

Design of a Corrective Feedback Software for Coffee Growers in the Department of Cauca Using a User-Centered Design Methodology (UCD)

Diseño de un Software de Retroalimentación Correctiva a Caficultores en el Departamento del Cauca Utilizando una Metodología de Diseño Centrada en el Usuario (UCD).

Luis Fernando Moncayo Marulanda ^{1,*} , Carolina González Serrano ¹ 

¹ Universidad del Cauca; moncayol@unicauca.edu.co

¹ Universidad del Cauca; cgonzals@unicauca.edu.co

* Correspondencia: moncayol@unicauca.edu.co

Recibido: 11/03/2024
Aceptado: 02/04/2024
Fecha de Publicación: 27/11/2024



Derechos de autor: © 2024

Resumen: Considerando la relevancia de la industria de la caficultura para Colombia y en específico para el departamento del Cauca y a causa de los desafíos de sostenibilidad que presenta la industria en el departamento, el artículo presenta el proceso de diseño, haciendo uso de una metodología UCD, de una plataforma digital que pretende aportar en el mejoramiento la calidad del café en el departamento del Cauca, Colombia. Se emplea una metodología de diseño de software ágil e iterativa que permita dar solución efectiva a las necesidades de los diferentes usuarios identificados. Como resultado se obtiene un diseño de Software que contiene historia de usuarios, casos de uso, secuencia de uso, estructura de datos y evaluación. Haciendo uso de tecnologías modernas y flexibles como TypeScript, React y React DO se desarrolló un prototipo para ser evaluado con catadores de café en el Cauca que manifestaron una comprensión y un interés de la plataforma expuesta. En conclusión, la metodología ágil de diseño de Software UCD demostró ser efectiva. Además, se concluye que la implementación de esta plataforma representaría un aporte importante para la industria cafetera del Cauca, promoviendo mejores prácticas en pro del aumento de las ganancias de los caficultores y el fortalecimiento de la competitividad regional. Se sugiere que investigaciones futuras exploren la adopción de la plataforma en otras regiones cafetaleras de Colombia y a nivel internacional.

Palabras clave: Diseño Software, diseño centrado en el usuario, caficultura, Cauca, sostenibilidad

Abstract: Considering the relevance of the coffee industry for Colombia and specifically for the department of Cauca and because of the sustainability challenges that the industry presents in the department, the article presents the design process, using a UCD methodology, a digital platform that aims to contribute to improving the quality of coffee in the department of Cauca, Colombia. An agile and iterative software design methodology is used to provide effective solutions to the needs of the different identified users. As a result, a software design is obtained that contains user history, use cases, sequence of use, data structure and evaluation. Using modern and flexible technologies such as TypeScript, React and React DO, a prototype was developed to be evaluated with coffee tasters in Cauca who expressed an understanding and interest in the exposed platform. In conclusion, the agile UCD Software design methodology proved to be effective. Furthermore, it is concluded that the implementation of this platform would represent an important contribution to the Cauca coffee industry, promoting best practices to increase the profits of coffee growers and strengthen regional competitiveness. It is suggested that future research explore the adoption of the platform in other coffee-growing regions of Colombia and internationally

Keywords: Software Design, user-centered design, coffee growing, Cauca, sustainability

DOI: <https://doi.org/10.57173/ritc.v1n18a4>

1. Introducción

La industria cafetera colombiana ha sido un componente central en la historia y la economía del país desde su introducción en el siglo XVIII. La producción y exportación de café han dejado una huella indeleble en la identidad nacional y han desempeñado un papel crucial en el crecimiento económico de Colombia a lo largo de los años [1].

El café colombiano no solo es una fuente de ingresos económicos para los productores, sino también un embajador de la cultura y la tradición colombiana en el ámbito internacional. Colombia ha consolidado su posición como uno de los principales productores y exportadores de café a nivel mundial. Este logro ha contribuido significativamente a la balanza comercial del país y ha generado importantes ingresos para la economía nacional. La calidad y el sabor distintivo del café colombiano han posicionado al país como un referente en la industria cafetera mundial, atrayendo la atención de consumidores y amantes del café en todo el mundo. El café colombiano, reconocido por su calidad y sabor distintivo, ha conquistado los mercados internacionales y ha ganado la preferencia de consumidores exigentes en todo el mundo[1].

En este contexto, el departamento del Cauca se destaca como uno de los epicentros de la producción cafetera en Colombia. Su clima y condiciones geográficas favorables lo convierten en un terreno propicio para el cultivo de café de alta calidad [2]. La producción cafetera en el Cauca no solo genera empleo y oportunidades de desarrollo para las comunidades locales, sino que también contribuye de manera significativa a la economía regional y nacional [3].

En el departamento del Cauca, la industria caficultora es el sustento económico de aproximadamente 90 mil pequeñas familias pertenecientes a comunidades étnicas y campesinas. Estas familias, cuya actividad principal es el cultivo del café, trabajan en parcelas de tierra que promedian una hectárea por familia. Sin embargo, a pesar de su arraigo en la producción cafetera, estas comunidades enfrentan un desafío constante: la sostenibilidad económica [4] .

La producción de café de alta calidad emerge como una estrategia fundamental para asegurar la estabilidad económica de las familias caficultoras en el Cauca. La calidad del café no solo garantiza mejores precios en el mercado, sino que también promueve relaciones comerciales sólidas y sostenibles con los compradores. La producción de café de alta calidad representa, entonces, una ventaja competitiva crucial para las familias caficultoras, permitiéndoles acceder a mercados premium y maximizar sus ingresos [5].

En este contexto, la difusión de buenas prácticas se convierte en un factor determinante para la transición hacia una caficultura más sostenible y rentable. La adopción de técnicas de cultivo innovadoras, el uso eficiente de recursos naturales y la implementación de procesos de postcosecha adecuados son aspectos clave que contribuyen a mejorar la calidad del café y, por ende, a fortalecer la economía de las familias caficultoras [6].

Además, la producción de café de alta calidad ofrece beneficios adicionales para las familias caficultoras en términos de salud y medio ambiente. La implementación de prácticas agrícolas sostenibles contribuye a la conservación de los recursos naturales y la biodiversidad, garantizando la salud del ecosistema cafetalero a largo plazo. Asimismo, la producción de café de calidad se traduce en un producto final más saludable y seguro para los consumidores, al reducirse el uso de agroquímicos y pesticidas [7].

Por otro lado, la producción de café de alta calidad promueve la inclusión social y el desarrollo económico de las comunidades caficultoras en el Cauca. El acceso a programas de capacitación y asistencia técnica, así como la participación en iniciativas de certificación y comercialización justa, empodera a las familias caficultoras y les brinda oportunidades para mejorar sus condiciones de vida y alcanzar un mayor bienestar económico [5].

La producción de café de alta calidad representa una estrategia integral para asegurar la sostenibilidad económica, social y ambiental de las familias caficultoras en el departamento del Cauca. La mejora continua de la calidad del café y la adopción de

prácticas agrícolas sostenibles son pilares fundamentales que impulsan el desarrollo de la industria cafetera y contribuyen al progreso de las comunidades caficultoras en la región. En este sentido, la difusión de buenas prácticas y el fortalecimiento de capacidades son aspectos clave que deben ser promovidos y apoyados por los diferentes actores del sector cafetalero, con el fin de garantizar un futuro próspero y sostenible para la caficultura en el departamento del Cauca y en Colombia en general [2].

La Federación Colombiana del Café ha implementado diversas estrategias de difusión informativa destinadas a mejorar las prácticas entre los caficultores del Cauca y del país en general. Aunque estas estrategias han tenido un impacto generalmente positivo, aún queda mucho por hacer para alcanzar los estándares deseados de calidad y sostenibilidad. Una de las estrategias más efectivas para mejorar la calidad del café es realizar análisis físicos y sensoriales del producto. Estos análisis ayudan a identificar posibles "defectos" que podrían estar relacionados con fallas o deficiencias en el proceso de producción [5].

Una de las limitaciones primordiales que enfrentan los caficultores en el departamento del Cauca radica en la ausencia de retroalimentación respecto a la calidad de sus productos. Con frecuencia, los caficultores se ven desprovistos de información detallada acerca del perfil de sabor, las características sensoriales y otros aspectos relevantes de su café. Esta carencia de retroalimentación surge debido a que los compradores, inmersos en múltiples responsabilidades, encuentran difícil dedicar tiempo a proporcionar comentarios detallados a los productores. Esta falta de retroalimentación no solo obstaculiza la identificación de áreas de mejora, sino que también dificulta la implementación de prácticas agrícolas más efectivas.

Considerando las condiciones actuales de la caficultura en el Cauca, surge el objetivo de desarrollar un software que facilite a los compradores de café proporcionar retroalimentación a los caficultores sobre la calidad de su producto, así como las medidas correctivas que podrían implementarse. Esta iniciativa se enmarca en el propósito de fomentar la mejora continua de la calidad del café producido en la región, promoviendo así un proceso de colaboración entre los diversos actores de la cadena de producción y comercialización del café.

2. Materiales y métodos

La metodología centrada en el usuario (UCD) emerge como un marco de trabajo fundamental en el diseño de Software al priorizar la interacción continua entre diseñadores y usuarios a lo largo del proceso de desarrollo. Inicialmente, la metodología UCD se fundamenta en la fase exploratoria, que implica una comprensión de las necesidades, contextos y expectativas de los usuarios a través de técnicas como entrevistas, encuestas y análisis de tareas. Estos métodos de investigación permiten la identificación de patrones significativos que informan la generación de prototipos iniciales y la iteración subsiguiente del diseño, incorporando la retroalimentación de los usuarios [8]. Para la investigación en curso, se sigue la metodología UCD.

La metodología UCD promueve una dinámica de diseño iterativa y adaptable, en la cual los prototipos evolucionan en respuesta directa a las interacciones y percepciones de los usuarios. A lo largo del proceso, se realizan pruebas rigurosas de usabilidad y evaluaciones de interfaz para validar las decisiones de diseño y asegurar una experiencia de usuario coherente y satisfactoria. Esta metodología, caracterizada por un ciclo de retroalimentación continua, sumada a un análisis de los aspectos ergonómicos y estéticos del diseño, culmina en la elaboración de una aplicación web que no solo atiende a las necesidades y expectativas del usuario, sino que también proporciona una experiencia de usuario enriquecedora [8].

En las diferentes etapas de diseño y construcción del prototipo, se contó con el acompañamiento del Parque Científico, Tecnológico y de Innovación TECNICAFÉ,

ubicado en el departamento del Cauca. Este parque tecnológico, que tiene como misión “Mejorar el mundo del café a través de la innovación para la sostenibilidad.” dentro su equipo cuenta con expertos en diferentes áreas productivas de la industria del café, tales como cultivo, procesamiento, comercialización, catación y preparación de café, que dictan cursos formativos y certificaciones como delegados del CQI (Coffee Quality Institute). TECNICAFÉ también funciona como un nodo articulador entre múltiples actores de la industria de la caficultura, como asociaciones de caficultores, empresas de procesamiento y catadores o baristas que asisten a los cursos. La cercanía a estos diferentes actores permitió una dinámica iterativa de diseño, donde se les enseñaba los continuos avances y se retroalimentaban y contrastaban sus observaciones.

Siguiendo la línea del UCD, se siguieron las siguientes etapas:

1. Caracterización de usuarios: Se identifican cuatro usuarios principales: Caficultore/as, compradore/as, catador/a, consumidor/a de café. En las etapas de caracterización de los usuarios, se realizó un acercamiento a diferentes usuarios potenciales del software: Caficultores y empresas de compra de café en las que laboran catadores.

Con la ayuda de la articulación de Tecnicafé entre el proyecto y actores de la industria de la caficultura, se pudo tener una comunicación estrecha con los usuarios propuestos por el diseño del Software. Para cada usuario se analiza el Perfil de Usuario (PU) que describe aspectos relevantes del usuario, el Objetivo de Usuario (OU) y la experiencia de usuario (EU) que describe cuáles son los objetivos personales y la experiencia esperada del usuario al usar la plataforma respectivamente.

2. Casos de uso: Describe las interacciones entre un sistema y sus usuarios o actores, identifica las diferentes acciones que los usuarios pueden llevar a cabo dentro del sistema para lograr sus objetivos. También muestra el flujo de la información entre los usuarios, ayudando así a comprender cómo se coordinan y comunican para alcanzar los objetivos deseados. Esta representación detallada de los escenarios de uso contribuye a la comprensión de los requisitos funcionales del sistema y a que el diseño de una solución de software satisfaga las necesidades de los usuarios de manera efectiva.

3. Requisitos del Software: Sintetiza los requerimientos específicos del Software diseñado. Estos requisitos se enumeran en términos de los módulos funcionales del software diseñado, lo que significa que cada funcionalidad esperada se detalla en relación con los diversos casos de uso del sistema. Este proceso permite una comprensión clara de los objetivos y restricciones del sistema. Al categorizar los requisitos en función de los módulos funcionales del software, se facilita la priorización y la asignación de recursos durante el desarrollo del sistema. Además, esta práctica asegura que cada aspecto funcional del software esté completamente definido y documentado, lo que sirve como guía para el diseño, implementación y prueba efectiva del sistema.

4. Secuencia de uso: La secuencia de uso, también conocida como diagrama de secuencia, es una herramienta de modelado que representa la interacción entre los distintos componentes de un sistema a lo largo del tiempo. Se centra en la secuencia de mensajes intercambiados entre los objetos del sistema para llevar a cabo una determinada funcionalidad. Este componente del diseño de software ayuda a visualizar el flujo de control entre los diferentes objetos y a comprender cómo se coordinan y comunican entre sí para lograr los objetivos del sistema. La secuencia de uso es especialmente útil para identificar posibles cuellos de botella y optimizar el rendimiento del sistema.

5. Estructura de datos: La estructura de datos se refiere a la organización y almacenamiento de la información dentro de un sistema de software. Este componente del diseño de software se centra en definir las entidades de datos y las relaciones entre ellas. La elección de la estructura de datos adecuada es fundamental para garantizar la eficiencia y la integridad de los datos, así como para optimizar las operaciones de lectura

y escritura. La estructura de datos puede incluir tipos simples como enteros y cadenas de caracteres, así como estructuras más complejas como listas, conjuntos y árboles. La comprensión de la estructura de datos es crucial para diseñar algoritmos eficientes y para garantizar un acceso rápido y preciso a la información.

6. Prototipado y Evaluación: La metodología UCD se emplea con el objetivo de agilizar el proceso de diseño a través de una construcción iterativa e incremental, esto significa que se debe desarrollar prototipos tempranos de las funcionalidades, que deben ser evaluados con los usuarios del Software y que permita realizar correcciones o mejoras oportunamente. Para el caso de estudio, en la medida que una mayor cantidad de compradores de café y evaluadores hagan uso del Software, este tendrá un mayor alcance en la medida en que la retroalimentación correctiva llegue a más caficultores. Por tal motivo, se evaluará en un grupo de catadores y compradores de café la usabilidad de la plataforma, la probabilidad con la que la usarían en caso de ser desarrollada, así como sus posibles correcciones y mejoras.

3. Resultados y discusión

1. Caracterización de usuarios:

1.1. Caficultor/a (Usuario 1):

- PU: Persona mayor de edad residente en el departamento del Cauca-Colombia dedicada al cultivo, cosecha y venta de café. Edad promedio 47 años. Dispone de teléfono celular con manejo básico de la aplicación de WhatsApp. Nivel educativo mayoritario es la primaria, lo que significa que sabe leer y escribir.
- OU: Recibir retroalimentación informativa sobre el café que vende. Mejorar la calidad de su producción de café. Aumentar sus ingresos producto de la venta de su cosecha.
- EU: El usuario cosecha el café, lo procesa, lo seca y lleva su lote de desde su cultivo hasta un punto de compra, entrega su lote de c.p.s. a un funcionario de la empresa receptora que le pregunta si quiere recibir retroalimentación de su café, le solicita número de documento y la información del lote de café entregado, si el caficultor aún no está inscrito en la plataforma, le solicita su información de contacto y de la finca. El proceso de compraventa continúa y termina con normalidad según la metodología de cada comprador y al lote se genera un código único que es informado al caficultor. Tiempo después, una vez el lote es analizado física o sensorialmente por algún evaluador o catador, al WhatsApp del usuario le llega un mensaje que contiene una descripción resumida con los aspectos más relevantes de los análisis, junto a enlaces de videos, alojados en un canal de YouTube, que contengan las explicaciones e ilustraciones de las medidas correctivas a realizar por el caficultor. El usuario no sabe quién evaluó su café.

1.2. Comprador/a de café (Usuario 2):

- PU: Empresa o institución dedicada a la compra y venta de café c.p.s. posiblemente también sea un usuario evaluador o catador de café. Compran café directamente a los caficultores. Están ubicados en municipios cafeteros del departamento del Cauca. Son exportadores directos o venden el café a CAFICAUCA u otros compradores tales como exportadores. Tiene manejo básico de aplicaciones móviles o aplicaciones web. Dispone de un computador o dispositivo móvil con conexión a internet.
- OU: Contribuir al mejoramiento de la calidad del café de la región. Ofrecer una experiencia diferenciadora a sus proveedores de café que incentive su preferencia. Tener acceso a un registro historial de las compras de café realizadas.
- EU: Cuando el usuario compre un lote de café pergamino seco (c.p.s.) a un caficultor y el lote supere una cantidad determinada, el usuario pregunta al caficultor si

desea recibir la retroalimentación sobre su café cuando sea evaluado. Si acepta, solicita el número de documento del caficultor, verifica si ya está inscrito a la plataforma, de no ser así, solicita su información de contacto (Nombre, C.C., número celular, correo, asociaciones y sellos de calidad), de las fincas que posea (Nombre, ubicación, lotes de finca y extensión de cultivo) y del lote de c.p.s. que está entregando (Lote de finca de origen, cantidad y procesamiento). Una vez la información del lote de c.p.s. haya sido diligenciada, el sistema le retorna un código alfanumérico único de 4 dígitos (1,68M de registros posibles) que imprime y adhiere a cada saco del lote. El usuario a través de una interfaz puede observar los lotes de c.p.s. que ha comprado y el origen de ese lote (Caficultor y finca).

1.3. Evaluador o catador de café (Usuario 3):

- PU: Empresa o entidad, participante de la dinámica comercial de café, posiblemente también sea un usuario comprador de café, que dentro de sus actividades laborales realiza análisis físicos (Evaluador) y/o Sensoriales (Catador) de café. Ubicado dentro o fuera del departamento del Cauca. Dispone de un dispositivo móvil o un computador con acceso a internet.
- OU: Contribuir al mejoramiento de la calidad del café de los caficultores, tener una herramienta de apoyo para realizar los análisis y tener acceso a un registro histórico de los análisis realizados.
- EU: El usuario recibe una muestra de café que tiene un código de lote, analiza el lote (Física o sensorialmente), usa la interfaz de análisis para registrar la información obtenida. El usuario no tiene información sobre el origen de la muestra que está evaluando. El usuario puede decidir si hace una retroalimentación o no de la muestra analizada o catada. El usuario puede acceder al registro de las muestras alguna vez analizadas o catadas.

1.4. Consumidor de café (Usuario 4):

- PU: Persona residente dentro o fuera de Colombia consumidor de café que busca hacer un consumo consciente del producto y con responsabilidad social
- OU: Obtener más información sobre el origen del producto que está consumiendo.
- EU: Adquiere una cantidad de café tostado, en la que en su empaque lleva un código, que, al ingresarlo en una página web, puede conocer la información sobre su café: Región de origen, variedad de café, proceso, perfil (aroma y sabor) y puntaje.

2. Caso de uso del Software. De acuerdo con las experiencias de usuario esperadas, especificadas en cada Historia de Usuario del punto anterior, se realiza un diagrama que ilustra los casos del uso del Software (figura 1). El Caficultor acude al Comprador con un lote de café y le brinda la información de origen como su información personal e información de su finca.

El comprador puede registrar directamente el lote en el sistema o puede registrar inicialmente el usuario (Caficultor) en caso de que no lo esté previamente. El registro puede ser accedido por el caficultor como un Historial de Lotes vendidos. El registro del lote también permitirá que un catador, que conozca el código de un lote que está evaluando, realice una retroalimentación anónima al caficultor sobre la calidad física o sensorial de su café.

El sistema complementará automáticamente esta retroalimentación con contenido ilustrativo en formato de video. La evaluación del lote también podrá ser conocida por un usuario consumidos

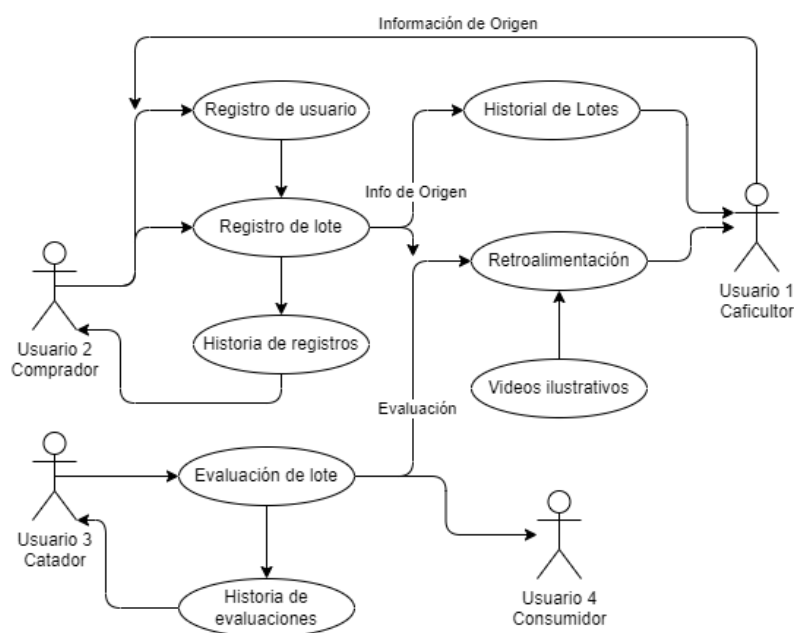


Figura 1. Caso de uso del Software

3. Requisitos del software: Como un objetivo general, se puede establecer que el software busca aportar al incremento de los ingresos económicos de los caficultores a través del mejoramiento de la productividad y calidad de su cosecha, a partir de correcciones basadas en los análisis físico y sensorial realizados a sus lotes de producción. Para esto, la plataforma digital a ser construida debe ser atractiva y usada masivamente por las empresas compradoras de café y los catadores que trabajen en ellas o que trabajen en etapas siguientes de la cadena comercial del café. Además, el Software debe contener los siguientes módulos funcionales.

3.1. Registrar y almacenar la información de los caficultores en una interfaz de usuario donde se ingrese su información personal, de contacto y de sus fincas de producción de café.

3.2. Generar un código único al lote de producción que esté impreso y adherido a los sacos del lote, que permita al analista referenciar a la plataforma el origen del café que será evaluado.

3.3. Registrar a través de una interfaz de formulario la información de los análisis físico y sensorial realizados por los evaluadores a un lote de producción de café de un caficultor.

3.4. Deducir automáticamente las medidas correctivas a realizar por el caficultor, una vez el café sea analizado física y/o sensorialmente.

3.5. Enviar al caficultor vía WhatsApp el resumen de los análisis realizados a su café junto a enlaces de videos, alojados en un canal de YouTube, que contengan las explicaciones e ilustraciones de las medidas correctivas a realizar por el caficultor.

3.6. Garantizar la privacidad de la información: Los evaluadores de café no pueden saber sobre el origen específico del café que están evaluando (caficultor o finca) y los caficultores no pueden saber quién evaluó su café.

3.7. Almacenar en una base de datos los códigos de lotes de café registrados junto a su información de origen y análisis realizados.

3.8. Realizar un registro de lotes de producción recibidos por los compradores de café y su origen, que pueda ser consultado por ellos mismos.

3.9. Desplegar al comprador de café el registro de lotes de c.p.s. alguna vez comprados y su origen. través de una interfaz

3.10. Realizar un registro de los análisis físico o sensorial realizados a los lotes de producción por los catadores que pueda ser consultado por ellos mismos.

3.11. Brindar al consumidor información del origen del café que está consumiendo a través de una interfaz donde se ingrese el código del lote y le retorne la información.

4. Secuencias de uso

Para el presente caso, se muestra la secuencia de uso general [Figura 2]. El recuadro con la etiqueta "alt" hace referencia a que dicho proceso es alternativo, para este caso, el proceso alternativo de registro de usuario depende de si el usuario ya está registrado o no. En caso de que no esté registrado, el proceso de registro en detalle se muestra en la Figura 3.

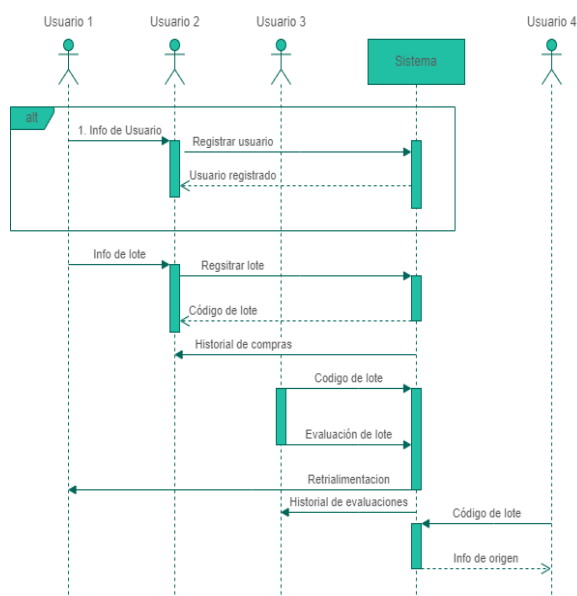


Figura 2. Secuencia de uso del Software

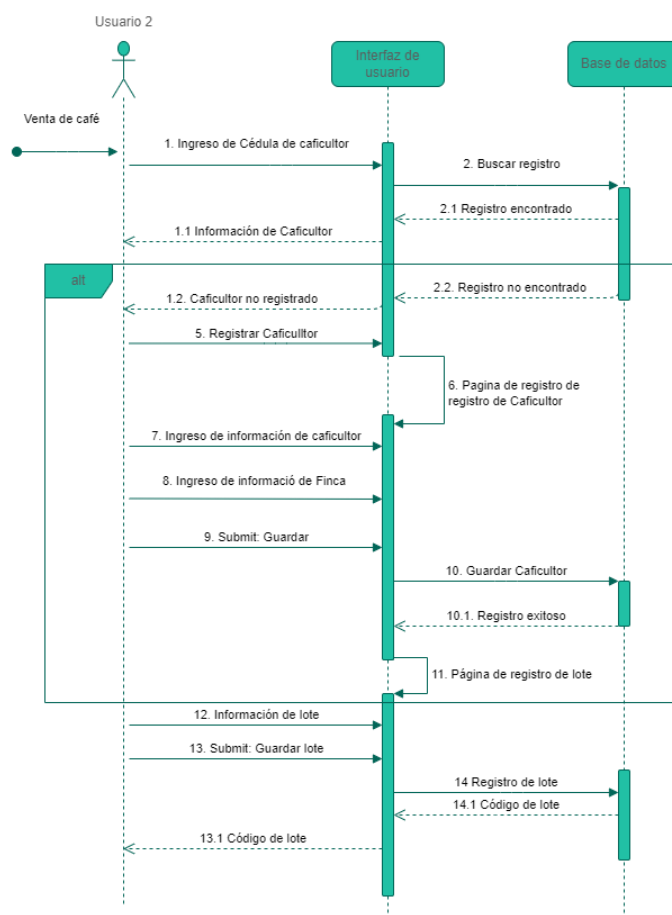


Figura 3. Secuencia de uso del registro de usuario

5. Arquitectura de base de datos: La información que almacenaría, en forma de bloques de datos, la base de datos del Software sería:

5.1. Caficultor (coffeeGrower): Datos sobre el caficultor, datos de ingreso a la plataforma y registro histórico de códigos de lotes de café. Desde esta base de datos se puede conocer los lotes del caficultor y sus fincas.

5.2. Finca (farm): Finca cafetera, contiene información de ubicación, propietario, y particiones.

5.3. Partición de finca (partition): Segmento de una finca cafetera, contiene información de su altitud, variedad de café sembrada y cantidad de árboles.

5.4. Lote de café (batchData): Datos sobre las especificaciones del lote, el origen y las evaluaciones que haya tenido.

5.5. Comprador de café (Receiver): Contiene datos sobre el comprador, datos de ingreso y los lotes que ha comprado.

5.6. Evaluador de café (Taster): Contiene datos del evaluador, datos de ingreso a la plataforma y los códigos de las evaluaciones de haya realizado.

5.7. Análisis Físico (visualTest): Datos sobre análisis físico realizado a un lote de café. Contiene código del lote evaluado.

5.8. Catación (cupping): Datos sobre una catación realizada a un lote de café. Contiene código del lote.

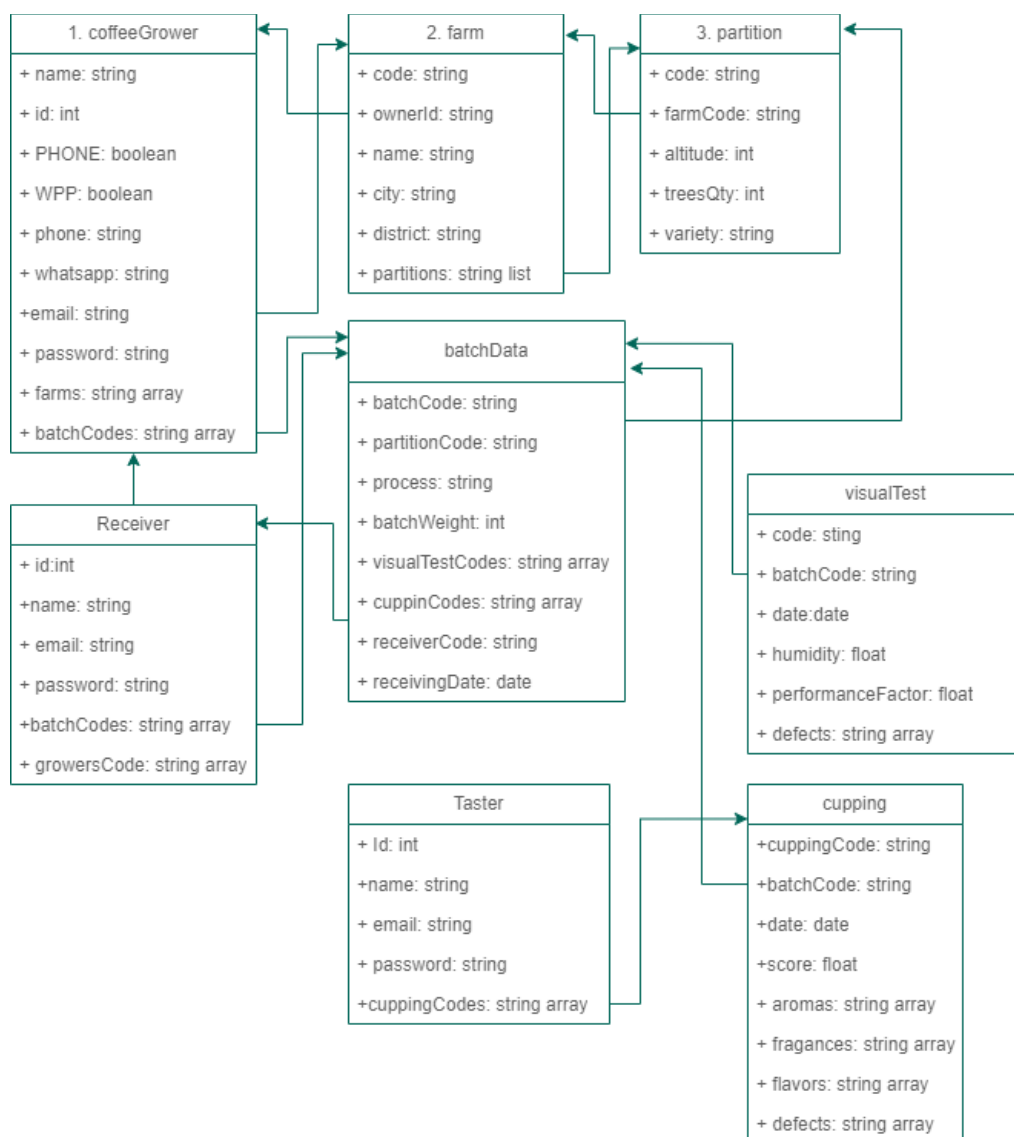


Figura 4. Diagrama de datos lógico

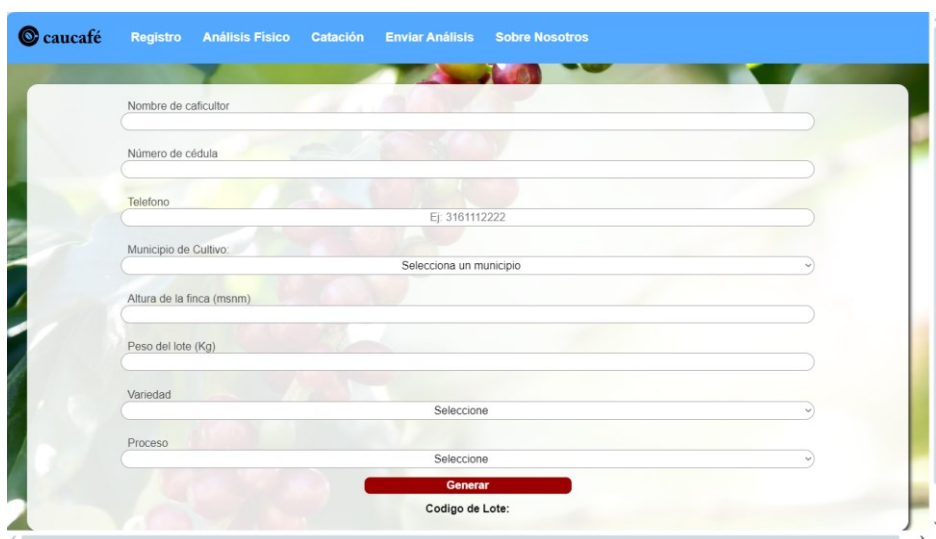
6. Prototipo de evaluación:

Como continuación del proceso de diseño, se construyó un prototipo funcional de la plataforma digital para la cadena comercial de café en el departamento del Cauca. El prototipo fue desarrollado utilizando tecnologías modernas de desarrollo web, incluyendo TypeScript, React y React DOM.

El uso de TypeScript, un superset de JavaScript que agrega tipado estático al lenguaje, brinda beneficios significativos en términos de robustez y mantenibilidad del código (Bierman et al., 2019). Al utilizar TypeScript, se pueden detectar errores de manera temprana durante el proceso de desarrollo, lo que contribuye a la creación de un software

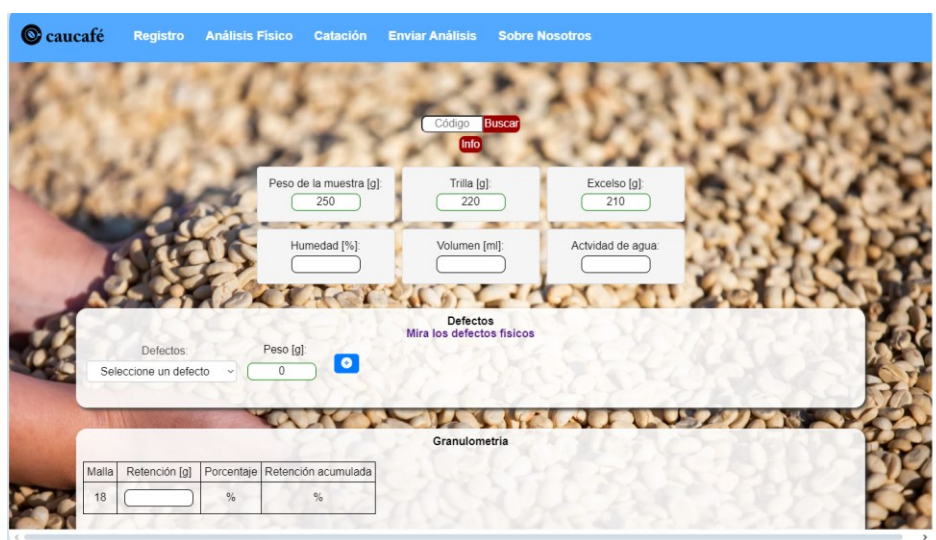
más confiable y menos propenso a errores. La elección de React como framework de desarrollo web se justifica por su popularidad y su enfoque en la creación de interfaces de usuario interactivas y dinámicas (Duff, 2020). React permite una fácil composición de componentes reutilizables, lo que facilita la construcción y la evolución de la plataforma a medida que se agregan nuevas funcionalidades o se realizan mejoras. Por otro lado, React DOM se utiliza para la manipulación del DOM (Document Object Model) en aplicaciones web desarrolladas con React. Esta biblioteca es fundamental para la renderización eficiente de componentes y la actualización dinámica de la interfaz de usuario en respuesta a cambios en los datos (Porcello & Banks, 2018).

El prototipo incluye herramientas de análisis sensorial que permiten a los catadores evaluar objetivamente la calidad del café en términos de aroma, sabor, acidez y cuerpo. Los resultados de las evaluaciones sensoriales se presentan de manera clara y accesible, proporcionando retroalimentación inmediata a los caficultores sobre la calidad de sus productos.



The screenshot displays the 'cauacafé' web application interface for the 'Registro' (Registration) section. The header bar is blue with the 'cauacafé' logo and navigation links: 'Registro', 'Análisis Físico', 'Catación', 'Enviar Análisis', and 'Sobre Nosotros'. The main content area features a registration form with the following fields: 'Nombre de catador' (text input), 'Número de cédula' (text input), 'Telefono' (text input with example 'Ej: 3161112222'), 'Municipio de Cultivo' (dropdown menu with 'Selecciona un municipio'), 'Altura de la finca (msnm)' (text input), 'Peso del lote (Kg)' (text input), 'Variedad' (dropdown menu with 'Selecciona'), and 'Proceso' (dropdown menu with 'Selecciona'). Below these fields is a red 'Generar' button and a label 'Codigo de Lote:'.

Figura 5 Interfaz de registro de lote del prototipo



The screenshot displays the 'cauacafé' web application interface for the 'Análisis Físico' (Physical Analysis) section. The header bar is blue with the 'cauacafé' logo and navigation links: 'Registro', 'Análisis Físico', 'Catación', 'Enviar Análisis', and 'Sobre Nosotros'. The main content area features a physical analysis form with the following sections: a search bar with 'Código' and 'Buscar' buttons; input fields for 'Peso de la muestra [g]' (250), 'Trilla [g]' (220), 'Excelso [g]' (210), 'Humedad [%]' (empty), 'Volumen [ml]' (empty), and 'Actividad de agua' (empty); a 'Defectos' section with a dropdown menu 'Defectos' (Selecione un defecto), a 'Peso [g]' input (0), and a blue circular icon; and a 'Granulometría' section with a table. The table has columns: 'Malla', 'Retención [g]', 'Porcentaje', and 'Retención acumulada'. The first row shows 'Malla' 18, 'Retención [g]' (empty), 'Porcentaje' %, and 'Retención acumulada' %.

Figura 6. Interfaz de Análisis Físico de lote

El repositorio del proyecto se alojó en GitHub y puede encontrarse en el siguiente enlace <https://github.com/bhecra/caucafe> . El prototipo del software puede observarse en el siguiente enlace <https://protocolgroupsas.com/caucafe/>

4. Análisis de resultados

Se realizó una evaluación del prototipo sobre un grupo de siete catadores de diferentes municipios del departamento del Cauca, a ellos se les compartió el prototipo del Software, se le solicitó lo probaran durante el ejercicio de sus funciones después de una muy corta introducción sobre los objetivos y por último respondieran una breve encuesta sobre su experiencia con la plataforma. La encuesta aplicada busca evaluar la plataforma en términos de la usabilidad e interés en ella. Además de información básica sobre los evaluadores, se preguntó:

- ¿Pudo hacer uso de todas las funcionalidades del software?
- ¿Considera que el uso de esta plataforma lo ayuda en el desempeño de sus labores?
- ¿Considera que el proceso de retroalimentación a los caficultores sobre la calidad de su café es fácil de realizar?
- ¿Qué cambiaría del Software probado?
- ¿Qué otra funcionalidad adicional considera que favorecería su uso de la plataforma?

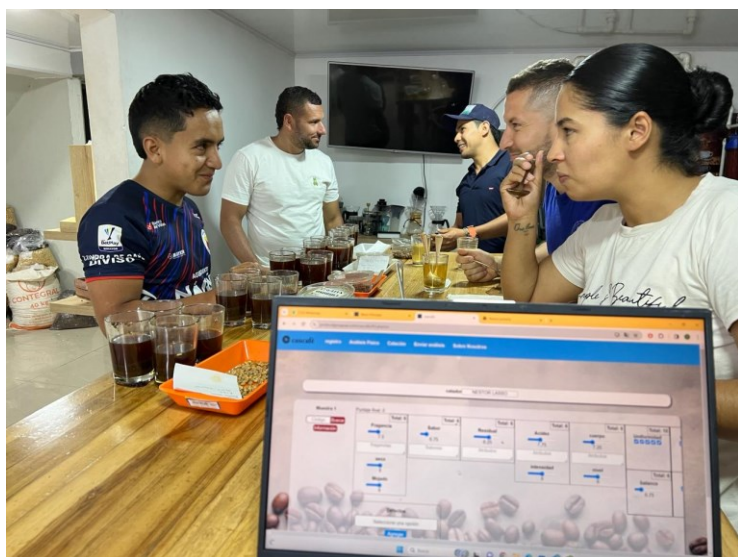


Figura 7. Prueba en catación del prototipo

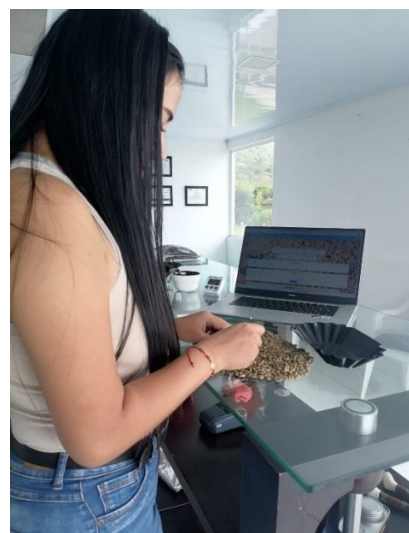


Figura 8: Prueba del prototipo en análisis físico

Las respuestas obtenidas de los catadores o compradores de café que evaluaron el prototipo se pueden observar en la Tabla 2.

Tabla 2. Resultado de encuestas

Nombre de la empresa	Municipio de operación del laboratorio	¿Pudo hacer uso de las funcionalidades del software?	¿Considera que el uso de esta plataforma lo ayuda en el desempeño de sus labores?	¿Considera que el proceso de retroalimentación a los caficultores sobre la calidad de su café es fácil de realizar?	¿Qué cambiaría del Software probado?	¿Qué otra funcionalidad adicional considera que favorecería su uso de la plataforma?
Anaya SAS	Popayán	Sí	Sí	Sí	Metodología de análisis físicos.	de Apoyo para cálculos en mezcla de lotes.
Jadhe Group	Tambo	Sí	Sí	Sí	Ninguna	Apoyo en logística de inventario.
Patio Bonito - Origin Coffee	Caldono	Sí	Sí	Sí	Ninguna	Apoyo en logística de inventario.
TECNICAFÉ	CAJIBIO	Sí	Sí	Sí	Metodología de análisis físicos.	Registro histórico de análisis y cataciones.
Indestec SAS	Piendamó	Sí	Sí	Sí	Ninguna	Registro histórico de análisis y cataciones.
INNPROCAFÉ	POPAYAN	Sí	Sí	Sí	Información compartida caficultor	al Registro histórico de análisis y cataciones.
Misak cafe	Caldono	Sí	Sí	Sí	Información compartida caficultor	al Registro histórico de análisis y cataciones.

Frente a las primeras tres preguntas, vale la pena resaltar que se obtuvo una coincidencia entre todos los evaluadores.

Los evaluadores afirman que pudieron hacer uso de todas las funcionalidades del Software: Registro de lote, registro de análisis físico, registro de catación, resumen de análisis a compartir a caficultores. Esto indica que la interfaz y la navegabilidad de la plataforma son claras. Los evaluadores consideran homogéneamente que el uso de esta plataforma facilitaría el desempeño de sus labores, esto permite concluir que es factible que una vez esta plataforma fuere desarrollada, una alta cantidad de evaluadores o compradores de café harían uso de ella, lo que permitiría que así mismo una gran cantidad de productores de café tengan la oportunidad de obtener una retroalimentación informativa sobre la calidad de su cosecha de café. Todos los evaluadores consideran que la retroalimentación compartida a los caficultores fue fácil de realizar haciendo uso de la plataforma. Esto, sumado a las respuestas de la pregunta anterior, indica que la plataforma es efectiva en la síntesis de la información recolectada y práctica para los usuarios al momento de compartir la información. Las últimas dos preguntas corresponden a un ejemplo claro de los beneficios del empleo de una metodología de diseño UCD, en estas los usuarios tuvieron la oportunidad de aportar su opinión sobre posibles correcciones encontradas y oportunidades de mejora de la plataforma

5. Conclusiones

El uso de una metodología de diseño de Software UCD permite un desarrollo de Software efectivo en la satisfacción de las necesidades de los usuarios.

La combinación de TypeScript, React y React DOM proporciona un entorno de desarrollo moderno y eficiente para la creación de aplicaciones web escalables y de alto rendimiento. La modularidad y la flexibilidad de estas tecnologías permiten adaptarse a las necesidades cambiantes de la plataforma y facilitan la integración de nuevas características en el futuro.

La implementación de esta plataforma digital representa un paso importante hacia la mejora de la calidad del café en el departamento del Cauca, Colombia. Al proporcionar retroalimentación oportuna y objetiva a los caficultores, se espera que la plataforma contribuya a aumentar las ganancias y a fortalecer la competitividad de la industria cafetera en la región.

Referencias

- [1] Jorge Cárdenas, “Industria del café en Colombia,” *Ensayos Sobre Economía Cafetera*, vol. 9, pp. 3–12, 1993.
- [2] G. I. Puerta Quintero, “Calidad Física del Café de Varias Regiones de Colombia Según su Altitud, Suelos y Buenas Prácticas de Beneficio,” *Revista Cenicafé*, vol. 67, no. 1, pp. 7–40, 2016.
- [3] E. cristina Correa Hernando, V. Diaz Barcos, B. Diezma Iglesias, C. A. Echeverry Castaño, J. Hoyos García, and R. Oteros, “Cafés especiales: El caso de Cauca en Colombia,” *Fórum Café*, vol. 64, pp. 26–29, 2016.
- [4] Federación Nacional de Cafeteros de Colombia, “Café de Cauca.” Accessed: Apr. 13, 2023. [Online]. Available: <https://cauca.federaciondecafeteros.org/cafe-de-cauca/>
- [5] M. P. Yoshida Matamoros and Y. Soto Builes, “Política de calidad del café en Colombia: cambios y consecuencias,” Trabajo de grado de Maestría, Pontificia Universidad Javeriana, Bogotá, 2020.
- [6] M. I. Gómez *et al.*, “Research principles for developing country food value chains,” *Science*, vol. 332, no. 6034, pp. 1154–1155, Jun. 03, 2011. doi: 10.1126/science.1202543.
- [7] L. G. Muñoz Ortega, “Editorial: Caficultura Sostenible, Moderna y Competitiva,” *Ensayos Sobre Economía Cafetera*, vol. 30, pp. 5–9, 2014.
- [8] A. Maedche, A. Boetzenhardt, and L. Neer, *Software for People*. in Management for Professionals. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, 2012. doi: 10.1007/978-3-642-31371-4.