

Development of a desktop application prototype for blood banks

ARTICLE HISTORY

Received 1 May 2025

Accepted 10 June 2025

Published 7 July 2025

Lucrecia Llerena
Quevedo State University
Software Engineering Program
Quevedo, Ecuador
lllerena@uteq.edu.ec
ORCID: 0000-0002-4562-6723

Belinda Toaquiza
Quevedo State University
Software Engineering Program
Quevedo, Ecuador
btoaquizaz@uteq.edu.ec
ORCID: 0009-0001-1487-7757

Nancy Rodríguez
Quevedo State University
Software Engineering Program
Quevedo, Ecuador
nrodriguez@uteq.edu.ec
ORCID: 0000-0002-0861-4352



This work is licensed under a Creative Commons
Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International License.

L. Llerena, B. Toaquiza, and N. Rodríguez,
"Development of a desktop application prototype for blood banks",
Latin-American Journal of Computing (LAJC), vol. 12, no. 2, 2025.

Desarrollo de un prototipo de aplicación de escritorio para bancos de sangre

Development of a desktop application prototype for blood banks

Lucrecia Llerena 
Quevedo State University
Software Engineering Program
Quevedo, Ecuador
lllerena@uteq.edu.ec

Belinda Toaquiza 
Quevedo State University
Software Engineering Program
Quevedo, Ecuador
btoaquiza@uteq.edu.ec

Nancy Rodríguez 
Quevedo State University
Software Engineering Program
Quevedo, Ecuador
nrodriguez@uteq.edu.ec

Resumen —En esta investigación, se desarrolló un prototipo de aplicación de escritorio orientado a optimizar la gestión de bancos de sangre, con énfasis en el control de inventarios y la programación de citas para donaciones. El objetivo del estudio fue desarrollar una solución informática accesible que automatice procesos administrativos y contribuya a una gestión más eficiente y segura de los recursos sanguíneos. La metodología empleada fue el marco ágil Scrum, con el desarrollo organizado en iteraciones quincenales. La herramienta utiliza SQL Server como sistema gestor de base de datos por su fiabilidad y seguridad. La validación se llevó a cabo en un entorno simulado representativo de un banco de sangre, utilizando escenarios diseñados para emular tareas reales en la gestión de donaciones. Además, se realizó una evaluación de usabilidad con usuarios reales mediante entrevistas estructuradas, quienes identificaron fortalezas y oportunidades de mejora en la interfaz. Los resultados evidenciaron una reducción significativa de errores en los registros, mayor eficiencia operativa y una mejora en la interacción con los donantes. La evaluación de usabilidad reveló necesidades de refinamiento en la experiencia visual, propuestas como la incorporación de tutoriales interactivos y mejoras en los formularios de entrada de datos. Se concluye que el prototipo cumple satisfactoriamente los objetivos planteados, representando una solución tecnológica eficaz para fortalecer la seguridad transfusional y apoyar la toma de decisiones clínicas en contextos de infraestructura limitada.

Palabras clave— *bancos de sangre, gestión de inventarios, donaciones voluntarias, aplicación de escritorio, seguridad transfusional, automatización*

Abstract —In this research, a prototype desktop application was developed to optimize the management of blood banks, with emphasis on inventory control and scheduling appointments for donations. The objective of the study was to develop an accessible software solution that automates administrative processes and contributes to a more efficient and secure management of blood resources. The methodology used was the agile Scrum framework, with the development organized in biweekly iterations. SQL Server was used as the database manager due to its robustness and security. Validation was carried out in a simulated environment representative of a blood bank, using scenarios designed to emulate real tasks in the management of donations. In addition, a usability evaluation was conducted with real users through structured interviews, who identified strengths and opportunities for improvement in the interface. The results showed a significant reduction in record-keeping errors, greater operational efficiency and improved interaction with donors. The usability evaluation revealed needs for refinements to the visual experience, proposals

such as the incorporation of interactive tutorials and improvements to the data entry forms. It is concluded that the prototype satisfactorily fulfills the proposed objectives, representing an effective technological solution to strengthen transfusion safety and support clinical decision making in contexts of limited infrastructure.

Keywords— *blood banks, inventory management, voluntary donations, desktop application, transfusion safety, automation*

I. INTRODUCCIÓN

Los bancos de sangre desempeñan un papel crucial en la atención médica, especialmente en situaciones de emergencia, donde la disponibilidad inmediata de hemo componentes es vital. Estos componentes, también denominados derivados sanguíneos, incluyen glóbulos rojos, plaquetas y plasma, obtenidos mediante la separación de la sangre donada, y se utilizan en el tratamiento de diversas patologías [1]. No obstante, los bancos de sangre enfrentan importantes desafíos debido a la escasez de estos productos, una situación agravada por el incremento de enfermedades crónicas, accidentes y otras condiciones críticas que requieren transfusiones frecuentes [2]. La creciente demanda de servicios transfusionales evidencia la necesidad urgente de incrementar las donaciones [3], mediante campañas dirigidas en espacios públicos, instituciones educativas, empresas y redes de apoyo familiar. Estas estrategias no solo buscan aumentar las reservas sanguíneas, sino también mitigar el riesgo de infecciones asociadas a las transfusiones, subrayando la relevancia de fortalecer los protocolos de seguridad en los procesos de donación y transfusión.

Uno de los principales problemas que enfrentan los bancos de sangre es el déficit de donantes. La donación de sangre implica una pérdida considerable de hierro en cada extracción, lo que conlleva una posterior movilización de las reservas corporales, que suelen ser limitadas. La deficiencia de hierro es especialmente prevalente entre los donantes frecuentes, en particular en las mujeres, y no está necesariamente relacionada con la frecuencia de donación. Esta alta prevalencia resalta la necesidad de implementar métodos de detección más precisos, dado que la evaluación basada únicamente en los niveles de hemoglobina [4] puede resultar insuficiente para identificar casos de deficiencia de hierro sin anemia. Los criterios actuales de aceptación basados en la hemoglobina podrían afectar significativamente la elegibilidad de los donantes [4].

Por ejemplo, elevar en 0,5 g/dl el umbral mínimo para mujeres podría reducir en un 25 % la aceptación de donantes con deficiencia de hierro, pero también generaría un 16,6 % de descartes innecesarios. Un incremento de 1 g/dl disminuiría en un 58 % la inclusión de donantes con deficiencia, aunque conllevaría un aumento del 35,6 % en los descartes sin justificación clínica.

La gestión eficiente de los bancos de sangre requiere estrategias adaptativas que equilibren la disponibilidad de hemo componentes con la seguridad transfusional, minimizando el riesgo de infecciones y garantizando la salud del donante. Sistemas tecnológicos como Rakt Sewa [5] han logrado avances en la automatización de procesos, aunque enfrentan limitaciones relacionadas con su complejidad operativa, la necesidad de infraestructura tecnológica robusta y la ausencia de validaciones de usabilidad. Estas restricciones dificultan su implementación en bancos de sangre con recursos limitados o en contextos de menor escala. Aún persisten brechas en la literatura en cuanto al diseño y validación de soluciones informáticas accesibles, eficientes y adaptadas a entornos que demandan simplicidad operativa y bajo costo de implementación, lo cual representa una oportunidad para la innovación tecnológica en este campo.

A partir de esta problemática, el presente estudio tiene como objetivo desarrollar un prototipo de aplicación de escritorio que facilite la gestión de bancos de sangre, con énfasis en el control de inventarios y la programación de citas para donaciones. Además, se incorpora una evaluación estructurada de usabilidad con el fin de validar la eficacia de la interfaz y la experiencia del usuario. A diferencia de soluciones más complejas, este prototipo busca ofrecer una herramienta práctica, directa y accesible, que facilite las tareas esenciales del personal administrativo y contribuya a una gestión más ordenada y segura de los recursos sanguíneos. Además, este estudio identifica como problema de investigación la escasez de soluciones tecnológicas accesibles, validadas y adaptadas a contextos con baja alfabetización digital para la gestión de bancos de sangre. La principal contribución científica radica no solo en el desarrollo del prototipo funcional, sino también en la adaptación de la técnica Entrevista Estructurada como método de evaluación de usabilidad, lo cual representa un aporte original en contextos con limitaciones tecnológicas y educativas.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

En esta sección, se presenta la revisión de literatura, sustentada mediante un Mapeo Sistemático de Literatura (SMS). Esta revisión permite identificar las principales soluciones tecnológicas implementadas en la gestión de bancos de sangre, así como los vacíos existentes en cuanto a herramientas accesibles, automatizadas y validadas desde la usabilidad. Los estudios seleccionados respaldan la necesidad del desarrollo propuesto y orientan los requisitos funcionales del prototipo.

De acuerdo con Erno Vanhala et al. [6], el SMS es un enfoque relativamente reciente que permite generar nuevo conocimiento a partir de estudios previos. Su utilidad radica en la capacidad para filtrar información existente y obtener perspectivas innovadoras sobre un campo de investigación, identificando líneas emergentes de estudio. En este caso, el presente SMS se orienta a dar respuesta a la siguiente pregunta de investigación: ¿Qué herramientas tecnológicas y enfoques

se han demostrado eficaces para fomentar la participación de donantes en bancos de sangre? El procedimiento comenzó con la selección de términos clave y la elaboración de la cadena de búsqueda. La cadena de búsqueda utilizada fue la siguiente: ("blood bank management system" OR "donor management system" OR "blood donation software" OR "blood inventory management" OR "blood transfusion management" OR "blood safety software" OR "process improvement blood supply") AND ("technology" OR "software" OR "application" OR "desktop software")

Para identificar los estudios relevantes, se aplicaron criterios de inclusión y exclusión, los cuales se detallan en la Tabla I. Asimismo, la Tabla II presenta un resumen del número de investigaciones recuperadas en cada base de datos (BBDD) tras aplicar la cadena de búsqueda establecida.

TABLA I. CONDICIONES PARA LA SELECCIÓN Y DESCARTE DE ESTUDIOS

Criterios de inclusión:
Se consideraron aquellos artículos publicados entre los años 2010 y 2024 que describen el desarrollo de sistemas vinculados a la gestión de bancos de sangre. Asimismo, se incluyeron aquellos que describan el empleo de metodologías o herramientas tecnológicas que contribuyan a mejorar la gestión y el proceso de donación.
Criterios de exclusión:
Quedaron excluidos los artículos que no abordan aspectos relacionados con sistemas aplicables a la gestión o a la donación en bancos de sangre. También se descartaron aquellos que no guardan vínculo directo con la temática de gestión en bancos de sangre.

TABLA II. RESULTADOS OBTENIDOS TRAS LA BÚSQUEDA EN CADA BASE DE DATOS

BBDD	Encontrados	Preseleccionados	Estudios Considerados
IEEE Xplore	20	10	4
SpringerLink	15	1	1
TOTAL	35	11	5

A continuación, se sintetizan los hallazgos clave que sustentan esta investigación:

El sistema Blood Bank Management System and Inventory Optimization, desarrollado por Khairnar P. [7], constituye una solución integral orientada a modernizar la gestión de bancos de sangre en la India, un país que enfrenta una escasez crítica en el suministro sanguíneo. La propuesta se basa en una base de datos estructurada y una interfaz intuitiva que optimiza la gestión de donantes y receptores, facilita el registro y actualización de datos, y emite notificaciones sobre oportunidades de donación y disponibilidad de hemo componentes. Aunque se menciona el uso de un Sistema de Gestión de Bases de Datos (DBMS), el estudio no especifica cuál fue empleado. Entre las funcionalidades destacadas, se incluyen la gestión de inventarios en tiempo real, el monitoreo de fechas de caducidad y alertas automáticas ante niveles bajos de stock. Los resultados evidencian mejoras en la eficiencia operativa, una reducción de errores en el manejo de datos y un incremento en la participación comunitaria en actividades de donación, favoreciendo un ecosistema sostenible y una atención médica más oportuna.

Por su parte, el estudio propuesto por Wijai B. y Phongchai J. [8] presenta una herramienta tecnológica para la gestión de inventarios de sangre entre bancos y hospitales en Tailandia.

Este sistema permite a las instituciones hospitalarias realizar solicitudes de sangre y actualizar sus existencias en tiempo real, lo que agiliza la verificación de disponibilidad y la aprobación de pedidos por parte del personal del banco de sangre. Utiliza MySQL para administrar la información relacionada con requisiciones y distribución. Los resultados muestran una reducción significativa en el tiempo de búsqueda, así como una mejora en la precisión del inventario y en la eficiencia de la toma de decisiones, lo que contribuye a un manejo más efectivo de la sangre y, en consecuencia, a la preservación de vidas.

El sistema Rakt Sewa, desarrollado por Yadav H. et al. [5], constituye una solución informática avanzada que optimiza la gestión de bancos de sangre en hospitales. Este software automatiza el seguimiento en tiempo real de la disponibilidad de sangre, con la capacidad de generar informes y alertas personalizables. Sustituye procesos manuales ineficientes, y permite al personal de salud identificar rápidamente los tipos y cantidades disponibles, monitorear su uso y recibir notificaciones ante niveles críticos de inventario. El sistema utiliza MongoDB, para almacenar y administrar información sobre donantes, solicitudes e inventarios, lo que asegura un acceso ágil y preciso a los datos. Su integración con los sistemas hospitalarios existentes mejora la toma de decisiones críticas y optimiza la gestión de recursos, y esto contribuye a una atención médica más eficiente.

Por otro lado, el trabajo de Diana et al. [9] propone una solución innovadora basada en una red blockchain privada de Ethereum para mejorar la trazabilidad y seguridad en las donaciones de sangre. El sistema busca establecer un entorno transparente, auditable y descentralizado para el seguimiento del origen de las unidades sanguíneas. Integra IPFS para superar limitaciones de almacenamiento, contratos inteligentes para automatizar procesos y mecanismos de análisis de seguridad para proteger los datos. Aunque la validación del sistema se realizó en el entorno de desarrollo Remix IDE y no se presentan resultados sobre aplicaciones móviles o web, se destaca su adaptabilidad a múltiples contextos industriales, lo cual evidencia su potencial de escalabilidad y aplicación práctica.

Mouncif C. et al. [10] subrayan que la gestión de bancos de sangre puede mejorarse significativamente mediante la aplicación de metodologías de optimización. Entre las estrategias más eficaces, se encuentran la programación de citas para donantes, que permite balancear la recolección de diferentes tipos de sangre, y el uso de modelos de simulación que reducen tiempos de espera. Estos enfoques han demostrado mejorar la eficiencia operativa, aumentar la satisfacción del donante y elevar la cantidad de unidades recolectadas. Además, los modelos de localización y asignación aplicados a bancos de sangre móviles resultan cruciales para ampliar la cobertura en situaciones de emergencia y zonas afectadas por desastres.

A través de la revisión sistemática de la literatura, se han identificado múltiples soluciones tecnológicas avanzadas que abordan dimensiones críticas de la gestión de bancos de sangre, tales como la optimización del inventario, la eficiencia operativa y la promoción de la donación. Sistemas como Rakt Sewa y el Blood Bank Management System and Inventory Optimization han demostrado impactos positivos tanto en la gestión del inventario como en la comunicación con donantes. A partir del análisis de los estudios revisados, se establecieron

los requisitos funcionales esenciales para el desarrollo del prototipo propuesto, detallados en la siguiente sección.

III. METODOLOGÍA DE DESARROLLO DE SOFTWARE

Para el desarrollo de esta aplicación software orientado a la gestión de bancos de sangre, se empleó la metodología ágil Scrum, destacada por su adaptabilidad frente a entornos de desarrollo cambiantes y exigentes. Esta metodología promueve un desarrollo iterativo e incremental, facilita la adaptación continua a los requisitos del usuario y asegura que se cumplan tanto los requerimientos funcionales como los no funcionales previamente definidos [11]. El proceso de trabajo bajo el enfoque Scrum se ilustra en la Figura 1.

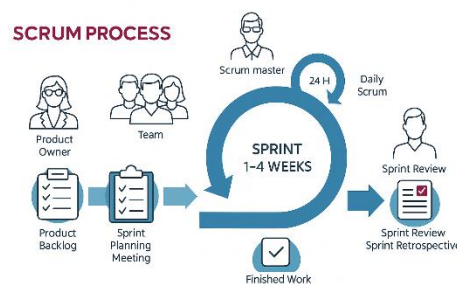


Fig. 1. Proceso Scrum.

Fuente: Adaptada de [12].

A. Definición de Requisitos

La definición de requisitos se fundamentó en una revisión sistemática de literatura, que permitió identificar las funcionalidades esenciales para optimizar la gestión de donaciones y control de inventarios en bancos de sangre.

a) *Recolección de Requisitos*: Los requisitos fueron clasificados en dos categorías: Funcionales y No Funcionales. Esta distinción asegura que el sistema propuesto responda de manera integral a las necesidades operativas, considerando tanto las funcionalidades del software como sus atributos de calidad.

b) *Documentación de Requisitos*: Las Tablas III y IV presentan los requisitos definidos para el sistema. La Tabla III detalla los requisitos funcionales, como el registro de donantes, la gestión de citas y la actualización de inventarios.

TABLA III. REQUISITOS FUNCIONALES

Requisito	Descripción
Registro de Donantes	Permitir el ingreso de nuevos donantes con datos (nombre, tipo de sangre, contacto).
Actualización de Donantes	Facilitar la modificación de la información de los donantes existentes.
Formulario Pre-Donación	Habilitar un formulario que recopile información antes de cada donación.
Registro de Unidades de Sangre	Registrar unidades de sangre en el inventario, incluye tipo, fecha de donación y caducidad.
Actualización del Inventario	Actualizar el inventario tras nuevas donaciones o utilización en transfusiones.
Agendamiento de Citas	Permitir a los donantes programar citas de manera autónoma.
Confirmación de Citas (Administrador)	Posibilitar que el administrador revise y confirme las citas agendadas.
Notificaciones por Correo Electrónico	Integrar un sistema automatizado de envío de correos mediante Gmail.
Ingreso de Administradores	Permitir el acceso de usuarios con permisos especiales para la gestión completa del sistema.

La Tabla IV, por su parte, recoge los requisitos no funcionales, enfocados en la usabilidad, adaptabilidad del diseño a distintos dispositivos y tiempos de respuesta. Estos requisitos aseguran que el sistema cumpla con los objetivos establecidos de eficiencia, accesibilidad y calidad del servicio.

TABLA IV. REQUISITOS NO FUNCIONALES

Requisito	Descripción
Interfaz Intuitiva	Diseñar una interfaz clara, accesible y fácil de utilizar.
Diseño Responsivo	Garantizar que la aplicación se adapte correctamente a diferentes tamaños de pantalla.
Tiempo de Respuesta	Asegurar una interacción ágil y eficiente con el usuario.

B. Planificación del Proyecto

a) *Elaboración del Product Backlog*: Se definió un Product Backlog que incluye todas las funcionalidades y tareas identificadas para el desarrollo del sistema, priorizadas según su valor para los usuarios y las partes interesadas.

b) *Planificación de Sprints*: Se estableció sprints de dos semanas de duración. Al inicio de cada sprint se seleccionan, del Product Backlog, aquellas tareas que pueden ser completadas en ese período, y se definen objetivos claros y medibles para guiar el avance del desarrollo.

c) *Desarrollo Iterativo*: La Tabla V presenta la planificación de los sprints, y detalla las tareas, objetivos definidos y tiempos estimados. Este enfoque iterativo permite una implementación progresiva, con revisiones, retroalimentación y validaciones constantes.

TABLA V. PLANIFICACIÓN DE SPRINTS

Sprint	Fase	Tiempo (Semana)	Tareas	Objetivos
Inicio	Definición de arquitectura y tecnología base	0-1	Seleccionar arquitectura (MVC) y base de datos (SQL Server)	Establecer la estructura técnica para el desarrollo posterior
1	Diseño de la Interfaz de Usuario	1-2	Elaborar bocetos y maquetas de la interfaz.	Crear un diseño visual intuitivo y centrado en el usuario.
2	Gestión de Usuarios	3-4	Implementar autenticación y gestión de perfiles.	Establecer roles y accesos diferenciados para donantes y administradores.
3	Módulo de Gestión de Inventario	5-6	Desarrollar registro, seguimiento y actualización de inventario.	Permitir un control eficiente de unidades de sangre en tiempo real.
4	Citas y Notificaciones	7-8	Programación de citas y notificaciones automáticas por correo.	Optimizar donaciones y mantener comunicación activa.
5	Integración y Pruebas	9-10	Integrar módulos y ejecutar pruebas funcionales.	Verificar funcionamiento y usabilidad del sistema.
Fin.	Entrega del Prototipo	11-12	Presentar el prototipo funcional a los stakeholders.	Obtener retroalimentación final y validar cumplimiento de requisitos.

C. Mecanismos de automatización de procesos

El prototipo desarrollado automatiza tres procesos clave en la gestión de bancos de sangre: la administración de usuarios y donantes, el control de inventarios, y la programación de donaciones. Esta automatización se logra mediante funcionalidades específicas codificadas en el backend del sistema y conectadas a una base de datos relacional en SQL Server. En el proceso administrativo, el sistema permite registrar, editar y consultar información de los donantes a través de formularios validados automáticamente. Los datos ingresados son almacenados de forma estructurada, lo que facilita la generación de reportes operativos y la trazabilidad de la información.

Para el control de inventarios, se implementaron formularios que registran automáticamente las unidades de sangre donadas, con atributos como tipo sanguíneo, fecha de recolección y fecha de caducidad. El sistema actualiza el inventario en tiempo real y genera alertas visuales cuando las unidades se acercan a su fecha de vencimiento. Además, se incorporaron restricciones lógicas para evitar duplicidades y asegurar la consistencia de los datos. En cuanto a la programación de donaciones, la aplicación permite que los usuarios seleccionen fechas disponibles desde un calendario interactivo. El sistema realiza validaciones para evitar solapamientos de citas y envía confirmaciones automáticas por correo electrónico mediante la integración con la API de Gmail; de esta manera, mejora la asistencia a las citas programadas.

Estas funcionalidades contribuyen a reducir errores manuales, agilizar el flujo de trabajo y mejorar la experiencia tanto del personal administrativo como de los donantes. Además, la automatización propuesta es escalable y adaptable a bancos de sangre con limitados recursos tecnológicos.

D. Diseño de la Base de Datos

El sistema implementó una base de datos relacional en SQL Server compuesta por tablas vinculadas entre sí mediante claves foráneas (Ver fragmento en la Figura 2). Esta estructura permite gestionar de forma eficiente usuarios, donantes, roles, preguntas y respuestas. La base de datos completa se presenta en el siguiente enlace (<https://goo.su/rUt2Qd>).

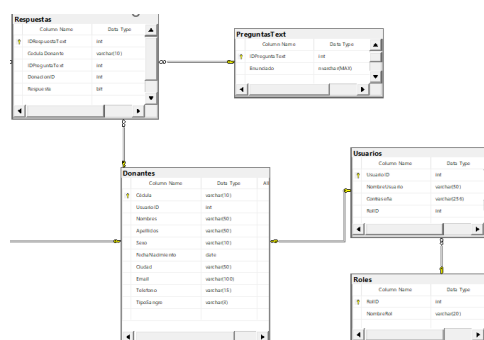


Fig. 2. Fragmento de la base de datos relacional

IV. EVALUACIÓN DE USABILIDAD DEL PROTOTIPO SGBS (SISTEMA DE GESTIÓN PARA BANCOS DE SANGRE)

Esta sección detalla la evaluación de usabilidad aplicada al sistema de escritorio para la gestión de bancos de sangre, a través de entrevistas estructuradas.

A. Descripción de la técnica de usabilidad Entrevista Estructurada

La Entrevista Estructurada es una técnica utilizada para recopilar información detallada sobre la interacción de los usuarios con un sistema, a través de un conjunto de preguntas previamente definidas [13]. Esta técnica permite explorar las percepciones, necesidades y dificultades de los usuarios en relación con el uso del software. Una de sus principales ventajas es que permite al investigador mantener el control del flujo de la conversación y asegurar la recolección sistemática y consistente de datos, con base en un guion preestablecido. La naturaleza estructurada de esta técnica implica que las preguntas deben ser diseñadas anticipadamente, en función de los aspectos específicos que se desean evaluar [14].

La Tabla VI presenta los pasos y actividades que conforman la aplicación de esta técnica, y detalla su estructura metodológica para garantizar la validez de los resultados obtenidos.

B. Adaptaciones de la técnica de usabilidad Entrevista Estructurada

La aplicación de entrevistas estructuradas no representa una dificultad significativa en contextos de evaluación de usabilidad, ya que esta técnica se emplea con frecuencia en investigaciones orientadas al análisis de la experiencia del usuario [13]. No obstante, al igual que otras técnicas cualitativas, su correcta implementación requiere la participación de un evaluador con conocimientos especializados y habilidades interpersonales que le permitan conducir la entrevista de forma eficaz y objetiva [16].

La Tabla VII presenta un resumen de las principales condiciones adversas identificadas durante la aplicación de la técnica Entrevista Estructurada [15], así como las adaptaciones implementadas según [17], para garantizar la calidad y confiabilidad de los datos recopilados.

La técnica Entrevista Estructurada [15] fue adaptada en función de las adversidades observadas durante el desarrollo de este estudio. Para enfrentar dichas limitaciones contextuales, se definieron seis pasos específicos que conforman una versión ajustada de la técnica, incorporando insumos y medidas concretas que facilitaron su correcta aplicación. A continuación, se describen los pasos establecidos para la adaptación de la Entrevista Estructurada.

a) *Paso 1: Prueba piloto.* Se llevó a cabo una prueba piloto con el objetivo de evaluar la funcionalidad general del proceso de Entrevista Estructurada y validar los insumos iniciales diseñados. Esta etapa permitió detectar ajustes necesarios antes de su aplicación en el estudio principal de usabilidad.

b) *Paso 2: Selección de herramientas de comunicación y colaboración.* Dada la naturaleza distribuida de los proyectos de software libre, que imposibilita la presencialidad, se optó por realizar las entrevistas en modalidad virtual. Para ello, se emplearon herramientas accesibles como Gmail, para el envío de documentación formal, y WhatsApp, como canal de comunicación directa y continua entre participantes, facilitadores y mentores.

c) *Paso 3: Adaptación del formato de entrevista.* Se diseñó una versión preliminar del cuestionario con base en los factores de usabilidad definidos para la evaluación del

sistema. Esta versión fue discutida con el mentor del proyecto y validada antes de su aplicación definitiva.

d) *Paso 4: Diseño de plantillas y documentos de apoyo.* Las preguntas validadas fueron incorporadas en un formato estructurado utilizando Microsoft Word. Este documento fue enviado a los participantes para su llenado una vez completadas las tareas asignadas en la prueba de usabilidad.

e) *Paso 5: Ejecución de la evaluación de usabilidad.* Con los insumos preparados, se procedió a ejecutar la evaluación en la fecha establecida. Los participantes recibieron un correo formal con el enlace a la sesión virtual en Google Meet, el acceso al grupo de WhatsApp para soporte técnico y varios documentos adjuntos: consentimiento informado para la grabación, invitación oficial con detalles logísticos, guía de instalación actualizada, conjunto de tareas a realizar, plantilla de preguntas de evaluación y un video tutorial para apoyar el proceso de instalación. Esta estructura permitió una participación eficiente en un entorno completamente virtual.

f) *Paso 6: Análisis de datos y sistematización de resultados.* Finalizada la prueba, las respuestas fueron recopiladas, depuradas (eliminando duplicados) y analizadas. Los hallazgos más relevantes fueron sintetizados y organizados en un documento denominado Entrevista Estructurada, lo cual sirve como insumo para retroalimentar el diseño del sistema.

TABLA VI. PASOS Y TAREAS DE LA TÉCNICA ENTREVISTA ESTRUCTURADA SEGÚN HIX [15]

Nº	Nombre del paso	Tareas
1	Definición de los objetivos	Se debe identificar el objetivo de aplicar la técnica para mejorar la usabilidad de un proyecto open-source.
2	Identificar el público objetivo	Se deben seleccionar a los participantes para aplicar la técnica.
3	Diseñar las preguntas	Las preguntas deben formularse de manera precisa, directa y alineada con los objetivos definidos para la entrevista.
4	Validar las preguntas	Solicita a otros usuarios que revisen las preguntas para asegurarse de que sean claras y comprensivas
5	Analizar los datos	Se deben aplicar métodos estadísticos adecuados para interpretar los datos recopilados y derivar conclusiones.

TABLA VII. CONDICIONES ADVERSAS Y ADAPTACIONES DE LA TÉCNICA ENTREVISTA ESTRUCTURADA SEGÚN HIX [15]

Nº	Nombre del paso	Condiciones adversas	Adaptaciones Propuestas
1	Definición de los objetivos	La participación de un especialista en usabilidad resulta esencial para la correcta aplicación de la técnica.	La función del especialista en usabilidad fue desempeñada por estudiantes de la UTEQ, con acompañamiento de un tutor académico.
2	Identificar el público objetivo	Se precisa la colaboración de los usuarios para implementar la técnica.	Los usuarios participan remotamente a través de: foros o correos electrónicos.
3	Diseñar las preguntas	La participación de un especialista en usabilidad resulta esencial para la correcta aplicación de la técnica.	La función del especialista en usabilidad fue desempeñada por estudiantes de la UTEQ, con acompañamiento de un tutor académico.
4	Validar las preguntas		
5	Analizar los datos		

La Tabla VIII resume los pasos y tareas implementadas en la adaptación de la técnica Entrevista Estructurada, diseñada específicamente para la evaluación de usabilidad en este proyecto. Esta secuencia metodológica ha sido clave para recopilar evidencia útil sobre la experiencia de los usuarios durante la interacción con el sistema evaluado.

TABLA VIII. PASOS Y TAREAS DE LA TÉCNICA ENTREVISTA ESTRUCTURADA ADAPTADA

N	Nombre del paso	Tarea
1	Realizar una prueba piloto	Ejecutar una prueba inicial para verificar los recursos que se emplearán durante la aplicación de la técnica.
2	Utilizar herramientas de comunicación y colaboración	- Definir el perfil de usuario que será requerido para la aplicación de la técnica. - Enviar una invitación por correo electrónico para incentivar la colaboración de los participantes. - Contactar a los usuarios por medio de redes sociales.
3	Adaptar el formato de las entrevistas	Diseñar una serie de preguntas para aplicar la entrevista según los elementos que se desean evaluar.
4	Diseñar plantillas para aplicar las entrevistas	Usar herramientas como Google forms para diseñar la lista de preguntas.
5	Realizar la evaluación de usabilidad	Realizar la evaluación mediante una reunión remota, en donde se envían los insumos necesarios para los usuarios.
6	Realizar un análisis de los datos y agrupar los comunes	Agrupar los resultados en el documento Entrevista Estructurada.

V. RESULTADOS

Esta sección presenta los resultados derivados de las distintas etapas de evaluación, que comprenden pruebas de usabilidad, entrevistas estructuradas, observaciones realizadas a los usuarios y el diseño final de las interfaces.

A. Resultados de las pruebas de usabilidad

Durante la fase de validación, se llevaron a cabo pruebas funcionales en un entorno simulado, a través de escenarios diseñados para representar tareas comunes en la gestión de bancos de sangre. Estas pruebas se realizaron en condiciones controladas, no en un entorno de producción, pero sí con usuarios reales que se asemejan al perfil objetivo del sistema. En total, participaron cuatro estudiantes de primer semestre de la carrera de Ingeniería en Software, quienes interactuaron con el prototipo del Sistema de Gestión para Bancos de Sangre (SGBS). Aunque los resultados no corresponden a un entorno operativo real, las observaciones registradas permiten identificar tendencias positivas, especialmente en la reducción de errores y la simplificación de tareas frente a procedimientos manuales simulados. No obstante, estos hallazgos deben considerarse preliminares e indicativos, y constituyen una base para futuras validaciones en contextos reales de uso.

A cada participante se le asignaron tareas específicas para evaluar distintos módulos del sistema. Las instrucciones fueron enviadas con antelación mediante correo electrónico, junto con los insumos necesarios para la prueba. La sesión de evaluación se llevó a cabo de manera remota, y durante la misma se observó la ejecución efectiva de las tareas por parte de los usuarios, seguida de la aplicación de la Entrevista

Estructurada. La Figura 3 muestra una de las sesiones de prueba de usabilidad realizadas virtualmente, donde se evidencia la interacción del participante con el sistema y el proceso de evaluación conducido.



Fig. 3. Presenta la reunión remota a los usuarios para la posterior Entrevista Estructurada.

La Tabla IX presenta el conjunto de preguntas formuladas a los usuarios como parte del proceso de recolección de datos mediante la técnica Entrevista Estructurada.

TABLA IX. PREGUNTAS UTILIZADAS EN LA APLICACIÓN DE LA TÉCNICA ENTREVISTA ESTRUCTURADA ADAPTADA

N.	Pregunta
1	¿Cuáles son los principales problemas en las funcionalidades que encuentras?
2	¿Tienes alguna propuesta de mejora para la interacción con la herramienta?
3	¿Tienes alguna crítica en torno a la interfaz de usuario?
4	¿Cómo piensas que la interfaz de usuario (o una parte de ella) podría ser rediseñada?
5	¿Hubo alguna característica o proceso difícil de usar o de entender de la herramienta?

B. Análisis de respuestas de la Entrevista Estructurada

Para llevar a cabo este análisis, se examinaron cuidadosamente las respuestas proporcionadas por los cuatro entrevistados con el fin de identificar patrones comunes y puntos de interés particulares. Las observaciones y sugerencias se categorizaron en cuatro áreas principales: Problemas/Errores, Mejoras de Interfaz, Nuevas Funcionalidades y Usabilidad.

1. ¿Cuáles son los principales problemas en las funcionalidades? Las respuestas de los usuarios fueron las siguientes: Dos usuarios indicaron problemas con la creación de contraseñas, y mencionaron limitaciones en los caracteres permitidos. Un usuario señaló falta de claridad en la creación del nombre de usuario. Otro usuario mencionó problemas con la selección de la fecha de nacimiento. Adicionalmente, un participante indicó limitaciones en la selección de lugares de origen.

2. ¿Tienes algunas propuestas de mejora para la interacción con la herramienta? Para mejorar la interacción con la herramienta, los usuarios indicaron lo siguiente: Un usuario sugirió implementar un tutorial interactivo para nuevos usuarios. Otro usuario propuso mejorar el diseño de la interfaz haciéndolo más interesante. Dos usuarios coincidieron en la necesidad de mejorar la interacción con la selección de fechas, y sugirieron permitir la entrada mediante teclado.

3. ¿Tienes alguna crítica de la interfaz de usuario? Los usuarios reportaron las siguientes críticas con respecto a la interfaz: Dos usuarios mencionaron que la interfaz es demasiado simple o "retro". Un usuario señaló problemas con el contraste de colores, especialmente en los botones. Otro usuario indicó que las letras son demasiado pequeñas.

4. ¿Cómo piensas que la interfaz de usuario podría ser rediseñada? Para mejorar el diseño de la interfaz, los usuarios indicaron lo siguiente: Tres usuarios coincidieron en la necesidad de mejorar el diseño visual, y sugirieron el uso de más colores. Un usuario propuso rediseñar la sección de tablas de bases de datos. Otro usuario sugirió aumentar el tamaño de las letras.

5. ¿Hubo alguna característica o proceso difícil de usar dentro de la herramienta? Tres usuarios hicieron referencia a que el proceso de selección de la fecha de nacimiento fue complicado o confuso. Dos usuarios mencionaron dificultades con la creación de contraseñas debido a las restricciones de caracteres. Un usuario indicó problemas para seleccionar su lugar de origen debido a limitaciones en las opciones disponibles.

C. Análisis de observaciones dadas por el usuario

Este análisis refleja las principales observaciones y sugerencias de los usuarios entrevistados, proporcionando una visión general de las áreas que requieren atención y mejora en el Sistema de Gestión de Bancos de Sangre. En la tabla X, se resume los hallazgos más relevantes, junto con la frecuencia con la que cada aspecto fue mencionado por los participantes. Esta información resultará fundamental para orientar las próximas iteraciones y optimizaciones del sistema, y permitirá establecer prioridades en los ajustes según las expectativas y experiencias reportadas por los usuarios.

TABLA X. INFORMACIÓN RECOPIADA MEDIANTE LA ENTREVISTA A USUARIOS, CLASIFICADA POR CATEGORÍAS, HALLAZGOS Y FRECUENCIA

Categoría	Hallazgo	Frecuencia
Problemas	Limitaciones en la creación de contraseñas (no permite ciertos caracteres)	2
	Dificultad para seleccionar la fecha de nacimiento	3
	Falta de opción para crear nombre de usuario	1
Mejoras de Interfaz	Mejorar el diseño visual (más colores, menos aspecto "retro")	3
	Aumentar el tamaño de las letras	1
	Mejorar el contraste de colores (especialmente en botones)	2
	Rediseñar la sección de tablas de bases de datos	1
Nuevas Funcionalidades	Agregar opción para verificar/mostrar contraseña	1
	Implementar un tutorial interactivo para nuevos usuarios	1
	Permitir entrada de fecha mediante teclado	2
Usabilidad	Uniformar el diseño de los botones	1
	Ampliar el número de caracteres permitidos en la contraseña	1
	Permitir el uso de la letra "ñ"	1

D. Diseño de Interfaces resultantes

La Figura 4 muestra la interfaz principal del prototipo del Sistema de Gestión para Bancos de Sangre (SGBS). Esta pantalla corresponde al módulo de autenticación, en el cual se

solicita al usuario el ingreso de sus credenciales (nombre de usuario y contraseña) para acceder de forma segura al sistema.



Fig. 4. Interfaz principal del prototipo SGBS

La Figura 5 presenta la interfaz correspondiente al módulo de agendamiento de citas, diseñada para que los donantes puedan seleccionar de manera intuitiva una fecha y hora preferencial para programar su donación.



Fig. 5. Interfaz de agendar cita

La Figura 6 ilustra la interfaz correspondiente al perfil de administrador, en la cual se visualizan los distintos módulos funcionales que integran el prototipo del Sistema de Gestión para Bancos de Sangre (SGBS).



Fig. 6. Interfaz de administrador y los módulos del prototipo SGBS

VI. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

La evaluación del prototipo de gestión de bancos de sangre (SGBS) demostró que la solución desarrollada logró alcanzar los objetivos establecidos, especialmente en la automatización

de tareas esenciales como el ingreso de donantes, la gestión de citas y el manejo de inventario. Los resultados obtenidos mediante la técnica Entrevista Estructurada evidenciaron una percepción favorable por parte de los usuarios respecto a la facilidad de uso, aunque también revelaron áreas de mejora relacionadas con la experiencia visual y la interacción.

Respecto a la usabilidad, los usuarios destacaron la facilidad de navegación y la comprensión general del sistema, lo que evidencia la efectividad del enfoque de diseño intuitivo adoptado. No obstante, se registraron observaciones importantes que deben considerarse en futuras iteraciones del prototipo. Entre ellas se incluyen: la necesidad de mejorar el diseño visual para hacerlo más atractivo, optimizar el selector de fechas, aumentar el tamaño de las fuentes para favorecer la accesibilidad, y ampliar las opciones de configuración al momento de crear nombres de usuario y contraseñas.

Comparado con soluciones más robustas como Blood Bank Management System and Inventory Optimization de Khairnar P. [7] y Rakt Sewa de Yadav H. et al. [5], el prototipo desarrollado presenta ventajas relativas a su simplicidad de uso y menor curva de aprendizaje, aspectos cruciales para entornos donde se requiere una rápida implementación sin necesidad de capacitación especializada. A diferencia de los sistemas mencionados, que incorporan funcionalidades avanzadas, pero exigen mayores recursos técnicos y administrativos, el presente prototipo se orienta a solucionar de forma directa los procesos fundamentales en bancos de sangre de pequeña y mediana escala.

Por otro lado, se identificó que el módulo de agendamiento de citas fue uno de los más apreciados por los usuarios, al permitir organizar las donaciones de manera eficiente. No obstante, la apariencia general de la aplicación fue considerada simple, lo que indica que la incorporación de buenas prácticas en el diseño de interfaces gráficas podría mejorar significativamente la interacción con el sistema y transmitir una imagen más moderna y profesional.

Como resultado final, las observaciones recogidas a través de la Entrevista Estructurada proporcionan una base sólida para establecer mejoras específicas que fortalecerán la usabilidad del sistema. La aplicación de técnicas de evaluación como la Entrevista Estructurada permitió identificar puntos críticos que podrían ser abordados en futuras iteraciones del prototipo, y consolidar así su viabilidad como solución accesible y efectiva para bancos de sangre de pequeña y mediana escala.

VII. CONCLUSIONES

El desarrollo de la solución informática orientada a la administración de bancos de sangre demostró ser una herramienta eficaz para optimizar procesos clave, lo que facilita la gestión de donaciones y mejora el control del inventario de hemo componentes. El Sistema de Gestión para Bancos de Sangre (SGBS) logró simplificar tareas esenciales, como el registro de donantes y la programación de citas, lo cual proporciona una base funcional alineada con los objetivos propuestos.

Asimismo, la automatización de procesos críticos contribuyó a reducir errores operativos y a fortalecer la seguridad transfusional mediante una trazabilidad más confiable de las unidades sanguíneas. Las herramientas

tecnológicas más efectivas identificadas incluyen sistemas automatizados para la gestión de inventarios, agendamiento de citas y envío de notificaciones personalizadas, como recordatorios por correo electrónico.

Estas soluciones no solo mejoran la eficiencia operativa, sino que también elevan la experiencia del donante, al ofrecer procedimientos más ágiles, accesibles y confiables. Dichos factores pueden influir significativamente en la disposición de los usuarios para participar de manera activa en campañas de donación, lo que contribuye a consolidar un ecosistema más sostenible y seguro en torno a la gestión de bancos de sangre.

La adaptación de la técnica Entrevista Estructurada para entornos con baja alfabetización digital representa un aporte metodológico original, ya que facilita evaluaciones de usabilidad en contextos vulnerables, y amplía el alcance y aplicabilidad de esta técnica en estudios de interacción persona-computadora.

A futuro, se plantea el rediseño de la interfaz con el fin de mejorar la experiencia del usuario mediante la incorporación de un enfoque visual más moderno, intuitivo y accesible. Asimismo, se considera la integración de nuevas funcionalidades, como tutoriales interactivos y herramientas predictivas, que podrían ampliar notablemente el impacto del sistema en la gestión eficiente de bancos de sangre, lo cual fortalece tanto la toma de decisiones como la participación activa de los donantes.

REFERENCIAS

- [1] Denise. Harmening, *Modern blood banking & transfusion practices*, vol. 6. F.A. Davis, 2012.
- [2] J. & C. A. J. A. Flórez-Duque, *Marcadores de infecciones transmisibles via transfusional: el caso del banco de sangre de la Escuela de Microbiología de la Universidad de Antioquia*, 2015-2016, vol. 0. Colombia: 2015-2016, 2019.
- [3] L. Fiorentini et al., “Consideraciones para el uso del equivalente de hemoglobina reticulocitaria en la práctica diaria,” *Revista Hematología*, ISSN 0329-0379, ISSN-e 2250-8309, Vol. 24, N°. 1 (Enero-Abril 2020), 2020, págs. 40-48, vol. 24, no. 1, 2020.
- [4] Y. López Vallejo, P. A. Acevedo Toro, J. Q. Franco Aguirre, and K. S. Restrepo Velásquez, “Hemoglobina reticulocitaria en donantes de sangre repetitivos,” *CES Medicina*, vol. 37, no. 2, 2023, doi: 10.21615/cesmedicina.7266.
- [5] H. Yadav, H. Pandey, G. Tandon, A. Rangare, and A. Tiwari, “Blood Bank Inventory Control,” vol. 12, 2024, doi: 10.22214/ijraset.2024.61694.
- [6] E. Vanhala, J. Kasurinen, A. Knutas, and A. Herala, “The Application Domains of Systematic Mapping Studies: A Mapping Study of the First Decade of Practice With the Method,” *IEEE Access*, vol. 10, pp. 37924–37937, 2022, doi: 10.1109/ACCESS.2022.3165079.
- [7] Prof. D. Khairnar, “Blood Bank Management System and Inventory Optimization,” *International Scientific Journal of Engineering and Management*, vol. 03, no. 03, pp. 1–22, Mar. 2024, doi: 10.55041/ISJEM01349.
- [8] W. Boonyanusith and P. Jittamai, “The development of web-based system for blood requisition within blood supply chain,” *ITNG2010 - 7th International Conference on Information Technology: New Generations*, pp. 48–52, 2010, doi: 10.1109/ITNG.2010.156.
- [9] D. Hawashin et al., “Blockchain-based management of blood donation,” *IEEE Access*, vol. 9, pp. 163016–163032, 2021, doi: 10.1109/ACCESS.2021.3133953.
- [10] C. Mouncif and A. Bellabdaoui, “Blood collection supply chain management: A critical review and future perspective,” *6th International Conference on Optimization and Applications, ICOA 2020 - Proceedings*, Apr. 2020, doi: 10.1109/ICOA49421.2020.9094514.
- [11] J. Victor. Sutherland, “Scrum: the art of doing twice the work in half the time,” p. 248, 2019.

- [12] Ausum Cloud, "Scrum: qué es y por qué se ha convertido en una de las metodologías ágiles más populares," Ausum Cloud. Accessed: Jun. 06, 2025. [Online]. Available: <https://ausum.cloud/scrum-metodologia-agil-mas-popular-en-empresas>
- [13] C. Lopezosa, "Entrevistas semiestructuradas con NVivo: pasos para un análisis cualitativo eficaz," *Metodos Anu. Métodos Investig. en Comun. Soc.*, vol. 1, pp. 88–97, 2020, doi: 10.35009/metodos.2020.i01.08.
- [14] M. A. Mijancos, "Evaluación de la Usabilidad de una Aplicación para Alfabetización Digital," Universidad Politécnica de Madrid Escuela Técnica Superior de Ingenieros Informáticos, 2025. Accessed: Dec. 10, 2024. [Online]. Available: <http://repositorio.unsa.edu.pe/handle/UNSA/3864>
- [15] D. Hix and H. R. Hartson, *Developing User Interfaces: Ensuring Usability Through Product & Process*. Ney York: John Wiley & Sons, Inc., 1993.
- [16] D. De, I. De, L. A. Usabilidad, E. N. El, and P. De Desarrollo, "Incorporación de la usabilidad en el proceso de desarrollo Open Source Software," 2014, Accessed: Dec. 21, 2024. [Online]. Available: <https://repositorio.uam.es/handle/10486/663405>
- [17] J. W. Castro, "Incorporación de la usabilidad en el proceso de desarrollo open source software," Tesis doctoral, Universidad Autónoma de Madrid, Madrid, España, 2014.

AUTHORS

Lucrecia Llerena



Lucrecia Llerena finalizó su Doctorado en Informática y Telecomunicaciones con mención CUM LAUDE, y obtuvo también el Máster Universitario en Investigación e Innovación en Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (I2TIC), ambos en la Escuela Politécnica Superior de la Universidad Autónoma de Madrid (UAM). Además, cursó una Maestría en Educación a Distancia y Abierta, así como su título de Ingeniera en Sistemas, en la Universidad Autónoma de Los Andes (Ecuador). Actualmente se desempeña como profesora titular en la Facultad de Ciencias de la Computación y Diseños Digitales de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo (UTEQ), donde labora desde el año 2001. Ha dirigido varios proyectos FOCICYT y tesis de pregrado y posgrado en las universidades UTEQ y UPSE. Sus líneas de investigación se centran en la ingeniería de software, los procesos de desarrollo, la integración de la usabilidad, los sistemas inteligentes y la educación en entornos e-learning.

Belinda Toaquiza



Belinda Betzabeth Toaquiza Zambrano es estudiante de Ingeniería de Software en la Universidad Técnica Estatal de Quevedo (UTEQ) en Quevedo, Ecuador. Se especializa en desarrollo de software, con experiencia en proyectos de salud, farmacéuticos y psicológicos, aplicando metodologías ágiles para optimizar resultados. Domina el modelado de software y tiene habilidades en la creación de diagramas UML, que utiliza para estructurar soluciones eficientes. Su principal interés está en diseñar y maquetar interfaces que no solo sean estéticas, sino que ofrezcan una excelente experiencia de usuario, considerando siempre la interacción entre el usuario y el sistema como un tema clave. Busca desarrollar soluciones innovadoras y llamativas que destaquen por su funcionalidad y diseño. Además, explora tecnologías emergentes para enriquecer sus proyectos, mostrando un interés particular en la inteligencia artificial aplicada al diseño de interfaces. Posee un especial interés en crear aplicaciones móviles y de escritorio que combinen creatividad y usabilidad, promoviendo avances tecnológicos en contextos diversos mediante un enfoque ágil y colaborativo.

AUTHORS

Nancy Rodríguez



Nancy Rodríguez obtuvo su título de Máster en Investigación e Innovación en Tecnologías de la Información y las Comunicaciones en la Universidad Autónoma de Madrid (España), donde actualmente cursa un Doctorado en Ingeniería Informática y de Telecomunicaciones. Cuenta con más de diez años de experiencia profesional en desarrollo de software y actualmente se desempeña como profesora en la Facultad de Ciencias de la Computación y Diseño Digital de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo (UTEQ) en Ecuador. Ha impartido una variedad de asignaturas a nivel de pregrado y posgrado, particularmente en las áreas de programación, ingeniería de software, bases de datos y tecnologías web. Su trabajo académico incluye la participación en proyectos de investigación FOCICYT-UTEQ, enfocados en sistemas inteligentes, educación digital y tecnologías para el envejecimiento activo, orientadas a mejorar el bienestar de los adultos mayores. También ha sido ponente en conferencias nacionales e internacionales en el campo de la informática educativa y el aprendizaje mediado por tecnologías. Sus principales áreas de investigación incluyen los procesos de desarrollo de software, la usabilidad en sistemas de código abierto, los entornos de aprendizaje en línea, y los cursos en línea masivos y abiertos (MOOC).