTOR DE LA SALUD	21
2.4. METODOLOGÍAS ÁGILES EN EL DESARROLLO DE SOFTWARE: PRINCIPIOS, ENFOQUES Y APLICACIONES	22
2.5. CONSIDERACIONES TÉCNICAS Y HERRAMIENTAS PARA EL DESARROLLO DE SOFTWARE	24
2.6. ARQUITECTURA Y TECNOLOGÍAS UTILIZADAS EN APLICACIONES WEB	26
2.7. TIPOS DE ARQUITECTURA DE APLICACIONES WEB	27
2.8. MODELOS DE DISEÑO DE DESARROLLO DE APLICACIONES WEB	30
2.9. LENGUAJES DE PROGRAMACIÓN Y FRAMEWORKS DE DESARROLLO	32
2.10. FRAMEWORKS DE DESARROLLO DE APLICACIONES WEB	33
2.11. BASE DE DATOS Y SISTEMAS GESTORES DE BASES DE DATOS	35
3. PROBLEMA Y OBJETIVOS	37
3.1. PROBLEMA	37
3.2. OBJETIVOS	39
4. METODOLOGÍA	40
4.1. ETAPA 1 - DETECCIÓN DE LAS LIMITACIONES EN EL USO DEL SOFTWARE DE DGVS	42
4.1.1. MÉTODO (ENTREVISTA)	42
4.1.2. ANÁLISIS	43
4.1.3. COMUNICACIÓN AL EQUIPO TÉCNICO	44
4.2. ETAPA 2 - DESARROLLO DEL SISTEMA	44
4.2.1. TESTEO DEL SISTEMA	47
4.2.2. ENCUESTA POSTERIOR A LA PRUEBA DE USO	49
4.2.3. GRUPO FOCAL PARA DETECTAR NECESIDADES INSTITUCIONALES	51
4.3. ETAPA 3 - TOMADORES DE DECISIONES	52
4.3.1. INSTITUCIONES PÚBLICAS Y PRIVADAS	52
4.3.2. INSTITUCIÓN PROPONENTE	53
5. EXPERIENCIA DE EJECUCIÓN DEL PROYECTO	55
5.1. GESTIÓN DE LOS EQUIPOS DE TRABAJO	56
5.2. PRESENTACIÓN INTERNACIONAL	59
5.3. COLABORACIÓN NACIONAL	60
6. RESULTADOS Y DISCUSIONES	61
6.1. RESULTADOS DE LA ENTREVISTA PARA LA DETECCIÓN DE NECESIDADES DE MEJORAS EN EL SISTEMA ACTUAL DE LA DGVS	62
6.1.1. PROCEDIMIENTO DE GESTIÓN Y SISTEMAS UTILIZADOS POR LOS LABORATORIOS PARA REGISTRO DE PACIENTES CON DIAGNÓSTICO DE DENGUE	62

6.1.2. USABILIDAD Y PERCEPCIÓN SOBRE EL SISTEMA DGVS ACTUAL	63
6.1.3 SUGERENCIAS Y NUEVOS REQUERIMIENTOS PARA LA MEJORA DEL SISTEMA	64
6.2. RESULTADOS CUANTITATIVOS DEL TESTEO DEL SOFTWARE DESARROLLADO	65
6.2.1. USABILIDAD	65
6.2.2. TESTEO DE SISTEMA	67
6.2.3 PRUEBA DE RENDIMIENTO	68
6.2.4. PRUEBA DE CONFORMIDAD DE LA SEGURIDAD DEL SISTEMA	70
6.2.5. EVALUACIÓN COMPARATIVA CON EL SOFTWARE DE DGVS	71
6.3. ESTUDIO DE MERCADO POSTERIOR AL TESTEO DEL FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA WEB PARA DETECTAR POSIBLE TRANSFERENCIA	74
6.3.1. CAPACIDAD ECONÓMICA PARA ADOPTAR UN NUEVO SISTEMA	74
6.3.2. RECOMENDACIÓN TRAS LA FASE DE PRUEBA	74
6.3.3. FACTORES CRÍTICOS PARA LA IMPLEMENTACIÓN	74
6.3.4. EVALUACIÓN DE LA INFRAESTRUCTURA TECNOLÓGICA DISPONIBLE	75
6.3.5. CONSIDERACIONES CLAVE EN LA TRANSICIÓN	75
6.3.6. PRINCIPALES DESAFÍOS IDENTIFICADOS	75
6.3.7. REQUERIMIENTOS DE CAPACITACIÓN	75
6.3.8. RELEVANCIA DE LA COLABORACIÓN INTERINSTITUCIONAL	75
6.3.9. IMPACTO ESPERADO DEL SISTEMA	76
6.4. RESULTADOS DE PERCEPCIÓN DE LOS TOMADORES DE DECISIONES DEL SISTEMA DE SALUD PARA LA ADQUISICIÓN DE LA APLICACIÓN	76
6.4.1. CONOCIMIENTO Y EXPERIENCIA CON LA TRANSFERENCIA DE TECNOLOGÍA	76
6.4.2. FRECUENCIA EN LA BÚSQUEDA DE INNOVACIONES O SOLUCIONES TECNOLÓGICAS DESARROLLADAS EN INSTITUCIONES ACADÉMICAS	77
6.4.3. PERCEPCIÓN GENERAL DE LA TRANSFERENCIA DE TECNOLOGÍA	77
6.4.4. DISPOSICIÓN Y MOTIVACIÓN PARA LA ADOPCIÓN	78
6.4.5. FACTORES DE ACEPTACIÓN E INTEGRACIÓN INSTITUCIONAL	78
6.4.6. ESCALABILIDAD Y RECOMENDACIÓN INTERINSTITUCIONAL	78
6.4.7. ESTRATEGIAS PARA LA SOSTENIBILIDAD DE LA TRANSFERENCIA TECNOLÓGICA	79
6.5. RESULTADOS DE PERCEPCIÓN DE LA INSTITUCIÓN PROPONENTE	79
6.5.1. CONTEXTO INSTITUCIONAL	79
6.5.2. PROPIEDAD INTELECTUAL	80
6.5.3. RELACIÓN UNIVERSIDAD-EMPRESA	80
6.5.4. CAPACIDADES Y RECURSOS	81
6.5.5. BARRERAS Y FACILITADORES PARA LA TRANSFERENCIA DE CONOCIMIENTO Y TECNOLOGÍAS	81
6.5.6. IMPACTO Y MEDICIÓN DE LOS RESULTADOS DE TRANSFERENCIA	81
6.6. RESULTADO DEL DESARROLLO DEL SOFTWARE	82
6.6.1. FUNCIONALIDADES CLAVE DEL SISTEMA	82
7. CONCLUSIONES	85
8. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	87
9. ANEXOS	93



Presentación

El presente documento describe la propuesta e implementación de un sistema web para el registro, control y visualización de datos de pacientes con diagnóstico médico de dengue. Este proyecto surge como respuesta a la necesidad de mejorar la vigilancia epidemiológica y la gestión de datos en el sector salud, especialmente en regiones afectadas por brotes recurrentes de dengue. A través de la integración de Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC), se busca optimizar los procesos de registro, análisis y reporte de casos, facilitando la toma de decisiones y la implementación de medidas preventivas.

Este documento, realizado en el marco del proyecto de investigación INIC01-408 cofinanciado por el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) con recursos del FEEI, contiene la información técnica del desarrollo del proyecto, pero también un enfoque didáctico, buscando con ello acercar la ciencia a la ciudadanía y a los estudiantes.

El proyecto está enmarcado en los proyectos de iniciación a la investigación, concretamente en fortalecimiento de líneas de investigación, aunque se relaciona estrechamente con un enfoque de "investigación aplicada CTS",

entendiendo con ello que la tecnología es para el bien colectivo. Por esa razón, la investigación tuvo momentos de trabajo de campo con personas que realizan su labor profesional con este tipo de sistemas web, ya que la tecnología debe estar al servicio de los profesionales especializados.

Importante destacar que el equipo de investigación estuvo liderado por un egresado de la Universidad Autónoma de Encarnación (UNAE), tutorizado por otro profesional egresado de la misma institución y que en el equipo de trabajo estuvieron recientes egresados, todos ellos de la Licenciatura en Análisis de Sistemas Informáticos. Esto da cuenta de cómo la UNAE inserta la ciencia en sus titulaciones de grado y postgrado a sabiendas de que esta puede ser una forma de desarrollo profesional y personal. Además, el área de la Tecnología es un área que puede traer muchos beneficios sociales y económicos al Paraguay, resultando la ciencia clave en dicho aprovechamiento. En esta línea, este proyecto se trata del 2º que involucra a la tecnología con la salud, ya que en 2021 se ejecutó el PINV20-9 "Tecnología digital para optimizar la salud mental y el bienestar en pacientes crónicos durante la crisis del COVID-19 en Paraguay". En aquella ocasión, el equipo

de trabajo involucró a profesionales del ámbito social, pero sirvió como un antecedente para pensar en una línea de trabajo desde los recursos humanos locales.

Así pues, queda a disposición de la sociedad este material para nuevas propuestas a partir de los resultados, para visibilizar la inversión pública en ciencia y para generar una cultura científica en la sociedad civil y estudiantes de la Educación Superior.



*Dra. Nadia
Czeraniuk*

Rectora
Universidad Autónoma
de Encarnación

Directora del Proyecto





1. Introducción

1.1. ¿Por qué una investigación sobre el dengue involucra tecnología?

El dengue es considerado como una de las principales arbovirosis sistémica por la alta carga de enfermedad y su impacto en la sociedad (Beltrán et al., 2021). Su transmisión se da por la picadura del mosquito *Aedes aegypti* y en casos especiales por el *Aedes albopictus* (Khan, et al., 2023). La enfermedad transmitida por este tipo de vector es una de las más comunes y afecta a más del 80 % de la población (Xu, et al., 2024). Son comunes en zonas tropicales y subtropicales, por lo que inciden en su propagación los factores climáticos

como la temperatura, las precipitaciones y la humedad, así como también, el agua estancada (Cavany, et al., 2021).

Los síntomas pueden variar de leves, como fiebre y dolor de cabeza, a síntomas más intensos como hemorragia y shock (Beltran et al., 2021). Dado el contexto y las implicancias, la creación de un método de monitoreo y vigilancia digital sobresale como instrumento favorable para la notificación y control de casos (Martinez, 2021).

Dentro del sector sanitario, compartir los datos entre las organizaciones es crucial para el control y prevención, pero la información suele almacenarse en diferentes fuentes, por lo que se dificulta esta intercomunicación. Esto genera complicaciones en el historial

del paciente y resulta en duplicación o pérdida de información que obstaculiza el diagnóstico o tratamiento (Oliveira, et al., 2023). Con el uso de las tecnologías de la Información y Comunicación (TIC) es posible mejorar el flujo de información dentro del sistema de salud y sectores no sanitarios involucrados en el tema (Nomura, et al., 2020). Las historias clínicas electrónicas (EMR) facilitan la integración del sector sanitario, pues permiten el intercambio fluido de datos entre diferentes sistemas de forma estandarizada, segura y precisa (Oliveira, et al., 2023).

1.2. Importancia de las tecnologías en la gestión sanitaria

Los registros manuales para gestionar la vigilancia generan sesgo de datos, además de dificultades para redactar informes (Purnama, 2021).

Por ende, en varios países se han desarrollado sistemas digitales para la vigilancia del dengue. En Indonesia, se ha desarrollado un sistema de monitoreo como Epihack Sri Lanka para analizar datos relacionados a la enfermedad (Purnama, 2021). Brasil cuenta con uno de los sistemas más completos, en el cual recopila información de 5.570 localidades, incluye datos epidemiológicos, meteorológicos, entomológicos, socioeconómicos y ambientales (Ángelo, et al., 2020).

Otro de los sistemas desarrollados para uso a nivel global es el Google Dengue Trends, donde se analizó la relación entre las búsquedas en Bolivia, Brasil, Indonesia y Singapur para obtener la utilidad de datos de búsqueda web como herramienta de vigilancia y se demostró que la información puede procesarse rápidamente, en tiempo real y superando métodos convencionales (Culquichicón et al., 2015).

En Paraguay, en el 2019 se reportaron 11.811 casos de dengue, siendo Asunción una de las principales ciudades con mayor cantidad de casos, con 14 barrios de alto riesgo, 33 de riesgo medio, 17 de bajo riesgo y 3 con puntuaciones mixtas (Burgos, et al., 2023). En una investigación realizada por Prado y Sanabria (2022), se destacó la necesidad de la implementación de sistemas de



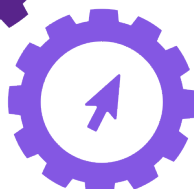
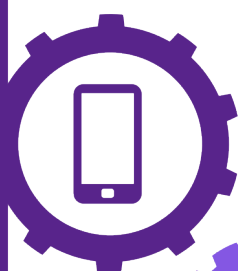
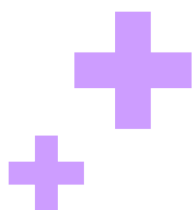
Los registros manuales para gestionar la vigilancia generan sesgo de datos

comunicación segmentados en el país, ya que el control varía de acuerdo a la población y los criaderos que afectan a públicos diferentes.

En esa línea, en el contexto paraguayo se han impulsado iniciativas que combinan la participación comunitaria con el uso de tecnologías para el control del dengue.

Un ejemplo de ello es Topa Dengue, un proyecto de investigación financiado por el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) a través del Programa PROCENCIA, cuyo objetivo principal fue diseñar y evaluar estrategias que integren la colaboración ciudadana y las Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC) para mitigar la propagación del mosquito *Aedes aegypti*. Durante el proyecto, que se llevó a cabo entre 2018 y 2019, voluntarios del Bañado Sur de Asunción monitorearon semanalmente sus barrios en busca de criaderos potenciales, aplicando diversas herramientas tecnológicas de la aplicación para su identificación y eliminación. Como resultado, se logró una reducción en los niveles de infestación larvaria en comunidades como San Cayetano, San Ignacio y Caacupemí. A través de esta iniciativa, se generó un sistema de recolección y visualización de datos sobre la expansión del vector, facilitando la eliminación de criaderos y disminuyendo el riesgo de transmisión del virus del dengue en los hogares (CONACYT, 2024).

La vigilancia de estos casos depende de la notificación de los centros de salud, pero existen problemas en las subnotificaciones, especialmente en casos no hospitalizados. Por esa razón, se sugiere reforzar la vigilancia combinando análisis epidemiológicos, vigilancia sindrómica, notificación por laboratorios y estrategias activas (Ángelo et al., 2020).



1.3. Propuesta para la vigilancia epidemiológica en la 7ª Región Sanitaria

Para el desarrollo del sistema web propuesto en este proyecto, en primer lugar se detectaron las necesidades institucionales de distintos laboratorios en cuanto a la forma de gestión de los casos de dengue y la percepción de los profesionales sobre el sistema vigente. Tras ello, se trabajó en un sistema que atendiera las necesidades institucionales y las percepciones.

Para el desarrollo web se optó por una metodología ágil, en lugar de una tradicional, debido a su capacidad de adaptación a cambios y la ausencia de requisitos estrictos desde el inicio, lo que permitió la colaboración constante con las partes interesadas y aseguró que el producto final se ajuste a la necesidad real. La guía oficial de Scrum (2020) documentó detalladamente los roles, responsabilidades y otras consideraciones esenciales, proporcionando el soporte necesario para su correcta implementación.

El diseño del sistema se llevó a cabo considerando los resultados de las entrevistas dirigidas a las partes interesadas. En cuanto a los requisitos técnicos, para la parte lógica se utilizó Laravel (2024), descrito en su página oficial como un framework de PHP, que permite desarrollar productos de software. Para el desarrollo de la interfaz de usuario se empleó la librería React (2024), que facilitó la creación de interfaces gráficas

mediante el uso de componentes y recargas automáticas. Además, la plataforma permite la generación de informes detallados incluyendo herramientas visuales como mapas de calor y gráficos de tendencias. Esto se logró mediante la incorporación de Leaflet, una biblioteca de código abierto especializada en la visualización de mapas interactivos (Leaflet, 2024) y Chart.js, una librería que facilita la creación de gráficos dinámicos (Chart.js, 2024). Ambas tecnologías, integradas con React a través de sus complementos, enriquecen la presentación de datos facilitando su lectura y comprensión.

Finalmente, la validación del sistema se llevó a cabo con profesionales de laboratorios clínicos de la zona urbana de la ciudad de Encarnación, permitiendo obtener información clave para presentar la solución a nivel estratégico. La presentación se realizó mediante un grupo focal con los responsables tomadores de decisiones para su posible adquisición y posterior implementación en otros contextos.





2. Estado del arte y marco teórico

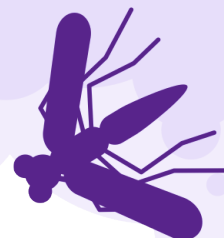
Por el tipo de planteamiento de este proyecto, que conecta la Ciencia, la Tecnología y la Sociedad, este apartado se presenta con las siguientes características:

- Desde el ítem 2.1 hasta el ítem 2.3 se dispone información relacionada con aspectos de carácter social.
- Desde el ítem 2.3 hasta el ítem 2.11 se dispone información relacionada con aspectos de carácter tecnológico.

2.1. La epidemia del dengue y los desafíos relacionados a su control y gestión

El dengue es una infección transmitida principalmente por el *Aedes aegypti*, un mosquito originario del continente africano, que también es responsable de la transmisión de otras enfermedades como la fiebre amarilla (Ministerio de Salud Pública y Bienestar Social (MSPYBS, 2024). La Organización Panamericana de la Salud (OPS, 2024) expresó que el dengue es “uno de los problemas de salud pública más importantes en la actualidad” (p. 19). Además, resulta relevante destacar que aún para el año 2024 no se logró descubrir medicina específica contra este mal. Esto y otros factores hacen que se convierta en uno de los principales problemas que atender a nivel mundial y, principalmente, en el Paraguay debido a que las zonas de mayor reproducción del virus son aquellas de clima tropical y subtropical, características de esta nación (MSPBS, 2024).

Los inicios de esta infección datan los años 1950 según la OPS (2024), años en los cuales se logró erradicar en varios países, pero volvió a rebrotar y con mayor intensidad. En Paraguay, la primera epidemia de dengue ocurrió entre 1989 y 1990, cuando





circuló el serotipo DENV-1, cuyo impacto económico fue significativo debido a los costos de atención médica, la morbilidad y la mortalidad (Martínez de Cuellar et al., 2020).

Son cuatro los serotipos del virus del dengue, los cuales están relacionados entre sí. Cualquier mosquito infectado por uno de estos serotipos puede transmitir el virus a la persona. Una vez que una persona se recupera de la infección por un serotipo, queda inmunizada frente a ese serotipo, pero puede ser infectada por los otros tres (MSPYBS, 2024). Una vez que un mosquito infectado transmite el virus a una persona sana, de cualquier edad, incluidos los lactantes, la persona debe ser aislada. Si otro mosquito sano se posa sobre ella y extrae sangre, este segundo mosquito quedará infectado y se convertirá en un transmisor de la enfermedad. Cabe resaltar que aún teniendo a Brasil como país limítrofe, y con una alta tasa de diagnóstico confirmado de los cuatro serotipos, Paraguay aún se encuentra, a la fecha de fin de este proyecto, solo con dos de ellos.

El dengue puede manifestarse de diversas formas, pero las más comunes incluyen se dan con pacientes asintomáticos, aquellos que presentan síntomas sin signos de alarma; y los casos severos, que en ocasiones pueden llevar al deceso. Algunos de los síntomas son “fiebre leve, aparición brusca, luego fiebre elevada, cefalea grave, dolores retrooculares, musculares y articulares, erupciones cutáneas” (MSPyBS, 2024:1). También, puede darse la posibilidad de padecer dificultades para respirar, choque, sangrado grave y hasta complicaciones de los órganos vitales (OPS, 2024).

Debido a ello, para dar el diagnóstico positivo a la enfermedad, el especialista médico realiza varias pruebas, observa el contexto epidemiológico, realiza examen

físico adecuado y un buen interrogatorio. Normalmente, este diagnóstico es netamente clínico y no se realizan pruebas de laboratorio. Esta última se realiza principalmente con fines de vigilancia epidemiológica en casos extremos y de mortalidad. Varias son las formas de identificar el virus, como la detección del material genético, de alguna proteína, el aislamiento viral como así también de la determinación de la presencia en el suero del paciente, presencia de algunos anticuerpos específicos contra el virus, todos estos antes de los cinco días de haber detectado síntomas y otra muestra resulta ideal dos a tres semanas después (OPS, 2024).

Desde 2005, el MSPYBS (2024) reestructuró el Programa de Control Vectorial del Dengue en Paraguay con el apoyo del Programa Regional de Dengue de la OPS, adoptando un modelo de trabajo integrado basado en la promoción de la salud y la colaboración interinstitucional. Para ello, se implementó la Estrategia de Gestión Integrada del Paraguay (EGI-Dengue), un modelo de gestión destinado a fortalecer los programas nacionales y reducir la morbilidad, mortalidad y carga socioeconómica del dengue.

La EGI-Dengue establece como ejes principales el saneamiento ambiental, promoción de la salud y comunicación social, vigilancia epidemiológica y entomológica, diagnóstico laboratorial y atención al paciente, con un enfoque multisectorial que busca generar cambios conductuales sostenibles en la comunidad.

Como parte del componente de control vectorial, se fortaleció el Plan Nacional de Vigilancia Entomológica y se implementó el Insectario del Departamento de Entomología, destinado a mantener colonias estables de

Aedes aegypti para bioensayos y pruebas de resistencia a insecticidas utilizados por el SENEPA.

Entre los métodos utilizados en Paraguay para el control del *Aedes aegypti* se encuentran las campañas educativas, la participación comunitaria en el control vectorial, el manejo ambiental, y las medidas legislativas. Además, se recomendaron el uso de mallas con insecticidas en ventanas y puertas, larvicidas químicos sintéticos, y la liberación de machos genéticamente modificados para reducir la población del mosquito. A pesar de estas estrategias, la eliminación de criaderos de mosquitos, que son recipientes con agua estancada, sigue siendo la principal medida para prevenir la propagación del dengue (MSPBS, 2019).

Con el fin de estratificar zonas para un mejor control y prevención, se establecen órdenes de importancia por medio de la clasificación de la información. Para ello, esta debe ser eficiente y completa de los casos diagnosticados, como datos de área georreferenciados, de latitud y longitud del domicilio. De esa manera, la información permite asociar datos entomológicos con información epidemiológica y demográfica humana. Al identificar los lugares de mayor infección se planean acciones preventivas y acciones de respuesta temprana con la “finalidad de aplicar medidas integradas y simultáneas para evitar brotes en los puntos calientes” (OPS, 2019).

El proceso de estratificación del riesgo consta de tres fases, que son las siguientes:

- la primera corresponde a la identificación de escenarios y estratificación, que a su vez consta de identificación del escenario operativo, recabar datos disponibles

- (epidemiológicos, entomológicos, ambientales, demográficos, etc.) y estratificación al interior del escenario;
- la segunda, correspondiente a la evaluación de capacidades, que consta de selección de las intervenciones y emergen dos posibilidades que son el control vectorial y la vigilancia entomológica, para luego pasar a la planificación;
 - la tercera fase es la correspondiente a la implementación, integrada por acciones preventivas, monitoreo y acciones de respuesta precoz (OPS, 2019).

Cada Estado debe de combinar el mejor paquete de intervenciones de acuerdo a la cultura y recursos para lograr combatir al mosquito vector. Es importante elegir correctamente los agentes de control de acuerdo a su efecto residual como trampa, insecticidas, machos modificados y otros, de forma simultánea. También los métodos de aplicación de estos agentes, asegurándose de llegar, como mínimo, a más del 80 % de la población a través de una administración eficiente, supervisión y capacitación. Es necesario considerar una correcta frecuencia de la aplicación, el apoyo de la comunidad y la confianza de estos, así como los efectos sostenibles y no episódicos (OPS, 2019).

Antes de la aplicación, resulta imprescindible contar con la evaluación entomológica, resultado de los datos obtenidos previamente, así como también, realizar estudios de resistencia de los vectores a los agentes. Así mismo, se recomienda integrar las TIC de control vectorial preventivo (OPS, 2019).

El uso del modelo de puntos calientes de transmisión identifica los lugares con mayor probabilidad de transmisión por la incidencia

de brotes para especificar el trabajo en esa área. Para ello, es necesario utilizar fuentes de información como la base de datos de la Unidad de Salud Local, con datos específicos y generales de pacientes confirmados; datos socioeconómicos y sociodemográficos locales con escalas espaciales; y todo dato adicional que se pueda agregar, como la base de datos de personas adultas o bien también entomoviológica. Cuanta más especificidad tengan los datos para el análisis correspondiente, más posibilidad de coberturas de acciones de prevención. Luego se pasa a la geocodificación, pasando los datos a coordenadas geográficas y se agregan los datos epidemiológicos, identificando así la intensidad de la transmisión en cada lugar específico, como también la persistencia. Es ahí donde resaltan los puntos o zonas calientes para la debida acción por los encargados de control (OPS, 2019).

La OPS (2024) cuenta con dos programas de acción y los maneja a nivel internacional. Uno es la Red de Laboratorios de Diagnóstico de Arbovirus (RELDA), la cual tuvo sus inicios en el año 2008. Trabaja con la ciencia y técnicas para así establecer protocolos estandarizados en laboratorios, en busca del diagnóstico del dengue (OPS, 2024). El otro es la GT-Dengue Internacional, un grupo de trabajo focalizado en la lucha contra el dengue, que representa una nueva estrategia horizontal, interprogramática, intersectorial de gestión integrada para la prevención del dengue, cuyo principal objetivo es el cambio de conducta de las personas de todo el mundo (OPS, 2024).

En Brasil se aplicó el modelo ArboAlvo que propone la estratificación de áreas de riesgo con parámetros sociodemográficos,

entomológicos, ambientales como así también, datos epidemiológicos. Para ello, la integridad de la información de los bancos de datos es primordial, donde se registran “indicadores de infraestructura sanitaria, condiciones de vivienda y de entorno, densidad de población pobre y demografía”, identificando claramente barrios vulnerables de persistencia de infestación y barrios nuevos de contagio. Los indicadores caracterizan datos de la dinámica temporal y espacial epidemiológica, cualidades del sistema de salud para el diagnóstico, como así también indicadores que remarquen casos de gravedad y defunción. Estos datos son utilizados en las estrategias para fortalecer las capacidades de estos barrios específicos y del personal de atención en esos sectores vulnerables (OPS, 2019).

En octubre del 2023, instituciones del Paraguay, con el MSPyBS a la cabeza, firmaron una carta compromiso para disminuir la infestación del arbovirus, especialmente atacando los criaderos del mosquito transmisor, en vista a que se esperaba una alta ola de epidemia para los siguientes meses. Entre las instituciones públicas y privadas se encontraban el Consejo de Gobernadores del Paraguay, la Organización Paraguaya de Cooperación Intermunicipal (OPACI), Ministerio de Defensa, Secretaría de Emergencia Nacional (SEN), Ministerio del Ambiente y Desarrollo Sostenible, Ministerio de Educación y Ciencia, entre otras (MSPyBS, 2023).

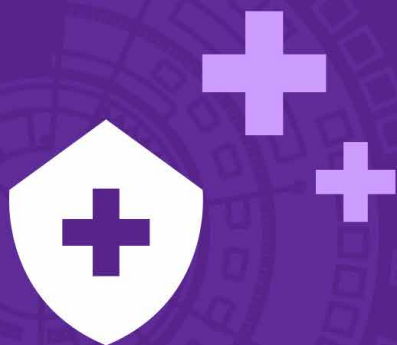
En el último Plan de Acción del MSPyBS (2022) se estipula la Estrategia de Gestión Integrada para la Prevención y el Control

de las Enfermedades Arbovirales y se encuentran varias líneas, que se convierten en áreas de trabajo específico, las cuales son: Coordinación y Planificación, Promoción de la Salud, Comunicación de la Salud, Manejo integrado de vectores y ambiente, Vigilancia Epidemiológica, Laboratorio y Atención al paciente (Ilustración 1). En cada una de ellas se identifican las fortalezas, debilidades, amenazas y oportunidades y con base en ellas se crearon los objetivos a lograr para el año 2026.

Ilustración 1. Estrategia de Gestión Integrada para la Prevención y el Control de las Enfermedades Arbovirales.



Fuente: OPS (2024).



2.2. TIC en la salud: aplicaciones y sistemas para el control de enfermedades infecciosas

En una reunión entre representantes del MSPyBS (2024) y KOICA (Agencia de Cooperación Internacional de Corea), en noviembre del 2024, se llegó a un acuerdo preliminar para iniciar estudios de implementación de TIC a través de un nuevo sistema de Detección y Gestión de enfermedades no transmisibles. Este proyecto abarca el periodo 2026 al 2030, donde se estipula una inversión de U\$S 10.000.000 (diez millones de dólares). Si bien el énfasis se encuentra en otras enfermedades, con ello se afirma el salto que el país quiere dar en innovación y modernización del sistema de Salud con el fin de mejorar la calidad de vida de los ciudadanos paraguayos.

Las TIC incluyen tanto al hardware como el software y desempeñan un papel crucial en la transformación de múltiples sectores, incluido el de la salud. Huatuco et al. (2009) hacen referencia a las TIC como a un conjunto de tecnologías que permiten el almacenamiento, la comunicación, procesamiento, y transmisión de datos, optimizando procesos en diversas áreas. El término incluye una variedad de tecnologías que no se limitan al software,

aportan conocimientos valiosos que deben considerarse a lo largo del análisis.

En el sector sanitario, el acceso y la gestión de la información son esenciales, ya que el manejo adecuado de los datos proporciona una base sólida para la toma de decisiones. Ramos (2007) menciona factores como el alto nivel de regulación, la gestión predominantemente pública y la alta demanda de documentación como razones principales para considerar el uso de tecnologías como una forma de facilitar los procesos y gestionar el estado de los diferentes casos.

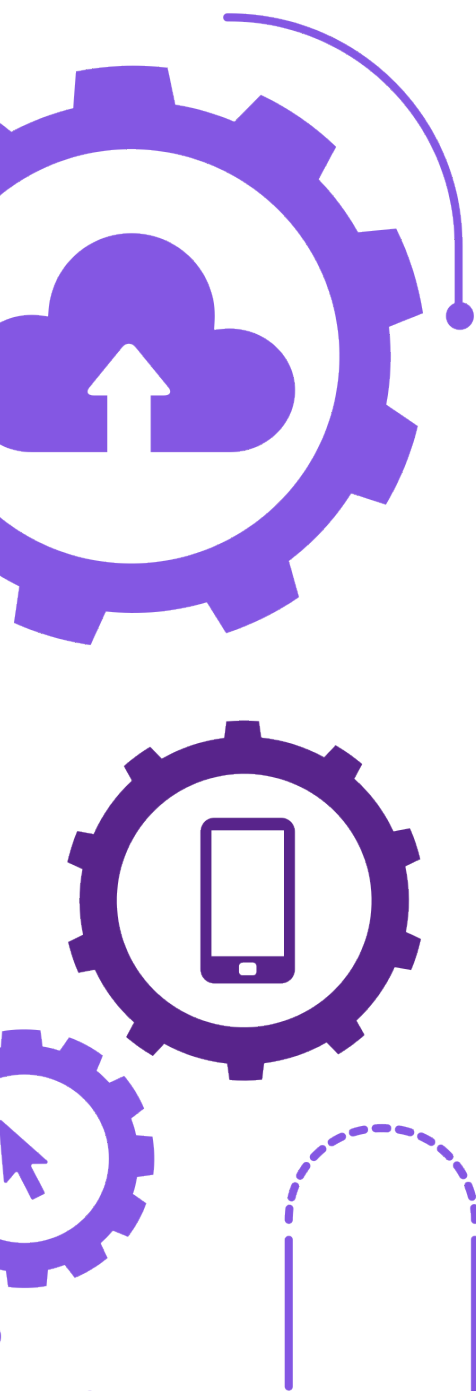
Aunque la gestión básica de los datos puede realizarse con herramientas como Microsoft Excel o Google Sheets, estas tecnologías están diseñadas para uso general y no siempre ofrecen las funcionalidades necesarias en términos de flexibilidad, seguridad, compatibilidad, robustez y facilidad de uso. Para Bernal-Acevedo y Forero-Camacho (2011), la implementación de sistemas de información en el sector salud permite optimizar la recopilación, procesamiento y análisis de datos epidemiológicos, facilitando la identificación

de patrones y tendencias en enfermedades como el dengue. Gracias a estos sistemas, se mejora la eficiencia en la toma de decisiones y se fortalecen las estrategias de prevención y control, contribuyendo así a una respuesta más rápida y efectiva ante brotes epidemiológicos.

A nivel mundial, existen opciones de software relacionadas con el control y análisis de casos de enfermedades infecciosas. En los Estados Unidos, se utiliza el National Notifiable Diseases Surveillance System (NNDSS) para recolectar y analizar datos de enfermedades notificables (Centers for Disease Control and Prevention, 2023). En Brasil, en el 2000 se implementó el Sistema de Informação de Vigilância Epidemiológica (SIVEP), inicialmente para la vigilancia del virus de la influenza y luego para otras enfermedades epidemiológicas (Governo do Estado da Bahia, 2007). Díaz et al. (2022) desarrollaron una aplicación móvil en Colombia enfocada exclusivamente en la vigilancia entomológica de *Aedes aegypti*, que además permitía realizar reportes de casos y visualizar un mapa con los resultados actuales.

En Paraguay, el MSPBS (2023) informó avances en la implementación de un software considerado un bien público global, que facilita la vigilancia del Evento Supuestamente Atribuido a la Vacunación e Inmunización (ESAVI). Este software denominado Sistema de Información de Salud de Vigilancia Integrada (DHIS2), se enfoca en la gestión y análisis de datos de salud y puede utilizarse de forma gratuita debido a su naturaleza de código abierto. No obstante, su implementación requiere personal capacitado para su configuración y para brindar las capacitaciones correspondientes. También, Samudio et al. (2017) describieron el desarrollo de un modelo de vigilancia aplicado a patologías en el Chaco paraguayo, el cual tuvo una buena aceptación durante su implementación. Esto sugiere que alternativas similares podrían ser de gran utilidad, especialmente si se personalizan para abordar problemas específicos.

Si bien un sistema informático no puede por sí solo controlar una epidemia, podría ser una herramienta útil para ofrecer un panorama general de la situación actual de los casos de dengue. Esto es particularmente relevante si el sistema cuenta con las funcionalidades necesarias, se utiliza adecuadamente



por los usuarios y presenta características óptimas de usabilidad.

El riesgo de todo trabajo de desarrollo en el ámbito de la Salud Pública finalmente converge en las factibilidades tecnológicas y sociales mayormente. Para sistemas pequeños y medianos enfocados a la carga y gestión de datos, los requerimientos de hardware no suelen ser excesivos, mucho menos si el alcance se limita correctamente. Aunque algunas herramientas, librerías, lenguajes de programación y complementos de software pueden conseguirse de forma gratuita, sí se debe prestar cuidado especial a la gestión de tiempos y recursos. También, como destacan Carrizo y Alfaro (2018), el desarrollo de software debe seguir una metodología estructurada para garantizar la calidad del producto final. En este sentido, identifican varias fases clave dentro del proceso, incluyendo la planeación, la obtención de requerimientos, el análisis, el diseño y la implementación. Cada una de estas etapas demanda una atención minuciosa a los detalles y una capacidad efectiva de resolución de problemas con el fin de asegurar un resultado óptimo.

Paraguay presenta un avance en cuanto al acceso a internet gracias a programas del gobierno. El Ministerio de Tecnologías de la Información y Comunicación (MITIC, 2024) informó que actualmente se cuenta con más de trescientos ochenta puntos de wifi gratuitos en lugares públicos. Esto podría resultar en oportunidades potenciales para implementar sistemas enfocados al progreso social. De igual forma, para la gestión de datos y creación de reportes no siempre es necesario depender de una conexión a la red, aunque sí se recomienda el respaldo de datos en la nube que, como mencionan Camacho et al. (2020), consiste en crear copias de seguridad para salvaguardar datos importantes.

Un aspecto que facilita la capacitación de los usuarios que utilizarán un sistema es desarrollar un software amigable, lo cual hace referencia a que resulte de fácil acceso y uso. Cerón et al., (2023) afirman



Si bien un sistema informático no puede por sí solo controlar una epidemia, podría ser una herramienta útil para ofrecer un panorama general de la situación actual de los casos de dengue.



que esto suele considerarse como un valor agregado para los productos tecnológicos. Así mismo, es esencial que los sistemas presenten los resultados esperados y de fácil utilización. Con respecto a la usabilidad, Acuña y Ramírez (2020) mencionan que la calidad del funcionamiento de una interfaz de software es un factor decisivo para determinar el éxito o fracaso. Por eso, es fundamental considerar este detalle al momento de aplicar cualquier instrumento de recolección de datos y realizar la toma de requerimientos. Comprender las dificultades que presentan los usuarios con sistemas que ya utilizan podría facilitar la creación de propuestas que puedan ser aprovechadas efectivamente.

2.3. Importancia de los reportes para la correcta gestión de datos en el sector de la salud

Una de las características más resaltantes de los sistemas de información, independientemente del dispositivo para el cual sean diseñados, son los llamados informes o reportes de datos. El fin de los informes en el sector de la salud varía poco en comparación con otros rubros, puesto que, como mencionan Moreno et al (2009), los sistemas de información coinciden en ofrecer funcionalidades básicas como la capacidad de procesar entradas, almacenar datos, trabajar con una base de datos, producir reportes y otros documentos digitales similares que resuman el comportamiento de lo que se registra. No obstante, considerando que la captura, almacenamiento, intercambio, acceso y gestión de datos adquieren un rol fundamental para generar un impacto positivo en los sistemas desarrollados para el ámbito

de la salud (Plazzotta et al., 2015), es necesario prestar atención principalmente a aspectos como la finalidad del sistema y la forma en que deberá presentar los reportes de datos previamente cargados para que puedan ser de utilidad en las organizaciones.

Un sistema de información busca ayudar a los prestadores de asistencia a mejorar el acceso a los datos administrativos, clínicos y epidemiológicos, tanto individuales como colectivos, al facilitar la actuación eficaz (Orduña, 2014). Sin embargo, los encargados de desarrollar estos sistemas necesitan conocimientos que permitan programar la carga, el procesamiento y la visualización correcta de los datos. En cuanto a los datos con los que se trabaja en salud y que necesitan ser considerados por los desarrolladores, se pueden mencionar los estructurados y no estructurados (Rosa, 2022). Ejemplos de datos estructurados incluyen peso, altura, edad, sexo, cantidad de casos, pruebas de laboratorio y presión arterial. Entre los ejemplos de datos no estructurados se encuentran datos de texto libre, imágenes o videos, que necesitan pasar por técnicas diferentes para resultar de utilidad.

Además de conocer el entorno con el que se trabaja, si se tiene en cuenta que los reportes extraídos de un sistema informático podrían señalar las áreas en las que es necesario actuar al observar cantidades preocupantes de casos, se vuelve necesario que durante el diseño y programación se consideren buenas prácticas similares a las utilizadas para realizar reportes a gran escala. Entre las consideraciones de buenas prácticas se encuentran directrices como que la información sanitaria debe realizarse de conformidad con los principios éticos, por lo que los reportes deben ser objetivos, verificables y diferenciarse teniendo en cuenta las vidas y necesidades de diferentes

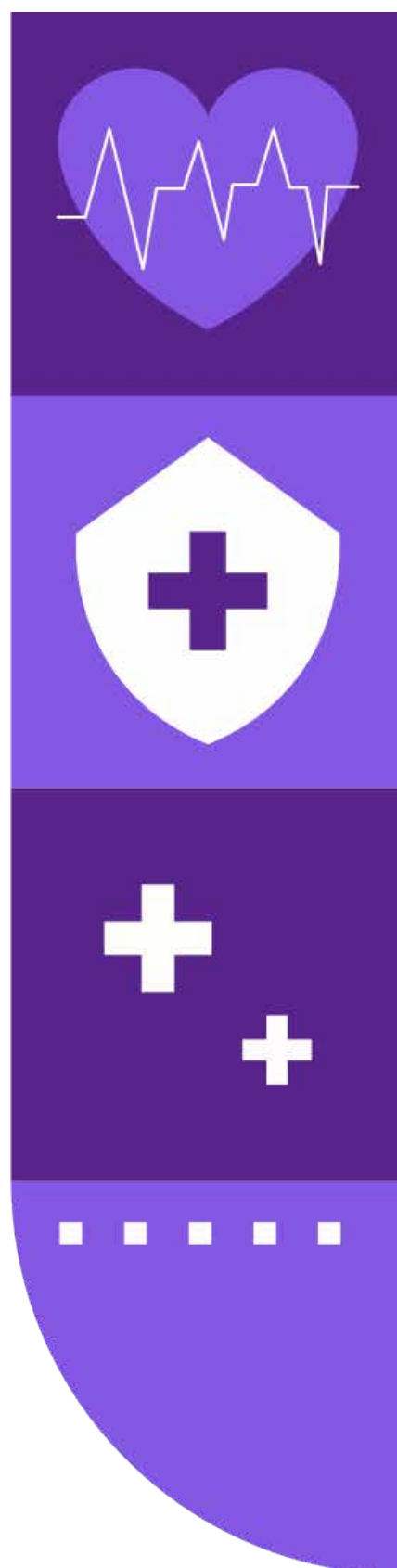
grupos sociales en caso de que influya en la toma de decisiones. Además, se agrega que los datos de salud son sensibles y deben ser protegidos y que los análisis o interpretaciones requieren de personas preparadas tanto con la metodología como con la utilización de investigaciones recientes que provengan de fuentes confiables, por lo que es mejor evitar que un sistema informático incluya conclusiones de forma automática (Starke et al., 2019).

La vigilancia epidemiológica en salud requiere de informes actualizados y precisos, elaborados con herramientas tecnológicas que permitan un manejo eficiente de los datos sanitarios. Este enfoque contribuye significativamente a la toma de decisiones informadas, asegurando que las estrategias de salud pública sean fundamentadas en información confiable y oportuna (García y Alfonso, 2013).

El fin de los reportes puede ser muy diverso, pero no siempre sirven para pasar directamente a la acción. En salud, pueden apoyar en la fase de definición de un problema, informar sobre situaciones relevantes, facilitar la evaluación de políticas existentes, evaluar el impacto de políticas e inclusive a la identificación o especificación de intervenciones futuras (Organización Mundial de la Salud [OMS], 2021). En cualquiera de los casos, debe considerarse la ética, discreción, claridad y veracidad para cada uno de los procesos a desarrollar, de forma en que se pueda cumplir con el objetivo inherente de los sistemas informáticos utilizados en salud, que es el beneficiar a la toma de decisiones con datos relevantes y certeros (Valeri, 2016).

2.4. Metodologías Ágiles en el desarrollo de software: principios, enfoques y aplicaciones

El desarrollo de software es un campo tan extenso que cada profesional debe tomar decisiones estratégicas como la elección del lenguaje de programación, la arquitectura adecuada y las buenas prácticas a seguir. Además, es fundamental analizar los requerimientos del proyecto, los recursos disponibles y las expectativas del cliente. Sin una planificación adecuada,



la complejidad del proceso puede volverse inmanejable (Nerur y Balijepally, 2007).

Para estructurar el proceso de desarrollo surgieron metodologías con pasos predefinidos y rígidos, útiles para sistemas pequeños con requisitos estables. Sin embargo, la necesidad de adaptabilidad en entornos tecnológicos en constante cambio llevó al desarrollo de metodologías ágiles (Eason, 2016). Estas metodologías proporcionan marcos de trabajo dinámicos que priorizan la satisfacción del cliente, la flexibilidad ante cambios de requisitos y la entrega continua de valor mediante productos funcionales (Agile Alliance, 2001).

De acuerdo con Ordoñez et al. (2016), las metodologías ágiles han evolucionado como una alternativa eficiente para el desarrollo de software, promoviendo principios fundamentales que favorecen la adaptabilidad y la entrega continua de valor. Entre los enfoques más utilizados destacan Scrum, Kanban, Lean y Programación Extrema (XP), cada uno con características específicas que los hacen adecuados para diferentes contextos de desarrollo. Estas metodologías permiten mejorar la colaboración entre equipos, reducir los tiempos de entrega y responder de manera efectiva a los cambios en los requerimientos del cliente.

Scrum es una metodología iterativa diseñada para proyectos complejos y cambiantes. Requiere al menos tres roles principales: el Scrum Master, encargado de guiar al equipo y eliminar impedimentos; el Product Owner, responsable de representar los intereses del cliente y priorizar las tareas y el equipo de Desarrollo, que trabaja de manera autoorganizada para construir el producto. El proceso se organiza en Sprints, períodos breves de desarrollo que culminan en una

entrega funcional. Dentro de Scrum existen eventos clave como la planificación del Sprint, las reuniones diarias, la revisión del Sprint y la retrospectiva, que permite mejorar continuamente la metodología de trabajo.

Kanban es una metodología que puede usarse en conjunto con Scrum gracias a su simplicidad. Se centra en visualizar y optimizar el flujo de trabajo (Bermejo, 2011). Su sistema de tableros físicos o digitales permite gestionar tareas en columnas como "Pendiente", "En proceso" y "Terminado", promoviendo la eficiencia al limitar la cantidad de tareas activas simultáneamente.

Por otra parte, Lean busca maximizar el valor entregado al cliente minimizando desperdicios. Se basa en principios como la mejora continua, la eliminación de tareas innecesarias y la entrega de valor constante (Soler, 2015). Ambos enfoques pueden combinarse con otras metodologías ágiles debido a su flexibilidad.

La Programación Extrema (XP) es otra metodología ágil que enfatiza las mejores prácticas de desarrollo de software como pruebas automatizadas, desarrollo incremental y programación en parejas. Su objetivo es mejorar la calidad del código y la capacidad de respuesta ante cambios en los requisitos (Beck, 1999). Se enfoca en la simplicidad del diseño, la comunicación efectiva y la retroalimentación continua, lo que la hace especialmente útil en proyectos con alta incertidumbre o requisitos cambiantes.

Las metodologías ágiles han demostrado ser altamente efectivas para el desarrollo de software en entornos dinámicos. Su flexibilidad permite que los equipos se adapten a cambios sin comprometer la calidad del producto final. Al priorizar la colaboración y la entrega

de valor continuo, estas metodologías han transformado la manera en que los proyectos tecnológicos se gestionan y ejecutan (Hadida y Troilo, 2020). Según Canós et al. (2003), entre sus principales características se destaca el enfoque en la entrega rápida y flexible de software mediante una colaboración estrecha entre el equipo de desarrollo y el cliente. Además, valoran al individuo, la comunicación constante y el desarrollo incremental del software con iteraciones cortas, lo cual ha demostrado ser efectivo en proyectos con requisitos cambiantes y en la reducción de los tiempos de desarrollo sin sacrificar la calidad. A pesar de los beneficios, todavía persiste un debate entre sus seguidores y aquellos que no las consideran una alternativa viable frente a las metodologías tradicionales, debido a escepticismo o falta de convencimiento.

La metodología de desarrollo incremental parte de un diseño inicial con características básicas, conocida como bosquejo de descripción y conforme avanza el desarrollo se van realizando versiones cada vez más completas del sistema, hasta llegar a una versión final que satisface completamente las necesidades del usuario y cumple con todos los requerimientos de información y administración de esta. El objetivo principal de esta metodología es acelerar el proceso de desarrollo, dividiendo el proyecto en intervalos incrementales que se superponen (León Yacelga et al., 2021). A diferencia del modelo en cascada, donde se analizan todos los requisitos antes de empezar a desarrollar, aquí los requisitos se dividen en incrementos funcionales independientes.

Las metodologías tradicionales, o pesadas, incluyen enfoques más rígidos y secuenciales. En los primeros días del desarrollo de software, donde el proceso era más artesanal, se adoptaron metodologías de otras áreas para mejorar la gestión del proceso. Esta

etapa inicial implicaba la división del desarrollo en fases secuenciales, como el modelo en cascada. Según Delgado Olivera y Díaz Alonso (2021), el modelo en cascada es un proceso que divide el desarrollo en fases separadas: definición de requisitos, diseño del sistema, implementación, pruebas unitarias, integración y pruebas del sistema, y finalmente operación y mantenimiento. Aunque este enfoque es útil en proyectos con requisitos estables, carece de la flexibilidad que ofrecen las metodologías ágiles.

2.5. Consideraciones técnicas y herramientas para el desarrollo de software

El desarrollo de software involucra una amplia variedad de lenguajes de programación y frameworks que facilitan el proceso de creación y mantenimiento de aplicaciones. Según su página oficial, PHP es un lenguaje de programación de propósito general especialmente útil para el desarrollo web (PHP, 2024). A pesar de ser un lenguaje intuitivo, cuenta con diversos frameworks que optimizan su uso, como Symfony y Codelgniter, siendo Laravel el más popular en la actualidad.

Laravel proporciona herramientas que simplifican la autenticación de usuarios, la gestión de rutas, el envío de correos y la integración con mapas o elementos visuales (Bagwan, 2019). Además, automatiza



funcionalidades esenciales del sistema que, de otro modo, requerirían implementación manual si se trabajara directamente con el lenguaje de programación PHP.

En cuanto a la gestión de bases de datos, existen diversas opciones como Oracle, MySQL y PostgreSQL, cada una con características particulares. Oracle, al ser una solución de pago, se distingue por sus funcionalidades avanzadas, especialmente en seguridad y soporte (Sánchez, 2004). Sin embargo, para proyectos que no requieren manejar grandes volúmenes de datos, MySQL y PostgreSQL resultan opciones de código abierto altamente recomendadas, ya que ofrecen flexibilidad, robustez y ausencia de limitaciones en tamaño o tiempo de uso (López, 2016).

Para la parte visual es fundamental que el software pueda adaptarse a cambios y permitir la integración con otras aplicaciones. Para ello, frameworks como React.js facilitan el desarrollo con JavaScript, permitiendo construir interfaces de usuario eficientes y modulares mediante componentes reutilizables (Jiménez, 2018). En ese sentido, la visualización de datos juega un papel fundamental en la experiencia de usuario, donde herramientas como Leaflet y Chart.js complementan el desarrollo al proporcionar soluciones interactivas para la representación de datos. Leaflet es una librería de código abierto para mapas interactivos que, debido a su ligereza y compatibilidad con diversas plataformas, facilita la integración de mapas dinámicos en aplicaciones web mediante el uso de capas,

marcadores y controles personalizables (Leaflet, 2024). Por su parte, Chart.js es una biblioteca de visualización de datos basada en JavaScript que permite la generación de gráficos dinámicos y responsivos, ofreciendo soporte para múltiples tipos de visualización, como gráficos de líneas, barras y radar, con una configuración sencilla y personalizable (Chart.js, 2024). La combinación de estas herramientas con React.js no solo mejora la presentación de datos, sino que también optimiza la interactividad, facilitando la lectura y comprensión de la información visualizada.

El diseño de interfaces también se ve optimizado mediante bibliotecas como Bootstrap, que simplifica la creación de componentes visuales como formularios, botones y secciones dentro de una plataforma web (Bootstrap, 2024). Su facilidad de uso y la variedad de recursos que ofrece lo convierten en una herramienta clave para diseños modernos y estructurados.

Complementando la parte visual, herramientas como Google Fonts permiten acceder a más de 1700 tipos de letra, facilitando la selección de opciones legibles y adecuadas para cada proyecto. Asimismo, Colorcodes ayuda a visualizar combinaciones de colores y obtener sus códigos de forma gratuita, optimizando la personalización de interfaces. Para la inclusión de elementos gráficos, plataformas como Freepik.es y Pixabay proporcionan imágenes de libre uso, reduciendo costos y tiempo en el desarrollo del sistema.



Cuando se trabaja en equipo es fundamental contar con herramientas que faciliten el proceso de desarrollo. Para la gestión de tareas, una de las opciones más intuitivas y accesibles es Trello.com, que permite visualizar en tiempo real el estado de cada tarea facilitando la planificación y ejecución del proyecto. Trello se basa en la metodología Kanban, la cual es sencilla de aprender y eficaz para organizar flujos de trabajo.

Para la colaboración en el desarrollo de código existen herramientas como Git y GitHub.com, esenciales para la gestión de versiones, integración eficiente de cambios y trabajo remoto. Estas plataformas aseguran la integridad del proyecto al permitir un control estructurado sobre las modificaciones en el código y fomentar una colaboración efectiva entre desarrolladores.

El desarrollo de software requiere una combinación de lenguajes, frameworks y herramientas especializadas que faciliten tanto la programación como la gestión de proyectos. La elección adecuada de estas tecnologías impacta directamente en la eficiencia, escalabilidad y mantenimiento de las aplicaciones desarrolladas.

2.6. Arquitectura y tecnologías utilizadas en aplicaciones web

Los sistemas informáticos ocupan un papel importante en la vida diaria, no solo con finalidades personales como la de entretener, sino que también juegan un papel crucial en los negocios, la economía, comunicación, la salud y educación. Como menciona Castro (2021), la tecnología pasó de representar un lujo a convertirse en una necesidad. Con la

constante globalización, las empresas deben ser rápidas y eficientes con todos sus recursos y es por ello que a través de los sistemas innovadores y adaptables a las necesidades de cada organización se busca resolver problemas y agilizar los procesos de tal manera que, las tareas que antes tomaban una importante cantidad tiempo en completarse hoy en día un sistema lo puede resolver en minutos y sin mucho esfuerzo gracias a la implementación de la tecnología en las empresas.

Una aplicación web es un programa informático que utiliza navegadores y tecnología web para realizar tareas a través de Internet. Las aplicaciones web son utilizadas por empresas e individuos para acceder a información, automatizar tareas, comunicarse y entretenerse. Como sucede con los sistemas de escritorio, las aplicaciones web son ampliamente utilizadas por empresas grandes debido a sus numerosos beneficios.

A continuación, y según refiere Amazon Web Service (2023), algunos de los beneficios más comunes asociados con el uso de estas aplicaciones son los siguientes: 1) la accesibilidad, la cual hace referencia a que una aplicación web es accesible desde cualquier navegador y desde diferentes dispositivos, lo que facilita la colaboración en tiempo real mediante documentos compartidos, sistemas de administración de contenidos y otros servicios empresariales basados en suscripciones; 2) el desarrollo eficiente, ya que el desarrollo para aplicaciones web es medianamente sencillo y más rentable para las empresas. Mediante el uso de metodologías de desarrollo ágil, las tareas se dividen en pequeños grupos logrando ciclos de desarrollo cortos, lo que hace que optar por las aplicaciones web sea una opción eficiente al momento de desarrollar aplicaciones; 3) la simplicidad para el usuario,

al ser más destacable que el usuario no debe descargar las aplicaciones web, lo que facilita su uso al momento de acceder a la vez que se prescinde de mantenimiento y capacidad en el disco duro por parte del disco duro; 4) la escalabilidad, debido a que las empresas que emplean aplicaciones web pueden agregar usuarios de manera flexible, sin requerir una infraestructura adicional o hardware costoso; 5) la mayor parte de la información de las aplicaciones web se almacena en la nube, lo que significa que no es necesario que la empresa invierta en más capacidad de almacenamiento para ejecutar aplicaciones web.

Con relación a la arquitectura de aplicaciones web, el diseño se basa en una estructura de cliente-servidor y su código se compone de dos partes que son los scripts, que se ejecutan en el lado del cliente y los que se ejecutan en el lado del servidor. Por un lado, el script del lado del cliente se encarga de la funcionalidad de la interfaz de usuario, mientras que el navegador web renderiza los elementos gráficos y el texto para la interacción del usuario. Las acciones del usuario, como hacer clic en botones o enlaces, se envían al servidor como solicitudes. Por otra parte, el script del lado del servidor maneja el procesamiento de datos y la respuesta a las solicitudes del cliente. Estas solicitudes pueden ser para obtener, editar o guardar datos y el servidor enviará la respuesta correspondiente. Por ejemplo, al hacer clic en el botón "Leer más", el servidor enviará el

contenido al usuario, mientras que al hacer clic en el botón "Enviar", el servidor guardará los datos en la base de datos. A veces, el servidor completa la solicitud y envía una página HTML completa al cliente, lo que se conoce como renderizado del lado del servidor.

2.7. Tipos de arquitectura de aplicaciones web

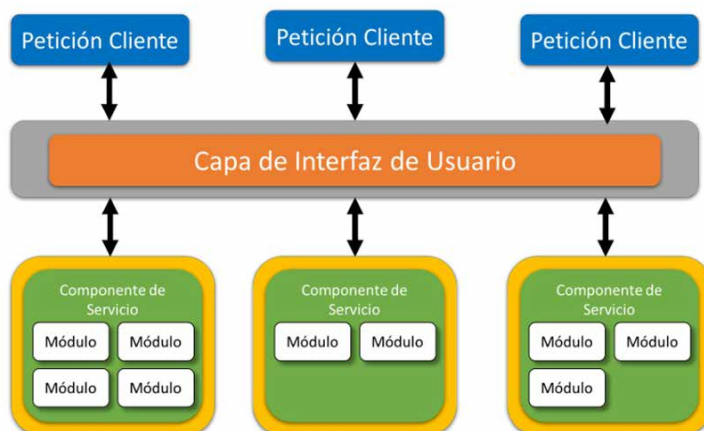
Con respecto a la arquitectura cliente-servidor, según Cristián Bircher (2017), el modelo de arquitectura implica múltiples clientes que realizan solicitudes a múltiples servidores, que procesan la información y devuelven los resultados correspondientes. Tanto los clientes como los servidores pueden ser modelados como componentes o conjuntos de componentes, que pueden estar relacionados de alguna manera y contener lógica de negocios, propiedades, estados y reglas que definen su comportamiento. La diferencia clave es que los clientes consumen servicios, mientras que los servidores los exponen para que sean consumidos. Aunque tanto el cliente como el servidor pueden estar geográficamente dispersos, la separación entre ellos es puramente lógica. Entre sus mayores ventajas, Fiacco y Rice (1991) destacan que la estructura posibilita que la información sea procesada de manera distribuida entre varias computadoras conectadas en red, lo cual ofrece la flexibilidad necesaria para interconectar de forma efectiva sistemas distintos.

López y Maya (2017) indican que la arquitectura basada en los microservicios (ilustración 2) son una aproximación para el desarrollo de



aplicaciones como un conjunto de pequeños servicios que se ejecutan en su propio proceso y se comunican mediante mecanismos ligeros, como una interfaz de programación de aplicaciones (API) sobre el protocolo de transferencia de hipertexto (HTTP). Estos servicios están diseñados para ser automatizados e independientes en su implementación y despliegue, sin necesidad de una gestión centralizada. La arquitectura de microservicios se enfoca en el desarrollo de aplicaciones compuestas por unidades autónomas, modulares y autocontenidas, lo que difiere de la forma tradicional o monolítica.

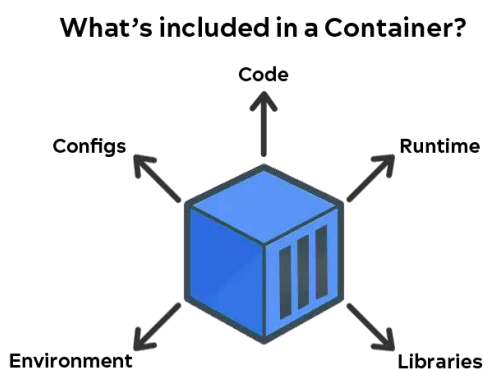
Ilustración 2. Patrón básico de arquitectura de Microservicios.



Fuente: López y Maya (2017).

La arquitectura basada en contenedores es un enfoque de diseño y despliegue de aplicaciones que se basa en la creación de entornos aislados y ligeros conocidos como contenedores. Como menciona Maggi (2020), estos son una herramienta de virtualización que utilizan software para aprovechar los recursos del computador y ejecutar aplicaciones de forma independiente en un mismo Sistema Operativo (SI) (Ilustración 3). Los contenedores son mucho más livianos y utilizan menos recursos ya que las partes compartidas del SI son de solo lectura, mientras que cada contenedor tiene su propio montaje para la escritura. Un contenedor es una unidad estándar de software que encapsula el código y todas sus dependencias, permitiendo que la aplicación se ejecute de manera rápida y confiable en diferentes entornos informáticos.

Ilustración 3. Arquitectura de contenedores: aislamiento, escalabilidad y distribución.



Fuente: Back4App.

Con relación a la arquitectura sin servidor, Valcárcel Tejón (2018) conceptualiza el término de serverless como una opción que permite a las empresas ejecutar aplicaciones y servicios sin tener que administrar servidores, lo que permite a los desarrolladores enfocarse en el producto principal en lugar de preocuparse por el funcionamiento de los servidores o los tiempos de ejecución en la nube o en las instalaciones. Este enfoque proporciona un mayor valor y ayuda a resolver los requisitos funcionales. Las arquitecturas sin servidor son un enfoque de desarrollo y ejecución de aplicaciones que se apoya en el uso de servicios en la nube para manejar la infraestructura subyacente. Conforme a lo que menciona Llopis (2019), el aumento en la demanda de recursos de computación en la nube llevó a una consolidación de la oferta de estos recursos en forma de servicios, lo que produjo la disminución de las opciones de virtualización de servidores que históricamente fueron utilizadas para migrar a un entorno virtual. La migración a arquitecturas sin servidor ofrece ventajas como la capacidad nativa de escalar horizontalmente, la gran capacidad de concurrencia, el aislamiento e independencia del procesamiento de eventos desencadenantes, un costo reducido y una supuesta facilidad de supervisión, monitoreo y mantenimiento.

Como ejemplo, algunas plataformas y servicios Serverless existentes en el mercado actualmente son la AWS Lambda, que es el servicio de cómputo sin servidor de Amazon Web Services (AWS); la Azure Functions, conocida como el servicio de cómputo sin

servidor de Microsoft Azure es otra de las más populares y ampliamente utilizadas; Google Cloud Functions, que es el servicio de cómputo sin servidor de Google Cloud Platform (GCP), permite a los desarrolladores ejecutar código en respuesta a eventos específicos en la nube de Google; Firebase Functions que es el servicio de cómputo sin servidor de Firebase, una plataforma de desarrollo de aplicaciones móviles de Google, que permite a los desarrolladores ejecutar código en respuesta a eventos específicos en Firebase; y OpenFaaS que es una plataforma sin servidor de código abierto que se ejecuta en la nube o en entornos locales, lo que permite a los desarrolladores ejecutar funciones en cualquier lugar.

En cuanto a la arquitectura basada en SPA (Single Page Application), la carga inicial sólo incluye los elementos necesarios para mostrar la interfaz, y las interacciones del usuario se manejan mediante solicitudes AJAX al servidor (Altamirano, 2018). Además, se actualizan solo los elementos que han cambiado, sin recargar toda la página, lo que mejora la velocidad de respuesta y la experiencia del usuario. Algunas ventajas que menciona el mismo autor es que se enfoca en la interfaz de usuario en la web y se divide en componentes más pequeños que se relacionan entre sí. Los componentes individuales pueden actualizarse o reemplazarse en cualquier momento, sin necesidad de recargar toda la página, aunque se puede cargar contenido nuevo en algunas secciones. SPA maneja las acciones del usuario como la entrada desde el mouse y el teclado.

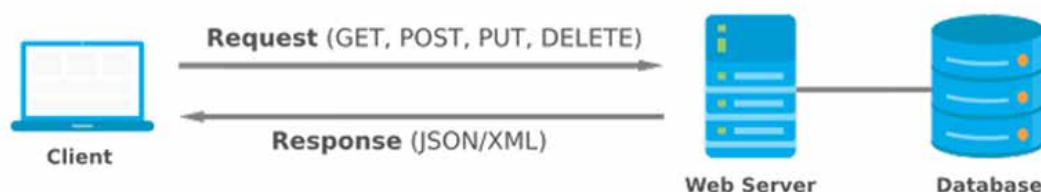
Al respecto Bonilla Adriano (2021) sugiere que las SPA obtengan de forma independiente



la petición (HTML) y los datos (JSON) mediante una solicitud al servidor. Una vez que se han cargado el fichero HTML y los datos, el navegador es el encargado de renderizar y visualizar la página web. La interacción entre la SPA y el servidor web se realiza únicamente mediante la transferencia de datos, lo que reduce la sobrecarga en la red y permite que la aplicación sea mucho más rápida en comparación con las aplicaciones web tradicionales.

En este contexto, el uso de servicios REST (Representational State Transfer) es fundamental para la comunicación eficiente entre el cliente y el servidor. REST (ilustración 4) proporciona un modelo basado en solicitudes HTTP (GET, POST, PUT, DELETE) que permite el intercambio de datos en formatos ligeros como JSON o XML, lo que optimiza la velocidad y la escalabilidad de las aplicaciones web (Fielding, 2000). Esta arquitectura es ampliamente utilizada en el desarrollo de aplicaciones modernas debido a su flexibilidad y compatibilidad con diversas tecnologías.

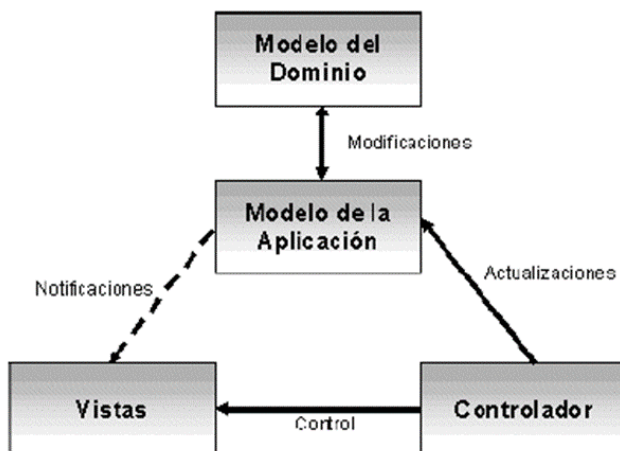
Ilustración 4. Interacción de los servicios REST.



Fuente: Bonilla Adriano (2021).

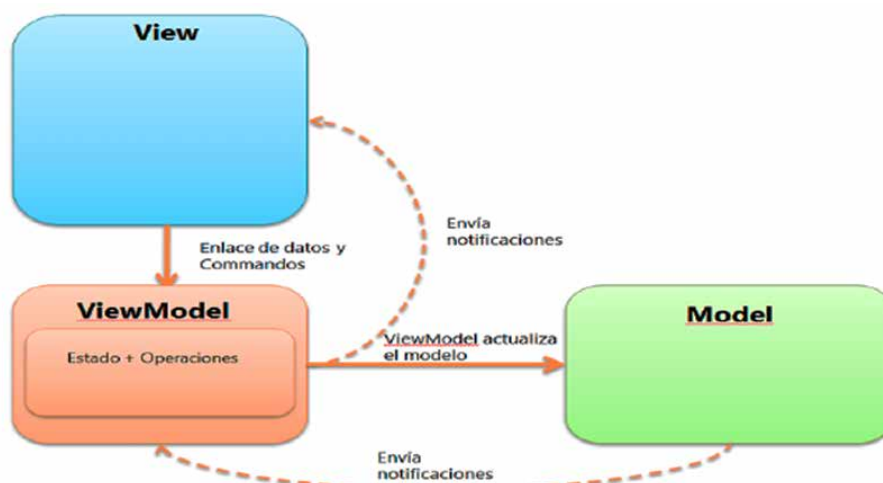
2.8. Modelos de diseño de desarrollo de aplicaciones web

En cuanto al MVC (Modelo [model] – Vista [view] – Controlador [controller]) (ilustración 5), Bascón Pantoja (2004) expresa que el patrón de diseño MVC divide una aplicación en tres módulos que tienen funcionalidades claramente definidas y fácilmente identificables que son el Modelo, las Vistas y el Controlador. Hernández (2021) indica que el modelo es el componente que se encarga de la lógica de negocio y la gestión de datos. La vista es el componente que se encarga de la presentación visual de la aplicación, es decir, la interfaz de usuario con la que este interactúa. Por último, el controlador es el componente que actúa como intermediario entre la vista y el modelo, y se encarga de controlar la lógica de la aplicación y de coordinar la interacción entre los dos componentes restantes. Es una de las arquitecturas más utilizadas en el desarrollo de aplicaciones web y permite separar claramente la lógica de presentación de la lógica de negocio, lo que facilita el mantenimiento y la escalabilidad de la aplicación.

Ilustración 5. Relación entre los modelos del patrón MVC.

Fuente: Bascón Pantoja (2004).

En cuanto al modelo MVVM (Modelo-Vista-Vista Modelo), Vallejo Bermeo (2014) indica que este patrón busca separar el Modelo y la Vista mediante la introducción de una capa abstracta entre ellos, denominada "Modelo de la Vista" o "ViewModel". La Vista y el Modelo de la Vista son creados por la aplicación contenedora y la Vista mantiene una referencia al ViewModel. Este último expone entidades observables o enlazables, así como comandos a los que la Vista puede enlazarse. Las interacciones del usuario con la Vista disparan comandos contra el ViewModel, y las actualizaciones en el ViewModel se propagan automáticamente a la Vista mediante enlace de datos. En el siguiente esquema (ilustración 6) se presenta de manera general, sin profundizar en los detalles de cómo se implementa tecnológicamente.

Ilustración 6. Patrón MVVM (MODEL VIEW VIEWMODEL).

Fuente: Vallejo Bermeo (2014).

El modelo PAC (Presentación-Abstracción-Control) se enfoca en separar la presentación de la aplicación (vista) de la lógica de control y la lógica de negocio (control y abstracción). El patrón

de diseño PAC se basa en el concepto de agentes cooperativos, que se organizan en una estructura jerárquica. Según Plakalovic y Simic (2010), la principal responsabilidad del agente PAC de nivel superior es proporcionar un modelo de datos global para el software. Esta tarea es realizada por el componente de Abstracción dentro del agente superior, el cual gestiona la representación y manipulación de los datos. La interfaz del componente de Abstracción proporciona funciones para la manipulación del modelo de datos y para la búsqueda de información. La representación de datos dentro del componente de Abstracción debe ser independiente del medio, lo que permite la adaptación del agente PAC a diferentes entornos sin cambios importantes en su componente de Abstracción. El componente de Presentación de un agente de nivel superior a menudo tiene varias responsabilidades. Puede incluir elementos de la interfaz de usuario que son comunes a toda la aplicación. En algunos sistemas, el componente de Presentación no existe.

2.9. Lenguajes de programación y frameworks de desarrollo

Como menciona Ceballos (2004), un lenguaje de programación es una herramienta que facilita la creación de programas o software para ordenadores. Los lenguajes de programación se utilizan para desarrollar programas que definen y gestionan el comportamiento de los componentes físicos y lógicos de una computadora. Para ello, se crean y aplican algoritmos precisos que sirven

como medio de comunicación entre los seres humanos y los ordenadores.

A continuación, se presentan algunos de los lenguajes más populares, iniciando por Java que, de acuerdo con Genaro Moreno Beltrán (s.f), es un lenguaje de programación orientado a objetos que ocupa un lugar destacado entre los tres lenguajes más populares en la actualidad. Debido a su amplio soporte y a la gran variedad de clases y colecciones que ofrece, Java es uno de los lenguajes más sólidos y utilizados en el mundo del desarrollo de software multiplataforma. Permite a los desarrolladores crear aplicaciones o sistemas de información locales, aplicaciones o sistemas dentro de entornos web e incluso aplicaciones para móviles, lo que lo convierte en uno de los mejores lenguajes de programación disponibles actualmente.

Otro de los lenguajes es Python, que según Challenger et al. (2014), es un lenguaje de programación de alto nivel, ya que incluye estructuras de datos implícitas como listas, diccionarios, conjuntos y tuplas, que permiten realizar tareas complejas en pocas líneas de código y de manera legible. Ofrece facilidades para la programación orientada a objetos, imperativa y funcional, por lo que se considera un lenguaje multi-paradigma.

PHP por su parte es un lenguaje de programación versátil y dinámico que ofrece múltiples técnicas de programación. A lo largo de los años, este lenguaje ha experimentado una evolución significativa. Por ejemplo, con la versión 5.0 (lanzada en el 2004) introdujo un modelo de objetos sólidos (object-oriented). En la versión 5.3 se añadieron funciones anónimas y espacios de nombres (namespaces) y posteriormente en la 5.4 (en el 2012) se incorporaron rasgos. PHP es el lenguaje más

popular en la Web, con un porcentaje de uso de poco más del 76% por parte de los desarrolladores en nuestro mundo virtual en su estadística de abril del 2023. Una de las ventajas de utilizar PHP es su gran facilidad para los principiantes, sin embargo, también ofrece una gran cantidad de características avanzadas para los programadores profesionales.

Según Cedeño (2018), algunas de las principales ventajas son que PHP es un lenguaje de programación que destaca por su sencillez y facilidad de aprendizaje. Además, es conocido por su rapidez y es compatible con la mayoría de las plataformas de alojamiento web. Entre sus características se encuentra la posibilidad de utilizar clases y herencias propias de los lenguajes orientados a objetos. También es posible mezclar código PHP con HTML. PHP tiene la capacidad de trabajar con archivos y conectarse a distintas bases de datos, incluyendo MySQL, Oracle, SQL Server, Informix y PostgreSQL, el software que permite soportar PHP en los servidores de hosting es libre y gratuito, se encuentra en constante evolución y soporta numerosas funcionalidades. Existe una gran cantidad de documentación sobre el lenguaje en Internet, lo que facilita la solución de problemas que puedan surgir durante el desarrollo de un sitio web, y que PHP no requiere la definición de tipos de variables, aunque sus variables pueden ser evaluadas según el tipo que manejen en tiempo de ejecución (Cedeño, 2018).

2.10. Frameworks de desarrollo de aplicaciones web

Según Rodríguez (2021), un framework para desarrollo web es una estructura de trabajo que consiste en una serie de módulos de software predefinidos, que pueden ser utilizados como punto de partida para el desarrollo de varios proyectos informáticos. Estos módulos proporcionan una base sólida para el desarrollo de aplicaciones web, lo que permite a los desarrolladores centrarse en la lógica de la aplicación en lugar de preocuparse por la infraestructura.

En el informe de la Encuesta de Desarrolladores de Stack Overflow (2022), se identificaron las tecnologías más populares. Entre ellas se encuentra Django, framework de alto nivel que fue

diseñado para fomentar el rápido desarrollo y un diseño limpio y pragmático. Django ha sido creado por desarrolladores experimentados y se encarga de gran parte de las complejidades del desarrollo web, lo que permite a los desarrolladores centrarse en escribir su aplicación. Además, Django es un proyecto de código abierto y es gratuito para su uso. Se describe como “increíblemente rápido”, “reconfortantemente seguro”, “excesivamente escalable” (Django, 2023).

Otro es Ruby on Rails, que se caracteriza por ser un conjunto de herramientas completo que permite a los desarrolladores crear aplicaciones web completas desde el front-end hasta el back-end. Este framework incluye herramientas para el renderizado de plantillas HTML, la actualización de bases de datos, la gestión de correo electrónico, el mantenimiento de páginas en vivo a través de WebSockets, la ejecución de tareas asincrónicas, el almacenamiento de archivos en la nube y la protección contra ataques de seguridad comunes. Al tener estas herramientas integradas, los desarrolladores pueden enfocarse en la lógica de su aplicación en lugar de tener que escribir una gran cantidad de código de infraestructura (Rails, 2023). También se encuentra Spring, que es un framework de Java. Se enfoca en hacer que la programación en este lenguaje sea más rápida, fácil y segura para cualquier persona que lo utilice. Gracias a su enfoque en la velocidad, simplicidad y productividad, se convirtió en el framework más popular de Java en todo el mundo. Con Spring, los desarrolladores pueden disfrutar de una experiencia de programación más fluida, ya que muchas de las tareas tediosas y complicadas están automatizadas y son manejadas por el propio framework. Esto permite que los programadores se concentren en la lógica de

negocio de sus aplicaciones, en lugar de tener que preocuparse por la complejidad de la infraestructura (Spring, 2023).

Por su parte, Laravel es un framework de desarrollo de aplicaciones web escrito en PHP, que utiliza el patrón de arquitectura de software Modelo-Vista-Controlador (MVC). Pesantez (2020) refiere que los frameworks son herramientas que permiten optimizar tiempos y costos en el desarrollo ágil de aplicaciones web. En este sentido, Laravel es uno de los frameworks de código abierto más populares debido a que simplifica el proceso de programación y ofrece múltiples funciones integradas. Al respecto un artículo publicado en Laravel News (2021) resalta que se caracteriza por tener una sintaxis elegante y expresiva. Su objetivo es hacer que el proceso de desarrollo sea creativo y disfrutable. Para ello, ofrece herramientas para simplificar tareas comunes en proyectos web como autenticación, enrutamiento, sesiones, plantillas y almacenamiento en caché, entre otros. Laravel toma lo mejor de otros frameworks web, incluso de aquellos implementados en diferentes lenguajes de programación, como Ruby on Rails, ASP.NET MVC y Sinatra, y los combina para ofrecer una experiencia de desarrollo óptima.

La principal característica de Laravel, conforme a lo mencionado por Pesantez (2020), es que es altamente modular, lo que permite trabajar con todos sus paquetes y descomponer sistemas complejos con decenas de miles de líneas de código. Además, es adaptable con Lumen, un micro-framework que ayuda en la creación de microservicios y API's. El sistema de rutas de Laravel se encarga del enrutamiento de manera ágil y optimiza los tiempos de respuesta para una navegación más rápida en el sistema web. Los Middleware de Laravel realizan filtrado de llamadas HTTP(S) para verificar la accesibilidad

de los usuarios y es posible generar roles con sus respectivos permisos para brindar seguridad al sistema web. La autenticación es nativa e incluye paquetes de filtrado y diseños elaborados por Laravel. Además, el sistema de encriptación de Laravel utiliza OpenSSL y TLS con el cifrado AES.

El diseño de aplicaciones web es un proceso de creación de interfaces y funcionalidades para aplicaciones que funcionan en un entorno web. Esto implica la utilización de tecnologías web, como HTML, CSS y JavaScript, para crear interfaces de usuario y desarrollar la lógica de la aplicación en el lado del cliente.

Uno de los principales frameworks de diseño web es Bootstrap, el cual es presentado como un conjunto de herramientas para la construcción de interfaces de usuario en aplicaciones web, que es potente, adaptable y cuenta con numerosas características. Con este conjunto de herramientas, los desarrolladores pueden construir y personalizar sus aplicaciones utilizando Sass, un sistema de cuadrícula y componentes predefinidos, y agregar funcionalidades avanzadas con plugins de JavaScript.

También se encuentra Foundation, que es un conjunto de frameworks frontend responsive que permite diseñar sitios web, aplicaciones y correos electrónicos que se ajustan a cualquier dispositivo, como la misma página oficial indica con Foundation, se pueden crear diseños atractivos, flexibles y personalizados, gracias a su sintaxis semántica y legible. Además, se actualiza constantemente con nuevos recursos y fragmentos de código, como plantillas HTML, que facilitan el inicio de nuevos proyectos.

Bulma es un framework gratuito y de código abierto que ofrece componentes de frontend listos para usar que se pueden combinar fácilmente para construir interfaces web receptivas. Como mencionan en la página oficial es 100 % responsive, modular, moderno y gratis (Bulma, s.f.).

2.11. Base de datos y sistemas gestores de bases de datos

En esencia, una Base de Datos (BD) es una colección de información que se mantiene y gestiona a lo largo del tiempo mediante un Sistema de Gestión de Bases de Datos (SGBD). Callejas Cuervo & Díaz Sarmiento (2006) lo conceptualizan como un conjunto de programas y datos interconectados que están diseñados para almacenar y recuperar información. La base de datos es donde se almacena toda la información relacionada con una empresa o entidad en particular. El propósito principal de un SGBD es proporcionar un entorno práctico y eficiente para el almacenamiento y la recuperación de información de la base de datos.

El sitio web de Oracle menciona que una base de datos relacional es capaz de almacenar y permitir el acceso a datos relacionados entre sí en tablas, donde cada fila es un registro con una clave única y las columnas contienen los atributos de los datos.

La principal base de datos de tipo relacional es la Oracle Database, que es un sistema de gestión de bases de datos relacional que permite a los usuarios almacenar y recuperar datos de manera eficiente y segura. Es uno



de los sistemas de gestión de bases de datos más populares y utilizados en la industria y cuenta con una amplia gama de herramientas y características para la gestión y el análisis de datos. Oracle Database se puede utilizar en una variedad de entornos, desde pequeñas empresas hasta grandes organizaciones y empresas a nivel mundial (Oracle, 2023). Cabe destacar que la mayoría de los productos y servicios de Oracle requieren una licencia pagada para su uso en producción. Estos incluyen Oracle Database Enterprise Edition, Oracle Cloud Services y Oracle Applications, entre otros.

El desarrollo de aplicaciones web depende en gran medida de sistemas de gestión de bases de datos para almacenar, recuperar y procesar información de manera eficiente. Cualquier actividad que implique la gestión de datos dentro de un sistema informático requiere una base de datos robusta y confiable. MySQL es ampliamente reconocido como el sistema gestor de bases de datos de código abierto más popular, siendo una opción clave para desarrolladores y empresas debido a su estabilidad, escalabilidad y facilidad de uso (Dubois, 2013).

Las empresas que implementan MySQL suelen reducir significativamente sus costos de software, en algunos casos hasta un 90 %, gracias a su modelo de código abierto y su amplia compatibilidad con múltiples plataformas. Además, su uso es gratuito bajo ciertas condiciones de licencia, lo que lo convierte en una alternativa accesible para startups y proyectos en crecimiento. Su capacidad para ofrecer alta velocidad, seguridad y flexibilidad en diferentes sistemas operativos ha consolidado su popularidad dentro de la comunidad de desarrollo web (Welling & Thompson, 2021).

Como menciona Smyth (2007), un SGBD permite acceder a los datos almacenados en una base de datos, y una de las formas principales de lograr esto es mediante el uso de un lenguaje conocido como Structured Query Language (SQL), el cual es fácil de aprender debido a su conjunto reducido de palabras clave. Además, la sintaxis de SQL es muy similar en la mayoría de los sistemas de gestión de bases de datos, lo que permite que los conocimientos adquiridos en un sistema se puedan aplicar en otros.

La principal ventaja de la base de datos MySQL es que se encuentra entre las más populares. Otros gestores de bases de datos incluyen SQLite, Microsoft SQL Server, Oracle y Microsoft Access, entre otros. Al decidir qué programa utilizar, es importante considerar las ventajas que cada uno ofrece en términos de creación, gestión y administración de bases de datos, así como la forma en que almacena y busca la información.

Otras ventajas que se pueden encontrar en MySQL, según se describe en el artículo de HN.cl (2021) es que, según los desarrolladores de MySQL, es su rapidez y diseño orientado a la velocidad, es gratuito bajo la licencia GPL de código abierto y tiene un costo razonable en caso de requerir licencia comercial, es fácil de usar y se puede interactuar con él a través del lenguaje SQL estándar para la comunicación con sistemas de gestión de bases de datos, es compatible con varios sistemas operativos, incluyendo Windows, Linux, Mac OS, Unix, FreeBSD, OS/2 e Irix, entre otros. Está ampliamente disponible en la mayoría de los proveedores de hosting, cuenta con soporte técnico a través de listas de correo electrónico y de su comunidad de usuarios, es seguro gracias a su sistema flexible de autorización y cifrado de contraseñas, puede manejar bases de datos de gran tamaño, con un límite de

tamaño teórico de hasta ocho millones de terabytes, y que la licencia GPL de código abierto permite la personalización del software MySQL para adaptarse a entornos específicos.

Con relación al Microsoft SQL Server, su principal lenguaje de consulta es Transact-SQL, el cual se basa en las normas ANSI/ISO del lenguaje de consulta estructurado (SQL) y es utilizado tanto por Microsoft como por Sybase. Algunas de sus características son el soporte de transacciones; escalabilidad, estabilidad y seguridad; soporta procedimientos almacenados, incluye también un potente entorno gráfico de administración, que permite el uso de comandos DDL y DML gráficamente. Permite trabajar en modo cliente-servidor, donde la información y datos se alojan en el servidor y las terminales o clientes de la red sólo acceden a la información, además, permite administrar información de otros servidores de datos (Santamaría y Hernández, 2016).

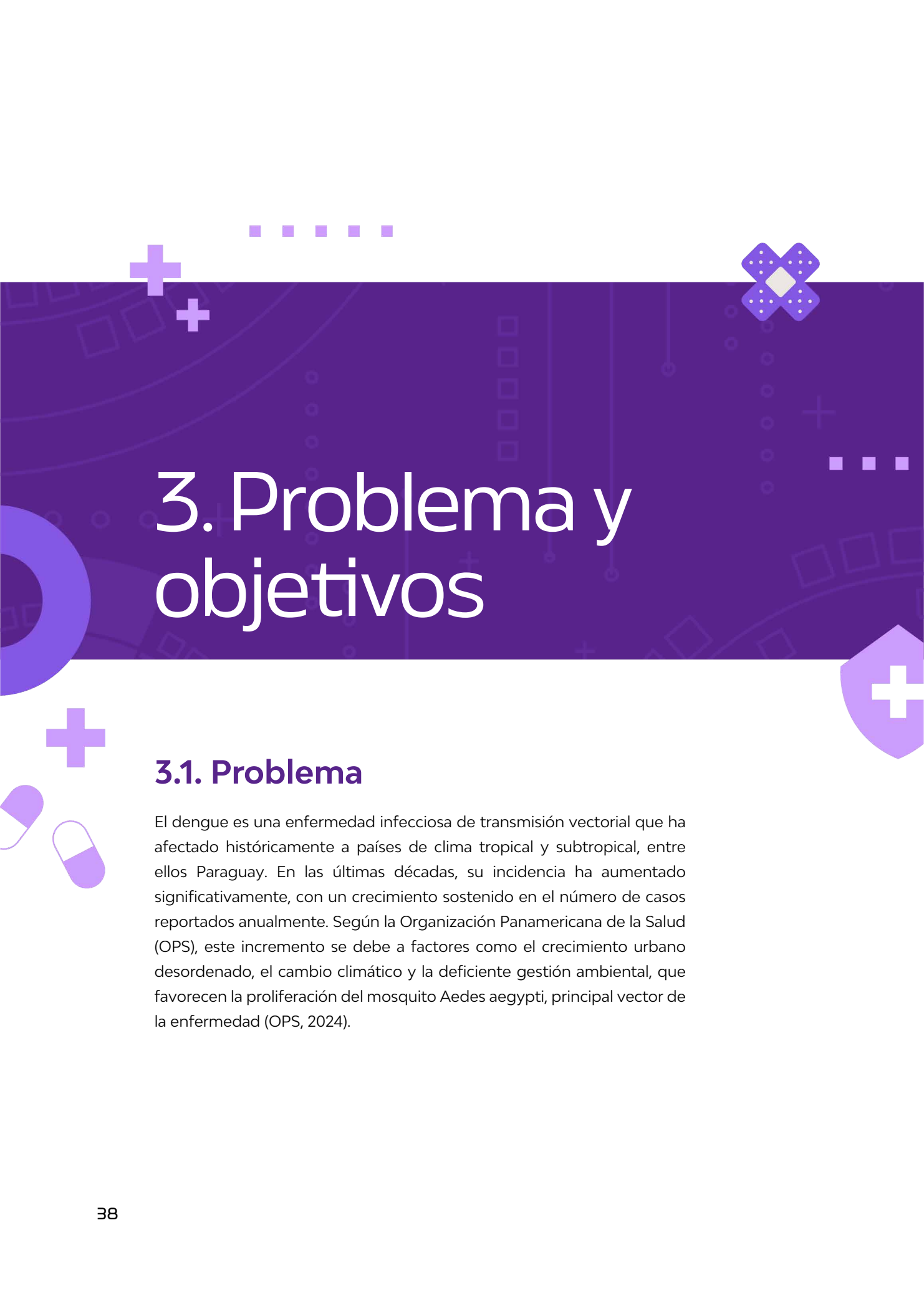
PostgreSQL es un SGBD de código abierto que ofrece una amplia variedad de funcionalidades avanzadas, está escrito en el lenguaje de programación C y utiliza herramientas como Yacc y Lex. Además, proporciona una API de acceso al SGBD disponible en varios lenguajes de programación, como C, C++, Java, Perl, PHP, Python y TCL. También cuenta con una gestión de usuarios y privilegios, opciones de conectividad TCP/IP, sockets Unix, sockets NT y soporte completo para ODBC. A su vez es altamente estable y confiable y ofrece soporte para varias operaciones de SQL, incluyendo algunas extensiones de orientación a objetos y la posibilidad de definir nuevos tipos de tabla (Ginestà y Pérez Mora, 2012).

Al considerar a la Base De Datos no Relacional, se identifica que esta se caracteriza por no utilizar el esquema de filas y columnas típico de

los sistemas de base de datos tradicionales. En su lugar, utilizan modelos de almacenamiento optimizados para el tipo de datos que se almacena. Esto puede incluir la utilización de pares clave/valor, documentos JSON o grafos con bordes y vértices, entre otros formatos.

MongoDB es un SGBD orientado a documentos que permite que cada registro tenga un esquema de datos diferente al de otros registros. Es un software de código abierto escrito en lenguaje de programación C++, que puede funcionar en varios sistemas operativos, como Windows, Linux y OS X, entre otros. MongoDB se diferencia del modelo relacional ya que es una base de datos NoSQL que tiene como objetivo resolver las limitaciones del modelo relacional en situaciones donde se manejan grandes cantidades de datos (Borja, 2012).

Couchbase es una base de datos NoSQL distribuida que ofrece una combinación única de versatilidad, rendimiento, escalabilidad y valor económico para una amplia gama de aplicaciones, incluyendo las de nube, móviles, híbridas y de informática perimetral, entre otras. Ofrece una caché administrada incorporada que permite una arquitectura de memoria en primer lugar (memory-first). Las operaciones de lectura y escritura se ejecutan a la velocidad de la RAM. Datos estándar de formato JSON legibles por humanos, con clave-valor, SQL++, indexación, búsqueda de texto completo, análisis y eventos, todo integrado. Modelado y accesos flexibles que permiten ciclos de desarrollo iterativos y ágiles (Couchbase, 2023).



3. Problema y objetivos

3.1. Problema

El dengue es una enfermedad infecciosa de transmisión vectorial que ha afectado históricamente a países de clima tropical y subtropical, entre ellos Paraguay. En las últimas décadas, su incidencia ha aumentado significativamente, con un crecimiento sostenido en el número de casos reportados anualmente. Según la Organización Panamericana de la Salud (OPS), este incremento se debe a factores como el crecimiento urbano desordenado, el cambio climático y la deficiente gestión ambiental, que favorecen la proliferación del mosquito *Aedes aegypti*, principal vector de la enfermedad (OPS, 2024).

En Paraguay, la presencia del dengue se remonta a la década del 80, con los primeros casos detectados. Sin embargo, la primera gran epidemia ocurrió entre 1999 y 2000, con 24.282 casos clínicos reportados y 4.070 confirmados (Diario La Nación, 2023). A partir de entonces, las epidemias han sido recurrentes, con picos en 2011 y 2013, siendo esta última la más letal hasta ese momento, con más de 130.000 casos confirmados, 150.000 sospechosos y 252 fallecimientos. En 2019-2020, Paraguay enfrentó otra gran epidemia con 27.597 casos confirmados, más de 177.000 notificaciones y 53 fallecidos, lo que llevó al Gobierno a declarar emergencia sanitaria (Diario La Nación, 2023). Tras esta epidemia, se observó una disminución de casos debido a las restricciones de movilidad impuestas por la pandemia de COVID-19. Sin embargo, en 2023 y 2024, las autoridades han advertido sobre un posible nuevo brote de gran magnitud, con el riesgo de superar epidemias previas. Según el Ministerio de Salud Pública y Bienestar Social (MSPBS), hasta la semana epidemiológica 6 del 2024, ya se registraron 22.093 casos confirmados y 159.722 notificaciones de casos sospechosos (Dirección General de Vigilancia de la Salud, 2024).

A pesar de los esfuerzos institucionales, Paraguay enfrenta desafíos en la vigilancia epidemiológica y el control de brotes. Entre las formas de trabajo, se detectó la existencia del sistema de la Dirección General de Vigilancia de la Salud (DGVVS) del Ministerio de Salud Pública y Bienestar Social (MSPBS), el cual es utilizado como una de las herramientas principales para la vigilancia epidemiológica en el país. Este sistema permite el registro y monitoreo de casos de dengue a nivel nacional, aunque presenta ciertas limitaciones en cuanto a interoperabilidad y visualización de datos, lo que dificulta la toma de

decisiones en tiempo real. Dado lo anterior, surge como posible respuesta la propuesta e implementación de un sistema web para el registro, control y visualización de datos de pacientes con diagnóstico médico de dengue con el fin de identificar información relevante y eficiente que ayuden a la prevención. Tal como se menciona en el apartado teórico de este informe, el sistema web debe considerar la participación de expertos del área de salud para que sea acorde a las necesidades locales.

Además, teniendo en cuenta que se trata de una investigación alineada al enfoque CTS, la transferencia de los resultados con posibilidades de aplicación es fundamental. Sin embargo, el contexto local presenta limitaciones en la formación de talento humano en I+D así como la disponibilidad de oficinas de transferencia de tecnología (OTT) dentro de las universidades (Esteche y Denis, 2024), por lo que es fundamental conocer la situación en el 2025 atendiendo a que, tal como se manifiesta en la parte teórica, se planificaron acciones para mitigar los problemas que genera el dengue, entre otros.

3.2. Objetivos:

- Desarrollar un sistema web para el registro, control y visualización de datos de pacientes con diagnóstico médico de dengue.
- Realizar un estudio de mercado para el testeo del funcionamiento del sistema web y posible transferencia.
- Detectar las necesidades institucionales para la transferencia de tecnología.
- Estudiar la percepción de los tomadores de decisiones del sistema de salud para la adquisición de la aplicación.



4. Metodología

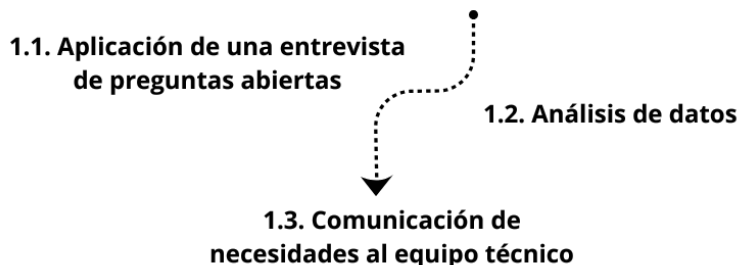
El proyecto se ejecutó en 3 etapas, distinguiendo entre la parte social y la parte tecnológica. Con este apartado se plasma todo el transcurrir del proyecto de cara a que pueda tenerse en cuenta para propuestas semejantes, además de facilitar la replica, aspecto fundamental según el método científico.

Tal como muestra la ilustración 7, el trabajo se realizó por medio de las siguientes etapas:

Ilustración 7. Procedimiento de trabajo.

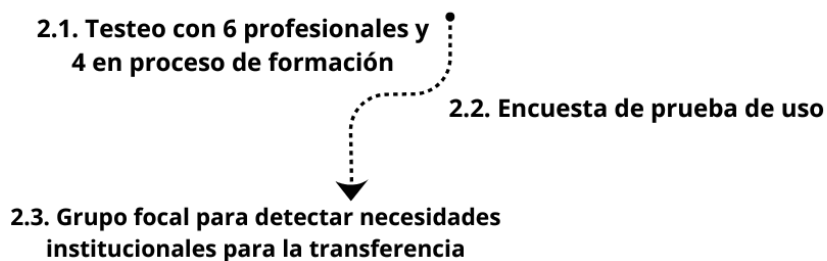
Etapa 1

Detección de las necesidades de mejoras en el sistema actual



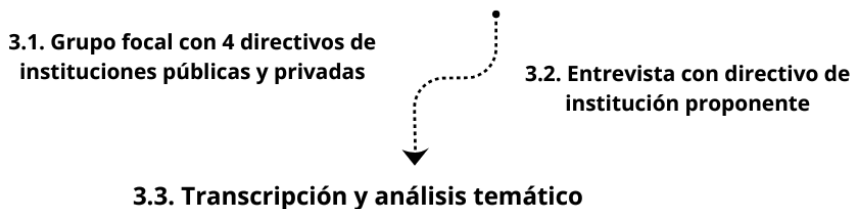
Etapa 2

Desarrollo del Software: Metodología Scrum



Etapa 3

Tomadores de decisiones



Fuente: elaboración propia.



4.1. Etapa 1 - Detección de las limitaciones en el uso del software de DGVS

Para desarrollar el software, inicialmente se realizó un análisis de las limitaciones en uso del software designado por la Dirección General de Vigilancia Sanitaria (DGVS) para la gestión de datos relacionados con el dengue en laboratorios clínicos de la ciudad de Encarnación.

4.1.1. Método (Entrevista)

Para el análisis de las limitaciones, se recogieron datos procedentes de 10 entrevistas con representantes de laboratorios clínicos de la mencionada ciudad, permitiendo recopilar información clave sobre los procesos actuales de registro y notificación.

Para la recogida de datos se recurrió al muestreo por disponibilidad, por lo que el tamaño de la muestra se determinó en función de la cantidad de representantes de laboratorios que aceptaron participar. Para guardar la confidencialidad e identificar a la muestra, se codificaron los nombres de los entrevistados como: Lab1, Lab2, Lab3, Lab4, Lab5, Lab6, Lab7, Lab8, a excepción de 7ª Región Sanitaria y SENEPA, quienes firmaron un consentimiento informado para la aparición del nombre de la institución en el proyecto. Las entrevistas se realizaron tras recibir el consentimiento informado de los participantes para grabar la conversación que luego fueron transcritas. Cabe destacar que el instrumento de recolección de datos contó con el visto bueno del Comité de Ética en Investigación (CEI) de la Universidad Autónoma de Encarnación.



4.1.2. Análisis

Para el análisis se utilizó el análisis temático (Seid, 2016) teniendo en cuenta las variables de la tabla 1.

Tabla 1. Variables analizadas y preguntas del cuestionario.

Variables	Preguntas
Procedimiento de gestión y sistemas utilizados por los laboratorios para registro de pacientes	¿Cuál es el número aproximado de pacientes con dengue que reciben por día en los últimos 3 meses? ¿Qué pasos siguen actualmente cuando identifican casos sospechosos o confirmados de dengue? ¿Utilizan un software (programa informático) para registrar y gestionar la información de los pacientes con diagnóstico de dengue? ☐ Sí (Pasa a la sección 3.1) ☐ No (Pasa a la sección 3.2) Características del software. 3.1.1. El software utilizado es exclusivo del laboratorio o proporcionado por alguna otra institución? ¿Con qué frecuencia lo utilizan y qué datos registra?
Usabilidad	¿El software es accesible desde sus dispositivos a través de internet o está instalado en su computadora? 3.1.3. ¿Cuánto tiempo les toma registrar y procesar la información en el software? 3.1.4. ¿Cuánto tiempo tarda el paciente en recibir sus resultados y a través de qué medio (digital: correo, WhatsApp, página web; impreso)? 3.1.5. ¿Cómo se almacenan y reportan los datos? (por ejemplo, PDF, mensaje, etc.)
Percepción sobre el sistema DGVS	Disponibilidad de la información: ¿Sabe qué tipo de información está disponible en el software? 3.1.8. ¿Qué tipo de información les gustaría tener en el software que actualmente no está disponible? 3.1.9. ¿Qué tipos de reportes genera el software y están satisfechos con ellos? ¿Hay algún reporte que necesiten y que no esté disponible o que sea incompleto?
Sugerencias y nuevos requerimientos para la mejora del sistema	¿Cuáles nuevas funcionalidades les gustaría agregar al software? (Usabilidad e Interfaz del Software) ¿Con qué frecuencia enfrenta problemas o errores al usar el software? ¿Cómo afectan estos problemas a su trabajo diario? ¿Con qué frecuencia necesita asistencia técnica? ¿Cómo evalúa la calidad del soporte que recibe? ¿qué tan satisfecho está con la interfaz del software? ¿Qué le gustaría cambiar o mejorar?

Fuente: elaboración propia.

4.1.3. Comunicación al equipo técnico

Para el diseño del software se consideraron las respuestas recogidas durante las entrevistas, priorizando la creación de una solución independiente pero adaptable. Se abordaron las limitaciones identificadas como la falta de herramientas avanzadas para análisis visual, orientando las funcionalidades del sistema hacia la resolución de estas falencias.

Los requisitos técnicos y operativos del software se fundamentaron en el análisis de los sistemas existentes y las necesidades específicas de los laboratorios. Esto permitió

diseñar una herramienta que complementa las soluciones actuales, con un enfoque en la autonomía y en la calidad de los reportes, dejando abierta la posibilidad de integración futura si las condiciones y los objetivos así lo requieren.

Este trabajo se centra únicamente en desarrollar una plataforma web de gestión de casos de pacientes con diagnóstico médico de dengue y no así la integración con otros sistemas. Sin embargo, este tiene potencial de integración con la de DGVS mediante la implementación de APIs, en el caso de que se pueda llevar a cabo la transferencia de tecnología.

4.2. Etapa 2 - Desarrollo del Sistema

Se utilizó la metodología ágil Scrum (2020), seleccionada debido a su enfoque flexible y su capacidad de adaptación a los cambios durante el proceso de desarrollo. A diferencia de las metodologías tradicionales, que requieren un conjunto de requisitos estrictos desde el inicio del proyecto, Scrum permite iterar y ajustar los productos a medida que se avanza en el trabajo, facilitando la incorporación de mejoras de forma continua.

La metodología Scrum se estructuró a través de ciclos de desarrollo cortos llamados sprints, con una duración de dos semanas. Cada sprint comenzó con una planificación en la que el equipo definió las tareas prioritarias y asignó responsabilidades entre sus miembros. Durante los sprints, el equipo de desarrollo se

encargó del diseño, desarrollo y pruebas de las funcionalidades del sistema web. Al final de cada sprint, se realizó una revisión interna para evaluar el progreso y ajustar los objetivos del siguiente ciclo, asegurando que el producto se alinea con las necesidades del proyecto y cumpliera con los requisitos establecidos.

El Scrum Master facilitó las sesiones, garantizando que se siguieran las prácticas ágiles y resolviera cualquier impedimento que pudiera surgir. El Product Owner, encargado de representar la visión del proyecto, tuvo un rol indirecto, pues el equipo asumió la definición de los requisitos y funcionalidades basándose en la información previamente recopilada mediante la entrevista mencionada en el punto 4.1.1.



En cada sprint, se trabajó en la implementación de funcionalidades como la visualización de datos mediante mapas interactivos y gráficos dinámicos, utilizando tecnologías como Laravel, React, Leaflet y Chart.js. Estas herramientas permitieron desarrollar una interfaz amigable, eficiente y adaptada a las necesidades del sistema, facilitando la gestión y el control de los datos relacionados con los casos de dengue. Al seguir el enfoque ágil de Scrum, el equipo logró ajustar el producto de manera constante, asegurando su calidad y alineación con los objetivos técnicos y operativos del proyecto tal como se muestra en las ilustraciones 8, 9 y 10.

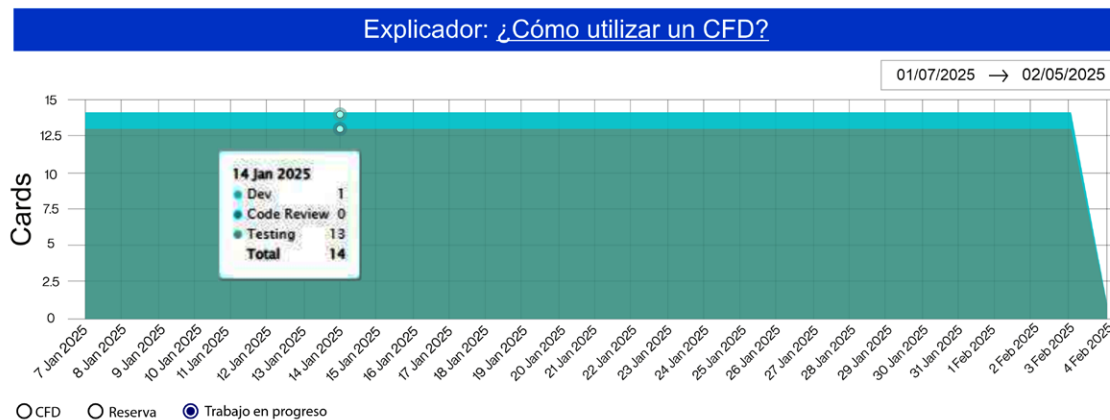
Ilustración 8. Panel de seguimiento iterativo de tareas.

Actual			
Historia			
Todo Por miembro A bordo Esta semana			
Nombre	En curso	Terminado	colgante
Axel Nicolás Jara Bernal	0	1	0
Antonio López	0	3	0
Fabián Enrique Giménez González	1	2	0
Troche de Zadkiel	0	1	0
en línea	0	1	0

Fuente: sistema web creado.

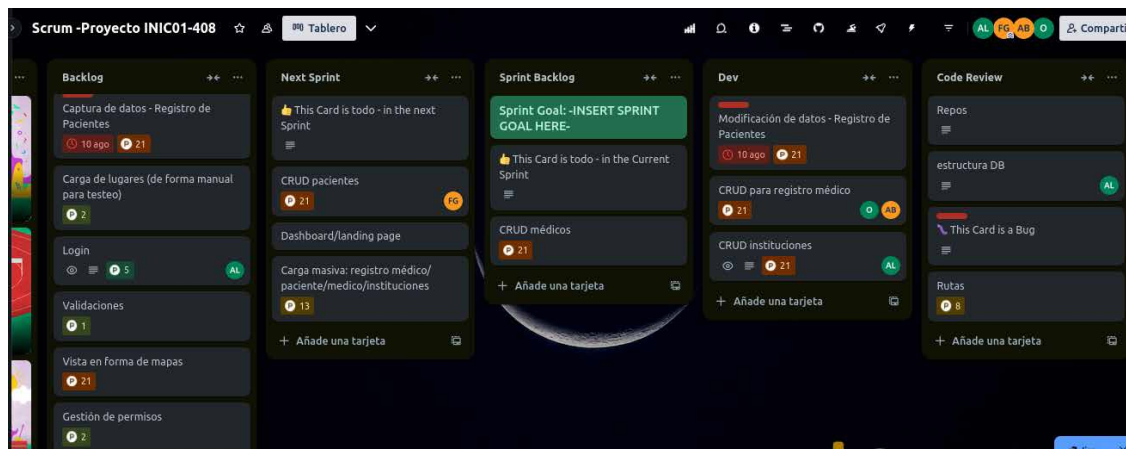
Ilustración 9. Diagrama de flujo acumulativo metodología Scrum.

Diagrama de flujo acumulativo



Fuente: elaboración propia.

Ilustración 10. Tablero de gestión de tareas con la metodología Scrum.



Fuente: elaboración propia.

4.2.1. Testeo del Sistema

Como parte del proceso de validación del software desarrollado, se llevó a cabo una sesión de testeo en el Laboratorio de Informática de la Universidad Autónoma de Encarnación (UNA E), con la participación de 6 profesionales bioquímicos y 4 en proceso de formación provenientes de distintos laboratorios clínicos de la ciudad de Encarnación. El objetivo principal de esta actividad fue evaluar el funcionamiento de la plataforma web en un entorno controlado para profundizar en sus experiencias de uso, identificar dificultades o limitaciones percibidas y recopilar sugerencias para optimizar la herramienta antes de su implementación en entornos reales. Se permitió a los usuarios finales interactuar directamente con el sistema y proporcionar retroalimentación sobre su usabilidad, eficiencia y pertinencia en la gestión de datos de pacientes con diagnóstico de dengue. Se proporcionaron credenciales de acceso (Ilustración 11) a los participantes, quienes ingresaron a la plataforma a través de navegadores web para explorar sus principales funcionalidades.

Ilustración 11. Interfaz de inicio de sesión.



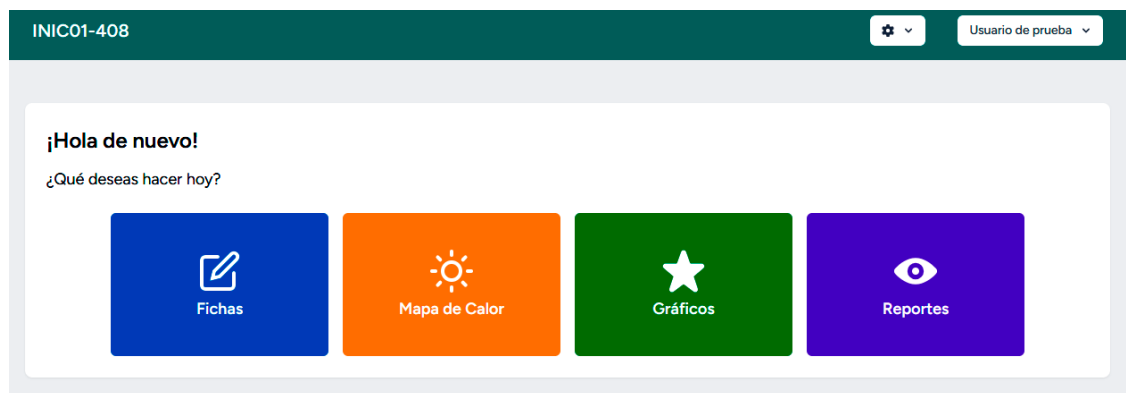
Fuente: sistema web creado.

Durante la prueba, los usuarios realizaron, en forma de simulación, tareas como:

- Registro de pacientes con diagnóstico de dengue ingresando a "Fichas".
- Carga de resultados de análisis clínicos (Fichas).
- Generación y exportación de reportes (Reportes).
- Visualización de datos mediante gráficos y mapas de calor (Ilustración 12).

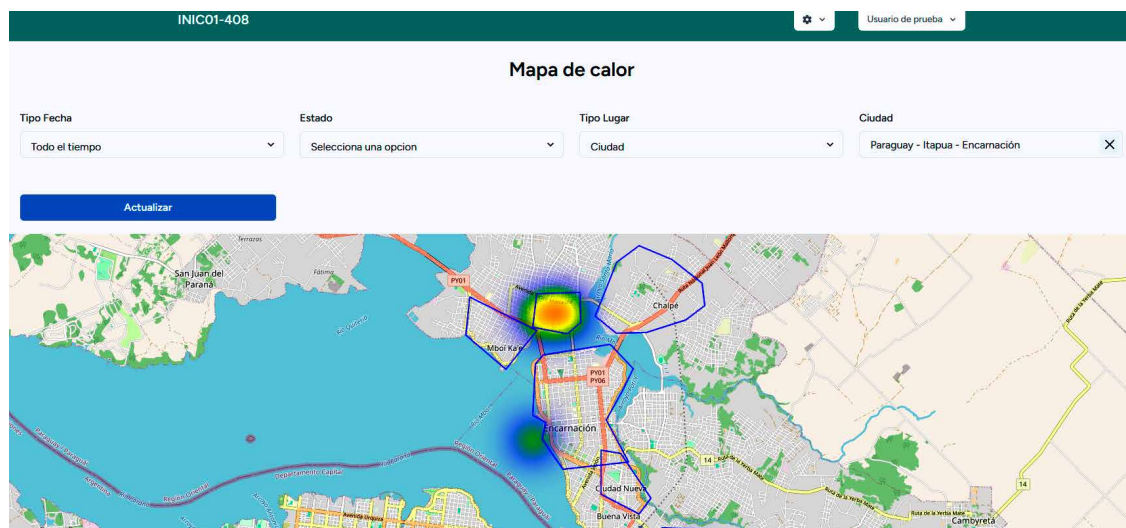
Al finalizar el simulacro pudieron observar una de las innovaciones clave de este sistema web, que es el mapa de calor (ilustración 13).

Ilustración 12. Tablero de gestión de tareas con la metodología Scrum.



Fuente: elaboración propia.

Ilustración 13. Tablero de gestión de tareas con la metodología Scrum.



Fuente: elaboración propia.

Se les solicitó a los participantes realizar estas acciones siguiendo un guión estructurado, el cual cubría los flujos de trabajo más relevantes del sistema. Paralelamente, los investigadores técnicos registraron sus comentarios en un informe de validación y observaron en tiempo real el proceso del testeo (Ilustración 14 y 15).

Ilustración 14**Ilustración 15**

Fuente: Departamento de Comunicaciones UNAE.

4.2.2. Encuesta posterior a la prueba de uso

Posterior al testeo del software, se aplicó un cuestionario con opciones de respuestas de escala likert estructurado con 20 preguntas cerradas y dos abiertas, previamente dictaminado favorablemente por el CEI de la UNAE, el instrumento fue adaptado de Baños et al. (2021). Estas fueron respondidas por los participantes en el testeo ($n= 6$ profesionales bioquímicos con conocimiento del sistema de la DGVS y $n=4$ en proceso de formación sin conocimiento del sistema utilizado actualmente). Los datos se analizaron comparando la percepción entre los participantes con y sin conocimiento del sistema actual (DGVS). Se aplicó la estadística descriptiva (García Ferrando, 1997), teniendo en cuenta las variables de la tabla 2.



Tabla 2. Variables y preguntas del cuestionario.

Variables	Preguntas
Usabilidad del sistema INIC01-408	Considerando las tareas habituales como carga de datos, generación de reportes, entre otras ¿En qué nivel las funciones del sistema cumplen con sus expectativas? ¿En qué medida considera sencilla la navegación en la plataforma testeada hoy? ¿Cuál es el nivel de utilidad de las opciones presentadas para gestionar la información de pacientes? ¿Cuál es el nivel de intuitividad (intuición) del diseño del sistema para encontrar la información necesaria?
Testeo del sistema	¿En qué medida le parece clara y funcional la organización de las opciones principales? (Registro de casos, Información de pacientes, Mapa de Calor, Gráficos, Reportes) ¿En qué medida le parece que el sistema cumple con sus expectativas para realizar la carga de datos, gestión de pacientes, seguimiento de caso y generación de reportes? ¿Con qué frecuencia ha experimentado errores, fallos, caídas o desconexiones mientras utilizaba el sistema hoy?
Prueba de rendimiento	¿Cuál es su nivel de satisfacción general con el desempeño del sistema en términos de rendimiento, facilidad de uso y utilidad? ¿Qué funcionalidad o mejora considera que sería útil para esta interfaz y por qué?
Prueba de conformidad de la seguridad del software	¿En qué medida considera que los métodos de autenticación y seguridad del sistema protegen adecuadamente la confidencialidad de los datos?
Evaluación comparativa con el software de DGVS	19. ¿En qué medida considera que es más fácil el uso y navegación de este sistema en comparación con el proporcionado actualmente por la 7ma Región Sanitaria? 21. ¿Cuál es el nivel de utilidad de los reportes generados en este sistema en prueba en comparación con los reportes del sistema proporcionado por la 7ma Región Sanitaria? 20. ¿Cuál es el nivel de respuesta que percibe sobre la rapidez de este sistema en comparación con el sistema proporcionado por la 7ma Región Sanitaria que utiliza actualmente?

Fuente: elaboración propia.

Este testeo en un entorno controlado fue fundamental para validar la efectividad del software y garantizar su adecuación a las exigencias del sector salud, facilitando su posible implementación y transferencia tecnológica posterior.

4.2.3. Grupo focal para detectar necesidades institucionales

En un segundo momento tras el testeo, y con los mismos profesionales participantes en la prueba del sistema, se realizó un grupo focal con preguntas abiertas -previamente dictaminado favorablemente por el CEI de la UNA E - enfocado a detectar las necesidades institucionales para la transferencia de tecnología. Estas se analizaron mediante el análisis temático (Seid, 2016) teniendo en cuenta las variables de la tabla 3.

Tabla 3. Variables analizadas y preguntas del cuestionario.

Variables	Preguntas
Acceso y disposición económica para la transferencia tecnológica	¿Cuál es la capacidad económica de su institución para adoptar un nuevo sistema de gestión de pacientes designado por el Ministerio de Salud? ¿Por qué? Después de haber testeado el sistema de hoy usted recomendaría la adquisición para el uso en su institución? Desde su punto de vista qué condiciones se tienen que dar para que su institución pueda utilizar el nuevo sistema que han probado hoy?
Infraestructura tecnológica	¿Qué tipo de infraestructura tecnológica propia de la institución hay disponible para utilizar el sistema actual? ¿Cómo evaluaría la capacidad tecnológica actual de su institución en términos de preparación para nuevas tecnologías?
Capacitación y colaboración	¿Qué tipo de capacitación sería necesaria para implementar un nuevo sistema de gestión? ¿Qué importancia atribuye a la colaboración entre el sector salud y universidades en el desarrollo de sistemas tecnológicos?
Impacto y funcionalidades	¿Qué impacto espera que tenga un nuevo sistema en la gestión de casos de dengue?

Fuente: elaboración propia.

4.3. Etapa 3 - Tomadores de decisiones



Fuente: Departamento de Comunicaciones UNAEL.

4.3.1. Instituciones públicas y privadas

El software desarrollado se proyectó con miras a la transferencia al sector salud, sea un ente público o privado. Por ello, se llevó a cabo un grupo focal con los tomadores de decisiones del área de salud (directivos de clínicas privadas y públicas, así como de SENEPA) y se utilizó un guion de preguntas abiertas. Los resultados se analizaron mediante el análisis temático (Seid, 2016) teniendo en cuenta las variables de la tabla 4.

Tabla 4. Variables analizadas y preguntas del cuestionario.

Variables	Preguntas
Conocimiento y Experiencia con la Transferencia de Tecnología	¿Ha colaborado previamente con universidades para adquirir tecnología o desarrollar proyectos conjuntos? Si es así, ¿cómo fue su experiencia? ¿Qué tan frecuentemente busca innovaciones o soluciones tecnológicas desarrolladas en instituciones académicas? ¿Existen políticas claras y estructuradas en su empresa o institución para facilitar la transferencia tecnológica? Existen manuales de propiedad intelectual en su empresa o institución para facilitar la transferencia tecnológica?

Percepción General de la Transferencia de Tecnología al sector salud	¿Cómo percibe la idea de que una institución externa al Ministerio o fuera del país desarrolle y transfiera tecnología al Ministerio de Salud para su implementación nacional? ¿Qué nivel de confianza tiene en las soluciones tecnológicas desarrolladas fuera del ámbito gubernamental para resolver problemas de salud pública?
Disposición y Motivación para la Adopción	¿Qué características considera fundamentales para que un software transferido desde una institución proponente sea adoptado y utilizado ampliamente por el Ministerio de Salud? ¿Considera que un software de gestión de carga obligatoria para pacientes con dengue podría ser visto como una herramienta clave para mejorar la toma de decisiones? ¿Por qué?
Factores de aceptación e integración institucional	¿Qué aspectos de la transferencia de tecnología podrían generar resistencia en las instituciones de salud públicas y cómo cree que se podrían superar? ¿Qué rol podría jugar la capacitación del personal en la aceptación de este software en instituciones del sector público y privado? ¿Cómo evaluaría la importancia de que el software sea interoperable con los sistemas ya existentes en las instituciones de salud?
Escalabilidad y recomendación interinstitucional	¿Qué condiciones deberían cumplirse para que usted o su institución recomienden este sistema al Ministerio de Salud y a otras instituciones del sistema de salud? ¿Qué estrategias considera necesarias para garantizar que la transferencia de esta tecnología sea sostenible en términos técnicos, operativos y financieros? de este sistema.

Fuente: elaboración propia.

4.3.2. Institución proponente

Así también, se aplicó una entrevista al Director del Centro de Investigación y Documentación de la Universidad Autónoma de Encarnación (CIDUNAE), miembro de la institución proponente. Fue seleccionado como muestra por disponibilidad, atendiendo a los criterios siguientes:

- Por su cargo, tiene un rol asignado en casos de transferencia tecnológica según el Manual de Transferencia de Tecnología de la Institución.
- Por la posibilidad de transferencia del software desarrollado.

- La UNA E cuenta con dos experiencias cofinanciadas por el CONACYT en formación de gestores de la innovación, hecho que da cuenta de una línea de trabajo en materia de innovación y transferencia.
- La institución cuenta con dos líneas de investigación en materia de transferencia.
- La institución cuenta con un Small Business Development Center operativo, con financiamiento del Ministerio de Industria y Comercio (MIC), la USAID y Taiwán ICDF, por lo que hay actividad en materia de innovación y transferencia de conocimiento.

Se le aplicó un guion de 20 preguntas abiertas -previamente dictaminado favorablemente por el CEI de la UNA-E- en la oficina del CIDUNA-E. Para realizar la entrevista se solicitó la firma del consentimiento informado y se grabó la conversación. Posteriormente, se realizó la transcripción del audio y se analizaron las respuestas mediante el análisis temático (Seid, 2016) teniendo en cuenta las variables de la tabla 5.

Tabla 5. Variables analizadas y preguntas del cuestionario.

Variables	Preguntas
Contexto Institucional	¿Existen políticas/manuales claros y estructurados en la universidad para facilitar la transferencia tecnológica? ¿La universidad cuenta con oficinas de transferencia de tecnología (OTTs) o equivalentes? ¿Cómo se alinea la transferencia de tecnología con los objetivos institucionales/línea de investigación?
Propiedad Intelectual.	¿La universidad tiene mecanismos para identificar, proteger y comercializar la PI? ¿Cuántas patentes/licencias ha generado la universidad, y cuántas se han transferido a empresas?
Relación Universidad-Empresa	¿Existen relaciones previas entre la universidad y las empresas del sector? ¿Qué tan alineadas están las investigaciones con las necesidades del mercado? ¿Qué mecanismos utilizan para detectar las necesidades?
Capacidades y Recursos	¿El personal universitario y de la OTT tiene experiencia en transferencia tecnológica? ¿Qué fuentes de financiamiento existen para desarrollar las tecnologías hasta un nivel transferible?
Barreras y Facilitadores	¿Qué tan predispuestos están los académicos y empresarios a colaborar para realizar investigaciones/transferencia? ¿Existen barreras legales o burocráticas en el proceso de investigación? ¿Cuáles son las principales barreras que enfrentan las empresas para adoptar tecnologías desarrolladas por la universidad?
Impacto y Medición	¿Qué beneficios económicos ha generado la transferencia de tecnología? ¿Qué métricas se usan para evaluar el impacto de la transferencia?

Fuente: elaboración propia.

Todos los instrumentos aplicados en esta investigación fueron aprobados por el Comité de Ética en Investigación de la Universidad Autónoma de Encarnación por medio de un dictamen.



5. Experiencia de ejecución del proyecto

Este apartado se dispone con el fin de ilustrar la organización interna del equipo, ya que la propuesta de investigación se encuadra en “iniciación a la investigación”. A su vez, con miras a que pueda ser un apoyo para quienes se inician en la ciencia, como también para quienes desarrollan la docencia con estrategias como el Aprendizaje Basado en Proyectos.

También, se da cuenta de actividades de difusión y de la consultoría para la elaboración del artículo científico resultante del proyecto.

5.1. Gestión de los equipos de trabajo

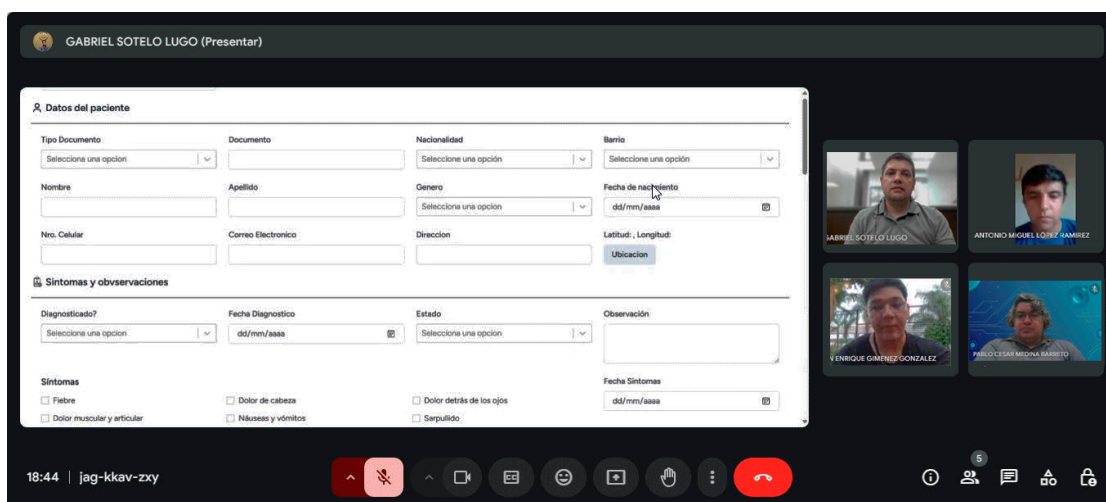
El trabajo a lo largo del proyecto se realizó en dos equipos. Por una parte, el equipo técnico que se encargó del desarrollo del software (ilustración 16) y por otra parte el equipo técnico que se encargó del proceso de investigación teórica y en campo (ilustración 18 y 19).

Por parte del equipo técnico de desarrollo del software, primero se evaluaron los requerimientos técnicos y funcionales, los cuales fueron basados en la información recabada a través de entrevistas y análisis del mercado realizado por el equipo técnico de investigación. Se utilizaron frameworks como Laravel para desarrollar el sistema y React para crear una interfaz de usuario interactiva y eficiente. Se integraron herramientas de visualización de datos, como Leaflet para

mapas interactivos y Chart.js para gráficos dinámicos.

A lo largo del proceso, el equipo técnico de desarrollo se centró en garantizar la calidad y funcionalidad del sistema, abordando tareas como la implementación de la base de datos, el diseño de la interfaz y la integración de herramientas visuales. Además, se realizaron pruebas constantes para asegurar que el producto cumpliera con los requerimientos y estuviera listo para su implementación. El sistema se validó con éxito y el equipo logró cumplir con los objetivos establecidos, asegurando que el producto final fuera funcional, eficiente y adecuado a las necesidades del contexto, tal como se verá en el apartado de resultados.

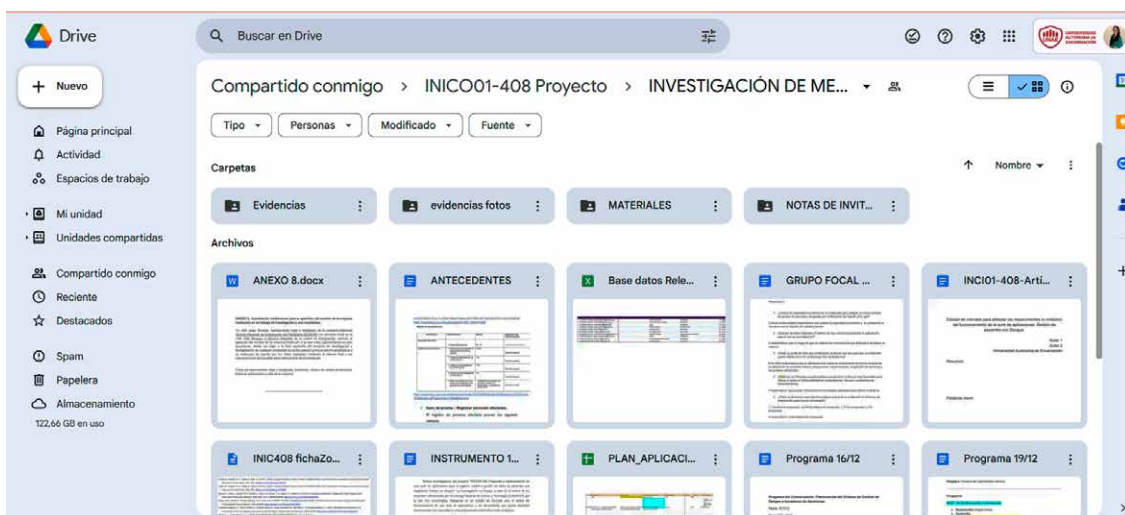
Ilustración 16. Reunión del equipo técnico desarrollador.



Fuente: elaboración propia.

El equipo técnico de investigación de mercado se centró en la redacción teórica, la elaboración y aplicación de los instrumentos de recolección de datos. Para la redacción teórica, así como para la elaboración de los instrumentos de recolección de datos, se trabajó mediante el Google Drive (ilustración 17), con correo institucional (@unae.edu.py), así como con reuniones presenciales y virtuales según el asunto a tratar.

Ilustración 17. Organización de tareas en Google Drive.



Fuente: elaboración propia.

Ilustración 18. Reunión virtual del equipo de trabajo para coordinación de actividades.



Fuente: elaboración propia.

Ilustración 19. Reunión presencial del equipo de trabajo para verificar actividades designadas.

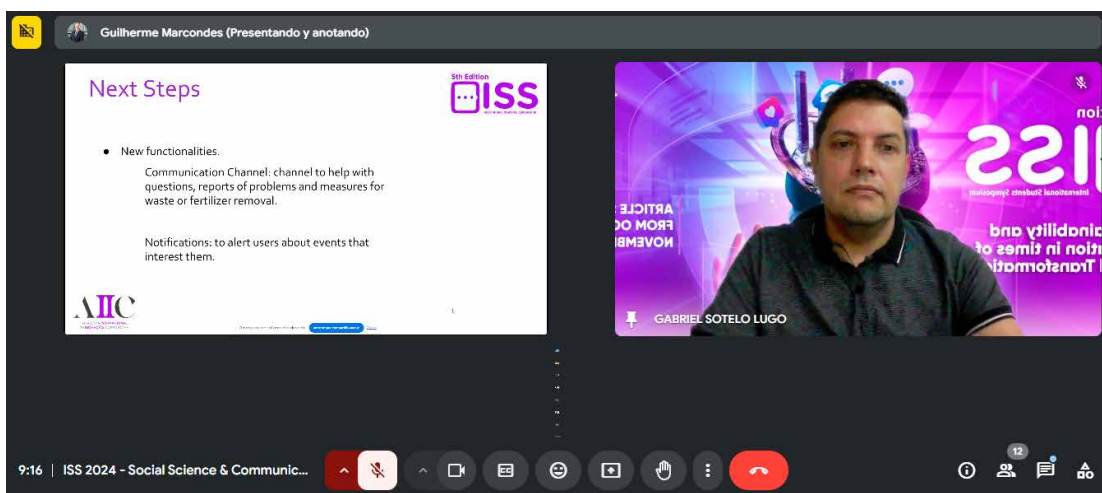
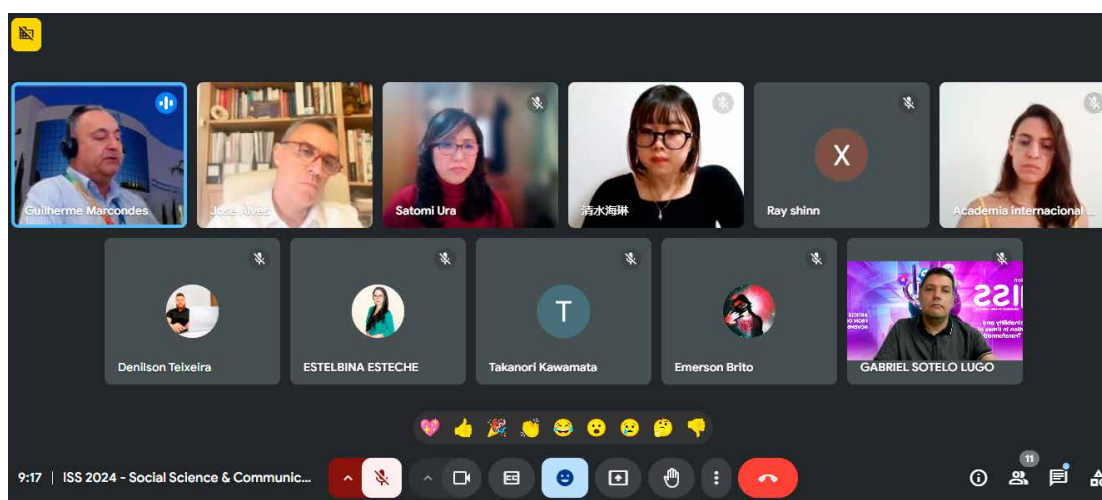


Fuente: elaboración propia.

5.2. Presentación internacional

Los avances del proyecto fueron presentados en un evento de divulgación científica internacional. El evento fue el "International Students Symposium" en su 5ª edición, que contó con la participación de investigadores y un comité científico de investigadores expertos de lugares como Brasil, Argentina, China y Paraguay, entre otros (Ilustraciones 20 y 21). En la experiencia, además de despertar interés por el sistema, llamó la atención de los participantes el estado del sistema de salud local.

Ilustraciones 20 y 21. Exposición del avance de trabajo.



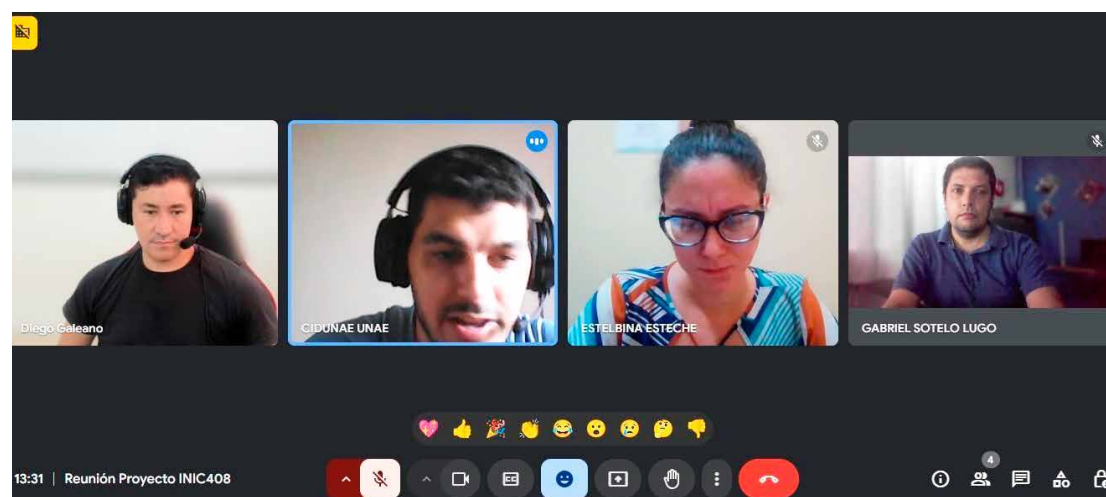
Fuente: elaboración propia.

5.3. Colaboración nacional

Uno de los aspectos clave a fortalecer en el equipo de investigación fue la redacción de artículos científicos con potencial de publicación en revistas de alto impacto. Para ello, se recurrió a una consultoría externa a cargo del PhD en Computer Science Diego Galeano (ilustración 22). El PhD Galeano es investigador nivel I del Sistema Nacional de Investigadores del CONACYT en el área de Ingeniería y Tecnología. Bajo su orientación, el equipo trabajó en la elaboración del manuscrito con el objetivo de cumplir con los estándares académicos y editoriales requeridos para su publicación en una revista ubicada en Scopus, tal como marcan las bases y condiciones de la convocatoria del CONACYT.

Cabe tener en cuenta que el acercamiento entre el PhD Galeano y el equipo de UNAE fue por medio del Congreso Internacional de Ciencia, Diseño y Tecnología de la UNAE en el 2023, en que el PhD Galeano fue invitado para brindar una conferencia. Así pues, se da cuenta de la utilidad de los congresos, como también del potencial de la ciencia paraguaya con capital humano altamente calificado.

Ilustración 22. Reunión con el consultor externo.



Fuente: elaboración propia.



6. Resultados y Discusiones

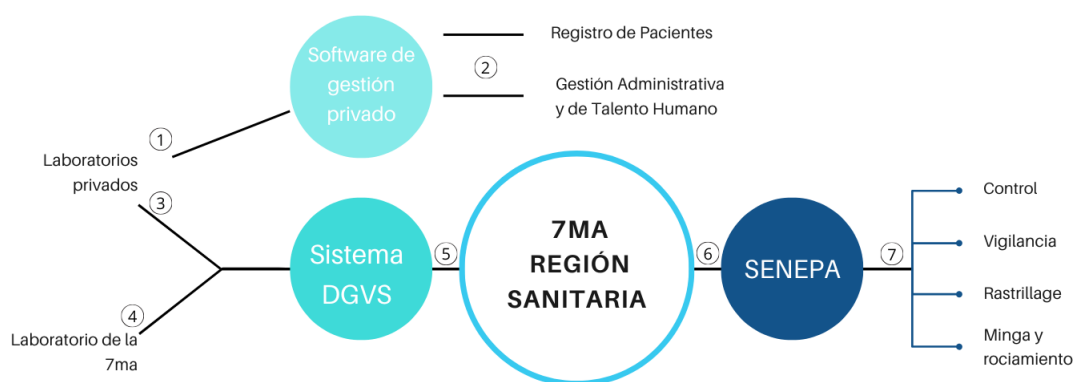
En este apartado se plasman los resultados de los instrumentos aplicados y se contrastan con el estado del arte para, con ello, reportar cuál es la situación actual sobre el tema tratado.

6.1 Resultados de la entrevista para la detección de necesidades de mejoras en el sistema actual de la DGVS

6.1.1. Procedimiento de gestión y sistemas utilizados por los laboratorios para registro de pacientes con diagnóstico de dengue

Se identificó que los laboratorios utilizan tanto sus propios sistemas de gestión locales como el sistema proporcionado por la Dirección General de Vigilancia de la Salud (DGVS), lo que genera un ecosistema fragmentado en la gestión de datos epidemiológicos (ilustración 23).

Ilustración 23. Flujo de registro y gestión de casos de dengue entre laboratorios, 7° Región Sanitaria y SENEPA.



Fuente: elaboración propia.

Según las entrevistas realizadas, los laboratorios privados disponen de dos sistemas para gestionar pacientes con diagnóstico o sospechas de dengue. Por un lado, utilizan un software de gestión privado, el cual también emplean para la administración interna. Sin embargo, estos sistemas varían dependiendo del proveedor de cada laboratorio. Por otro lado, deben registrar los datos en el sistema DGVS, utilizado para la notificación oficial de casos. En el caso del laboratorio de la 7ª Región Sanitaria, este solo registra en el sistema DGVS.

Todos los datos cargados en el sistema de la DGVS se concentran en la base de datos de la 7ª Región Sanitaria, que genera reportes descargables en formato Excel. Estos informes se envían al Servicio Nacional de Erradicación del Paludismo (SENEPA), el cual utiliza la información para tomar decisiones de control, vigilancia, rastrillaje y fumigación (minga y rociamiento), tal como se observa en la Ilustración 22.

A pesar de este flujo de datos, existen limitaciones en la interoperabilidad de los sistemas. La coexistencia de múltiples plataformas sin una integración eficiente genera duplicación de datos,

retrasos en la notificación de casos y dificultades en el análisis de tendencias epidemiológicas. Según organismos internacionales como la Organización Panamericana de la Salud (OPS) y la Organización Mundial de la Salud (OMS), la integración de los sistemas de salud digital es clave para mejorar la gestión de enfermedades endémicas como el dengue. En países como Brasil y Colombia, la digitalización y la centralización de datos han reducido tiempos de respuesta y mejorado la asignación de recursos para la atención de brotes.

La evaluación de este procedimiento evidencia la necesidad de fortalecer la integración de datos en Paraguay. Aunque el software desarrollado en esta investigación no pretende reemplazar los sistemas actuales, su diseño autónomo permite generar reportes visuales de alta calidad que podrían complementar el análisis epidemiológico y facilitar la toma de decisiones estratégicas en el futuro.

6.1.2. Usabilidad y percepción sobre el sistema DGVS actual

Los representantes de laboratorios privados han identificado desafíos significativos en el uso del sistema de la Dirección General de Vigilancia de la Salud (DGVS). Uno de los problemas más relevantes es la duplicidad en el registro de datos. En la práctica, los profesionales ingresan la información en sus sistemas internos, que son utilizados para la gestión operativa diaria, y posteriormente deben repetir el mismo procedimiento en el sistema de la DGVS. Aunque el tiempo requerido para este segundo registro no es excesivo, manifestaron que la redundancia en el proceso genera ineficiencias que afectan el flujo.

Esta duplicación, además de implicar un retraso en la sistematización de los datos,

conlleva el riesgo de que no se registren todos los elementos necesarios para la toma de decisiones informadas. Además, manifestaron que el sistema de la DGVS ha demostrado ser lento durante los períodos de alta demanda, como los picos epidemiológicos. Estas deficiencias en el rendimiento generan retrasos en la notificación de casos, lo que afecta negativamente la capacidad de respuesta oportuna.

Asimismo, ambos sistemas, tanto el propio de los laboratorios como el de la DGVS, carecen de herramientas avanzadas para la generación de informes visuales y el análisis de datos. Esta limitación dificulta la vigilancia epidemiológica, ya que no permite la integración efectiva de la información para la identificación de patrones o tendencias. Además, la falta de sincronización entre los sistemas locales y el sistema central contribuye a la duplicación de datos, creando inconsistencias y aumentando la carga de trabajo para los profesionales.

En conjunto, estas limitaciones subrayan la necesidad de optimizar los procedimientos de sistematización de datos, incorporando funcionalidades que mejoren la interoperabilidad, la eficiencia y la capacidad de análisis.

Los funcionarios públicos han destacado la urgente necesidad de implementar un sistema integrado que facilite la gestión y análisis de datos. Actualmente, el uso de planillas Excel como herramienta principal genera grandes volúmenes de información en formato bruto, lo que limita su utilidad para la toma de decisiones rápidas y eficaces. Antes de poder actuar, es necesario realizar procesos manuales de agrupación y análisis de los datos, lo que retrasa significativamente la capacidad de respuesta ante una situación de emergencia.

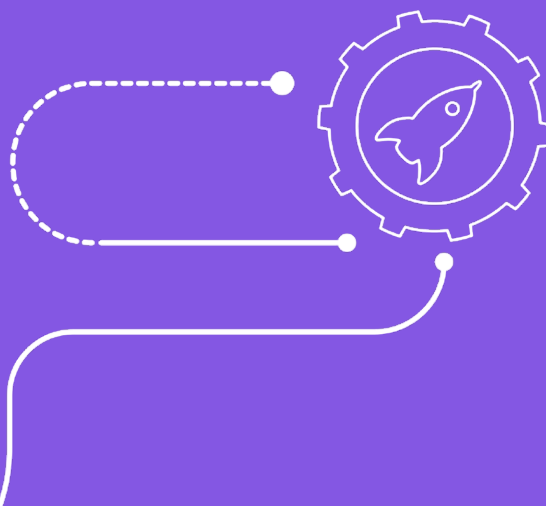
Este problema se agrava debido a la cantidad limitada de personal disponible para estas tareas, ya que los recursos humanos deben atender simultáneamente las necesidades operativas de 34 distritos. En este contexto, la falta de automatización y herramientas analíticas representa una barrera importante para la eficiencia en la gestión de casos y la formulación de estrategias. La Organización Panamericana de la Salud (OPS) y la Organización Mundial de la Salud (OMS) han señalado que la digitalización de los sistemas de información en salud pública es clave para mejorar la respuesta ante brotes epidemiológicos. En países como Brasil y Colombia, la integración de herramientas tecnológicas en la vigilancia del dengue ha permitido reducir tiempos de respuesta, optimizar la distribución de recursos y fortalecer la toma de decisiones estratégicas.

Dado este escenario, la implementación de un sistema que automatice la recopilación y el análisis de datos permitiría no solo reducir la carga operativa del personal, sino también mejorar la precisión de la información y la capacidad de respuesta ante brotes de dengue. Esto se alinea con las recomendaciones internacionales y representa un paso clave hacia la modernización de la vigilancia epidemiológica en Paraguay.

SENEPA: "contamos con una base de datos enviada por correo, en el cuál se filtran los datos y se distribuye al sector correspondiente. Una vez recibida la información comienza a realizar el bloqueo correspondiente tanto de casos positivos y sospechosos, sin discriminar, pero no tenemos un programa que sistematice con mayor precisión".

6.1.3. Sugerencias y nuevos requerimientos para la mejora del sistema

Los hallazgos mencionados anteriormente subrayan la importancia de diseñar e implementar un sistema integrado que no solo permita la recolección y consolidación de datos en tiempo real, sino que también proporcione funcionalidades avanzadas de análisis y visualización. Esto podría optimizar la toma de decisiones y mejorar la capacidad de respuesta en un entorno de alta demanda.



6.2. Resultados cuantitativos del testeo del software desarrollado

6.2.1. Usabilidad

En relación con la usabilidad del nuevo sistema de gestión, se contó con la participación de 6 profesionales que trabajan diariamente con los sistemas mencionados previamente y 4 profesionales en proceso de formación, que están iniciando el trabajo con los sistemas.

Por parte de los 6 profesionales que intervinieron en la prueba del software, el 50 % sostienen que la usabilidad del nuevo sistema de gestión es muy sencilla y el 50 % que es sencilla (Ilustración 24). Por otro lado, de los N=4 en proceso de formación que participaron, el 50 % sostienen que la usabilidad del nuevo sistema de gestión es muy sencilla y el 50 % que es sencilla (Ilustración 25).

Estos resultados evidencian una alta aceptación del sistema en términos de experiencia de usuario, lo que sugiere que la interfaz ha sido diseñada de manera intuitiva, facilitando la navegación y reduciendo la curva de aprendizaje. De acuerdo con Acuña y Ramírez (2020), la facilidad de uso de un software es un factor clave para su adopción y éxito en entornos institucionales. Además, Guerrero et al. (2004) enfatizan que los sistemas tecnológicos en salud deben ser accesibles, intuitivos y funcionales para garantizar su implementación efectiva. En consecuencia, la percepción positiva registrada en este estudio

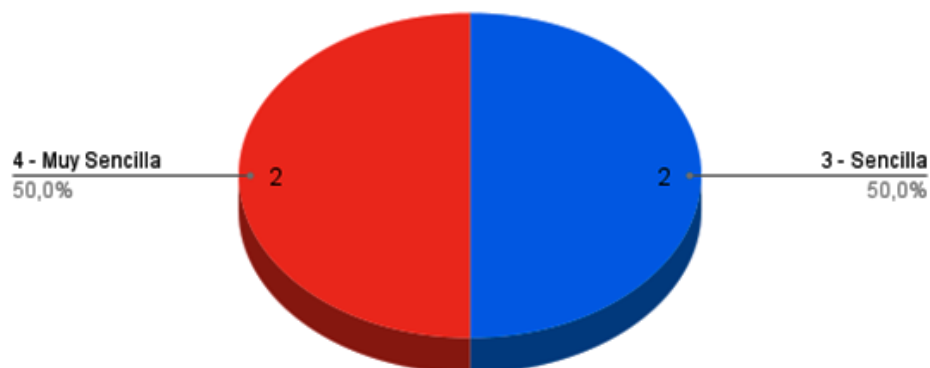
confirma que el sistema responde a estos principios, permitiendo que los profesionales y estudiantes lo utilicen sin dificultades significativas.

Algunos estudios subrayan la importancia de la tecnología en la optimización de los procesos de gestión de datos en el sector salud. En particular, Guerrero et al. (2004) enfatizan que los sistemas deben ser accesibles, intuitivos y funcionales para que los profesionales los adopten con facilidad. Asimismo, Cerón et al. (2023) sostienen que un software de salud debe estar diseñado con un enfoque centrado en el usuario, garantizando que sus funcionalidades respondan a las necesidades específicas del personal que lo utilizará. A partir de estos hallazgos, la percepción positiva sobre la usabilidad percibida en este sistema destaca su potencial para integrarse efectivamente en los procesos operativos del sector de la salud.



Ilustración 24. Reunión virtual del equipo de trabajo para coordinación de actividades.

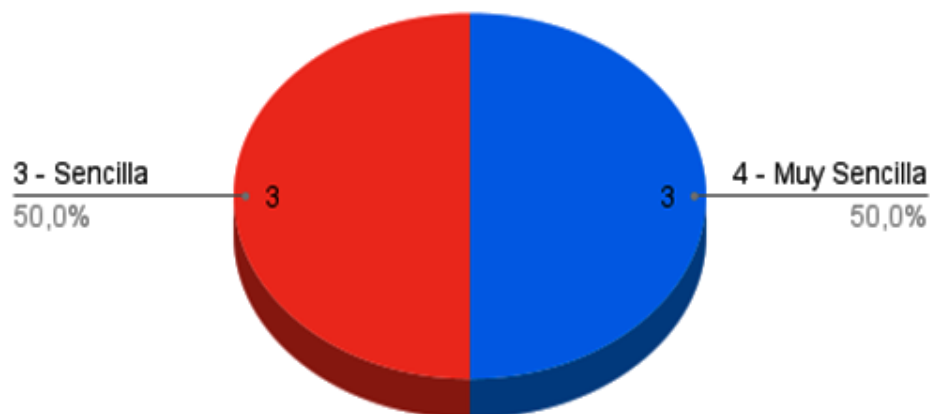
Participante en proceso de formación



Fuente: Elaboración propia con base en el instrumento aplicado.

Ilustración 25. Reunión virtual del equipo de trabajo para coordinación de actividades.

Participantes profesionales



Fuente: Elaboración propia con base en el instrumento aplicado.

6.2.2. Testeo de sistema

En cuanto a la evaluación del testeo del software, de los 6 profesionales que intervinieron en la prueba del software, el 16,7 % sostienen que testeo del nuevo sistema de gestión cumple con sus expectativas en un nivel muy alto, el 33,3 % en un nivel alto, el 33,3 % en un nivel medio y el 16,7 % en nivel bajo (Ilustración 25). En paralelo, entre los 4 participantes en proceso de formación, el 75 % sostienen que el testeo del nuevo sistema de gestión cumple con sus expectativas en un nivel medio y el 25 % en nivel nulo (Ilustración 26).

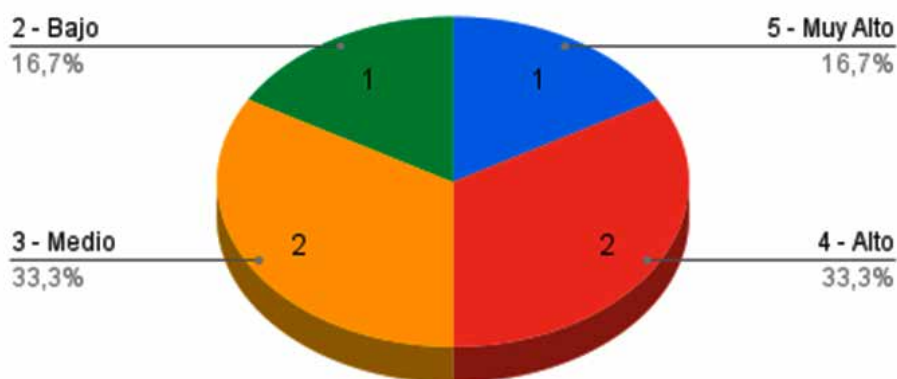
Esta variabilidad en las respuestas sugiere diferencias en las expectativas o en la experiencia previa de los usuarios con sistemas similares. Según Carrizo y Alfaro (2018), el testeo iterativo y la retroalimentación continua son esenciales para ajustar funcionalidades y resolver inconsistencias en el software. En este sentido, Ordoñez et al. (2016) destacan que

la implementación de metodologías ágiles, como Scrum, permite abordar problemas de manera oportuna, facilitando mejoras rápidas y efectivas. Por lo tanto, la diversidad de opiniones observada en este estudio subraya la necesidad de continuar optimizando el sistema a partir de la experiencia de sus usuarios.

En el ámbito de la salud, es crucial contar con herramientas digitales confiables que minimicen la posibilidad de errores en la gestión de datos (Bernal-Acevedo y Forero-Camacho, 2011). Esto se relaciona con el concepto de sistemas de vigilancia epidemiológica, como el SIVEP en Brasil y el NNDSS en EE.UU., que han demostrado ser efectivos en el manejo de información de salud pública (Centers for Disease Control and Prevention, 2023). La variabilidad en los resultados del testeo sugiere la necesidad de continuar evaluando y optimizando el software para alcanzar un mayor grado de confiabilidad.

Ilustración 26. Nivel en que las funciones del sistema testeado cumplen con las expectativas.

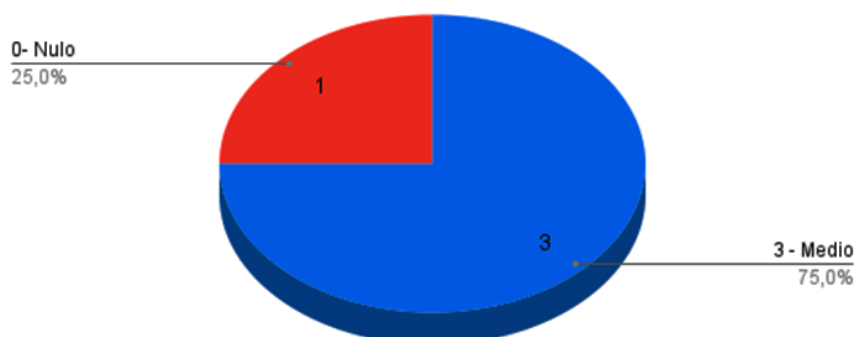
Participantes profesionales



Fuente: Elaboración propia con base en el instrumento aplicado.

Ilustración 27. Nivel en que las funciones del sistema testeado cumplen con las expectativas.

Participantes en proceso de formación



Fuente: Elaboración propia con base en el instrumento aplicado.

6.2.3. Prueba de rendimiento

En relación con el rendimiento del Sistema, de los 6 profesionales que intervinieron en la prueba del software, el 66,7 % sostienen que el rendimiento del nuevo sistema de gestión es rápido, el 16,7 % que es muy rápido y el 16,7 % que es un poco lento (Ilustración 28). Asimismo, de los 4 en proceso de formación que intervinieron en la prueba del software, el 75 % sostienen que el rendimiento del nuevo sistema de gestión es rápido y 25 % que es poco lento (Ilustración 29).

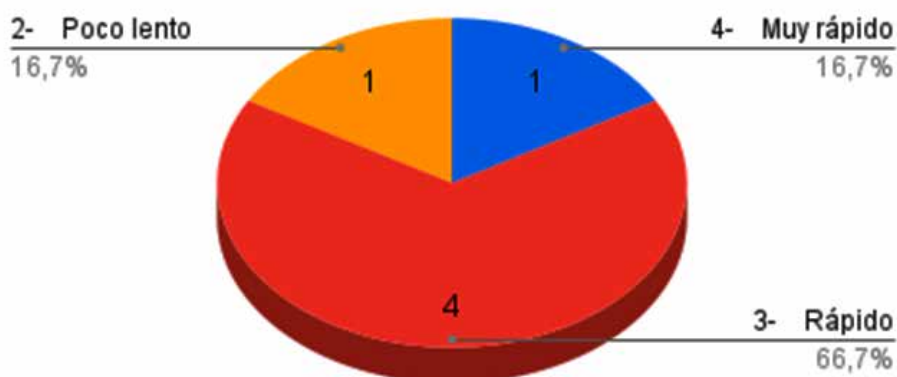
Estos resultados reflejan una percepción mayoritariamente positiva sobre la eficiencia del sistema, aunque señalan la necesidad de realizar ajustes para garantizar una experiencia homogénea para todos los usuarios. Valcárcel Tejón (2018) destaca que la implementación de arquitecturas sin servidor y bases de datos optimizadas puede mejorar significativamente

el tiempo de respuesta de los sistemas. Por su parte, Ginestà y Pérez Mora (2012) mencionan que tecnologías como PostgreSQL y MySQL son opciones robustas que pueden contribuir a la optimización del rendimiento del sistema. En consecuencia, fortalecer estos aspectos permitirá consolidar un funcionamiento más eficiente y estable.

Asimismo, en Paraguay se han desarrollado avances en la implementación de software de salud, como el DHIS2, un sistema de código abierto que permite la gestión y análisis de datos epidemiológicos (MSPBS, 2023). Sin embargo, estos sistemas requieren una infraestructura tecnológica adecuada para garantizar su rendimiento óptimo. En este sentido, la implementación de estrategias de optimización, como la reducción de carga en servidores y el uso de almacenamiento en la nube, podría contribuir a mejorar la velocidad del sistema y la satisfacción del usuario.

Ilustración 28. Nivel de respuesta que percibe sobre la rapidez de este sistema en comparación con el sistema proporcionado por la 7ma Región Sanitaria que utiliza actualmente.

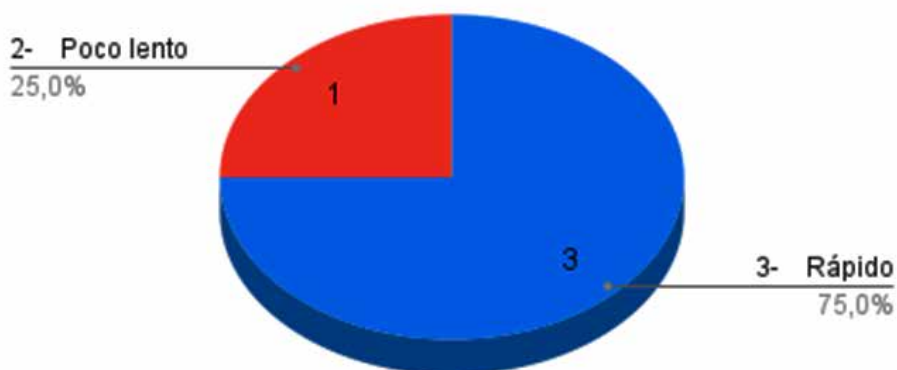
Participantes profesionales



Fuente: Elaboración propia con base en el instrumento aplicado.

Ilustración 29. Nivel de respuesta que percibe sobre la rapidez de este sistema en comparación con el sistema proporcionado por la 7ma Región Sanitaria que utiliza actualmente.

Participantes en proceso de formación



Fuente: Elaboración propia con base en el instrumento aplicado.

6.2.4. Prueba de conformidad de la seguridad del sistema

La percepción sobre la seguridad del sistema fue diversa entre los participantes. De los 6 profesionales que intervinieron en la prueba del software, el 50 % sostienen que están bastante conformes con la seguridad del nuevo sistema de gestión, el 33,3 % poco conformes y el 16,7 % muy conformes (Ilustración 30). Por otro lado, de los 4 en proceso de formación, el 50 % se encuentran bastante conformes, el 25 % muy conforme y un 25 % poco conforme con la seguridad del nuevo sistema de gestión (Ilustración 31).

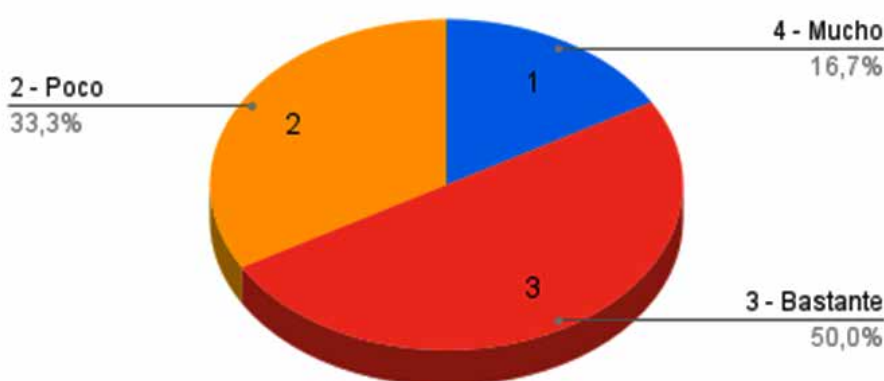
Estos resultados reflejan que, si bien la mayoría de los usuarios considera que la seguridad del sistema es adecuada, aún existen inquietudes en un sector de los participantes. Starke et al. (2019) destacan que los sistemas de información en salud deben priorizar la confidencialidad y autenticación

para garantizar el cumplimiento de estándares éticos y regulatorios. En este sentido, la implementación de mecanismos como autenticación multifactorial y encriptación avanzada podría reforzar la seguridad del sistema, aumentando la confianza de sus usuarios y asegurando la protección de los datos gestionados.

Asimismo, el marco teórico también menciona la importancia de la vigilancia epidemiológica y la necesidad de contar con bases de datos seguras y confiables (OPS, 2024). La adopción de estrategias de respaldo en la nube y medidas de protección de datos, como las mencionadas por Camacho et al. (2020), contribuiría a mejorar la percepción de seguridad del software y garantizar el cumplimiento de normativas internacionales en materia de protección de datos.

Ilustración 30. Medida en que los métodos de autenticación y seguridad del sistema protegen adecuadamente la confidencialidad de los datos.

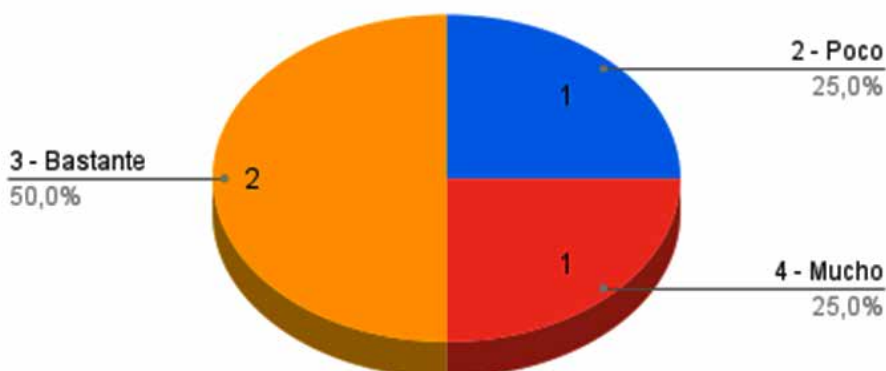
Participantes profesionales



Fuente: Elaboración propia con base en el instrumento aplicado.

Ilustración 31. Medida en que los métodos de autenticación y seguridad del sistema protegen adecuadamente la confidencialidad de los datos.

Participantes en proceso de formación



Fuente: Elaboración propia con base en el instrumento aplicado.

6.2.5. Evaluación comparativa con el software de DGVS

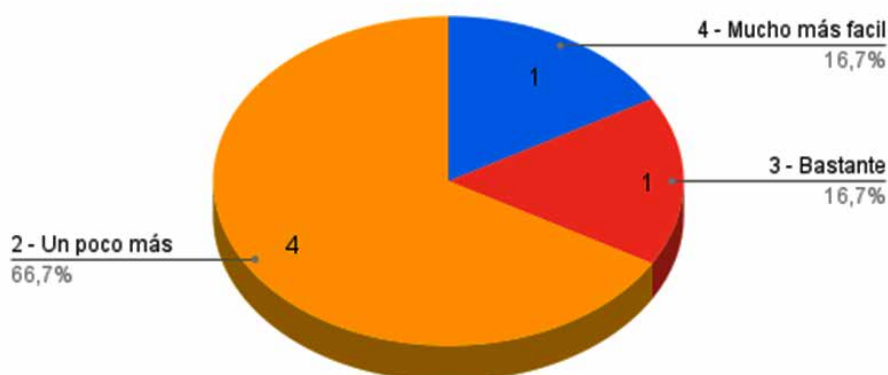
En la comparación entre el nuevo sistema y el software proporcionado actualmente por la 7ª Región Sanitaria, los resultados reflejan mejoras significativas en varios aspectos. De los 6 profesionales, el 66,7 % indicaron que el nuevo sistema es un poco más fácil en términos de uso y navegación, el 16,7 % mucho más fácil y el 16,7 % bastante fácil (Ilustración 32). En cuanto a los 4 participantes en formación, el 25 % señaló que el sistema es mucho más fácil, otro 25 % lo consideró un poco más fácil y el 50 % mencionaron no contar con conocimiento suficiente para evaluarlo en comparación con el sistema vigente (Ilustración 33). Además, en lo que respecta a la utilidad de los reportes generados, de los 6 profesionales, el 66,7 % consideran que el nivel de utilidad de los reportes generados en este sistema en prueba en comparación con los reportes del sistema proporcionado por la 7ª Región Sanitaria es

muy útil, el 33,3 % que es útil (Ilustración 34) y para 4 que corresponde a los participantes en proceso de formación es útil en un 100 % (Ilustración 35). Estos hallazgos indican que el nuevo sistema aporta beneficios en términos de usabilidad, rapidez y generación de reportes en comparación con el software actualmente en uso. García y Alfonso (2013) señalan que la generación de informes efectivos es fundamental para la toma de decisiones en salud pública, ya que permite identificar tendencias epidemiológicas y planificar estrategias de intervención. Asimismo, Moreno et al. (2009) destacan que un sistema de información debe ser capaz de adaptarse a las necesidades específicas de cada institución, proporcionando herramientas personalizadas para el análisis de datos. Por consiguiente, la mejora en la generación de informes del nuevo sistema representa un avance significativo en la vigilancia epidemiológica y la toma de decisiones estratégicas en el control del dengue.

En esta misma línea, el marco teórico destaca que la OPS ha impulsado la implementación de sistemas de gestión integrada en el sector salud, como el EGI-Dengue, con el propósito de reducir la morbilidad y optimizar la planificación de acciones preventivas (OPS, 2024). Por lo tanto, la mejora en la generación de reportes del nuevo sistema no solo puede representar un avance en la vigilancia epidemiológica, sino también fortalecer la toma de decisiones estratégicas en el ámbito sanitario.

Ilustración 32. Medida en que es más fácil el uso y navegación de este sistema en comparación con el proporcionado actualmente por la 7ma Región Sanitaria.

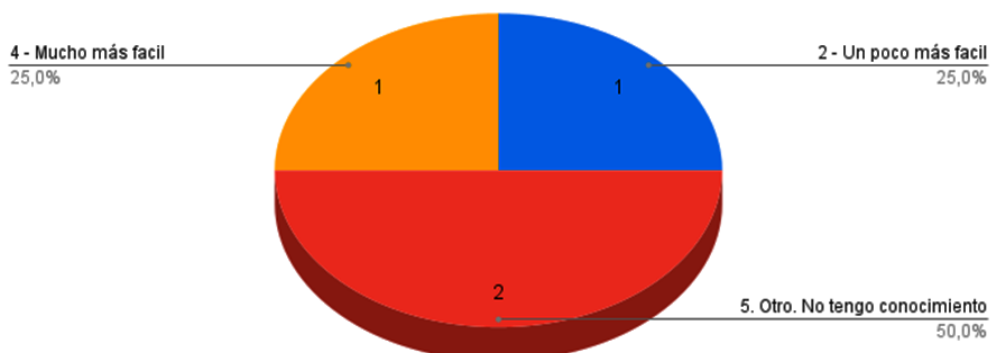
Participantes profesionales



Fuente: Elaboración propia con base en el instrumento aplicado.

Ilustración 33. Medida en que es más fácil el uso y navegación de este sistema en comparación con el proporcionado actualmente por la 7ma Región Sanitaria.

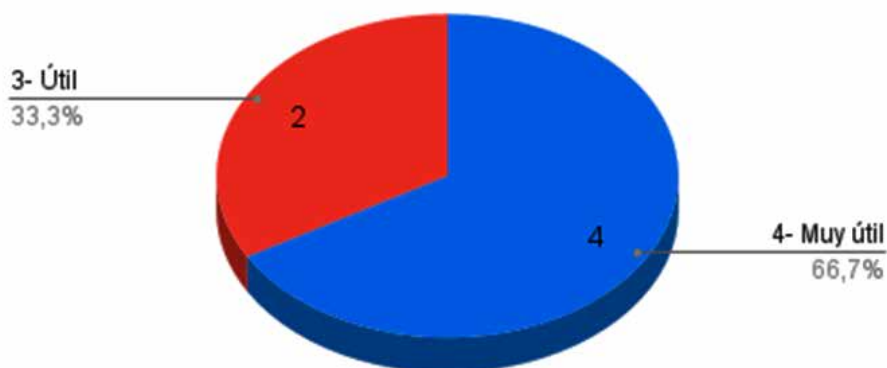
Participantes en proceso de formación



Fuente: Elaboración propia con base en el instrumento aplicado.

Ilustración 34. Nivel de utilidad de los reportes generados en este sistema en comparación con los reportes del sistema proporcionado actualmente por la 7ma Región Sanitaria.

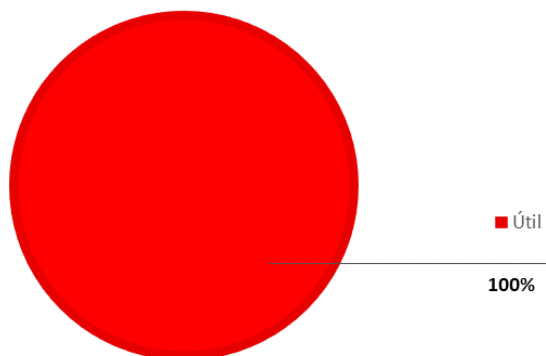
Participantes profesionales



Fuente: Elaboración propia con base en el instrumento aplicado.

Ilustración 35. Nivel de utilidad de los reportes generados en este sistema en comparación con los reportes del sistema proporcionado actualmente por la 7ma Región Sanitaria.

Participantes en proceso de formación



Fuente: Elaboración propia con base en el instrumento aplicado.

6.3. Estudio de mercado posterior al testeo del funcionamiento del sistema web para detectar posible transferencia

Posterior al testeo del sistema, se realizó un grupo focal con los profesionales del laboratorio para detectar las necesidades institucionales de cara la transferencia de tecnología. Para ello, se han considerado las siguientes variables:

6.3.1. Capacidad económica para adoptar un nuevo sistema

La mayoría de los participantes afirmó que sus instituciones disponen de los recursos económicos necesarios para implementar un sistema de gestión de pacientes designado por el MSPyBS, siempre que este ofrezca una relación costo-beneficio favorable. Este hallazgo sugiere una actitud favorable hacia la inversión, condicionada a la percepción de valor agregado, que se detecta en el apartado anterior. Pues, las gestiones administrativas de enfermedades endémicas son importantes para el manejo correcto de la patología permitiendo que los entes tomen decisiones acertadas (Romero et al. 2023).

6.3.2. Recomendación tras la fase de prueba

Cinco de los entrevistados recomendaron la adopción del sistema probado, con la salvedad

de que se realicen ajustes para subsanar las deficiencias detectadas durante la etapa de evaluación. Este resultado subraya la necesidad de un enfoque iterativo en el diseño y ajuste del sistema para alinear sus funcionalidades con las demandas operativas. En ese sentido, Dubon (2025) también manifiesta que el desarrollo de una plataforma de monitoreo de dengue, principalmente debe tener una interfaz interactiva y práctica para los usuarios, permitiendo visualizar datos y realizar distintos análisis según la necesidad.

6.3.3. Factores críticos para la implementación

Los participantes identificaron cinco condiciones esenciales para la implementación exitosa del sistema:

1. Reestructuración interna de procesos organizacionales para alinearlos con los requerimientos tecnológicos.
2. Asignación de un presupuesto suficiente que garantice la sostenibilidad del proyecto.
3. Provisión de soporte técnico continuo para atender problemas emergentes.
4. Gestión del cambio organizacional, asegurando la aceptación del sistema por parte del personal.
5. Pruebas adicionales, que permitan validar la usabilidad y efectividad del sistema en escenarios reales.

A pesar de que el sistema web requiere de ajustes, coincide con De la Cruz-Torralva et al. (2024) quien ha detectado que el desarrollo supone un proceso donde se debe trabajar con profesionales de salud para ajustar a las necesidades como ser las notificaciones, disponibilidad de información y reportes claros.

6.3.4. Evaluación de la infraestructura tecnológica disponible

Aunque cuatro de los participantes manifestaron contar con la infraestructura tecnológica básica requerida (computadoras y acceso a internet), la capacidad tecnológica general fue calificada como “moderadamente preparada”. Según Lourenço Filho et al. (2024) este hallazgo sugiere la necesidad de realizar inversiones adicionales en infraestructura, innovaciones tecnológicas y capacitación para optimizar la adopción tecnológica.

6.3.5. Consideraciones clave en la transición

Al evaluar un cambio de sistema, los entrevistados priorizaron los siguientes aspectos:

- El costo asociado a la transición, enfatizando la importancia de mantener un equilibrio entre inversión y retorno.
- La capacitación del personal, especialmente en áreas operativas críticas, para garantizar un uso eficiente del sistema.

Para Moreno et al. (2023) y Cabeza y Vasconcelos (2024) la inversión estatal así como la educación en temas de epidemiología es uno de los factores a priorizar en la lucha contra el dengue, ya que permiten acceder a herramientas para controlar la propagación de la enfermedad.

6.3.6. Principales desafíos identificados

Los principales retos en la transición hacia el nuevo sistema incluyen:

- La adaptación del personal a las nuevas

tecnologías, un desafío recurrente en procesos de transformación digital.

- Los costos asociados, tanto directos como indirectos, vinculados a la implementación y mantenimiento.
- El tiempo de implementación, señalando la necesidad de una planificación estratégica para minimizar interrupciones operativas.

Para detectar un diagnóstico temprano de estas enfermedades, es importante fortalecer las capacidades de los talentos humanos, sin embargo, según Cabeza y Vasconcelos (2024) esto aún es un desafío ya que las inversiones y la colaboración entre distintos entes es aún escaso, la incorporación de tecnologías así como la organización colectiva en países de las Américas.

6.3.7. Requerimientos de capacitación

Se destacó la necesidad de una capacitación administrativa integral para los operadores del sistema, con énfasis en la planificación, organización y supervisión durante las etapas iniciales de implementación. Esto coincide con Kotter (2007) quien ha definido los pasos para la gestión de cambio, que inicia con crear una cultura de cambio, comprometer y capacitar a los talentos humanos para luego implantar y mantener los cambios.

6.3.8. Relevancia de la colaboración interinstitucional

La colaboración entre el sector salud y las universidades fue percibida como altamente relevante. Los participantes destacaron el potencial de estas alianzas para fomentar el desarrollo de soluciones tecnológicas innovadoras y contextualizadas a las

necesidades del sector. En la misma línea, Ordoñez et al. (2024) y Aparicio-Meneses et al. (2024) habían planteado la intervención intersectorial para la prevención y control de la enfermedad endémica, pues esta colaboración se traduce en un sistema de salud más resilientes.

6.3.9. Impacto esperado del sistema

El impacto más valorado fue la optimización del recurso tiempo, un indicador clave que se traduce en mejoras operativas y en la gestión integral de los casos de dengue.

El análisis del grupo focal evidencia una predisposición positiva hacia la adopción de un sistema de gestión de pacientes, aunque su éxito dependerá de la alineación de factores tecnológicos, económicos y humanos. Las instituciones participantes resaltaron la importancia de un enfoque centrado en la adaptabilidad del sistema, la capacitación estratégica del personal y el soporte técnico continuo, así como de una colaboración sólida entre actores del ecosistema de salud. Este estudio sugiere que una implementación planificada y adaptada podría generar beneficios tangibles en la gestión de enfermedades transmisibles como el dengue. De la Cruz-Torralva et al, (2024) también evidencian la importancia de considerar la percepción de los profesionales de salud antes de implementar un sistema de gestión, pues son los actores principales en el manejo de pacientes con dengue.

6.4. Resultados de percepción de los tomadores de decisiones del sistema de salud para la adquisición de la aplicación

En el grupo focal participaron directivos y representantes de instituciones públicas y privadas relacionadas con la salud y la gestión del dengue. A continuación, se presentan los hallazgos estructurados por variables clave:

6.4.1. Conocimiento y experiencia con la transferencia de tecnología

Si bien algunas instituciones han tenido intención de colaborar con universidades en proyectos tecnológicos, la mayoría no han concretado tales iniciativas y tampoco han realizado seguimiento a estas.

En un caso particular, se identificó que colaboradores en el proceso de formación profesional desarrollaron un sistema de gestión de fichas, aunque no se especificó su implementación a largo plazo. En las restantes instituciones, no se ha establecido ninguna colaboración significativa con universidades en esta área. Estos resultados reflejan una brecha entre la intención y la concreción de colaboraciones con universidades. La falta de continuidad y seguimiento podría estar relacionada con limitaciones estructurales, burocráticas o de financiamiento tal como se da en el caso de Chile (Soto Huerta, 2021). En el caso de la ciudad de Encarnación, Esteche,

Gerhard y Escurra (2023) las empresas se limitan en la colaboración por desconocimiento de las actividades de las Universidades, esto se traduce en escaso relacionamiento y por ende la nula transferencia de tecnología.

6.4.2. Frecuencia en la búsqueda de innovaciones o soluciones tecnológicas desarrolladas en instituciones académicas

Con relación a las innovaciones, las respuestas evidencian diferentes niveles de interés y autonomía en la adopción de estas, tal como se puede observar a continuación:

- Una institución está activamente en búsqueda de mejoras en su sistema de gestión interna.
- Otra institución carece de potestad para la toma de decisiones en tecnología, dado que estas son determinadas por el gobierno central.
- Durante la pandemia por COVID-19, una institución innovó en la gestión de fichas para la notificación de pacientes prenatales.

Por tanto, se identifica una disparidad en la capacidad de acción y autonomía para la implementación de innovaciones tecnológicas. Las restricciones administrativas limitan la adquisición de nuevas soluciones en las instituciones participantes, esto, coincidiendo con Villaseñor et al. (2024) quienes han encontrado que las debilidades para la implementación de innovaciones se centran aún en estructura limitada, la cadena de mando es confusa y no se dispone de un documento de guía para trabajar con otras instituciones.

Dando cuenta a la existencia de políticas

claras para la transferencia de tecnología, una institución pública está abierta a recibir propuestas de transferencia tecnológica, aunque desconoce la existencia de políticas internas al respecto. La institución privada no cuenta con una política clara sobre propiedad intelectual. Esto da cuenta de que la mayoría de las instituciones desconocen la existencia de manuales o políticas de propiedad intelectual relacionadas con la transferencia tecnológica. Sin embargo, uno de los factores para la transferencia son las habilidades del personal así como la estructura y política empresarial (Quijano, 2023)

La falta de regulaciones específicas sobre transferencia tecnológica y propiedad intelectual podría dificultar la implementación de innovaciones tecnológicas, tal como mencionan Flores Tuxpan et al. (2024) en Latinoamérica existen desafíos para la transferencia por la falta investigadores consolidados, normativas claras, conexión de investigadores y empresas, así como dar a conocer las tecnologías que se desarrollan.

6.4.3. Percepción General de la Transferencia de Tecnología

Los participantes valoran positivamente la incorporación de plataformas tecnológicas externas, destacando que pueden mejorar la gestión de datos epidemiológicos. No obstante, algunos señalan que muchas instituciones aún dependen de sistemas manuales como Excel, lo que dificulta la toma de decisiones basada en datos. Existe una preferencia por el desarrollo de tecnologías nacionales, ya que permitiría mayor independencia y adaptabilidad a las necesidades locales. Si bien hay apertura hacia la adopción de tecnologías externas, también se identifica una fuerte inclinación

por impulsar el desarrollo local. Según Lima de Menezes et al. (2024) las TIC han abierto un abanico de posibilidades en sanidad para que los profesionales del área aprovechen información en tiempo real, y el desarrollo a nivel local de nuevas tecnologías, favorecerá la integración del gobierno con las demás entidades (San-Martín-Albizuri y Rodríguez-Castellano, 2012).

6.4.4. Disposición y Motivación para la Adopción

Los profesionales manifiestan que los factores clave para la adopción de software de gestión de dengue dependen de decisiones de altos mandos, cuyos intereses pueden no estar alineados con la mejora de la gestión interna. Sin embargo, un sistema obligatorio de carga de datos podría mejorar la toma de decisiones en salud pública. Esto da cuenta que, la implementación de tecnologías en el sector salud enfrenta barreras burocráticas y políticas que deben ser abordadas para garantizar su adopción. Tal como mencionan Benavides Velasco y Quintana García (2008) eliminar estas barreras dependen de la colaboración de la universidad-empresa, pues el uso de las TIC supone un cambio de paradigma que busca mejorar el vínculo entre los sectores de salud, sociedad y estado (Aguilar et al., 2024).

6.4.5. Factores de Aceptación e Integración Institucional

Uno de los factores es la resistencia a la transferencia de tecnología ya que las decisiones dependen de altos niveles administrativos, pero la resistencia podría reducirse demostrando los beneficios operativos del sistema.

Para la integración es fundamental el rol de la capacitación del personal, pues la formación adecuada facilita la aceptación y el uso eficaz del software. Así también considerar la interoperabilidad/compatibilidad con sistemas existentes es clave para la aceptación de la tecnología. Sin embargo, alcanzar estos objetivos dependen de la interdisciplinarietà y esfuerzo integral (Verón, Tejedor y Tusa., 2024). Así también depende de un cambio de actitud de los actores interesados y/o involucrados en la salud, sean estos académicos, gobierno y empresarios (Peñaloza, 2007).

6.4.6. Escalabilidad y Recomendación Interinstitucional

Entre las condiciones para recomendar el sistema al Ministerio de Salud Pública y Bienestar Social - MSPBS, recomiendan la difusión efectiva de la información entre directivos y actores clave para lograr impacto.

Con relación a la contribución del sistema a la gestión epidemiológica sugieren la unificación de datos entre distintas instituciones de salud, agilización del acceso a la información para la toma de decisiones en tiempo real.

Entre los valores/beneficios que supone el software para el sistema de salud nacional son los siguientes:

- Mejora en la coordinación entre instituciones.
- Reducción del estrés de los colaboradores.
- Impacto económico positivo para el Estado.

Las percepciones de los tomadores de decisiones coinciden con el estudio de Coelho de Aquino et al, (2024) quienes manifiestan que los sistemas integrados tienen un enfoque

sistémico que permite atender la complejidad de los datos epidemiológicos, facilita la identificación de patrones y tendencias que permiten tomar decisiones informadas en el sistema de salud. Esto a su vez permite actuar una atención integral de los pacientes (Lima de Menezes et al., 2024).

6.4.7. Estrategias para la Sostenibilidad de la Transferencia Tecnológica

Para garantizar la sostenibilidad del sistema se recomiendan los siguientes aspectos:

- Soporte técnico continuo.
- Definir roles claros en la carga de datos.
- Evitar la duplicación de información.
- Integración con todas las entidades de salud.
- Consideración de escenarios de alta demanda epidemiológica.
- Coordinación con el Ministerio de Salud para garantizar eficiencia en la operatividad.

La percepción de los directivos participantes en el grupo focal apunta a que la implementación de un sistema de gestión de datos epidemiológicos requiere superar barreras administrativas, asegurar interoperabilidad y garantizar una adopción efectiva mediante capacitación y difusión, evidentemente para incorporar una nueva tecnología, se requiere de talentos humanos cualificados para asegurar el éxito de la integración tecnológica (Barletta et al., 2024).

6.5. Resultados de percepción de la institución proponente

6.5.1. Contexto Institucional

Con relación a la política de transferencia, la universidad cuenta con políticas de transferencia tecnológica definidas mediante una resolución, específicamente para ejecutar un diplomado de innovación y empresa financiado por CONACYT. Sin embargo, el directivo reconoce que “quizás falta revisar la claridad y calidad con algún especialista”. Aunque estas políticas están publicadas en la página institucional, su uso es limitado debido al “desconocimiento de esta herramienta”. Esto sugiere que, aunque existe un marco normativo, su implementación y difusión son insuficientes, lo que limita la transferencia y monetización de resultados de investigación.

La existencia de políticas es un avance, pero su efectividad está comprometida por la falta de claridad y difusión. Se recomienda una revisión técnica de las políticas y una campaña de sensibilización para aumentar su uso entre estudiantes, investigadores y empresas.

Haciendo referencia a la Infraestructura disponible, la universidad no cuenta con una Oficina de Transferencia de Tecnología (OTT) propiamente dicha, sino con un “Centro de Investigación y Documentación” que busca oportunidades de transferencia y patentamiento. Sin embargo, no dispone de especialistas en transferencia tecnológica con una vinculación directa al centro mencionado.

La ausencia de una OTT y de personal especializado limita la capacidad de la universidad para gestionar eficientemente la transferencia tecnológica. Esto refleja una brecha crítica en la infraestructura necesaria para conectar la investigación con el mercado.

Sobre la estrategia universitaria, los proyectos de investigación se alinean con los objetivos institucionales, enfocándose en generar conocimiento con potencial de transferencia. Las líneas de investigación más trabajadas son las relacionadas con el área empresarial y tecnológica debido a los recursos humanos disponibles y a proyectos internacionales que han permitido consolidar estas áreas.

Esto da cuenta de que la alineación entre investigación y objetivos institucionales es un punto fuerte. No obstante, la falta de un enfoque más amplio en otras áreas de investigación podría limitar la diversificación de oportunidades de transferencia. El desarrollo de una tecnología, así como su proceso de transferencia, requiere de varias personas que conozcan el proceso, así como de otro grupo de personas que reciban y se formen en su uso (Rivas-Echeverría et al., 2016).

6.5.2. Propiedad Intelectual

Atendiendo a la gestión de la propiedad intelectual (PI), la universidad tiene documentos escritos para identificar y proteger la PI, pero su aplicación es "según la demanda" y no es sólida. No hay profesionales dedicados exclusivamente a la PI, lo que dificulta su gestión efectiva.

La falta de un sistema robusto y de personal especializado en PI es una barrera a tener en cuenta. Esto limita la capacidad de la

universidad para proteger y comercializar sus innovaciones.

En lo referente a la patentes y licencias no se han generado patentes ni licencias, por lo que no ha habido transferencia de tecnología a empresas.

Este dato refleja una brecha crítica en la capacidad de la universidad para convertir la investigación en productos o servicios comercializables. Para estos casos, Guzmán (2024) propone la adopción de métricas para generar PI así como la integración de la PI en los programas académicos para explorar las tecnologías que se pueden utilizar y registrar.

6.5.3. Relación Universidad-Empresa

Sobre la colaboración previa, el director comenta "existen convenios con empresas, principalmente para pasantías, pero no hay un trabajo estructurado para identificar necesidades y soluciones". Se ha trabajado en proyectos internacionales que sugieren mejoras, pero su aplicación depende de las empresas. La colaboración con empresas es incipiente y falta una estructura formal para identificar y resolver necesidades del mercado. Esto podría limitar el impacto de la investigación en el sector productivo.

Haciendo alusión a la demanda empresarial, las investigaciones no están directamente alineadas con las necesidades del mercado ya que no existe un mecanismo específico para detectar estas necesidades, aunque algunas empresas solicitan acompañamiento. La falta de alineación con el mercado reduce el potencial de transferencia. Se recomienda implementar mecanismos sistemáticos para identificar demandas empresariales.

Para la transferencia de tecnología o conocimiento, existen modelos de transferencia que se definen según el contexto empresarial y política institucional. Sin embargo, el entrevistado manifiesta que, “no disponen de tal modelo”, no se utilizan contratos de licencia ni creación de startups. Solo existen consultorías realizadas por estudiantes como práctica profesional. La ausencia de modelos de transferencia formales supone un limitante en la capacidad de la universidad para monetizar sus investigaciones. Sin embargo, el fortalecimiento de las capacidades científicas, la relación entre la universidad y empresas puede favorecer en la formulación de políticas públicas adecuadas que permita mayor vinculación entre los distintos entes (Calderon- Altamirano y Rodríguez., 2023)

6.5.4. Capacidades y recursos

La universidad actualmente no dispone de personal con experiencia en transferencia tecnológica. Esta es una barrera crítica que debe abordarse mediante, quizás, con capacitación y contratación de especialistas. La limitante en la transferencia en las universidades según Quiroga-Arcieniegas (2025) es el nivel de investigación e investigadores en la institución.

Otro de los recursos es el financiamiento, “este proviene principalmente de recursos propios y de algunas convocatorias externas”. La dependencia de fuentes limitadas de financiamiento puede restringir el desarrollo de tecnologías hasta un nivel transferible. El entrevistado comenta que la infraestructura física es un punto fuerte, sin embargo, la falta de personal especializado es una limitación importante. Los factores para fomentar la transferencia de tecnología se centran principalmente en equilibrar los recursos

públicos y privados, definir políticas claras, así como las habilidades emprendedoras y de capital humano (Romero-Sánchez et al., 2024).

6.5.5. Barreras y facilitadores para la transferencia de conocimiento y tecnologías

El entrevistado manifiesta que existen barreras culturales por parte de los docentes, pues, algunos académicos aprovechan las oportunidades de investigación y potencial transferencia de resultados, mientras que otros se limitan a la docencia. Por parte de las empresas, estas son tradicionales y aún reacias a colaborar. Como la cultura institucional y empresarial es una barrera a tener en cuenta, se necesitan estrategias para fomentar una mayor colaboración.

Actualmente, la institución cubre los gastos que podrían incurrir los investigadores en el proceso de investigación, esto se traduce en una ventaja para las empresas ya que no requieren invertir recursos para trabajar en asociatividad con la universidad para la investigación o transferencia.

6.5.6. Impacto y medición de los resultados de transferencia

Actualmente, no se ha generado impacto económico o social debido a la falta de transferencia tecnológica. La ausencia de transferencia limita el impacto de la investigación en la sociedad y la economía.

Así también, el director manifiesta que “No se han establecido métricas debido a la falta de transferencia”, ya que anteriormente

ya ha comentado de que la estructura de transferencia aún es escasa. Sin embargo, para iniciar este proceso es crucial desarrollar indicadores para medir el impacto una vez que se tengan resultados con potencial de transferencia.

Otros de los comentarios del entrevistado es sobre las estrategias para fomentar la cultura de transferencia, “se motiva a la comunidad universitaria a participar en investigación y a postular a convocatorias externas proyectos relacionados a las líneas de investigación institucional”. Estas estrategias son positivas, pero se necesitan acciones más concretas para fomentar una cultura de transferencia. Para esto, Paredes y Maldonado (2023) sugieren incorporar la investigación con aplicación práctica que aborde desafíos actuales del contexto y reforzar el vínculo con el sector productivo, así como el sector público, esto permitirá identificar necesidades reales, así como la colaboración en soluciones innovadoras.

6.6. Resultado del desarrollo del software

El desarrollo del software se llevó a cabo bajo un enfoque ágil, utilizando la metodología Scrum, lo que permitió una adaptación continua a los requerimientos identificados mediante entrevistas con laboratorios clínicos y tomadores de decisiones. Se realizaron iteraciones cortas y revisiones continuas para mejorar la usabilidad y funcionalidad del sistema.

El proceso de desarrollo se estructuró en sprints de dos semanas, donde el equipo definió prioridades y asignó responsabilidades.

Cada sprint incluyó fases de diseño, desarrollo y pruebas, asegurando que el sistema evolucionara de acuerdo con los requerimientos técnicos y operativos. Se llevaron a cabo validaciones con profesionales de laboratorio, permitiendo ajustes estratégicos basados en retroalimentación real.

Para garantizar una arquitectura robusta y escalable, se implementó Laravel en el backend y React.js en el frontend, lo que permitió una interfaz moderna y responsiva. La base de datos utilizada fue PostgreSQL, elegida por su capacidad de manejar grandes volúmenes de información y soportar datos georreferenciados. Además, se incorporaron herramientas avanzadas como Leaflet.js para la visualización en mapas de calor y Chart.js para la generación de gráficos dinámicos, facilitando el análisis epidemiológico en tiempo real.

El sistema desarrollado no solo optimiza el registro y gestión de datos de pacientes con diagnóstico de dengue, sino que también mejora la calidad de los reportes, proporcionando información clara y visualmente comprensible. Estas mejoras permiten a los tomadores de decisiones, como SENEPA, actuar de manera más eficiente en la planificación de intervenciones sanitarias.

6.6.1. Funcionalidades Clave del Sistema

- Registro de Pacientes (ilustración 36):

Permite la carga estructurada de datos clínicos y epidemiológicos, incluyendo síntomas y georreferenciación del domicilio para un mejor seguimiento de los casos.

- Generación de Reportes Automatizados (ilustración 37):

Capacidad para exportar informes en formatos PDF y Excel con filtros por fecha, zona y severidad de los casos.

Automatización de reportes mediante mapas de calor y gráficos de tendencias, proporcionando información estratégica para la toma de decisiones.

- Visualización de Datos (ilustración 38):

Integración de mapas de calor para identificar zonas de alto riesgo y facilitar la visualización de la concentración de casos de dengue. Gráficos temporales que permiten analizar tendencias epidemiológicas en tiempo real, proporcionando una visión clara de la evolución de los brotes. El mapa de calor destaca las áreas con mayor incidencia, optimizando la planificación de intervenciones sanitarias y mejorando la toma de decisiones en salud pública.

Ilustración 36. Interfaz de registro de pacientes con diagnóstico de dengue.

Nueva ficha

+ Datos de la institución notificante

Médico Selecione una opción	Región Sanitaria Region Sanitaria VII	Institucion Selecione una opción	Fecha Consulta dd/mm/aaaa
Hora Consulta --:--			

👤 Datos del paciente

Tipo Documento Selecione una opcion	Documento	Nacionalidad Selecione una opción	Barrio Selecione una opción
Nombre	Apellido	Genero Selecione una opcion	Fecha de nacimiento dd/mm/aaaa
Nro. Celular	Correo Electronico	Direccion	Latitud: , Longitud: Ubicacion

Fuente: Elaboración propia con base en el instrumento aplicado.

Ilustración 37. Interfaz de inicio del sistema permitiendo a los usuarios acceder a las principales funcionalidades

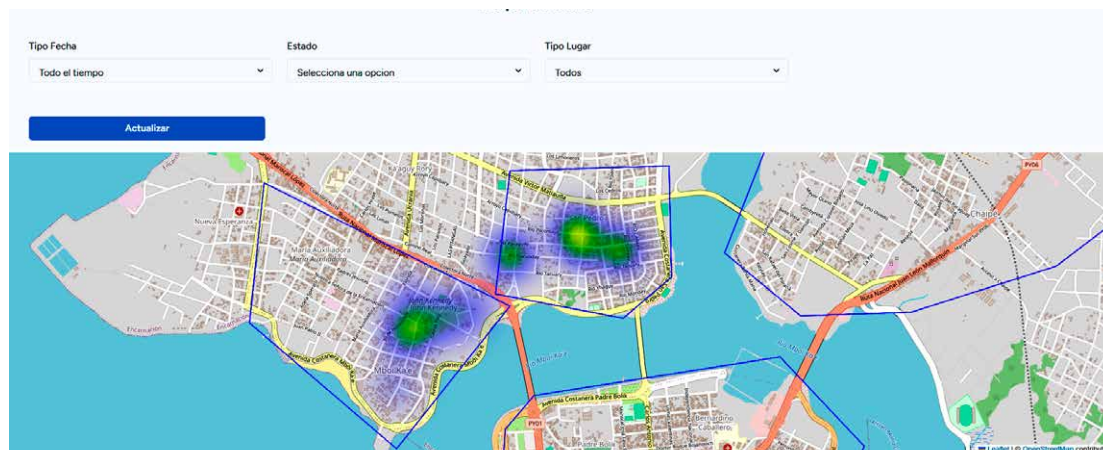
¡Hola de nuevo!

¿Qué deseas hacer hoy?

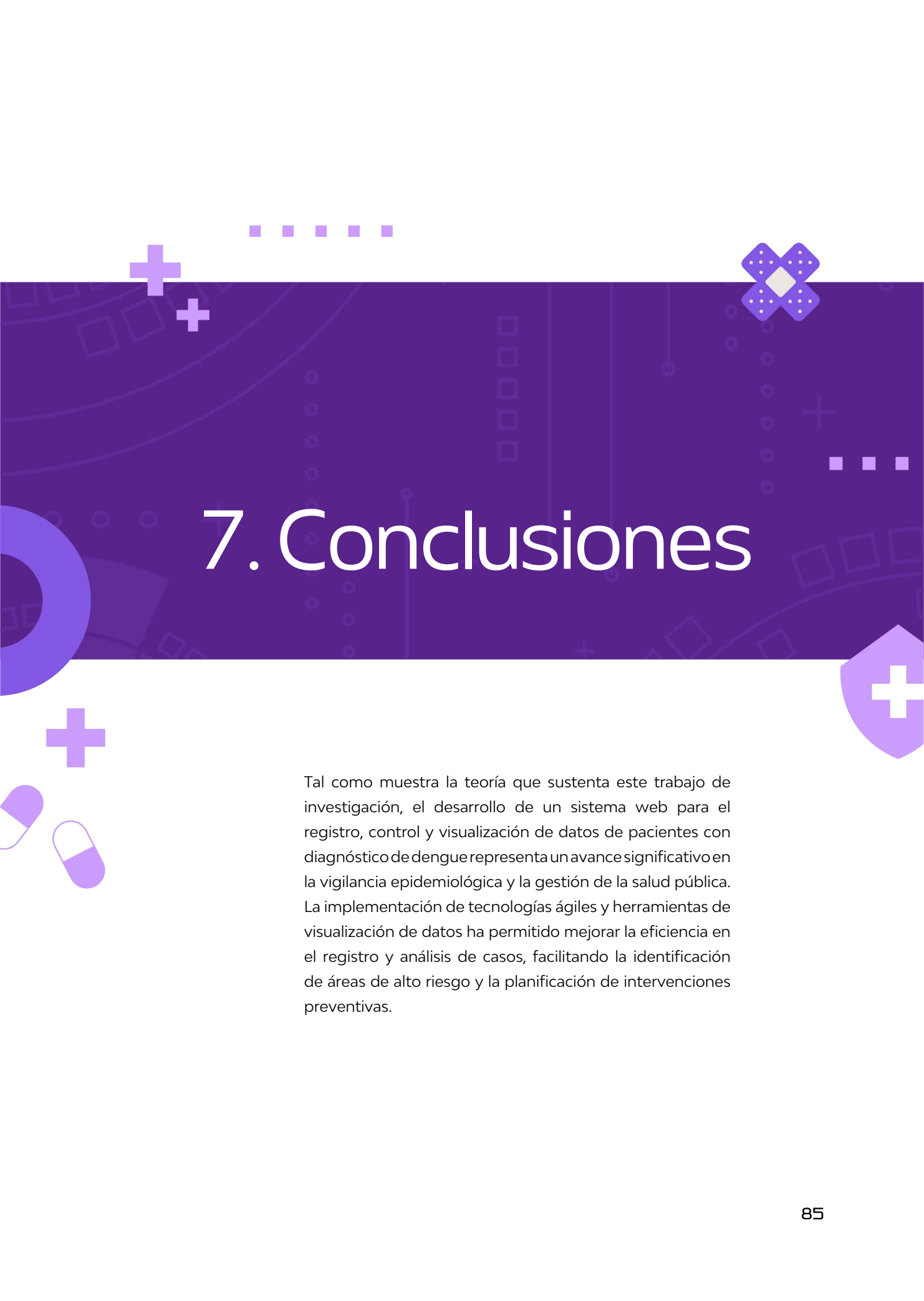


Fuente: Elaboración propia con base en el instrumento aplicado.

Ilustración 38. Visualización geoespacial de la distribución de casos de dengue.



Fuente: Elaboración propia con base en el instrumento aplicado.



7. Conclusiones

Tal como muestra la teoría que sustenta este trabajo de investigación, el desarrollo de un sistema web para el registro, control y visualización de datos de pacientes con diagnóstico de dengue representa un avance significativo en la vigilancia epidemiológica y la gestión de la salud pública. La implementación de tecnologías ágiles y herramientas de visualización de datos ha permitido mejorar la eficiencia en el registro y análisis de casos, facilitando la identificación de áreas de alto riesgo y la planificación de intervenciones preventivas.

Tal como muestra la teoría que sustenta este trabajo de investigación, el desarrollo de un sistema web para el registro, control y visualización de datos de pacientes con diagnóstico de dengue representa un avance significativo en la vigilancia epidemiológica y la gestión de la salud pública. La implementación de tecnologías ágiles y herramientas de visualización de datos ha permitido mejorar la eficiencia en el registro y análisis de casos, facilitando la identificación de áreas de alto riesgo y la planificación de intervenciones preventivas.

Las pruebas del software han demostrado que la plataforma es intuitiva y fácil de usar, lo que sugiere una alta probabilidad de adopción por parte de los profesionales de la salud. Sin embargo, su implementación a gran escala dependerá de la disponibilidad de infraestructura tecnológica y del interés de las instituciones sanitarias en invertir en soluciones digitales para la vigilancia epidemiológica. Además, es fundamental continuar con la optimización del sistema, especialmente en términos de seguridad y rendimiento, para garantizar su sostenibilidad a largo plazo.

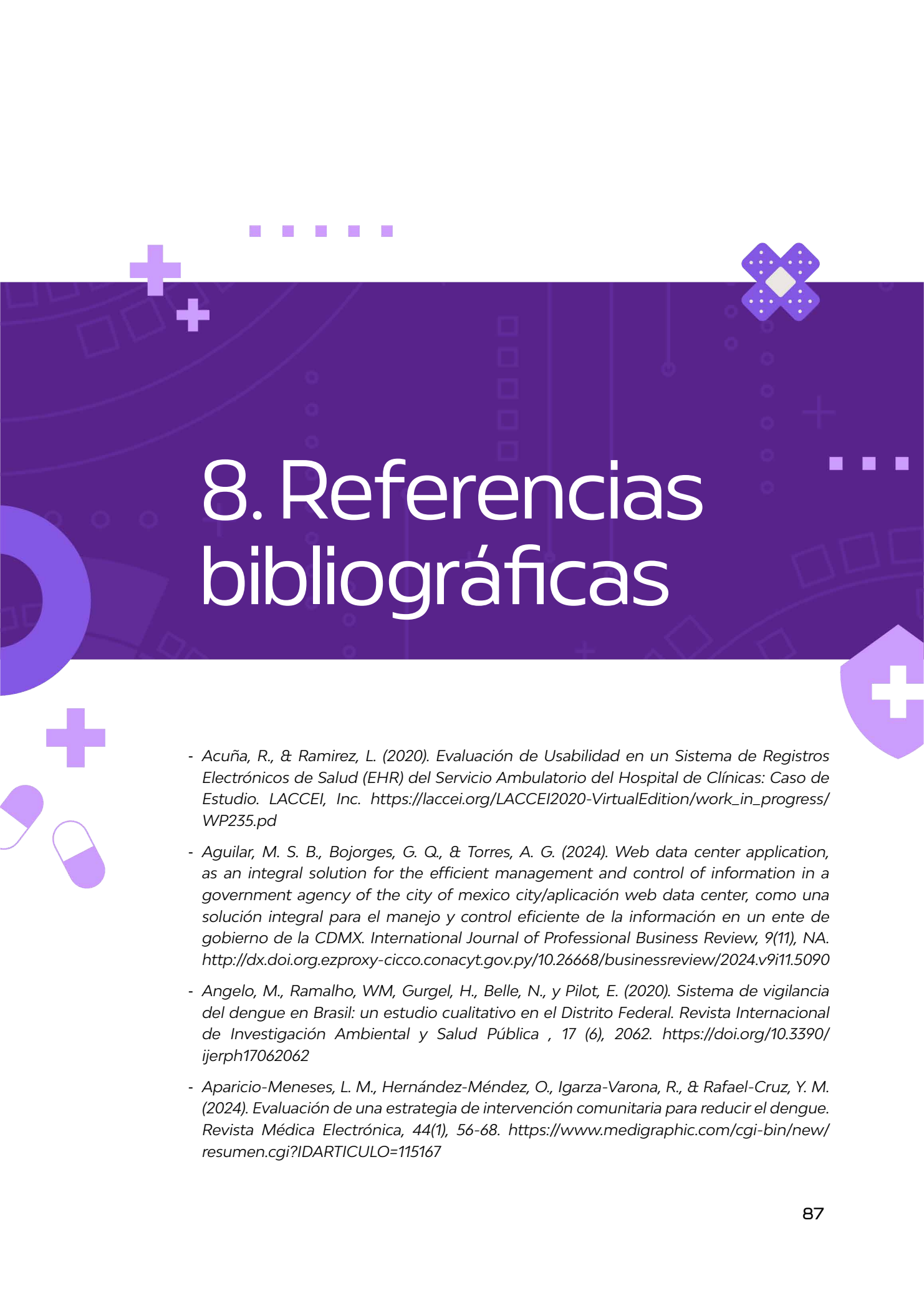
Uno de los principales desafíos de esta investigación ha sido la limitación de la muestra, determinada por el periodo de desarrollo del proyecto (12 meses) y los recursos económicos disponibles. Esto restringe la posibilidad de realizar pruebas continuas y obtener una retroalimentación más detallada en distintas etapas de implementación. Futuros estudios podrían incluir evaluaciones periódicas del sistema (por ejemplo, a los 3, 6 y 12 meses) para optimizar su rendimiento y adaptabilidad. Asimismo, se deben considerar factores como

la infraestructura tecnológica y la capacitación del personal de salud para una implementación efectiva.

A partir de los hallazgos, sería valioso ampliar la muestra y el alcance del estudio, explorando su aplicabilidad en otros distritos y departamentos. También se podría integrar el sistema con otras herramientas de vigilancia epidemiológica utilizadas a nivel nacional. Una línea de investigación relevante sería analizar la viabilidad de aplicar esta tecnología en el monitoreo de otras enfermedades transmisibles, como el chikungunya o el zika.

Finalmente, se recomienda evaluar el rol de las universidades paraguayas en la transferencia de tecnología para fortalecer la digitalización del sector salud. Las universidades aún enfrentan desafíos en la transferencia de tecnología debido a la falta de personal especializado en propiedad intelectual y gestión de la innovación, además, sin una estructura adecuada, las investigaciones que se realicen no se traducen en productos o servicios comercializables. Si no se trabaja en paliar estas falencias, la transferencia seguirá siendo limitada.

A partir de este diagnóstico se sugiere proyectar en áreas de mejora como la difusión de políticas de transferencia, revisar las normativas y mejorar la accesibilidad a los investigadores como a las empresas. También, fortalecer la relación universidad-empresa creando mecanismos sistemáticos para identificar necesidades, implementar contratos de licencias y acuerdos de colaboración, la capacitación tanto para docentes como investigadores en gestión de innovación, propiedad intelectual y comercialización de



8. Referencias bibliográficas

- Acuña, R., & Ramirez, L. (2020). Evaluación de Usabilidad en un Sistema de Registros Electrónicos de Salud (EHR) del Servicio Ambulatorio del Hospital de Clínicas: Caso de Estudio. LACCEI, Inc. https://laccei.org/LACCEI2020-VirtualEdition/work_in_progress/WP235.pdf
- Aguilar, M. S. B., Bojorges, G. Q., & Torres, A. G. (2024). Web data center application, as an integral solution for the efficient management and control of information in a government agency of the city of mexico city/aplicación web data center, como una solución integral para el manejo y control eficiente de la información en un ente de gobierno de la CDMX. *International Journal of Professional Business Review*, 9(11), NA. <http://dx.doi.org.ezproxy-cicco.conacyt.gov.py/10.26668/businessreview/2024.v9i11.5090>
- Angelo, M., Ramalho, WM, Gurgel, H., Belle, N., y Pilot, E. (2020). Sistema de vigilancia del dengue en Brasil: un estudio cualitativo en el Distrito Federal. *Revista Internacional de Investigación Ambiental y Salud Pública* , 17 (6), 2062. <https://doi.org/10.3390/ijerph17062062>
- Aparicio-Meneses, L. M., Hernández-Méndez, O., Igarza-Varona, R., & Rafael-Cruz, Y. M. (2024). Evaluación de una estrategia de intervención comunitaria para reducir el dengue. *Revista Médica Electrónica*, 44(1), 56-68. <https://www.medigraphic.com/cgi-bin/new/resumen.cgi?IDARTICULO=115167>

- Quiroga-Arcieniegas, V.-M. (2025). Factores asociados al éxito en el otorgamiento de las patentes y el impacto comercial en universidades reconocidas como innovadoras a nivel global. *INNOVA Research Journal*, 10(1), 1-18. <https://doi.org/10.33890/innova.v10.n1.2025.2671>
- Back4App. (s.f.). ¿Qué son los contenedores en la computación en la nube? Recuperado el [12 de noviembre de 2024], de <https://blog.back4app.com/es/que-son-los-contenedores-en-la-computacion-en-la-nube/>
- Barletta, F., Suarez, D., Yoguel, G., & Fiorentin, F. (2024). Más allá de la I+D formal: capacidades de la firma y perfil de innovación. El caso de las empresas manufactureras argentinas (2014-2016). *Estudios de Economía*, 51(1), 161+. <https://link-gale-com.ezproxy-cicco.conacyt.gov.py/apps/doc/A805665827/IFME?u=conacytp&sid=bookmark-IFME&xid=9e001e99>
- Baños, R. R., Czeraniuk, N., Enríquez T. A.S., Schaefer. L.V., Denis. M., Cabral. C. V., Villasanti. C., Garcés. J., Fernández. L., Traver. V. (2021) Tecnología digital para optimizar la salud mental y el bienestar en pacientes crónicos durante la crisis del covid-19 en Paraguay. Editorial Divesper. https://www.conacyt.gov.py/sites/default/files/upload_editores/u454/PINV-20-9-Conociendo-el-desarrollo-y-los-resultados-del-proyecto-de-investigacion-UNAE-2021_0.pdf
- Beltrán, Y. L., García, F. J. S., y Torres, E. M. (2021). Dengue in the first year of life. *Revista Cubana de Pediatría*, 93(3), 1-18. <https://www.medigraphic.com/pdfs/revcubped/cup-2021/cup213j.pdf>
- Benavides Velasco, C.A., & Quintana García, C. (2008). Generación de conocimiento tecnológico y políticas de innovación: dimensiones e interrelaciones. *Revista de Economía Mundial*, (18), 283+. <https://link-gale-com.ezproxy-cicco.conacyt.gov.py/apps/doc/A220411805/IFME?u=conacytp&sid=bookmark-IFME&xid=c8923c56>
- Bernal-Acevedo, O., & Forero-Camacho, J. C. (2011). Sistemas de información en el sector salud en Colombia. *Revista Gerencia y políticas de salud*, 10(21), 85-100. http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S1657-70272011000200006&script=sci_arttext
- Bulma. (s.f.). Bulma: Free, open source, and modern CSS framework based on Flexbox. Recuperado de <https://bulma.io>
- Burgos, R., Álvarez, N., y Rúa-Urbe, G. (2023). Estratificación espacial del riesgo entomológico para la transmisión de dengue en barrios de Asunción. Instituto Nacional de Salud (INS) - Ministerio de Salud Pública y Bienestar Social 2023. <https://revistas.ins.gov.py/index.php/rssp/article/view/178>
- Cabezas, C., & Vasconcelos, P. F. (2024). Creciente amenaza de enfermedades emergentes y reemergentes: arbovirus y enfermedades transmitidas por vectores en las Américas. *Revista Peruana de Medicina Experimental y Salud Pública*, 41, 4-6. <https://www.scielosp.org/article/rpmesp/2024.v41n1/4-6/es/>
- Calderón-Altamirano, E., & Rodríguez, J. C. (2023). Transferencia de Tecnología Universidad-Industria en las Universidades Públicas Estatales de México: Un Análisis Configuracional. *Journal of technology management & innovation*, 18(4), 18-30. https://www.scielo.cl/scielo.php?pid=S0718-27242023000400018&script=sci_arttext
- Camacho, J., Gamboa, S. C., & Gómez, L. C. (2020). Seguridad de la información en sistemas de resolución de disputas en línea (ODR): Revisión de la literatura y análisis a la luz del contexto colombiano. *Revista ESPACIOS*. ISSN, 798, 1015. <http://w.revistaespacios.com/a20v41n19/a20v41n19p10.pdf>

- Carrizo, D., & Alfaro, A. (2018). Método de aseguramiento de la calidad en una metodología de desarrollo de software: un enfoque práctico. *Ingeniare. Revista chilena de ingeniería*, 26(1), 114-129. https://www.scielo.cl/scielo.php?pid=S0718-33052018000100114&script=sci_arttext&tlng=pt
- Cavany, S. M., España, G., Vazquez-Prokopec, G. M., Scott, T. W., y Perkins, T. A. (2021). Pandemic-associated mobility restrictions could cause increases in dengue virus transmission. *PLoS Neglected Tropical Diseases*, 15(8), e0009603. <http://dx.doi.org.ezproxy-cicco.conacyt.gov.py/10.1371/journal.pntd.0009603>
- Centers for Disease Control and Prevention. (2023). National Notifiable Diseases Surveillance System (NNDSS). <https://www.cdc.gov/nndss/>
- Cerón, B. B. R., Arriaga, S. T., Moreno, M. Á., & Casarrubias, D. G. (2023). DISEÑO CENTRADO EN EL USUARIO PARA EL DESARROLLO DE DISPOSITIVOS MÉDICOS. *SketchIN*, 4(8), 18-25. <https://revistas.uaq.mx/index.php/sketchin/article/view/1127/914>
- Culquichicón-Sánchez, C., Ramos-Cedano, E., Chumbes-Aguirre, D., Araujo-Chumacero, M., Díaz Vélez, C., y Rodríguez-Morales, A. J. (2015). Tecnologías de la Información y la Comunicación (TICs) en la vigilancia, prevención y control del dengue. *Revista chilena de infectología*, 32(3), 363-364. <http://dx.doi.org/10.4067/S0716-10182015000400019>
- De la Cruz-Torralva, Kelly, Escobar-Agreda, Stefan, Pampa-Espinoza, Luis, Silva-Valencia, Javier, Reategui-Rivera, Mahony, Chahuara-Rojas, Max, Rojas-Mezarina, Leonardo, & Cabezas-Sánchez, Cesar. (2024). Percepción de médicos especialistas sobre la usabilidad de una aplicación móvil de dengue en zonas rurales: un estudio cualitativo. *Anales de la Facultad de Medicina*, 85(1), 14-20. <https://doi.org/10.15381/anales.v85i1.26175>
- Diario La Nación. (13 de noviembre de 2023). Grandes epidemias de dengue en el Paraguay: un mal de décadas. Recuperado de: <https://www.lanacion.com.py>
- Dirección General de Vigilancia de la Salud. (2024). Sala de Situación - Dengue. Datos actualizados a SE 06 (10 de febrero). Ministerio de Salud Pública y Bienestar Social.
- Dubon Olmedo, S. (2025). Desarrollo de una plataforma bioinformática para el monitoreo del virus del Dengue en comunidades vulnerables de San Salvador usando R y Shiny. <https://openaccess.uoc.edu/handle/10609/152216>
- DuBois, P. (2013). *MySQL [Libro digital]*. Pearson Education
- Esteche, E., & Denis, M. (2024). La educación en I+ D+ i para la transferencia de conocimiento en el sector comercial de la ciudad de Encarnación, Paraguay. <https://revistascientificas.una.py/index.php/RE/article/view/4779>
- Esteche, E., Gerhard, Y., & Ecurra, M. L. (2023). Vinculación universidad-empresa para desarrollar innovación-caso de una universidad privada y emprendedores de la ciudad de Encarnación. *Estrategia y Gestión Universitaria*, 11(2), 1-19.
- Fielding, R. T. (2000). *Architectural Styles and the Design of Network-based Software Architectures*. University of California, Irvine. Recuperado de <https://www.ics.uci.edu/~fielding/pubs/dissertation/top.htm>
- Flores Tuxpan, K., García Flores, V., & Palma Martos, L. (2024). Retos y Perspectivas de las Oficinas de Transferencia de Tecnología en Instituciones de Educación Superior Públicas en México. *Revista De La Educación Superior*, 53(210), 127-149. <https://doi.org/10.36857/resu.2024.210.2855>
- García Ferrando, M. (1997). *Socioestadística*. Alianza Editorial.

- García Pérez, C., & Alfonso Aguilar, P. (2013). Vigilancia epidemiológica en salud. *Revista Archivo Médico de Camagüey*, 17(6), 121-128. http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S1025-02552013000600013&script=sci_arttext
- García Guevara, B., Lugo Lugo, N., & Salgado Sabel, A. (2011). Una mirada etnográfica del conocimiento del dengue desde la perspectiva de un grupo de escolares: Unidad Educativa Nacional Bolivariana "Armando Zuloaga Blanco" Distrito Capital, Venezuela. 2009. *Comunidad y Salud*, 9(1), 14-26. <https://ve.scielo.org/pdf/cs/v9n1/art04.pdf>
- Ginestà, M. G., & Mora, O. P. (2012). Bases de datos en PostgreSQL. SIJ:[sn]. <https://artpatcusco.com/sis/pdf/20140527172742en.pdf>
- Guerrero Pupo, J. C., Amell Muñoz, I., & Cañedo Andalia, R. (2004). Tecnología, tecnología médica y tecnología de la salud: algunas consideraciones básicas. *Acimed*, 12(4), 1-1. http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=s1024-94352004000400007&script=sci_arttext
- Guzmán, C. (2024). Gestión de la Propiedad Intelectual en Universidades Públicas Colombianas: Realidades, Desafíos y Oportunidades Estratégicas para Impulsar la Innovación. *Estudios Y Perspectivas Revista Científica Y Académica*, 4(3), 1215-1243. <https://doi.org/10.61384/r.c.a.v4i3.478>
- Khan, M. B., Yang, Z.-S., Lin, C.-Y., Hsu, M.-C., Urbina, A. N., Assavalapsakul, W., Wang, W.-H., Chen, Y.-H., y Wang, S.-F. (2023). Dengue overview: An updated systemic review. *Journal of Infection and Public Health*, 16(10), 1625-1642. <https://doi.org/10.1016/j.jiph.2023.08.001>
- Kotter J. Liderar. (2007) el cambio: por qué fracasan los intentos de transformación. *Gestión del cambio*. Harv Bus Rev. Barcelona: Ediciones Deusto. 2011. pp. 7-29. <https://dialnetunirioja.es/servlet/articulo?codigo=2209643>
- Lima de Menezes, L., Castro de Souza, M. I. D., Bullia da Fonseca Simas, K., Mueller, V., Santos Guimaraes, E. D., Cardoso de Castro Berry, M., & Tebaldi Marques, D. (2024). Analysis of the perception of doctors of the Unified Health System about the use of teleconsultation in Campo Grande-MS, Brazil. *Ciência & Saúde Coletiva*, 29(11), 1A+. <http://dx.doi.org.ezproxy-cicco.conacyt.gov.py/10.1590/1413-812320242911.03352024EN>
- Lourenço Filho, M. C., Pacheco, A. P. Q. D. F., Neves, R. M., Sena, J. S., Sotolani, B. L., Brasil, B. S. C., ... & de Lima Tanaka, T. (2024). Impacto da dengue nas internações hospitalares: análise e estratégias para a Saúde Pública. *Revista Contemporânea*, 4(5), e4506-e4506. <https://ojs.revistacontemporanea.com/ojs/index.php/home/article/view/4506>
- Martínez de Cuellar, C. (2021). Dengue, una historia inacaba. *Pediatría (Asunción)*, 48(2), 92-94. <https://doi.org/10.31698/ped.48022021001>
- Ministerio de Salud Pública y Bienestar Social (MSPyBS). (2019, agosto 19). Destrucción de criaderos, primera medida contra el Aedes aegypti. <https://www.mspbs.gov.py/portal/19202/destruccion-de-criaderos-primera-medida-contra-el-aedes-aegypti.html>
- Moreno, A., Rojas, M., & Galeano, J. (2009). SIECS: Propuesta para el Sistema de Información en Salud. Asunción: USAID-CIRD. https://portal.mspbs.gov.py/digies/wp-content/uploads/2011/12/Propuesta_para_el_Sistema_de_Informacion_en_Salud_SIECS.pdf
- Moreno, F. M. M., Vicuña, E. A. C., Carpena, L. P. C., García, A. M. H., & Romero, C. C. O. (2023). Alcance orgánico del programa presupuestal 017-2021 del gobierno regional de Junín para la atención de enfermedades metaxénicas: caso dengue. *Boletín de Malaria y Salud Ambiental*, 63, 323-329. <http://201.249.62.222/iaespro/ojs/index.php/bmsa/article/view/707>
- MSPBS. (2023). Sistema de Información en Salud del Paraguay. Ministerio de Salud Pública y

Bienestar Social. <https://www.mspbs.gov.py/index.php>

- Nomura, S., Siesjö, V., Tomson, G., Mohr, W., Fukuchi, E., Shibuya, K., Tangcharoensathien, V., y Miyata, H. (2020). Contributions of information and communications technology to future health systems and Universal Health Coverage: application of Japan's experiences. *Health Research Policy and Systems*, 18(1), NA. <http://dx.doi.org.ezproxy-cicco.conacyt.gov.py/10.1186/s12961-020-00585-x>
- Oliveira, N. R. D., Santos, Y. D. R. D., Mendes, A. C. R., Barbosa, G. N. N., Oliveira, M. T. D., Valle, R., Medeiros, D. S. V., y Mattos, D. M. F. (2023). Storage Standards and Solutions, Data Storage, Sharing, and Structuring in Digital Health: A Brazilian Case Study. *Information [Basel]*, 15(1), NA. <http://dx.doi.org.ezproxy-cicco.conacyt.gov.py/10.3390/info15010020>
- Organización Panamericana de la Salud-OPS. (2024). Vigilancia epidemiológica: principios y prácticas. Organización Panamericana de la Salud. <https://www.paho.org/es/noticias/16-12-2024-panama-refuerza-conocimientos-vigilancia-epidemiologica-laboratorial-vacunacion>
- Organización Panamericana de la Salud (OPS). (2024). Informe epidemiológico sobre el dengue en América Latina. Recuperado de: <https://www.paho.org>
- Ordoñez, Á. F., Riofrio, P. S., & Villavicencio, M. (2016). Metodologías ágiles en el desarrollo de software: un enfoque basado en Scrum y MDD. In *Avances y aplicaciones de sistemas inteligentes y nuevas tecnologías* (pp. 333-346). Universidad de Los Andes (ULA) Venezuela. https://www.researchgate.net/profile/Angel-Fiallos-Ordonez/publication/301607142_Metodologias_agiles_en_el_desarrollo_de_software_un_enfoque_basado_en_Scrum_y_MDD/links/571c4f8c08ae7f552a481a1a/Metodologias-agiles-en-el-desarrollo-de-software-un-enfoque-basado-en-Scrum-y-MDD.pdf
- Ordoñez Ordoñez, M. M., Ortiz Ordóñez, C. E., Chalapud Arevalo, J. C., Bolaños Ojeda, P. A., & Getial Getial, M. O. Propuesta de intervención para reducir el dengue en el Rodadero Magdalena. <https://repository.unad.edu.co/handle/10596/65812>
- Paredes , G. M., & Maldonado, G. L. (2023). Prospectiva y Vigilancia Tecnológica como Estrategias Innovadoras de la Universidad para Promover la Transferencia de Conocimientos. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 7(4), 882-904. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v7i4.6924
- Peñaloza, M. (2007). Tecnología e innovación: factores claves para la competitividad. *Actualidad Contable Faces*, 10(15), 82+. <https://link-gale-com.ezproxy-cicco.conacyt.gov.py/apps/doc/A176858319/IFME?u=conacytp&sid=bookmark-IFME&xid=b6f8b02c>
- Purnama, S., Susanna, D., Achmadi, UF, Krianto, T. y Eryando, T. (2021). Desarrollo potencial de un sistema de vigilancia ambiental digital para el control del dengue: un estudio cualitativo. *Revista macedonia de acceso abierto de ciencias médicas* , 9 (E), 1443-1453. <https://doi.org/10.3889/oamjms.2021.7653>
- Prado, M., y Sanabria, E. (2022). Estrategias de Comunicación para el control de criaderos de *Aedes aegypti* resultantes del brote epidémico de Dengue de 2017-2018 en Asunción y Central, Paraguay. Instituto Nacional de Salud (INS) - Ministerio de Salud Pública y Bienestar Social 2022. <https://revistas.ins.gov.py/index.php/rspp/article/view/49>
- Querales, J. (2002). Dengue: causas, características clínicas y prevención. *Gaceta Médica de Caracas*, 110(3), 328-332. https://ve.scielo.org/scielo.php?pid=S0367-47622002000300005&script=sci_arttext
- Quijano Gallardo, . J. A. (2023). Revisión sistemática de literatura para transferencia de

- tecnología intraempresarial. *Revista Electrónica Sobre Tecnología, Educación Y Sociedad*, 10(20). Recuperado a partir de <https://ctes.org.mx/index.php/ctes/article/view/806>.
- Romero-Sánchez, A., Perdomo-Charry, G., & Burbano-Vallejo, E. L. (2024) Políticas, transferencia y financiamiento: factores clave para Spin offs académicas: Revisión Sistemática de Literatura. https://www.researchgate.net/profile/Alexander-Romero-7/publication/387189066_Políticas_transferencia_y_financiamiento_factores_clave_para_Spin_offs_academicas_Revisión_Sistemática_de_Literatura/links/676427e58cfcdf077fe574fd/Políticas-transferencia-y-financiamiento-factores-clave-para-Spin-offs-academicas-Revisión-Sistemática-de-Literatura.pdf
 - San-Martín-Albizuri, N., & Rodríguez-Castellanos, A. (2012). Un marco conceptual para los procesos de innovación abierta: integración, difusión y cooperación en el conocimiento. *Revista Telos*, 14(1), 83+. <https://link-gale-com.ezproxy-cicco.conacyt.gov.py/apps/doc/A450595776/IFME?u=conacytp&sid=bookmark-IFME&xid=45314062>
 - Seid, G. (2016). Procedimientos para el análisis cualitativo de entrevistas. In V Encuentro Latinoamericano de Metodología de las Ciencias Sociales (Mendoza, 16 al 18 de noviembre de 2016). <https://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/109230>
 - Soto Huerta, C. A. (2021). Vinculación con el medio en la educación técnico profesional en Chile: Desafíos y oportunidades en el desarrollo de una vinculación bidireccional (Doctoral dissertation, Universidad del Desarrollo. Facultad de Gobierno). <https://repositorio.udd.cl/items/d202e8d6-613e-412f-afd4-af091a9b58dd>
 - Starke, S., Zhang, H., Komura, T., & Saito, J. (2019). Neural state machine for character-scene interactions. *ACM Transactions on Graphics*, 38(6), 178. https://www.pure.ed.ac.uk/ws/files/112627363/papers_168s4_file2.pdf
 - Valcárcel Tejón, M. (2018). Arquitectura serverless en AWS. https://oa.upm.es/52770/1/TFG_MIGUEL_VALCARCEL_TEJON.pdf
 - Vélez, E. E. E., Centeno, M. R. F., Zevallos, M. G. V., & Vélez, M. G. M. (2019). La epidemia de Dengue: Generalidades de su control y tratamiento. *RECIMUNDO: Revista Científica de la Investigación y el Conocimiento*, 3(1), 108-125. <https://dialnetunirioja.es/servlet/articulo?codigo=6788158>
 - Verón Lassai, J. J., Tejedor, S., & Tusa, F. (2024). Análisis de los sitios web de los centros de salud más importantes de España. *Comunicación y Sociedad*, 21, NA. <http://dx.doi.org.ezproxy-cicco.conacyt.gov.py/10.32870/cys.v2024.8569>
 - Villaseñor, I. L., Uscanga, A. P., Ostría, M. T. L., & Ríos, M. A. J. (2024). Diseño de un Sistema de Transferencia de Tecnología en una empresa del sector industrial.
 - Welling, L., & Thomson, L. (2016). *PHP and MySQL Web Development (5ª ed.)*. Pearson Education. ISBN: 978-0321833891. Recuperado de <https://www.amazon.com/PHP-MySQL-Development-Luke-Welling/dp/0321833899>
 - Xu, C., Xu, J., y Wang, L. (2024). Long-term effects of climate factors on dengue fever over a 40-year period. *BMC Public Health*, 24(1), NA. <http://dx.doi.org.ezproxy-cicco.conacyt.gov.py/10.1186/s>

9. Anexos

ANEXO 1. Encuesta dirigida a encargados de Laboratorios clínicos de Itapúa y SENEPA

Señor/Señora.

Somos investigadores del proyecto “INIC001-408 Propuesta e implementación de una suite de aplicaciones para el registro, control y gestión de datos de pacientes con diagnóstico médico de dengue”. La investigación es llevada a cabo en el marco de los proyectos cofinanciados por el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT), por lo que nos encontramos trabajando en un estudio de mercado para el testeo del funcionamiento de una suite de aplicaciones a ser desarrollada, que podría beneficiar enormemente a la comunidad y a los profesionales en la lucha contra el dengue.

Por lo anterior, solicitamos su colaboración para responder a esta entrevista de preguntas abiertas. Las respuestas deben basarse en su experiencia y realidad, sin que haya opciones más correctas que otras. Tenga en cuenta que todas las respuestas serán tratadas con confidencialidad; solo los investigadores tendrán acceso a los datos recopilados.

Por favor, responda todas las preguntas que apliquen a su situación actual. Si alguna pregunta no es relevante para su laboratorio o si no cuenta con la información solicitada, siéntase libre de omitirla y pase a la siguiente. En caso de duda, puede indicar “No aplica” en el espacio correspondiente.

En caso de que requiera que los datos recabados en este instrumento sean descartados, podrá dirigirse a Gabriel Sotelo mediante el siguiente correo electrónico gabrielsotelo@unaedu.py solicitando la eliminación o exclusión de la entrevista y los datos recolectados.

Al término de la investigación, los resultados estarán a disposición de usted en formato digital en la página web del CONACYT y UNAe, siempre resguardando la confidencialidad.

Antes de responder este formulario, por favor asegúrese de haber probado todas las funcionalidades del sistema. La prueba debe incluir tareas habituales como la carga de datos, navegación por la plataforma, generación de reportes, entre otras.

El propósito de este formulario es recopilar su opinión y experiencia sobre el uso del sistema, así como identificar fortalezas y posibles áreas de mejora.

Gracias por su aporte.

<https://forms.gle/exXoFRfPeGGeVCng9>

Objetivo: Testear el sistema web con los posibles usuarios.

1. Identificación del laboratorio:

1.1. Profesión/rango del encargado:

1.2 Rango de edad:

1.3 Año de experiencia en el área:

Consentimiento Informado: Si / No (si marca si se abre el cuestionario)

Usabilidad del sistema

1. Considerando las tareas habituales como carga de datos, generación de reportes, entre otras ¿En qué nivel las funciones del sistema cumplen con sus expectativas?

1- Nulo

2- Bajo

3- Neutro

4- Medio

5- Alto

2- ¿Cuál es su nivel de acuerdo sobre la sencillez de la navegación en la plataforma?

1- Totalmente en desacuerdo

2- En desacuerdo

3- Neutro

4- De acuerdo

5- Totalmente de acuerdo

3- ¿Qué tan fácil considera que es aprender a utilizar la plataforma sin asistencia?

1- Nada fácil

2- Poco fácil

3- Neutro

4- Fácil

5- Muy fácil

4- ¿Cuál es el nivel de utilidad de las opciones presentadas para gestionar la información de

pacientes?

- 1- Nada útil
- 2- Poco útil
- 3- Neutro
- 4- Útil
- 5- Muy útil

5- ¿Cuál es su nivel de intuición sobre el diseño del sistema para encontrar la información necesaria?

- 0 Ninguno
- 1- Bajo
- 2- Medio
- 3- Alto
- 4- Muy alto

6- ¿En qué medida le parece adecuado el tamaño y tipo de letra de la plataforma para una lectura cómoda?

- 1- Nada adecuado
- 2- Poco adecuado
- 3- Adecuado
- 4- Muy adecuado

7- ¿En qué medidas le parece clara y funcional encuentra la organización de las opciones principales (Registro de casos, Información de pacientes, Mapa de Calor, Gráficos, Reportes)

- 1- Nada adecuado
- 2- Poco adecuado
- 3- Medio
- 4- ALto
- 5- Muy alto

Testeo de software
8- ¿El sistema cumple con sus expectativas para realizar la carga de datos, gestión de pacientes seguimiento de caso y generación de reportes?

- 1- No cumple
- 2- Cumple poco
- 3- Cumple
- 4- Cumple regularmente
- 5- Totalmente de acuerdo

9- ¿Con qué frecuencia ha experimentado errores, fallos, caídas o desconexiones mientras utilizaba el sistema?

- 1- Nada frecuente
- 2- Poco frecuente
- 3- Neutro
- 4- Frecuente

- 5- Muy frecuente

Pruebas de rendimiento
10- ¿Con qué frecuencia considera que los tiempos de respuesta de la plataforma son adecuados y le ayudan a trabajar de manera eficiente?

- 1- Nada frecuente
- 2- Poco frecuente
- 3- Neutro
- 4- Frecuente
- 5- Muy frecuente

Prueba de conformidad de la seguridad del software
11- ¿Qué tan de acuerdo está con que los métodos de autenticación y seguridad del sistema protegen adecuadamente la confidencialidad de los datos?

- 1- Totalmente en desacuerdo
- 2- En desacuerdo
- 3- Neutro
- 4- De acuerdo
- 5- Totalmente en desacuerdo

12- ¿Con qué frecuencia ha experimentado problemas relacionados con accesos no autorizados, errores de seguridad o fallos en la protección de los datos?

- 1- Nada frecuente
- 2- Poco frecuente
- 3- Neutro
- 4- Frecuente
- 5- Muy frecuente

Satisfacción
13- ¿Cuál es su nivel de satisfacción general con el desempeño del sistema en términos de rendimiento, facilidad de uso y utilidad?

- 1- Totalmente en desacuerdo
- 2- En desacuerdo
- 3- Neutro
- 4- De acuerdo
- 5- Totalmente en desacuerdo

14- ¿Qué funcionalidad o mejora considera que sería útil para esta interfaz y por qué?
Evaluación comparativa con el otro sistema
15- ¿Cómo evalúa la facilidad en uso y navegación en este sistema en comparación

**con el que utiliza actualmente, proporcionado
por la 7ma Región Sanitaria?**

- 0 Nulo
- 1 Muy Bajo
- 2 Bajo
- 3 Medio
- 4 Alto
- 5 Muy alto

**16- ¿Cuál es el nivel de dificultad en navegación
en este sistema en comparación con el que
utiliza actualmente?**

- 1- Nulo
- 2- Bajo
- 3- Neutro
- 4- Medio
- 5- Alto

**17- ¿Cuál es el nivel de respuesta que percibe
sobre la rapidez de este sistema y el sistema
que utiliza actualmente?**

- 1- Muy lento
- 2- Poco lento
- 3- Neutro
- 4- Rápido
- 5- Muy rápido

**18- ¿Cuál es el nivel de utilidad de los reportes
generados en este sistema en comparación
con los reportes del sistema que utiliza
actualmente?**

- 1- Nada útil
- 2- Poco útil
- 3- Neutro
- 4- Útil
- 5- Muy útil

ANEXO 2 Y ANEXO 3. GUÍA DE PREGUNTAS PARA DETECTAR NECESIDADES INSTITUCIONALES DE TRANSFERENCIA DE TECNOLOGÍA

Objetivo: Detectar las necesidades institucionales para la transferencia de tecnología (Aplicado a Laboratorios clínicos).

Señor/Señora.

Somos investigadores del proyecto “INIC001-408 Propuesta e implementación de una suite de aplicaciones para el registro, control y gestión de datos de pacientes con diagnóstico médico de dengue”. La investigación es llevada a cabo en el marco de los proyectos cofinanciados por el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT), por lo que nos encontramos trabajando en un estudio de mercado para el testeo del funcionamiento de una suite de aplicaciones a ser desarrollada, que podría beneficiar enormemente a la comunidad y a los profesionales en la lucha contra el dengue.

Por lo anterior, solicitamos su colaboración para responder a estas series de preguntas abiertas. Las respuestas deben basarse en su experiencia y realidad, sin que haya opciones más correctas que otras. Tenga en cuenta que todas las respuestas serán tratadas con confidencialidad; solo los investigadores tendrán acceso a los datos recopilados.

Por favor, responda todas las preguntas que apliquen a su situación actual. Si alguna pregunta no es relevante para su laboratorio o si no cuenta con la información solicitada, siéntase libre de omitirla y pase a la siguiente. En caso de duda, puede indicar “No aplica” en el espacio correspondiente.

En caso de que requiera que los datos recabados en este instrumento sean descartados, podrá dirigirse a Gabriel Sotelo mediante el siguiente correo electrónico gabrielsotelo@unae.edu.py solicitando la eliminación o exclusión de la entrevista y los datos recolectados.

Al término de la investigación, los resultados estarán a disposición de usted en formato digital en la página web del CONACYT y UNA E, siempre resguardando la confidencialidad.

Antes de responder este formulario, por favor asegúrese de haber probado todas las funcionalidades del sistema. La prueba debe incluir tareas habituales como la carga de datos, navegación por la plataforma, generación de reportes, entre otras.

El propósito de este formulario es recopilar su opinión y experiencia sobre el uso del sistema, así como identificar fortalezas y posibles áreas de mejora.

Gracias por su aporte.

Objetivo: Detectar las necesidades institucionales para realizar transferencia del sistema.

Sección A: Acceso y Disposición Económica

1. ¿Cuál es la capacidad económica de su institución para adoptar un nuevo sistema de gestión de pacientes designado por el Ministerio de Salud? ¿Por qué?

2. Después de haber testado el sistema de hoy usted recomendaría la adquisición para el uso en su institución? No-

3. Desde su punto de vista qué condiciones se tienen que dar para que su institución pueda utilizar el nuevo sistema que han probado hoy?

Sección B: Infraestructura Tecnológica

4. ¿Qué tipo de infraestructura tecnológica propia de la institución hay disponible para utilizar el sistema actual? (disponibilidad de computadoras, internet, condiciones de funcionamiento)

5. ¿Cómo evaluaría la capacidad tecnológica actual de su institución en términos de preparación para nuevas tecnologías?

() Totalmente preparada () Moderadamente preparada () Poco preparada () No preparada

Sección C: Disposición al cambio

6. ¿Qué consideraciones tomaría en cuenta al evaluar la posibilidad de cambiar el sistema actual por otro nuevo? (disponibilidad de personal, capacitación,)

6. ¿Qué desafíos prevé en la transición hacia un nuevo sistema de gestión de pacientes con diagnóstico de dengue?

() Resistencia del personal () Adaptación a nuevas tecnologías () Costos asociados () Tiempo de implementación

Otros: _____

Sección D: Capacitación y colaboración

7. ¿Qué tipo de capacitación sería necesaria para implementar un nuevo sistema de gestión?

() Técnica () Administrativa () Clínica () No sería necesaria

Explique su elección: _____

8. ¿Qué importancia atribuye a la colaboración entre el sector salud y universidades en el desarrollo de sistemas tecnológicos?

() Alta () Moderada () Baja Justifique su respuesta: _____

Sección E: Impacto y Funcionalidades

10. ¿Qué impacto espera que tenga un nuevo sistema en la gestión de casos de dengue?

() Mejor trazabilidad de casos () Eficiencia en la atención

() Optimización de recurso tiempo () Optimización en los datos Otros: _____

Objetivo: Estudiar la percepción de los tomadores de decisiones del sistema de salud para la adquisición de la aplicación.

Conocimiento y Experiencia con la Transferencia de Tecnología

¿Ha colaborado previamente con universidades para adquirir tecnología o desarrollar proyectos conjuntos? Si es así, ¿cómo fue su experiencia?

¿Qué tan frecuentemente busca innovaciones o soluciones tecnológicas desarrolladas en instituciones académicas?

Concepto de Transferencia Tecnológica:

¿Existen políticas claras y estructuradas en su empresa o institución para facilitar la transferencia tecnológica?

¿Existen manuales de propiedad intelectual en su empresa o institución para facilitar la transferencia tecnológica?

Percepción General de la Transferencia de Tecnología

1. ¿Cómo percibe la idea de que una institución externa al Ministerio o fuera del país desarrolle y transfiera tecnología al Ministerio de Salud para su implementación nacional?

2. ¿Qué nivel de confianza tiene en las soluciones tecnológicas desarrolladas fuera del ámbito gubernamental para resolver problemas de salud pública?

Disposición y Motivación para la Adopción

3. ¿Qué características considera fundamentales para que un software transferido desde una institución proponente sea adoptado y utilizado ampliamente por el Ministerio de Salud?

4. ¿Considera que un software de gestión de carga obligatoria para pacientes con dengue podría ser visto como una herramienta clave para mejorar la toma de decisiones? ¿Por qué?

Factores de aceptación e integración institucional

5. ¿Qué aspectos de la transferencia de tecnología podrían generar resistencia en las instituciones de salud públicas y cómo cree que se podrían superar?
6. ¿Qué rol podría jugar la capacitación del personal en la aceptación de este software en instituciones del sector público y privado?
7. ¿Cómo evaluaría la importancia de que el software sea interoperable con los sistemas ya existentes en las instituciones de salud?

Escalabilidad y recomendación interinstitucional

8. ¿Qué condiciones deberían cumplirse para que usted o su institución recomienden este sistema al Ministerio de Salud y a otras instituciones del sistema de salud?
9. ¿Cómo cree que este sistema podría contribuir a la generación de datos epidemiológicos más precisos y útiles para la gestión de casos de dengue a nivel nacional?
10. ¿Qué valor cree que tendría para su institución y para el sistema nacional de salud en general la implementación de un software de estas características?
11. ¿Qué estrategias considera necesarias para garantizar que la transferencia de esta tecnología sea sostenible en términos técnicos, operativos y financieros? de este sistema.

Preguntas confirmatorias

12. Si tuviera que presentar este sistema al Ministerio de Salud, ¿qué argumentos destacaría para convencerlos de su utilidad y pertinencia?
13. ¿Hay algún aspecto relacionado con la transferencia de esta tecnología que considere importante y no se haya discutido?

ENTREVISTA PARA LA INSTITUCIÓN PROPONENTE

Sección 1. Contexto Institucional

Políticas de transferencia: ¿Existen políticas/manuales claros y estructurados en la universidad para facilitar la transferencia tecnológica?

Infraestructura: ¿La universidad cuenta con oficinas de transferencia de tecnología (OTTs) o equivalentes?

Estrategia universitaria: ¿Cómo se alinea la transferencia de tecnología con los objetivos institucionales/línea de investigación?

¿Cuáles son las líneas que más se trabaja para fomentar la transferencia?

2. Propiedad Intelectual.

Gestión de la propiedad intelectual (PI): ¿La universidad tiene mecanismos para identificar, proteger y comercializar la PI?

¿Cuentan con Profesionales para la propiedad intelectual?

Patentes y licencias: ¿Cuántas patentes/licencias ha generado la universidad, y cuántas se han transferido a empresas?

3. Relación Universidad-Empresa

Colaboración previa: ¿Existen relaciones previas entre la universidad y las empresas del sector?

Demanda empresarial: ¿Qué tan alineadas están las investigaciones con las necesidades del mercado?

¿Qué mecanismos utilizan para detectar las necesidades?

Modelos de transferencia: ¿Se usan contratos de licencia, creación de startups, consultorías, u otros mecanismos?

4. Capacidades y Recursos

Competencias del personal: ¿El personal universitario y de la OTT tiene experiencia en transferencia tecnológica?

Financiamiento: ¿Qué fuentes de financiamiento existen para desarrollar las tecnologías hasta un nivel transferible?

Infraestructura de investigación: ¿Las instalaciones y equipos son suficientes para cumplir con los estándares del mercado? RRHH.

5. Barreras y Facilitadores

Culturales: ¿Qué tan predispuestos están los académicos y empresarios a colaborar para realizar investigaciones/transferencia?

Regulatorios: ¿Existen barreras legales o burocráticas en el proceso investigación? ¿de transferencia?

Económicos: ¿Cuáles son los incentivos económicos para las empresas que adoptan estas tecnologías? investigación-vinculación.

6. Impacto y Medición

Impacto económico: ¿Qué beneficios económicos ha generado la transferencia de tecnología?

Impacto social: ¿Cómo ha contribuido la transferencia al bienestar social o ambiental?

Indicadores de éxito: ¿Qué métricas se usan para evaluar el impacto de la transferencia (ingresos por licencias, número de empresas creadas)?

Otras:

1. ¿Cómo identifica la universidad oportunidades de colaboración con el sector privado?

2. ¿Cuáles son las principales barreras que enfrentan las empresas para adoptar tecnologías desarrolladas por la universidad?

3. ¿Qué porcentaje de las investigaciones realizadas en la universidad han resultado en licencias tecnológicas exitosas?

4. ¿Qué estrategias utiliza la universidad para fomentar la cultura de transferencia de tecnología entre sus investigadores?

TECNOLOGÍA PARA EL DESARROLLO DEL SISTEMA DE SALUD LOCAL

Resultados del proyecto INIC01-408

Sistema web para el registro, control y gestión de
datos de pacientes con diagnóstico médico de dengue

Investigador principal:

Gabriel Sotelo

Equipo de investigación:

Estelbina Esteche Cabaña, Antonio Miguel López Ramírez,
Pablo César Medina, Yanina Nathalia Gerhard Wasmuth

Directora de proyecto:

Dra. Nadia Czeraniuk

Administrativos:

Helmut Andrés Schaefer Baez, Zunilda Sanabria, Andrea Diana
Tepper Schneider

Se agradece la colaboración a:

Erika Silvero, Axel Nicolás Jara Bernal, Fabián Enrique Giménez
y María de los Ángeles Alvarenga

Compilación y edición:

Andrea Diana Tepper Schneider y Matías Denis

Diagramación:

Hernán Andrés Schaefer Czeraniuk y Camila Alejandra
Báez Lisnichuk

*Este proyecto fue cofinanciado
por el Consejo Nacional de
Ciencia y Tecnología-Conacyt
con los fondos del FEEI*