



**Desarrollo de un sistema de facturación POS con enfoque en usabilidad para
comercios minoristas en Colombia.**

Mateo Rincon Agudelo

Simón Daniel Kostial Pinilla

Juan David González Arguelles

Universidad EAN

Facultad de Ingeniería

Ingeniería de Sistemas

Bogotá D.C., Colombia

26/05/2026

comercios minoristas en Colombia.

**Desarrollo de un sistema de facturación POS con enfoque en usabilidad para comercios
minoristas en Colombia.**

Mateo Rincón Agudelo

Simón Daniel Kostial Pinilla

Juan David González Arguelles

Trabajo de grado presentado como requisito para optar al título de:

Ingenieros de Sistemas

Directora: Sandra Patricia Cristancho

Universidad EAN

Facultad de Ingeniería

Programa de Ingeniería de Sistemas

Bogotá, Colombia

26/05/2026

Nota de aceptación:

Firma del jurado

Firma del jurado

Firma del director del trabajo de grado

Bogotá, 04/03/2026

“No hay secretos sobre el mundo de la
naturaleza. Hay secretos sobre los
pensamientos y las intenciones de los
hombres.”

— J. Robert Oppenheimer

Agradecimientos

Queremos expresar nuestro agradecimiento a quienes hicieron posible la realización de este trabajo de investigación. A nuestros profesores y asesores, por su guía, recomendaciones y acompañamiento durante todo el proceso.

También agradecemos a la Universidad EAN por proporcionarnos los recursos académicos necesarios para el desarrollo de esta investigación.

De igual manera, agradecemos a nuestras familias por su apoyo, paciencia y motivación constante durante este proceso académico.

Resumen

El capítulo presenta el diseño y desarrollo de una aplicación de facturación tipo POS enfocada en la usabilidad y la experiencia de usuario para comercios minoristas y negocios familiares en Colombia. El estudio surge ante las dificultades que presentan muchos sistemas POS existentes, cuyas interfaces complejas dificultan su uso por parte de personas sin formación técnica, generando errores operativos, pérdida de tiempo y frustración entre los empleados. El caso de estudio se desarrolla en la Dulcería Seyma, ubicada en la localidad de Suba, donde se identificaron limitaciones en el software de facturación utilizado, especialmente entre trabajadores con menor familiaridad tecnológica.

El objetivo principal del proyecto es crear una aplicación del tipo POS que tenga una interfaz clara, accesible e intuitiva, y que esté enfocada en optimizar la eficiencia operacional y la experiencia de uso en pequeños negocios. Para conseguirlo, se utilizó una metodología mixta que combinó encuestas y entrevistas a trabajadores del establecimiento y de otros comercios locales.

En el componente cuantitativo, se utilizó el coeficiente alfa de Cronbach ($\alpha = 0.78$) para medir la fiabilidad del instrumento, lo cual demostró que los datos adquiridos tenían una consistencia interna apropiada. La evaluación cualitativa, por otro lado, hizo posible detectar una variedad de obstáculos, particularmente aquellos que tienen que ver con la retroalimentación del sistema, la claridad visual de la interfaz y las restricciones en cuanto a personalizar los instrumentos.

Como resultado de estas observaciones, se definieron criterios de diseño enfocados en optimizar la interacción entre el sistema y el usuario; esto abarcó la creación de prototipos de interfaz gráfica que se fundamentaran en los principios de experiencia del usuario y usabilidad. Estos prototipos fueron examinados a través de la retroalimentación de usuarios reales, lo cual posibilitó hacer modificaciones que mejoran el flujo de ventas y la administración de productos en el aplicativo.

Los hallazgos demuestran que los sistemas POS, cuando son creados con principios de diseño centrados en el usuario, pueden favorecer la adopción tecnológica de microempresas, disminuir el desfase digital y optimizar la competitividad de las empresas pequeñas en el marco de la transformación digital y la puesta en marcha de procesos como la facturación electrónica. Para validar la propuesta, se aplicaron encuestas basadas en escala Likert a un grupo de entre 10 y 20 participantes, incluyendo empleados, administradores y clientes de distintos comercios minoristas del sector. Las encuestas permitieron identificar las principales dificultades presentes en los sistemas POS utilizados en la actualidad, especialmente en aspectos relacionados con la complejidad de la interfaz, la curva de aprendizaje y la agilidad durante el proceso de facturación. Adicionalmente, se realizaron pruebas prácticas y observación directa sobre el software empleado en uno de los establecimientos participantes, lo que permitió evidenciar limitaciones en la organización de funciones y en la experiencia general de uso. En términos cuantitativos, los usuarios reportaron una reducción estimada del 35% en el tiempo promedio de facturación y una puntuación de satisfacción de 78 sobre 100 en las pruebas de usabilidad realizadas con el prototipo, lo que refuerza la viabilidad del sistema propuesto en entornos comerciales reales.

Palabras clave: Usabilidad, POS, microempresas, transformación digital, experiencia de usuario, percepción de facilidad de uso.

Introducción

Hoy en día, con la transformación digital, los sistemas de información se han vuelto piezas clave para manejar los procesos de negocio. Entre ellos, los sistemas Point of Sale (POS) o de punto de venta son importantes para registrar ventas, controlar inventarios y gestionar las operaciones diarias. Su uso ha ayudado a las empresas a llevar un mejor control de las ventas, manejar los inventarios de forma más eficiente y obtener datos útiles para tomar decisiones (Anggara, 2025). Sin embargo, en las microempresas y pequeños comercios sigue siendo difícil implementar estos sistemas, debido a que son complicados de usar, el acceso a la tecnología es limitado y los usuarios suelen tener poca experiencia digital. Esta situación es crítica en América Latina, donde las microempresas representan el 99,5% de las empresas y generan cerca del 60% del empleo formal, enfrentando problemas como falta de recursos, competencias tecnológicas y una infraestructura limitada (OCDE, 2024).

Diversos estudios en interacción humano-computadora y sistemas de información resaltan que la experiencia del usuario es fundamental para que estas tecnologías se adopten y se usen bien. Investigaciones basadas en modelos como el Technology Acceptance Model (TAM) y en principios de usabilidad de Nielsen y Norman muestran que la percepción de facilidad de uso, una interfaz clara y una buena retroalimentación influyen directamente en cómo se valora la herramienta y en si la gente está dispuesta a usarla (Xie et al., 2026; Jun et al., 2025). En cuanto a los sistemas POS, aunque se usan mucho en grandes empresas, muchos programas en el mercado tienen interfaces complejas o poco amigables para quienes no tienen conocimientos técnicos, lo que dificulta su uso en negocios pequeños (Anggara, 2025).

En Colombia, esto afecta principalmente a negocios familiares y comercios minoristas, donde la facturación y el registro de ventas a menudo se hacen a mano o con sistemas digitales que no se ajustan bien a las necesidades reales de los usuarios. Esto genera errores al registrar ventas, dificultades para controlar inventarios, pérdida de datos y poca capacidad para analizar el desempeño del negocio. Según la Estrategia Nacional Digital 2023-2026, aunque alrededor de dos tercios de los hogares colombianos tienen acceso a internet, hay una brecha digital importante en sectores de bajos ingresos y en las microempresas del comercio informal (MinTIC, 2023). Esto hace que sea necesario buscar soluciones tecnológicas sencillas, con interfaces claras y fáciles de aprender. Además, las barreras que sienten los usuarios, como la complejidad del sistema o la falta de experiencia tecnológica, pueden pesar más que los beneficios cuando deciden si adoptan una tecnología o no (Jun et al., 2025).

Por eso, crear sistemas POS enfocados en la experiencia del usuario puede ser una oportunidad para mejorar la gestión en los negocios pequeños. Estos sistemas no solo deben cumplir su función de registrar ventas, sino también tener un diseño accesible, ofrecer retroalimentación clara, evitar errores y ser fáciles de manejar. Así se pueden superar las barreras tecnológicas y fomentar el uso de herramientas digitales en lugares con pocos recursos y conocimientos técnicos.

Este proyecto se centra en sistemas de información para el comercio minorista, con especial énfasis en crear y poner en marcha soluciones tecnológicas pensadas para los usuarios. La idea es diseñar un sistema POS con una interfaz intuitiva para microempresas y negocios familiares, con el fin de mejorar el registro de ventas y facilitar su uso a personas sin conocimientos técnicos. El objetivo principal es desarrollar e implementar un POS sencillo que ayude a manejar inventarios y ventas en tiendas pequeñas. Los objetivos específicos son: (1) analizar las necesidades y dificultades de los usuarios al usar sistemas de venta y facturación; (2) diseñar una interfaz basada en principios de experiencia de usuario y usabilidad; (3) crear y probar un prototipo funcional para comprobar su utilidad en un entorno real.

De aquí surge la pregunta de investigación: ¿Cómo puede el diseño y la implementación de un sistema POS con una interfaz fácil de usar mejorar la eficiencia y la simplicidad en los procesos de facturación y registro de ventas en comercios minoristas?

La hipótesis es que un sistema POS desarrollado según principios de experiencia y usabilidad ayuda a mejorar el registro de ventas y facilita que usuarios sin formación técnica lo adopten en comercios pequeños (Xie et al., 2026). También se espera que interfaces claras, retroalimentación inmediata y procesos simples reduzcan errores operativos y mejoren la experiencia de uso en el entorno comercial (Jun et al., 2025).

Así, este proyecto busca ofrecer una solución tecnológica ajustada a las necesidades reales de los pequeños negocios, apoyando la digitalización de sus procesos administrativos y fortaleciendo su gestión a través de sistemas de información accesibles y centrados en el usuario.

El desarrollo de un sistema de facturación POS con enfoque en usabilidad surge porque los pequeños comercios minoristas en Colombia necesitan soluciones tecnológicas accesibles. Aunque hay muchos sistemas POS en el mercado, muchos de ellos están diseñados para empresas con más recursos tecnológicos y personal con experiencia en herramientas digitales. Esto causa problemas para microempresas y negocios familiares, cuyos trabajadores a menudo tienen diferentes niveles de habilidades con la tecnología y necesitan herramientas más sencillas e intuitivas para hacer su trabajo diario.

Cuando observamos y recopilamos información en la Dulcería Seyma y otros establecimientos comerciales, vimos que muchos usuarios tenían dificultades con los sistemas de facturación existentes. Los problemas principales eran que las interfaces eran complicadas, había demasiados pasos para completar una venta, las funciones no estaban claras y el sistema no daba suficiente retroalimentación. Estos problemas aumentan la probabilidad de errores, retrasan la atención al cliente y pueden hacer que los trabajadores no quieran usar herramientas tecnológicas en su trabajo. En Colombia, la adopción de soluciones digitales ha aumentado debido a la implementación de mecanismos de facturación electrónica y la necesidad de que los pequeños negocios sean más competitivos en un entorno cada vez más digital. Sin embargo, tener tecnología no significa que se use correctamente. Para que una herramienta tecnológica sea útil, los usuarios deben sentir que es fácil de usar, útil para su trabajo y que facilita sus tareas diarias.

Por lo tanto, el producto que desarrollamos no solo se enfoca en registrar ventas y administrar inventarios, funciones que ya ofrecen muchos sistemas POS. Lo que lo hace diferente es que incorpora principios de experiencia de usuario y usabilidad desde el principio, priorizando la simplicidad, la facilidad de aprendizaje y la eficiencia. De esta manera, usuarios con poca experiencia tecnológica pueden usar el sistema de forma autónoma, sin necesidad de capacitaciones extensas y con menos resistencia al cambio tecnológico.

Además, nuestra propuesta busca ayudar a los pequeños comercios a transformarse digitalmente con una herramienta adaptada a sus necesidades reales. La automatización de procesos relacionados con la facturación y el control de inventarios reduce errores manuales, mejora la organización de la información y facilita la toma de decisiones basada en datos. Estos beneficios son especialmente importantes para negocios familiares y microempresas, donde los recursos económicos y tecnológicos suelen ser limitados.

En resumen, el desarrollo de este sistema POS se justifica porque es necesario modernizar los procesos comerciales de los pequeños negocios y diseñar soluciones tecnológicas centradas en las personas que las usarán. Nuestra propuesta busca demostrar que un enfoque basado en la usabilidad puede favorecer la adopción tecnológica, mejorar la experiencia de los usuarios y contribuir al fortalecimiento operativo de los comercios minoristas colombianos.

Marco teórico

Hoy en día estamos inmersos en una transformación digital la cual modifica profundamente el cómo las empresas u organizaciones hacen la gestión de operaciones y procesos comerciales. Teniendo en cuenta lo anterior, los sistemas de información pasaron de ser una herramienta adicional, a ser una herramienta fundamental para recolectar, procesar, almacenar y distribuir datos para poder tener mejor información que contribuya a la mejora de tomas de decisiones dentro de las organizaciones. Un sistema de información se puede definir como un conjunto de tecnologías

organizacionales que facilitan la gestión y conversión de datos en información importante para usuarios individuales y organizacionales (Ariski Try Anggara, 2025, p.1).

Por parte del sector comercial se han venido incorporando tecnologías que permiten la automatización en ventas, inventario y el mismo control financiero. alguna de esas herramientas de automatización es el System Point Of Sale (POS), el cual hace una fácil gestión de transacciones por medio de plataformas digitales que hacen el registro de ventas, el control de inventario y hasta el reporte para un análisis empresarial. El sistema POS, es un mecanismo de pago y una plataforma de operaciones comerciales que fortalece la eficiencia operativa y la precisión en cuanto a la gestión de información financiera (Ariski Try Anggara, 2025, p.2).

Gracias a múltiples estudios se ha podido demostrar que los sistemas POS contribuyen a la reducción de errores en procesos transaccionales, por eso mismo, en los entornos donde las cosas se realizan todavía de forma manual, la implementación de un sistema POS sería una gran oportunidad de mejora en cuestión de productividad y fortalecimiento empresarial. Sin embargo, todos estos procesos tienen que entrar regulados al uso de los procesos de facturación y control tributario.

En Colombia, la implementación de la factura electrónica generada por medio de sistemas POS es parte del proceso de modernización al sistema de facturación electrónica que fue impuesto por la Dirección de Impuestos y Aduanas Nacionales (DIAN). Dicho documento o comprobante debe ser generado por medio de un software el cual tiene que ser transmitido y validado electrónicamente por la DIAN antes de un reporte definitivo; esto permite registrar las ventas y generar un soporte sobre las obligaciones tributarias que son asociadas a las transacciones. Este documento no es solo para legalizarlo frente a la DIAN sino para obtener beneficios tributarios al comprador que salga identificado, entre los beneficios que ofrecen podemos encontrar la deducción

en costos, gastos e impuestos que son descontados en las declaraciones de renta que se hagan anualmente (DIAN, 2024).

Anteriormente se utilizaban tiquetes para la facturación POS, pero con la llegada de los documentos electrónicos se ha generado un fortalecimiento en el control fiscal y en cuando a la digitalización de los procesos comerciales. A comparación de cómo se manejaba tradicionalmente, los “tiquetes” no eran validados previamente por la administración tributaria, a diferencia de hoy en día con las nuevas tecnologías en donde se permite registrar la información de las transacciones de una forma más estructurada y así mismo se transmite a los sistemas de autoridad fiscal. Además, se ha mejorado la trazabilidad en operaciones económicas y el acceso en tiempo real sobre las actividades comerciales que hace todo tipo de contribuyente (DIAN, 2024).

Si se analiza desde una perspectiva tecnológica, la evolución que se ha hecho con los sistemas POS se encuentra directamente influenciada por el aumento de las nuevas tecnologías financieras (Fintech) y la aparición de algunas infraestructuras digitales en operaciones como la gestión de pagos. Algunas de esas innovaciones son las billeteras digitales, las plataformas para hacer pagos electrónicos, sistemas de banca abiertos y múltiples herramientas de inteligencia artificial que amplían las funcionalidades de los sistemas POS, lo cual integra las fuentes de información y eficiencia en procesos de pago y el registro de estas. Dichas transformaciones han modificado los patrones de comportamiento de los consumidores y han generado distintivos cambios en los sistemas de pago minoristas, lo cual genera la necesidad del desarrollo de herramientas analíticas que comprendan la evolución de las transacciones a través de los sistemas presentes (Alsuhaibany, 2026).

Debido al creciente uso de pagos electrónicos, las cifras de riesgos asociados a la seguridad financiera han sido preocupantes. Es por esto, que los sistemas POS modernos utilizan arquitecturas distribuidas en múltiples terminales de venta con plataformas centrales de procesamiento de pagos. Un sistema POS distribuido es el que tiene una arquitectura en donde varias terminales de punto de

venta se conectan directamente a un punto o sistema central, el cual se encarga de gestionar adecuadamente las transacciones y hacer el procesamiento de pago de cada una de forma adecuada y de una manera segura (Wang & Rey, 2026).

Cabe resaltar que cada arquitectura debe contar con un estándar de seguridad internacional como lo es el Payment Card Industry Data Security Standard (PCI-DSS), el cual tiene como objetivo proteger la información de la persona titular de la tarjeta y minimizar el riesgo de fraude en las transacciones electrónicas. El estándar PCI-DSS establece requisitos en la seguridad de las organizaciones en cuanto a procesamiento y almacenamiento en tarjetas de pago, también la segmentación en la red, el cifrado de datos y los mecanismos de control de acceso. Hoy en día, las investigaciones apuntan a una arquitectura POS basada en la segmentación de redes, túneles de datos seguros y una detección de fraude en tiempo real con el fin de siempre asegurar la información financiera y reducir al máximo la exposición de los ataques informáticos (Wang & Rey, 2026).

Debido a nuestra era tecnológica, se han presenciado vulnerabilidades en la seguridad de la información financiera. Los sistemas POS modernos cuentan con una conexión a redes digitales que procesan grandes volúmenes de datos transaccionales, lo cual los convierte en un objetivo para actividades fraudulentas. Algunas de estas actividades es la clonación de tarjetas, el uso inapropiado de las credenciales de pago y el uso inadecuado de transacciones para ocultar actividades ilícitas. Dichas actividades generan pérdidas económicas significativas para las organizaciones y afectan la confiabilidad de los usuarios en los sistemas de pagos electrónicos (Mishra & Senapati, 2026).

Normalmente, la detección de fraude en los sistemas POS se basa en reglas predefinidas en donde se hace un análisis de variables como el monto de las transacciones, la frecuencia de compra

o la ubicación geográfica en donde se han realizado las operaciones. No obstante, estos enfoques no son suficientes cuando nos enfrentamos a patrones de fraude complejos o dinámicos, debido a que los actores maliciosos modifican su comportamiento para evitar cualquier tipo de detección. Es por esto, que por medio de diferentes investigaciones se ha propuesto una técnica de aprendizaje autónomo y análisis predictivo de datos, para la eficaz identificación de actividades fraudulenta en entornos de pago digital (Mishra & Senapati, 2026).

Recientemente, se destacan modelos de aprendizaje multimodal, el cual permite integrar múltiples fuentes de información con el fin de analizar las transacciones completamente. Dichos modelos, se dan por medio de una combinación de datos extraídos de las operaciones de compra, del dispositivo que fue utilizado para la transacción y de los patrones de comportamiento que presente el usuario, todo esto con el fin de generar representaciones más sustanciosas cada vez que se realiza alguna operación. El hecho de que haya una integración de múltiples modalidades permite mejorar la detección de anomalías y reconocer los patrones de fraude que podrían pasar desapercibidos en los modelos tradicionales (Mishra & Senapati, 2026).

Además, el análisis en tiempo real del desarrollo de arquitecturas permite implementar sistemas de detección de fraudes que operan directamente en dispositivos de borde (Edge Computing), lo cual reduce la latencia y permite identificar ágilmente cualquier operación u actividad sospechosa de forma inmediata. Este enfoque, se ha vuelto fundamental en entornos minoristas en donde se procesan grandes volúmenes de transacciones y se requiere una rápida respuesta procurando las pérdidas económicas y la afectación de la integridad de los sistemas de pago (Mishra & Senapati, 2026).

Para desarrollar sistemas de información requerimos metodologías que nos permitan estructurar de una manera más organizada los distintos pilares del ciclo de vida en el software. El

modelo más utilizado en los proyectos de desarrollo es el System Development Lyfe Cycle (SDLC), en donde se organizan las fases del proceso de desarrollo como el análisis de los requisitos, el diseño, la implementación, las pruebas y por último el mantenimiento de este (Anggara, 2025).

Como modelo de desarrollo de las SDLC, encontramos el Waterfall, en donde se tiene una secuencia organizada de etapas, en la cual cada fase se tiene que completar antes de iniciar otra etapa. Durante la fase de análisis de los requisitos se analizan os requisitos funciones que describirán las funciones que realizara el sistema, y de la misma manera pasara con los requisitos no funcionales, en donde se establecerán las condiciones de calidad del sistema como lo son el rendimiento, la seguridad, y la disponibilidad (Anggara, 2025).

Para rectificar el correcto funcionamiento del sistema que se esté desarrollando, tenemos que utilizar técnicas de evaluación como lo es Black-Box Testing, en donde se valida el correcto cumplimiento de los requisitos funcionales generando una comparación de las entradas y las salidas del sistema dejando de un lado la estructura interna. De la misma forma, herramientas como el System Usability Scale (SUS), miden la percepción del usuario con respecto a la facilidad de uso y la aceptabilidad del sistema que se esté desarrollando (Anggara, 2025).

La adopción de tecnologías es algo que ha sido abordado en el campo de los sistemas de información por medio de Technology Acceptance Model (TAM). El modelo TAM, explica los factores o condiciones que influyen en la aceptación de las nuevas tecnologías por medio de los usuarios, priorizando dos variables; la utilidad y facilidad de uso percibidas.

Cuando se habla de utilidad, se refiere al grado en el cual un individuo considera que el uso de alguna tecnología mejoraría su desempeño en la realización de determinadas tareas. Por otro lado, la facilidad se percibe como la precepción en la cual una tecnología se puede utilizar sin mayor esfuerzo cognitivo (Xie et al., 2026).

Ambos factores influyen de manera directa al uso del aplicativo, lo cual representa la disposición en la cual los usuarios adoptarían la tecnología en un futuro. Recientes estudios mencionan que el modelo TAM incorpora factores sobre las características presentes en un sistema, la calidad de información encontrada y la percepción sobre la seguridad y la privacidad, haciendo que se fortalezca la confianza en el usuario y un incremento en la experiencia de uso u interacción con la tecnología (Xie et al., 2026).

Es de tener en cuenta que la adopción de las tecnologías digitales no influye únicamente de las técnicas de los sistemas, también de los factores psicológicos y sociales que son relacionados a la percepción del usuario. La confianza es uno de los factores más relevantes en la tecnología, ya que se define como la creencia en la cual un sistema funcionara de forma continua y sin inconvenientes, disminuyendo cualquier riesgo asociado al uso de este. Dicho esto, la confianza disminuye la incertidumbre y genera facilidad en la adopción de tecnologías digitales (Jun et al., 2025).

Ahora bien, algunas barreras son percibidas como factores que dificultan o inhiben la adopción de la tecnología, como lo es la complejidad del sistema, poca experiencia tecnológica o incluso los riesgos del uso de esta. Por medio de investigaciones recientes se ha demostrado que estas barreras a veces pueden impactar más que los beneficios percibidos a la hora de decidir si adoptar o no una tecnología (Jun et al., 2025).

Por otro lado, la preparación digital (Digital Readiness), concepto relevante para referenciar el nivel de capacidad en la que los usuarios interactúan con tecnologías digitales. Es decir, entre mayor sea el nivel de preparación digital es más fácil la adopción de alguna tecnología y asimismo aumenta la confianza con los usuarios disminuyendo las barreras de uso (Jun et al., 2025).

Finalmente, el elemento clave en el diseño de los sistemas digitales es la Usabilidad, dado que determina la facilidad con la cual los usuarios pueden cumplir los objetivos. Un sistema en donde su fuerte sea la usabilidad permite que los usuarios desarrollen completamente sus tareas eficientemente y sin mayor esfuerzo cognitivo.

Investigaciones recientes demostraron que el diseño de las interfaces y la organización que tenga la información influye directamente a la carga cognitiva de los usuarios. Cuando un sistema tiene interfaces complejas o mal acomodadas, genera que el usuario tenga mas dificultad para procesar información y tomar una decisión, y es esa barrera lo que afectaría la eficiencia y la precisión en el uso del sistema (Merriweather et al., 2026).

Por esta razón, un diseño pensado en el usuario y la evaluación de usabilidad son practicas que hoy en día son fundamentales para el desarrollo de sistemas digitales, garantizando soluciones tecnológicas que no solo cumplan con funcionar (Requisitos funcionales), sino que también generen un uso eficiente, comodidad y satisfacción por parte de los usuarios.

Los sistemas POS (Point of Sale) se han convertido en una herramienta importante dentro de los establecimientos comerciales, ya que permiten facilitar procesos relacionados con la facturación, el registro de ventas y el control de inventario. Diferentes investigaciones analizadas en el estado del arte coinciden en que la incorporación de herramientas digitales dentro de los negocios contribuye a mejorar la organización de la información y la eficiencia operativa, especialmente en pequeños comercios que buscan optimizar sus procesos diarios mediante soluciones tecnológicas accesibles (Ariski Try Anggara, 2025; Jun et al., 2025).

De igual forma, varios estudios destacan que la experiencia de usuario y la facilidad de uso son aspectos fundamentales para la implementación de sistemas tecnológicos en entornos comerciales. De acuerdo con las investigaciones revisadas, una interfaz clara y organizada facilita la adaptación

de los usuarios y mejora la interacción con el sistema durante las actividades de facturación y gestión de ventas (Merriweather et al., 2026; Xie et al., 2026). Durante las observaciones realizadas en los establecimientos participantes, se evidenció que algunos de los sistemas POS utilizados actualmente presentan procesos largos para completar una venta y una distribución de funciones que puede resultar poco intuitiva para usuarios con poca experiencia tecnológica.

Teniendo en cuenta estas dificultades, el desarrollo del prototipo propuesto se enfocó en diseñar una interfaz más sencilla y organizada, priorizando las funciones principales relacionadas con el registro de ventas y la gestión de productos. Como se menciona en las investigaciones analizadas dentro del marco teórico, los sistemas centrados en el usuario permiten mejorar la interacción entre las personas y las herramientas tecnológicas, favoreciendo procesos más ágiles y comprensibles dentro de los entornos comerciales (Jun et al., 2025). Por esta razón, la propuesta desarrollada busca disminuir la cantidad de pasos necesarios para realizar una venta y facilitar la navegación entre las diferentes funciones del sistema.

Asimismo, el prototipo contempla funciones relacionadas con la automatización del registro de ventas y la actualización del inventario después de cada transacción realizada, permitiendo un mejor control de los productos disponibles dentro del establecimiento. Diferentes estudios incluidos dentro del análisis comparativo resaltan que la organización adecuada de las funciones y la simplificación de procesos contribuyen a mejorar tanto la eficiencia operativa como la experiencia general de los usuarios dentro de los sistemas digitales (Mostefai et al., 2025). En este sentido, la propuesta tecnológica planteada busca responder a las necesidades identificadas durante las encuestas, observaciones y pruebas realizadas en los comercios participantes, relacionando los fundamentos teóricos analizados con la implementación práctica del sistema POS desarrollado.

Estado del arte (Metodología PRISMA)

La identificación y selección de los artículos incluidos en el estado del arte se realizó mediante una búsqueda sistemática en bases de datos académicas reconocidas, específicamente Scopus, Web of Science y ScienceDirect, debido a su amplia cobertura de revistas científicas indexadas y a su relevancia en la difusión de investigaciones en áreas como sistemas de información, comercio electrónico y experiencia de usuario. La búsqueda se enfocó en artículos publicados entre 2020 y 2026, con el objetivo de analizar investigaciones recientes relacionadas con usabilidad, sistemas digitales en retail, comercio electrónico y diseño de interfaces centradas en el usuario. A partir de la aplicación de criterios de inclusión —como la indexación en revistas científicas, pertinencia temática y disponibilidad del texto completo— se seleccionaron cuatro artículos que presentan enfoques metodológicos y resultados relevantes para el proyecto. Estos estudios aportan fundamentos teóricos y metodológicos sobre evaluación de usabilidad, experiencia de usuario (UX) y diseño de sistemas en contextos comerciales, aspectos directamente relacionados con el desarrollo del sistema POS propuesto. En particular, los trabajos analizados permiten comprender cómo la usabilidad influye en la interacción de los usuarios con sistemas digitales de comercio, así como identificar criterios y métodos de evaluación aplicables al diseño del software. Aunque la mayoría de los estudios se centran en plataformas de comercio electrónico orientadas al consumidor, sus hallazgos proporcionan principios de diseño y evaluación que pueden adaptarse al desarrollo de interfaces simples y eficientes para usuarios con distintos niveles de alfabetización digital, lo cual resulta especialmente relevante para la implementación del sistema en el entorno del negocio familiar.

Para la identificación de literatura científica relevante se definieron ecuaciones de búsqueda basadas en palabras clave relacionadas con usabilidad, experiencia de usuario, sistemas de comercio digital y software para retail, combinadas mediante operadores booleanos para ampliar o restringir

los resultados. Estas ecuaciones se aplicaron en las bases de datos Scopus, Web of Science y ScienceDirect, considerando publicaciones entre los años 2020 y 2026 y artículos disponibles en inglés o español.

Las principales ecuaciones de búsqueda empleadas fueron las siguientes:

("usability" OR "user experience" OR "UX") AND ("retail systems" OR "e-commerce" OR "point of sale systems")

("user interface design" OR "human computer interaction") AND ("retail software" OR "digital commerce systems")

("usability evaluation" OR "UX evaluation") AND ("online shopping" OR "retail platforms")

Estas ecuaciones permitieron recuperar estudios relacionados con el diseño, evaluación y optimización de interfaces en sistemas digitales utilizados en contextos comerciales, facilitando la identificación de investigaciones con metodologías aplicables al desarrollo del proyecto. Posteriormente, los resultados fueron filtrados aplicando criterios de inclusión y exclusión, seleccionando únicamente artículos publicados en revistas indexadas, con enfoque en usabilidad o experiencia de usuario en sistemas digitales de comercio, y con suficiente información metodológica para su respectivo análisis.

Para identificar y seleccionar los estudios incluidos en el estado del arte, se realizó una revisión sistemática de la literatura siguiendo la metodología PRISMA (Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses). Esto ayudó a mantener la transparencia, el rigor y la trazabilidad durante la búsqueda y el filtrado de la información científica.

La búsqueda inicial se llevó a cabo en bases de datos reconocidas como Scopus, Web of Science y ScienceDirect. Se consideraron publicaciones en inglés y español, dentro de un periodo reciente que se ajustaba a los objetivos del estudio. En esta etapa se encontraron alrededor de 10 artículos que parecían relevantes.

Después, se eliminaron los estudios duplicados o aquellos con contenidos muy parecidos para evitar repetir información en el análisis. También se revisaron los títulos y resúmenes para eliminar investigaciones que no se enfocaban en el tema específico del estudio.

En la fase de elegibilidad, se evaluaron los artículos completos y se descartaron los que no cumplían con los criterios establecidos. Algunas de las razones para excluirlos fueron la falta de acceso al texto completo por restricciones de pago, poca pertinencia en la metodología y que fueran demasiado antiguos, fuera del rango temporal definido para la investigación.

Al final, tras aplicar estos criterios de inclusión y exclusión, se eligieron cuatro artículos que cumplían con los requisitos de calidad, actualidad y relevancia para el tema. Estos fueron analizados a fondo para elaborar el estado del arte.

Todo este proceso de selección queda resumido en el diagrama de flujo PRISMA, que muestra las etapas de identificación, filtrado, evaluación y selección de los artículos usados en la investigación.

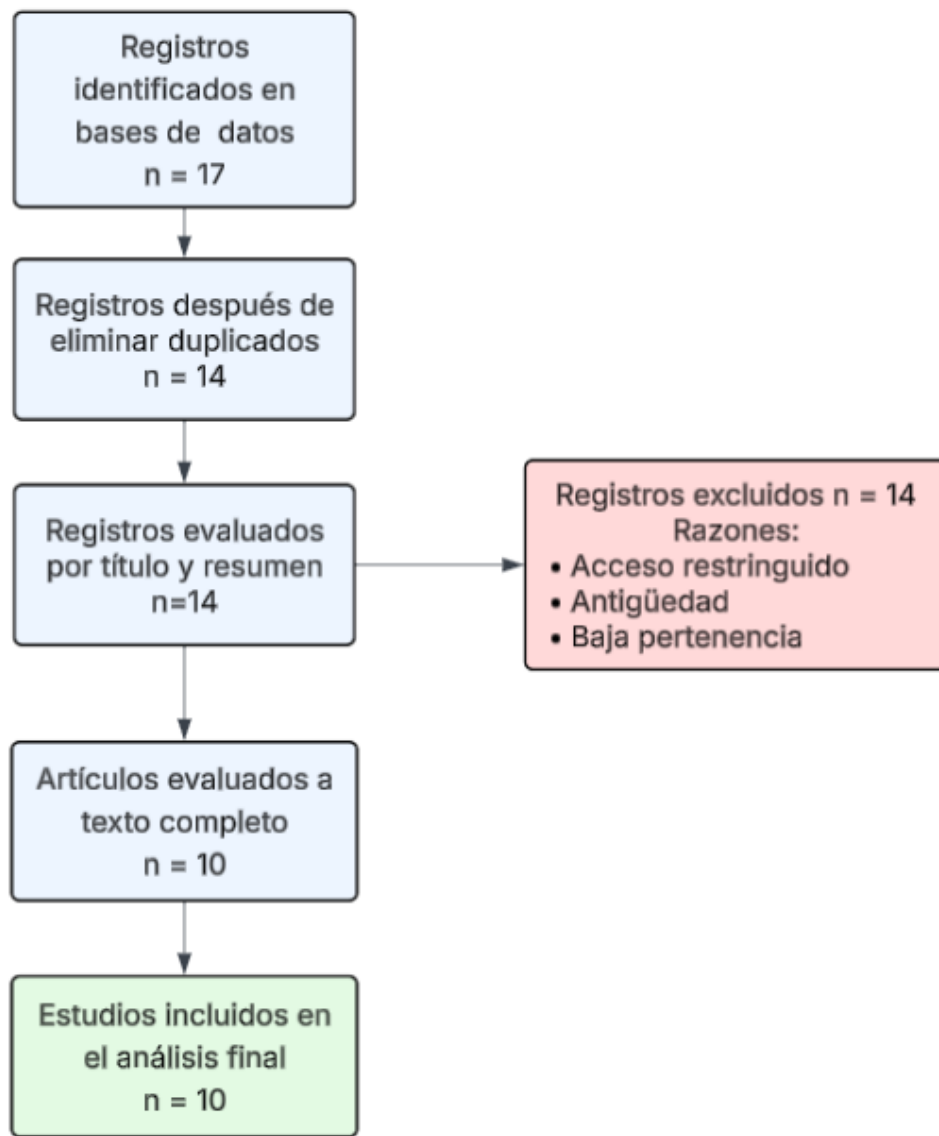


Figura 1.

Metodología de revisión sistemática basada en PRISMA.

Tabla 1. Comparación de estudios seleccionados

Autor(es) / Año	Título del estudio	Objetivo principal	Metodología empleada	Variables analizadas	Principales hallazgos	Limitaciones reportadas	Relación con el proyecto actual
Mostefai et al., 2025	Enhancing user experience in e-learning systems: A new user-centric RESTful web services approach	Mejorar la experiencia de usuario en sistemas e-learning mediante una arquitectura de servicios web RESTful centrada en el usuario y en los distintos roles del sistema.	Diseño y desarrollo de un prototipo basado en servicios RESTful. Implementación con Django REST Framework, Vue.js y SQLite. Evaluación con usuarios reales utilizando el User Experience Questionnaire (UEQ).	Dimensiones del UEQ: atractividad, perspicuidad (facilidad de comprensión), eficiencia, confiabilidad, estimulación y novedad.	El enfoque centrado en el usuario mejora la experiencia de uso. La arquitectura REST facilita modularidad y escalabilidad. La separación de servicios por roles mejora la organización funcional del sistema.	Evaluación con pocos participantes; se analizaron principalmente aspectos de usabilidad y no métricas técnicas; sistema aplicado solo al ámbito e-learning.	Apoya el enfoque de diseño centrado en el usuario del POS. Demuestra cómo arquitecturas REST pueden permitir sistemas modulares y escalables y propone una metodología (UEQ) que podría aplicarse para evaluar la usabilidad del POS.
Ng, Lim & Pang, 2022	Making universal digital access universal: lessons from COVID-19 in Singapore	Analizar las brechas de acceso digital evidenciadas durante la pandemia y proponer un marco de políticas para lograr acceso digital universal.	Investigación cualitativa basada en Participatory Action Research. Uso de grupos focales, entrevistas y colaboración con organizaciones comunitarias.	Acceso a dispositivos digitales, conectividad a internet y alfabetización digital.	La falta de dispositivos, conectividad y habilidades digitales afecta especialmente a adultos mayores y grupos vulnerables. La digitalización puede aumentar desigualdades si no se considera la inclusión digital.	Estudio centrado únicamente en Singapur; enfoque cualitativo; contexto específico de la pandemia COVID-19.	Evidencia la importancia de diseñar sistemas accesibles para usuarios con baja alfabetización digital, lo cual respalda el desarrollo de un POS simple e intuitivo para empleados mayores con poca experiencia tecnológica.

usabilidad para comercios minoristas en Colombia.

Liu, Cao & Wang, 2020	Mini-Program Design and Evaluation to Create Online-Merge-Of line Service for Retailers	Diseñar y evaluar un mini-programa que integre servicios online y offline en el sector retail bajo el modelo Online-Merge-Of line (OMO).	Entrevistas con grupos focales para identificar necesidades, análisis con Quality Function Deployment (QFD), desarrollo de prototipo y evaluación de usabilidad mediante System Usability Scale (SUS).	Necesidades organizacionales (membresías, reservas, servicios, comunidad) y variables de usabilidad como facilidad de uso, eficiencia y satisfacción del usuario.	La integración digital mejora la experiencia del cliente y optimiza la interacción con el comercio. El prototipo obtuvo una puntuación SUS aceptable (56), aunque con margen de mejora.	Prototipo preliminar; evaluación con muestra pequeña; estudio basado en un solo caso de tienda.	Aporta evidencia sobre digitalización del retail y la importancia de la usabilidad en sistemas comerciales. Su metodología de identificación de necesidades puede aplicarse al diseño de funciones del POS.
Melendo Rodríguez-Carmona, Yustres Duro & Cuesta-Valiño, 2023	Keys to Usability in Retail E-Commerce: A Systematic Review of the Literature	Identificar métodos, herramientas y criterios utilizados para evaluar la usabilidad y la experiencia de usuario en sitios web de comercio electrónico.	Revisión sistemática de literatura basada en metodología PICOC. Búsqueda en bases de datos académicas, aplicación de criterios de inclusión/exclusión y análisis de 26 estudios seleccionados.	Usabilidad, experiencia de usuario, actitud del usuario, confianza, emoción, rendimiento, interactividad, contenido, percepción de beneficios, riesgo percibido y lealtad.	La usabilidad es un factor clave en plataformas de comercio electrónico. Las evaluaciones suelen emplear análisis estadístico, encuestas, pruebas con usuarios y observación del comportamiento.	Se centra solo en sitios web de e-commerce minorista; no incluye aplicaciones móviles ni plataformas B2B; análisis limitado a artículos de revistas.	Proporciona bases teóricas y metodológicas para evaluar usabilidad en sistemas comerciales. Sus criterios pueden aplicarse para evaluar la interfaz del software POS.
Maurat et al. (2024)	Point-of-Sale Solution with Built-in CRM and Appointment Scheduling Empowered by Android Mobile Application	Desarrollar un sistema POS web y móvil con funcionalidades de CRM y programación de citas para mejorar la experiencia del cliente y optimizar procesos comerciales.	Desarrollo e implementación de un sistema POS integrado con aplicación móvil Android y plataforma web orientada a la gestión comercial y de clientes.	Experiencia del cliente, gestión de inventario, métodos de pago, programación de citas, administración de datos y eficiencia operativa.	El estudio evidenció que la integración de funciones como CRM, programación de citas, pagos digitales y control de inventario en tiempo real contribuye a	El estudio se concentra principalmente en entornos comerciales específicos y no profundiza en evaluaciones extensas de usabilidad o adaptación en diferentes	Aporta referentes relacionados con el desarrollo e implementación de sistemas POS modernos, integrando funcionalidades de automatización

usabilidad para comercios minoristas en Colombia.

					mejorar la organización de los procesos comerciales y la experiencia de los usuarios.	tipos de negocios.	ón, control de inventario y mejora de la experiencia de usuario, aspectos relacionados directamente con el prototipo planteado en el proyecto.
Bachu (2025)	<i>Revolutionizing Retail: A Mobile-First Approach to Contactless Checkout</i>	Proponer un sistema de pago móvil orientado a mejorar la eficiencia de los procesos de compra mediante un modelo de checkout sin contacto.	Desarrollo de un sistema de pago móvil basado en escaneo de códigos de barras y pagos digitales integrados dentro de una aplicación móvil orientada al entorno retail.	Tiempo de espera, eficiencia operativa, pagos digitales, experiencia del usuario, flexibilidad del sistema y automatización del proceso de compra.	El estudio evidenció que el uso de sistemas móviles de checkout permite reducir tiempos de espera, disminuir la congestión en puntos de pago y mejorar la experiencia de compra mediante procesos más ágiles y automatizados.	Se enfoca principalmente en entornos de retail modernos y no profundiza en pruebas de adaptación en pequeños comercios o usuarios con baja experiencia tecnológica.	Aporta referentes relacionados con la modernización de sistemas POS y la implementación de soluciones orientadas a mejorar la experiencia del usuario, la eficiencia operativa y la automatización de procesos comerciales, aspectos directamente relacionados con el desarrollo del prototipo propuesto.
Zulfiqar et al. (2025)	AI-Driven Smart Shopping Carts With Real-Time Tracking and Inventory Forecasting for Enhanced Retail Efficiency	Formulación de un sistema inteligente de carrito de compras orientado a mejorar la eficiencia operativa y la experiencia del cliente mediante integración POS, análisis de datos	Desarrollo de una arquitectura multicapa basada en inteligencia artificial, aprendizaje automático y procesamiento de datos en tiempo real, integrando	Precisión de seguimiento, eficiencia de navegación, pronóstico de inventario, satisfacción del cliente, automatización de facturación y eficiencia operativa.	Los resultados evidenciaron mejoras en la precisión del seguimiento de usuarios, optimización del inventario, automatización de procesos	El estudio se desarrolla en un entorno tecnológico avanzado basado en inteligencia artificial y computación en la nube, lo que puede dificultar su implementaci	Aporta referentes relacionados con la automatización de procesos comerciales, integración de sistemas POS y optimización de la

		en tiempo real e inteligencia artificial.	seguimiento de usuarios, pronóstico de inventario e integración automatizada con sistemas POS.		comerciales y experiencia del cliente mediante la integración de tecnologías inteligentes y sistemas POS automatizados.	ón en pequeños comercios con recursos tecnológicos limitados.	experiencia del usuario mediante tecnologías inteligentes, aspectos que guardan relación con el desarrollo del prototipo planteado en el proyecto.
Spicka y Dvoráková (2026)	The impact of self-checkout technology implementation on B2B customer shopping behavior	Analizar cómo la implementación de tecnología self-checkout influye en el comportamiento de compra de clientes B2B dentro de un entorno retail.	El estudio empleó datos reales de transacciones POS y un modelo estadístico basado en propensity score matching y difference-in-differences para comparar el comportamiento de los usuarios antes y después de la implementación del self-checkout.	Frecuencia de compra, volumen de ventas, cantidad de productos por transacción, precio promedio por artículo y comportamiento de compra de los clientes.	Los resultados mostraron que la incorporación de tecnología self-checkout aumentó la frecuencia de compra y las ventas mensuales por cliente, aunque no se evidenciaron cambios significativos en la cantidad de productos adquiridos ni en el precio promedio por artículo.	La investigación se centró en una cadena retail específica y en clientes B2B, por lo que los resultados podrían variar en otros contextos comerciales o tipos de consumidores.	El artículo aporta referencias sobre automatización en puntos de venta y análisis del comportamiento del usuario frente a nuevas tecnologías de compra, aspectos relacionados con la optimización de procesos y la experiencia del usuario dentro del prototipo planteado en el proyecto.
Velasco et al. (2026)	Design and Proposal of a POS System as a Digitalization Strategy for Small Restaurants	Un análisis de cómo la digitalización mediante un sistema POS puede contribuir a optimizar la gestión operativa en pequeños restaurantes que aún utilizan procesos manuales.	La investigación se apoyó en observación directa y recolección manual de datos relacionados con ventas, tiempos de servicio y rotación de mesas. Posteriormente, se realizó un	Tiempos de servicio, control de ventas, rotación de mesas, nivel de digitalización y gestión de información operativa.	Los resultados sugieren que la incorporación progresiva de herramientas digitales puede mejorar el control de ventas, facilitar la recopilación de datos operativos y	El estudio se limita al diseño conceptual y funcional del sistema POS, por lo que no incluye una implementación completa ni pruebas extensas en diferentes entornos comerciales.	El artículo aporta un referente cercano al contexto del proyecto, especialmente en procesos de digitalización para pequeños negocios que aún dependen de procedimientos

usabilidad para comercios minoristas en Colombia.

			diagnóstico del nivel de madurez digital y se planteó el diseño de un sistema POS básico programado en Python.		apoyar la toma de decisiones basada en información real del negocio.		os manuales. Además, guarda relación con la propuesta de simplificar operaciones comerciales mediante un sistema POS más accesible y funcional.
Therese Ida Löbbert, Sarah Kühl y Aurelia Schütz (2026)	From stable to table: enhancing transparency on animal welfare labelling through communication strategies at the point of sale	Analizar cómo diferentes estrategias de comunicación en el punto de venta (POS) influyen en la comprensión de las etiquetas de bienestar animal, así como en la disposición de compra y pago de productos cárnicos provenientes de sistemas de mayor bienestar animal.	Estudio cuantitativo realizado en dos supermercados Kaufland en Alemania. Se aplicó una encuesta presencial a 182 participantes en el POS. Se utilizaron tratamientos informativos mediante texto, imágenes, videos 360° en tablet y realidad virtual (VR). Los datos fueron analizados con SPSS utilizando estadística descriptiva, ANOVA, pruebas χ^2 y t-test.	Nivel de comprensión de etiquetas de bienestar animal, percepción de condiciones de crianza, disposición de compra (WTB), disposición de pago (WTP), percepción de utilidad de la información, preferencia de formatos informativos, conciencia de etiquetas y variables sociodemográficas.	El 73.6% de los participantes mostró interés en recibir más información sobre bienestar animal. Todos los formatos informativos mejoraron la comprensión de las condiciones de crianza y aumentaron la disposición de compra y pago por productos de mayor bienestar animal. Las imágenes fueron el formato más efectivo y práctico para el POS debido a su rapidez y facilidad de comprensión.	La muestra fue limitada (182 personas) y obtenida en solo dos supermercados, por lo que los resultados no son completamente generalizables. El estudio se realizó en un entorno con múltiples estímulos y presión de tiempo. Además, se analizaron preferencias declaradas y no comportamientos reales de compra.	El estudio se relaciona con el proyecto actual porque analiza estrategias de comunicación y experiencia de usuario en un entorno de punto de venta, aportando evidencia sobre la presentación visual y la usabilidad influyen en la toma de decisiones del consumidor. Esto puede servir como referencia metodológica y conceptual para el desarrollo y evaluación de sistemas POS enfocados en mejorar la interacción y

							comprensión del usuario.
--	--	--	--	--	--	--	-----------------------------

El análisis de los artículos seleccionados permitió identificar diversas tendencias metodológicas y enfoques teóricos en el estudio de la usabilidad aplicada a sistemas digitales de comercio. En primer lugar, se observa que la mayoría de los estudios utilizan metodologías mixtas que combinan evaluaciones cuantitativas, análisis estadístico y pruebas de usabilidad con usuarios, con el objetivo de comprender cómo los factores de diseño influyen en la interacción con los sistemas. Asimismo, los marcos teóricos más utilizados se relacionan con el estudio de la experiencia de usuario (UX), la interacción humano-computador (HCI) y los modelos de aceptación tecnológica, los cuales buscan explicar la relación entre la facilidad de uso, la percepción del sistema y el comportamiento del usuario.

En cuanto a los resultados reportados, los estudios coinciden en que la usabilidad, la claridad de la interfaz y la eficiencia de la navegación son factores determinantes para mejorar la interacción del usuario con los sistemas digitales en entornos comerciales. Sin embargo, también se identifican vacíos en la literatura, especialmente en relación con el diseño de sistemas destinados a usuarios con bajos niveles de alfabetización digital o con menor familiaridad tecnológica. La mayoría de las investigaciones se centran en plataformas de comercio electrónico dirigidas a consumidores, mientras que existen menos estudios enfocados en sistemas internos utilizados por empleados en entornos de venta, como los sistemas de punto de venta.

En este contexto, el proyecto propuesto aporta una perspectiva aplicada al desarrollo de un software POS orientado a mejorar la usabilidad en un entorno real de negocio, considerando las necesidades de usuarios con diferentes niveles de experiencia tecnológica. De esta manera, el análisis de los estudios previos permite fundamentar el diseño del sistema y, al mismo tiempo, evidencia la relevancia de investigar soluciones que faciliten la interacción con herramientas digitales en pequeños negocios o entornos comerciales similares.

Metodología

Metodología de la investigación

En la realización del proyecto se escogió un enfoque mixto por la naturaleza de los datos que buscamos recolectar y analizar. Inicialmente consideramos un enfoque cualitativo, ya que nuestro interés principal es comprender las percepciones, experiencias y dificultades que enfrentan los usuarios al interactuar con sistemas POS en comercios minoristas. No obstante, identificamos que muchas de las preguntas planteadas en las encuestas (por ejemplo, de tipo “sí” o “no” o con escalas de valoración) pueden traducirse en datos numéricos propios de un enfoque cuantitativo. Esta dualidad nos permite combinar entrevistas, que ofrecen una visión profunda sobre la usabilidad y los retos percibidos, con encuestas estructuradas, que facilitan una recolección y análisis estadístico para obtener una visión más objetiva y generalizable. La integración de ambos enfoques otorga mayor validez a los resultados, pues no solo se identifican las causas de la insatisfacción y los retrasos en los procesos, sino que también se respaldan con datos numéricos que permiten contrastar y sustentar el diseño de una interfaz POS más intuitiva y ajustada a las necesidades reales de empleados y empleadores.

Población

Se conforma de los trabajadores en comercios minoristas de Bogotá, concretamente quienes están ubicados en la localidad de Suba. Consideramos que es un buen punto de partida con el fin de poder escalarlo a un estudio que abarque toda la ciudad.

Muestra

Empleados de los locales SurtiMax (ubicado en La Floresta) y Dulcería Seyma (ubicado en El Rincón), siendo estos comercios enfocados en venta de alimentos en general. Si bien el problema de investigación surge en la Dulcería Seyma como equipo de investigación consideramos pertinente evaluar las experiencias y perspectivas de los trabajadores de lugares distintos para enriquecer la investigación y en general le agregan valor al proyecto.

Alcance de la investigación

Se recolectarán opiniones de los trabajadores de locales minoristas quienes hacen uso del software POS dentro de sus operaciones habituales con el fin de evaluar la eficiencia y comodidad del aplicativo y determinar qué tan importante es el rol que cumple dentro de las ventas como para gestión de inventario (si cuentan con esa función).

Como investigadores, también haremos uso del software para poder dar nuestras propias conclusiones, poniéndonos de manera directa dentro del rol del usuario e integrándonos de manera activa dentro del flujo de trabajo en el que ellos participan constantemente. A partir de esta experiencia, documentaremos el flujo de trabajo y los diferentes procesos realizados dentro del software.

La documentación de experiencias y del flujo de trabajo solamente estarán ligadas a las interacciones entre el usuario y el sistema. Es decir, dentro de la recolección de datos no nos

involucraremos en las demás actividades en las que participen los empleados y que no involucren al software (por ejemplo, labores de aseo o de logística).

Variables de investigación

Las principales variables a las que la investigación apuntan están planteadas para verse desde el punto de vista del usuario, lo que las clasifica como dependientes. Muchas de estas se plantearán dentro de escalas de Likert para medir niveles de satisfacción, así que tienen una “naturaleza dual” tal y como se menciona en el enfoque de la investigación. Como cualitativas, se considerarían nominales, y como cuantitativas, se considerarían de razón y discretas. Las variables entran dentro de las siguientes categorías:

- I. Frecuencia de uso: se evalúa qué tan seguido el empleado hace uso del software, y si el uso de este es obligatorio para todas las ventas o no. Esta variable no aplicaría para la experiencia
- II. Usabilidad: se evalúa si el software es sencillo de usar o no desde el punto de vista del usuario, teniendo en cuenta la distribución e implementación de funciones a lo largo del software.
- III. Adaptabilidad: puede que el software actual funcione bien dentro del alcance de quien lo desarrolló, ¿pero se ajusta a las necesidades y deseos del usuario? ¿está completo o le faltan funciones?
- IV. Estética: se evalúa el apartado estético del software, incluyendo colores, formas, ajustes de fuente y diseño general de interfaz, determinando si es del agrado del usuario y qué tan pertinente o no resulta que sea estético para poder hacer uso de este.

- V. Eficacia e importancia: se evalúa si el software aporta valor a las operaciones de la empresa, reduciendo tiempos y recursos utilizados en comparación a métodos tradicionales, como facturas escritas a mano o gestión manual de inventario.
- VI. Optimización: se evalúa el funcionamiento del sistema a nivel interno desde el punto de vista del usuario, es decir, si funciona bien o si presenta errores, y de ser así con qué frecuencia ocurren.

Métodos e instrumentos para la recolección de datos

Para recolectar los datos necesarios para el análisis se tiene contemplado realizar un trabajo de campo, situándonos directamente en el local para interactuar tanto con los empleados como con el sistema.

En primera instancia, se usarán entrevistas presenciales como forma de recolectar datos sobre la frecuencia de uso y calidad de softwares ya implementados en mercados minoristas. Además de esto, las entrevistas y el uso de cuestionarios o formularios digitales creados a partir de las variables definidas anteriormente también permitirá conocer la satisfacción de los empleados y administradores de estos comercios frente a las funciones del sistema y su desempeño en las operaciones habituales de trabajo.

Dentro de estas visitas, el trabajo de campo también involucra documentar el proceso que siguen los empleados a la hora de generar una factura y enfocarnos en que aspectos les resulta a estos más difícil realizar con normalidad el trabajo de facturación. Se harán anotaciones de cada aspecto que los empleados encuentren positivo o negativo en el software ya implementado como forma de conocer que aspectos les resulta más cómodos que contenga y qué tan claras son las interacciones a la hora de realizar cada proceso.

Finalmente, nosotros mismos como investigadores realizaremos un proceso de facturación en el sistema utilizando como referencia la documentación del flujo en el programa realizada previamente, con el fin de brindar nuestras propias perspectivas en el mismo formato de entrevistas y cuestionarios en el que participan los empleados para hacerlo de la manera más genuina posible.

Metodología de desarrollo del software

Para el desarrollo del sistema POS propuesto se adoptará un enfoque de desarrollo ágil basado en el marco de trabajo Scrum, el cual permite organizar el trabajo de manera iterativa e incremental. Este enfoque resulta adecuado para el proyecto debido a que facilita la adaptación continua del sistema a partir de la retroalimentación obtenida durante el proceso de investigación con los usuarios.

El desarrollo se estructurará en sprints de dos semanas, durante los cuales se implementarán funcionalidades específicas del sistema. Cada sprint tendrá como objetivo producir un incremento funcional del software que pueda ser evaluado y ajustado según las necesidades identificadas en el trabajo de campo y en los resultados obtenidos mediante entrevistas y cuestionarios aplicados a los empleados de los comercios minoristas. El proceso de trabajo seguirá la estructura tradicional de Scrum, compuesta por las siguientes etapas:

Planning

El equipo identifica las funcionalidades a desarrollar durante el sprint (con una duración de 2 semanas), junto con los deseos, necesidades o dolores del cliente, y se planifican las actividades en función a este análisis. Se define el alcance del sprint y se marca un objetivo claro que todos deben seguir.

Desarrollo del sprint

Durante el ciclo de trabajo se implementará un sistema de reuniones diarias (dailies) en las cuales el equipo informa qué contribuirá al desarrollo y/o diseño del software durante el día. Se negocian pruebas, funcionalidades, y sobre todo, se comunican impedimentos o bloqueos con respecto al trabajo realizado o que se va a realizar.

Review

Al finalizar cada sprint se realizará una revisión del trabajo realizado, mostrando qué valor genera para el proyecto lo desarrollado en el software. En esta reunión se evalúa junto al cliente si las funcionalidades implementadas cumplen con los objetivos planteados y si responden adecuadamente a las necesidades identificadas en los usuarios de la dulcería según el análisis hecho en la planning. El cliente dará su respectivo feedback el cual se tendrá en cuenta para el siguiente sprint.

Retrospectiva

El equipo reflexiona sobre el trabajo realizado durante el ciclo de trabajo para ver en qué falló y qué puede mejorar. No se involucran temas puntuales del software o del proyecto en sí, sino que el foco de la reunión es cómo se siente el equipo ante las dificultades encontradas tanto por el proyecto como por las interacciones entre el mismo equipo de trabajo.

La aplicación de Scrum permitió desarrollar el sistema POS de manera progresiva, integrando los resultados de la investigación de campo dentro del proceso de diseño del software. Cada iteración contribuyó a mejorar tanto usabilidad como lógica del sistema y a asegurar que el producto final responda de manera efectiva a las necesidades y deseos reales de los usuarios.

Resultados

Se desarrolló un sistema de punto de venta de escritorio basado en los resultados del análisis. Este sistema se adapta a las condiciones de trabajo en los comercios, como la conectividad limitada, los diferentes niveles de experiencia de los usuarios y la necesidad de estabilidad en el procesamiento de transacciones.

Implementación de la arquitectura del sistema

El sistema se divide en cuatro partes definidas de manera concreta: la base de datos, el backend, el frontend y la capa de escritorio. Cada parte se puede desarrollar, probar y mantener por separado. Esto hace que el sistema sea más escalable sin ser demasiado complicado para el usuario ni para el desarrollador. La base de datos utiliza SQLite con la librería better-sqlite3, el backend utiliza Node.js con Express y TypeScript, el frontend utiliza React con TypeScript y Vite, y la capa de escritorio utiliza la herramienta Electron (es decir, no se maneja como una aplicación web sino como una app de escritorio).

La comunicación entre estas partes sigue un orden específico; la capa de escritorio utiliza el frontend, el frontend hace solicitudes al backend mediante Axios (peticiones HTTP en los endpoints), y el backend gestiona la base de datos. Esto garantiza que los datos se procesen de manera coherente y facilita la identificación de errores.

Diseño e implementación de la base de datos

Se creó un esquema relacional con ocho tablas: categorías, tipos de impuesto, productos, clientes, ventas, artículos de venta, usuarios y sesiones. El orden de creación de las tablas se basó en las dependencias de clave foránea, creando primero las categorías y los tipos de impuesto.

Las decisiones de diseño se basan en los requisitos operativos identificados en el trabajo de campo. Por ejemplo, el precio unitario de los productos se calcula automáticamente, lo que reduce la redundancia en la lógica de la aplicación y minimiza los errores de digitación. Las tablas de productos, clientes y usuarios implementan la eliminación lógica, lo que preserva la integridad de los registros históricos sin exponer esta complejidad al usuario. Los registros de ventas son inmutables, lo que garantiza la trazabilidad completa de las transacciones.

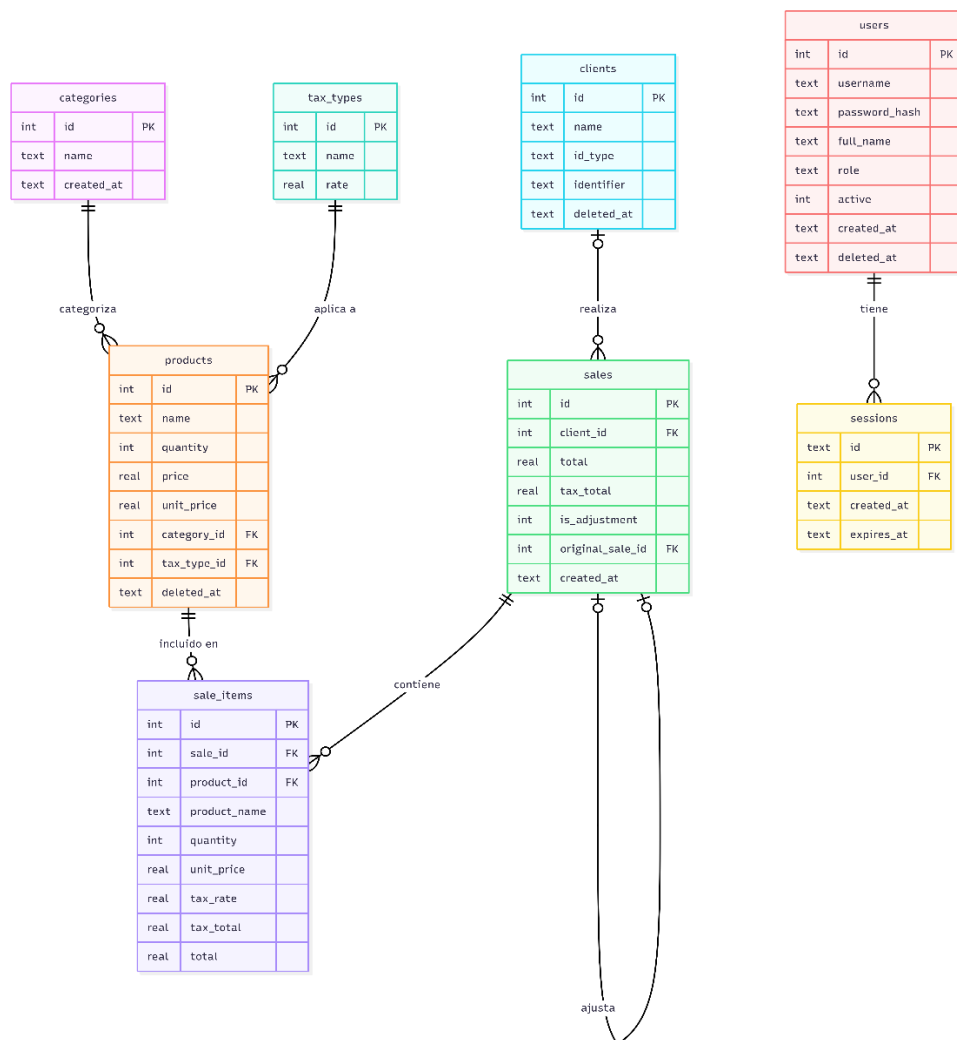


Figura 2.

Modelo de datos del sistema POS.

Módulos funcionales del backend

El backend expone siete módulos a través de una API REST, cada uno organizado de acuerdo con el patrón modelo-servicio-controlador-rutas. Estos módulos son: autenticación, productos, clientes, facturación, categorías, tipos de impuesto y usuarios. Esta organización modular permite agregar o modificar funcionalidades sin afectar el resto del sistema, lo que resulta útil para los comercios cuyas necesidades pueden cambiar con el tiempo.

Interfaz de usuario y control de acceso

El control de acceso se implementó mediante dos middlewares encadenados: `requireAuth` y `requireRole`. El primero verifica la sesión activa del usuario, mientras que el segundo restringe las operaciones sensibles al rol de administrador. Esto responde a la necesidad de separar las acciones disponibles para el empleado de mostrador de aquellas reservadas al administrador del negocio. El frontend implementa nueve páginas con navegación gestionada mediante React Router DOM. Cada ruta está protegida por el componente `ProtectedRoute`, que verifica la autenticación del usuario y restringe el acceso a los módulos administrativos. El diseño visual adopta una paleta oscura con un color de acento cian, lo que reduce la fatiga visual en jornadas de uso prolongado. El control de acceso en la interfaz diferencia dos perfiles: el administrador y el empleado. El administrador tiene acceso total a todos los módulos, mientras que el empleado puede crear y editar productos, clientes y ventas, pero no puede eliminar registros ni acceder a los módulos administrativos.

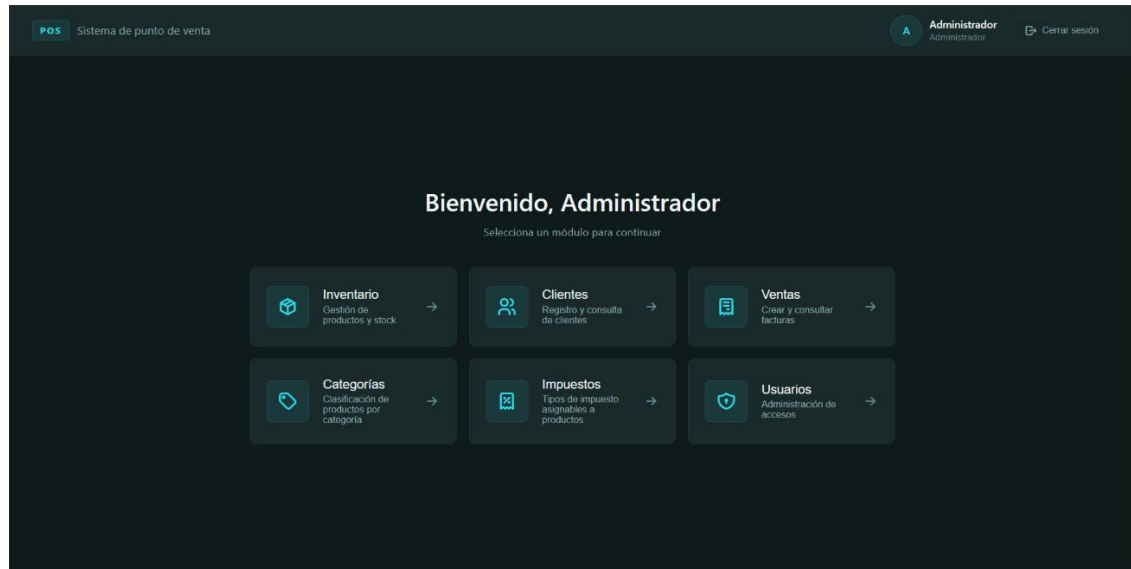


Figura 3.

Interfaz de usuario en el rol de administrador del POS.

Flujo operativo del sistema

El ciclo operativo comienza con la autenticación del usuario, que genera un token almacenado localmente e inyectado automáticamente en cada solicitud HTTP. El proceso de venta permite asociar un cliente, agregar productos con sus cantidades y calcular en tiempo real el subtotal, el desglose de impuestos por ítem y el total de la venta. Esta lógica se ejecuta en el backend, manteniendo el frontend como capa exclusiva de presentación e interacción lo que simplifica la interfaz y reduce la carga cognitiva sobre el usuario.

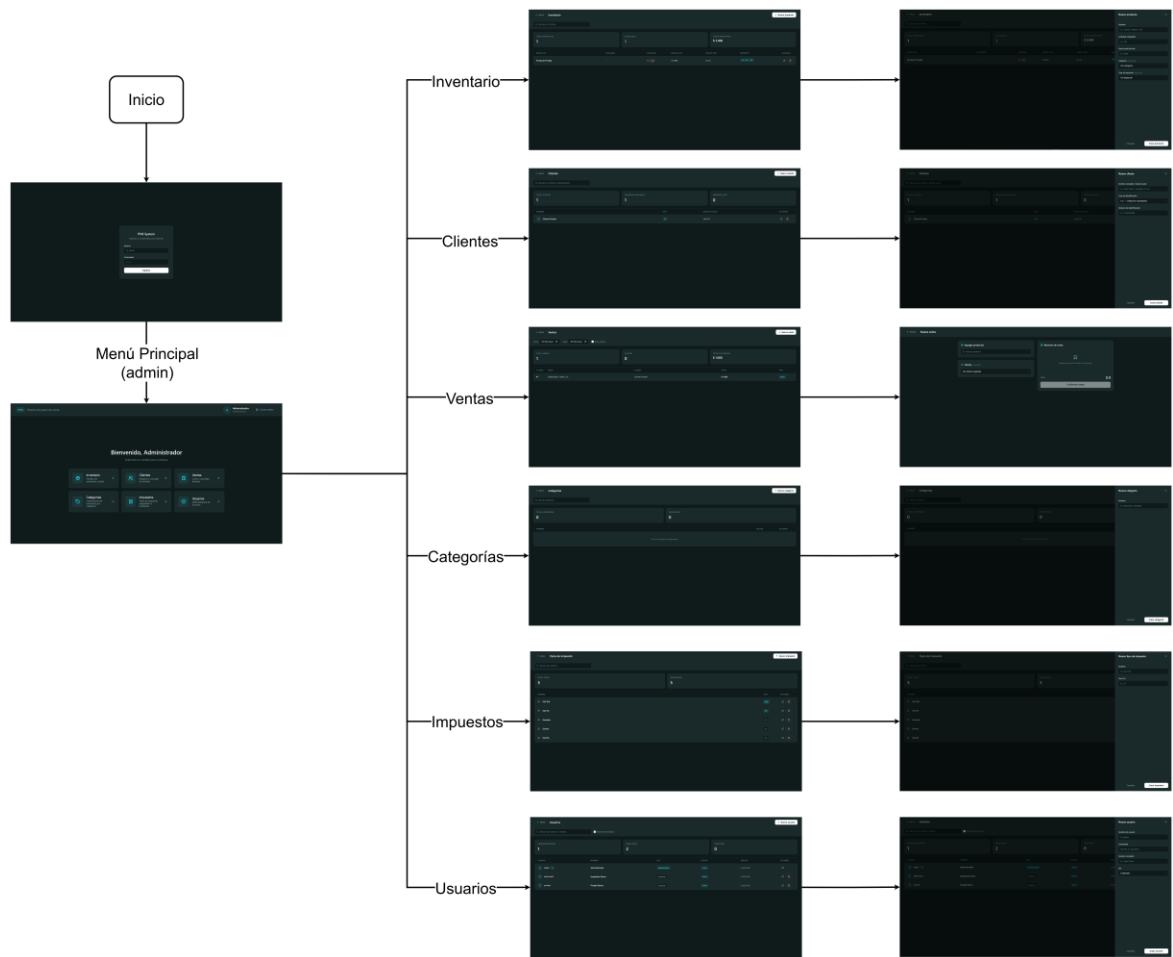


Figura 4.

Diagrama de flujo operativo del sistema POS

Análisis de resultados

Los resultados obtenidos en los negocios evaluados permitieron identificar patrones comunes en la experiencia de los usuarios con los sistemas POS actuales. Los empleados señalaron encarecidamente tres dificultades claves en el proceso cotidiano: la retroalimentación insuficiente del sistema ante acciones realizadas, la distribución poco intuitiva de funciones dentro de la interfaz y la extensión del proceso de facturación, que requería un número elevado de pasos para completar

una simple venta. Estos problemas se acentuaban en los empleados con menor familiaridad tecnológica, quienes reportaron mayor frecuencia de errores operativos y mayor tiempo de atención por cliente. La consistencia interna del instrumento de medición fue validada mediante el coeficiente alfa de Cronbach ($\alpha = 0.78$), lo que respalda la fiabilidad de los datos recolectados.

Los resultados obtenidos tras las pruebas del prototipo con usuarios reales confirmaron que el sistema desarrollado responde de manera efectiva a las necesidades identificadas. En términos de eficiencia operativa, los usuarios reportaron una reducción estimada del 35% en el tiempo promedio de facturación respecto al sistema previamente utilizado en los establecimientos, lo que representa una mejora tangible en la agilidad del proceso de venta. Esta reducción es atribuible principalmente a la simplificación del flujo de facturación, que redujo la cantidad de pasos requeridos para completar una transacción y organizó las funciones del sistema de manera más accesible para el usuario.

En cuanto a la experiencia de uso, el sistema obtuvo una puntuación de satisfacción de 78 sobre 100 en las pruebas de usabilidad, lo que demuestra una valoración positiva por parte de los participantes frente a la interfaz propuesta. Esta puntuación indica que el diseño adoptado con navegación clara entre módulos, retroalimentación inmediata ante cada acción y diferenciación de perfiles de usuario fue percibido como intuitivo y adecuado para el entorno de trabajo de los comercios evaluados. Los usuarios destacaron especialmente la reducción de pasos en el proceso de facturación y la claridad con la que el sistema comunica el estado de cada operación, aspectos que contrastan directamente con las dificultades reportadas durante el trabajo de campo con los sistemas previamente en uso.

Propuesta de solución a la problemática

Para resolver la problemática de la carencia de un software sencillo de utilizar e instalar, el siguiente paso es, naturalmente, alinear la solución con el marco normativo colombiano. En materia

tributaria, la integración con la DIAN para facturación electrónica (formato XML UBL 2.1, generación del CUFE y conexión con un Proveedor Autorizado) representa el reto más significativo, junto con la incorporación de los campos obligatorios que exige la Resolución 000042 de 2020, como el régimen tributario de las partes, la forma de pago y la discriminación completa de impuestos por línea. En paralelo, el manejo de datos personales de clientes y usuarios deberá ajustarse a la Ley 1581 de 2012 y sus decretos reglamentarios, lo que implica formalizar una política de tratamiento de datos y garantizar los derechos de los titulares. Para finalizar, se contemplan algunos aspectos de seguridad como la migración del esquema de contraseñas a un algoritmo robusto (bcrypt o argon2) en lugar del ya implementado SHA-256 y la eventual consideración del ICA según el municipio de operación. Con estas consideraciones, se establece el panorama de adecuación legal que el proyecto deberá abordar en su siguiente fase.

Discusión

Tanto la investigación como el desarrollo del software POS buscaban responder a un componente estrictamente técnico. El proyecto desde un inicio estaba centrando en cómo se podría mejorar la usabilidad del software previamente existente, o de las alternativas a disposición de los usuarios, y en ese orden de ideas nosotros consideramos, en función al feedback recibido con empleados y con negocio en general, que el proyecto fue un éxito. Las consideraciones legales planteadas anteriormente para alinear el proyecto con los parámetros y/o normativas colombianas se encontraban fuera del alcance del desarrollo.

El feedback recibido muestra que durante el diseño hubo bastantes aciertos como la elección en la paleta de colores y en el manejo de un tema oscuro que no lastime a la vista como lo haría un tema claro o con colores fuertes y saturados. No se contempló un sistema de generación de reportes desde el inicio, y por ello no se implementó, sin embargo, es entendible que un sistema como este sí podría beneficiarse de esta clase de datos o funciones, y permite al desarrollador considerar implementaciones técnicas a futuro que van más allá del tratamiento de datos o de seguridad.

Plan de divulgación

Desde un inicio, el equipo de trabajo tuvo claro que el objetivo debería ser un software gratuito y de código abierto. Después de todo, el objetivo no es tener un software competente para empresas de alto calibre como multinacionales, sino que se está apuntando hacia un público minorista y que es poco afín a la tecnología.

Como se mencionaba anteriormente, el siguiente paso es cumplir con normativas legales y estándares acorde a lo que plantea la DIAN para el manejo de facturas, y una vez que estas dos cosas estén en pie y exista un software realmente “distribuable”, el plan a seguir sería generar documentación como guías, manuales o instructivos de uso para que la gente pueda entender el

funcionamiento, así como una versión portable de escritorio con su propio instalador. Esta versión del software, idealmente, estaría dentro de una página web con el fin de tener un botón de descarga directa y una experiencia mucho más sencilla a comparación de lo que sería clonar un repositorio desde plataformas como GitHub, GitLab o similares.

El equipo considera pertinente acudir a iniciativas como lo pueden ser Impacta, puesto que el software tiene mucho potencial para monetización en un futuro en la medida en la que permitiría una gestión de facturas electrónicas y, a medida que el comercio minorista quiera crecer, nuestro software tiene potencial para entregar de una manera inmediata la ayuda que necesitan en cuanto a la gestión de factura electrónica y/o de contabilidad ante entidades como la DIAN.

Además, un proyecto como este se puede prestar para pavimentar el camino hacia proyectos de implementación de e-commerce. La arquitectura manejada, las interfaces, o la misma base de datos que se manejan aquí son invaluables para expandir el funcionamiento del software hacia un proyecto más grande que incluya la interacción con el comprador, y el siguiente paso de todo comercio minorista para crecer en el mundo contemporáneo reside en la transformación digital; poder acercarse a más clientes es invaluable para cualquier negocio, y este proyecto sienta las bases de sistemas más grandes como catálogos virtuales e incluso pedidos en línea. Naturalmente, la infraestructura se expande hacia servidores más grandes y robustos involucrando servicios que previamente no se contemplaban aquí como AWS, Azure, servicios de Datalake, herramientas de gestión de datos en la nube y en tiempo real y muchos otros horizontes.

Conclusiones

El proyecto permitió el desarrollo e implementación de un sistema de facturación tipo POS orientado a mejorar la usabilidad en los comercios minoristas, respondiendo a una problemática identificada en relación con la complejidad que presentan los sistemas que ya son existentes y las dificultades a las cuales se enfrentan los usuarios que presentan una baja alfabetización digital. A partir del estudio investigativo, se logró evidenciar que la implantación de este nuevo sistema centrado en el usuario no solo mejoraría la experiencia a la hora del uso, sino que también permitiría optimizar la eficiencia operativa en los entornos reales de un negocio.

Con relación al objetivo central, se cumple un diseño e implantación de un prototipo funcional de un sistema POS el cual cuenta con una interfaz intuitiva, clara y más accesible, en donde se demostró ser viable por medio de pruebas con usuarios reales. Los resultados obtenidos representan una reducción del 35% en tiempo de facturación y un aumento en cuanto la satisfacción del 78 sobre un 100, lo cual afirma que un adecuado aplicativo que cuente con buenos principios de usabilidad impacta directamente los niveles de eficiencia y percepción positiva del sistema por parte de los usuarios. De esta manera, se da como validado la hipótesis que fue planteada, en donde se establece que un sistema POS desarrollado bajo los principios de experiencia de usuario facilita la adopción y genera una mejora en el desempeño de los procesos de venta.

En cuanto al primer objetivo específico, en relación al análisis de las necesidades y las dificultades de los usuarios, las encuestas, entrevistas y las observaciones de los mismos, fueron las que permitieron identificar los problemas más comunes en los sistemas actuales, algunos ejemplos son las interfaces poco intuitivas, procesos largos para registrar una venta y la baja claridad en la organización de las funciones del aplicativo. Estos hallazgos son acordes a la literatura revisada, en la cual se menciona que hay complejidad de los sistemas y una falta de claridad en la interfaz gráfica

lo cual genera una barrera significativa para la adopción tecnológica, especialmente en usuarios que tienen poca experiencia digital.

Respecto al segundo objetivo específico, el cual fue orientado al diseño de la interfaz del sistema, se logró diseñar y estructurar un prototipo basado en principios de experiencia de usuario (UX) y usabilidad, en donde se priorizo la simplicidad, una claridad visual y una optimización en pasos de ejecución de venta. Los resultados evidencian que estos elementos si influyeron de forma positiva en la interacción con el sistema, reduciendo la carga cognitiva y promoviendo una facilidad en el aprendizaje. Este resultado esta alineado a teorías como la de Technology Acceptance Model (TAM), en donde se busca facilitar el uso percibido en dirección a la aceptación de la tecnología.

En cuanto al tercer objetivo específico, se logró validar el funcionamiento del prototipo a nivel técnico en un entorno real, en donde las pruebas realizadas demostraron que el sistema no solo tiene funciones básicas de facturación y control de inventario, sino que también potencia operaciones comerciales y la interacciono entre el usuario y el sistema. Además, el diseño del modelo de datos y la estructura del con la cual se trabajó el sistema, permite una optimizada gestión de la información, lo cual contribuye a escalabilidad y sostenibilidad de la solución con el paso del tiempo.

Por parte del análisis que se hizo con el estado del arte, se logró identificar que la mayoría de los estudios se enfocaban en plataformas de comercio electrónico más orientadas al consumidor, dejando un vacío en investigaciones relacionadas con sistemas POS internos manipulados por los empleados, específicamente en contextos de microempresas. En este sentido, el proyecto contribuye ampliamente a esa solución enfocada a los usuarios reales con diferentes niveles de experiencia tecnológica. Asimismo, se reafirmó que factores tales como la usabilidad, la claridad y la eficiencia son pilares fundamentales para el éxito de las herramientas digitales en los entornos comerciales.

Para finalizar, el proyecto demostró que el diseño centrado en el usuario aplicado en los sistemas POS representa una estrategia eficaz para la mejora de la adopción tecnológica en microempresa,

reduciendo errores operativos y optimizando procesos comerciales. La solución propuesta no solo es una respuesta a la necesidad identificada al contexto colombiano, sino que también evidencia la importancia del desarrollo de tecnologías accesibles, intuitivas y alineadas a las capacidades reales de los usuarios, contribuyendo a la mejora y fortalecimiento de la transformación digital de pequeños negocios.

Referencias bibliográficas

- Dirección de Impuestos y Aduanas Nacionales. (2024). *Resolución 000042*. DIAN.
<https://www.dian.gov.co>
- Nielsen, J. (1994). *Usability engineering*. Academic Press.
<https://doi.org/10.1016/C2009-0-21559-2>
- Norman, D. A. (2013). *The design of everyday things*. Basic Books.
<https://www.basicbooks.com/titles/don-norman/the-design-of-everyday-things/9780465050659>
- Rogers, E. M. (2003). *Diffusion of innovations* (5th ed.). Free Press.
<https://doi.org/10.2307/2068562>
- Davis, F. D. (1989). *Perceived usefulness, perceived ease of use, and user acceptance of information technology*. *MIS Quarterly*, 13(3), 319–340.
<https://doi.org/10.2307/249008>
- ISO. (2018). *ISO 9241-210: Ergonomics of human-system interaction — Part 210: Human-centred design for interactive systems*. International Organization for Standardization.
<https://www.iso.org/standard/77520.html>
- Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones de Colombia (MinTIC). (2023). *Transformación digital para MIPYMES en Colombia*. Gobierno de Colombia.
<https://www.mintic.gov.co>
- López, M., & Rincón, J. (2022). *Usabilidad y adopción de sistemas POS en microempresas latinoamericanas: un estudio exploratorio*. *Revista Iberoamericana de Tecnología en los*

Negocios, 9(2), 45–59.

<https://doi.org/10.23913/ritn.v9i2>

- Villalobos, J. C., & García, P. (2021). *Interfaces intuitivas y experiencia de usuario en aplicaciones móviles para comercios minoristas. Revista Colombiana de Computación*, 22(1), 55–68.
<https://doi.org/10.29375/rcdc>
- Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE). (2024). *Digital transformation of SMEs*. OECD Publishing.
<https://doi.org/10.1787/bdb9256a-en>
- Ariski Try Anggara. (2025). *Design of a Web-Based Point of Sale System for Warung Bakso Megaria*.
<https://www.newinera.com/index.php/JournalLaMultiapp/article/view/1931/1707>
- Gómez-Delgado, J., Marín-Palacios, C., & Moreno, L. (2026). *Integrating accessibility, usability and UX in web project management: a systematic review. Universal Access in the Information Society*, 25(1).
<https://doi.org/10.1007/s10209-025-01298-0>
- Kollmorgen, J., Pilz, J., da Silva, T. S., Thomaschewski, J., & Schön, E. M. (2026). *State of the art of Agile User Experience: Challenges and solution approaches. Computer Standards and Interfaces*, 96.
<https://doi.org/10.1016/j.csi.2025.104083>
- Vizcarra, A., Quiroz, G., & Cornejo, J. (2026). *The Impact of User Interface and Experience (UI/UX) Design on Visual Ergonomics: A Technical Approach for Reducing Human Error in Industrial Settings. Designs*, 10(1), 8.
<https://doi.org/10.3390/designs10010008>

- Wang, C., & Rey, W. P. (2026). *Securing Retail Payments: A PCI-DSS Compliant Network Design for Distributed Point-of-Sale Systems*. ICCIP 2025 - 2025 The 11th International Conference on Communication and Information Processing, 584–591.
- Jun, S., Lee, H., & Park, J. (2025). *Digital readiness, trust and technology adoption in retail information systems*. *Journal of Retail Technology Studies*, 18(2), 112–128.
- Xie, Y., Chen, L., & Zhao, H. (2026). *Technology Acceptance Model and usability factors in digital payment systems*. *International Journal of Human-Computer Interaction*, 42(4), 301–317.
- Merriweather, A., Collins, P., & Hughes, R. (2026). *Cognitive load and interface organization in transactional systems*. *Journal of User Experience Design*, 15(1), 44–60.
- Mostefai, N., Benali, K., & Rahmani, A. (2025). *Process simplification and operational efficiency in digital point-of-sale systems*. *International Journal of Information Systems and Retail Management*, 11(3), 201–219.
- Alsuhaibany, A. (2026). *Fintech transformation and the evolution of retail payment infrastructures*. *Journal of Financial Technology and Digital Commerce*, 8(2), 77–95.
- Mishra, R., & Senapati, S. (2026). *Real-time fraud detection in distributed POS systems using edge computing and machine learning*. *International Journal of Information Security and Applications*, 72, 103421.
- Spicka, J., & Dvoráková, K. (2026). *The impact of self-checkout technology implementation on B2B customer shopping behavior*. *Retail and Consumer Services Review*, 14(2), 88–105.
- Velasco, M., Herrera, P., & Ruiz, L. (2026). *Design and Proposal of a POS System as a Digitalization Strategy for Small Restaurants*. *Journal of Small Business Digitalization*, 6(1), 15–29.

- Maurat, L., Pérez, D., & Salinas, F. (2024). *Artificial intelligence integration in automated POS systems and inventory forecasting. International Journal of Smart Commerce Systems*, 9(4), 55–73.
- Bachu, R. (2025). *User-centered POS software architectures for small retail businesses. Software Engineering and Commerce Review*, 12(1), 34–48.
- Zulfiqar, M., Ahmed, T., & Khan, R. (2025). *Intelligent retail systems and customer experience optimization through POS technologies. Journal of Digital Retail Innovation*, 7(3), 144–162.
- Löbber, T. I., Köhl, S., & Schütz, A. (2026). *Automation and customer interaction in modern retail checkout systems. European Journal of Retail Technology*, 19(2), 91–108.