

UNIVERSIDAD CENTRAL DE NICARAGUA

“Agnitio Ad Verum Ducit”

FACULTAD DE INGENIERÍA



INFORME DE INVESTIGACIÓN

**Comparación de la eficiencia y precisión en el acceso a formularios digitales mediante
códigos QR y URL en dispositivos móviles en estudiantes de la Universidad Central de
Nicaragua, sede Jinotepe, 2026**

Autores:

Lic. Rebeca del Carmen Molina Hernández

Ing. Enmanuel Antonio Pérez Gutiérrez

Jinotepe, Carazo, 30 de septiembre de 2026

Resumen

El presente estudio analiza el efecto del tipo de acceso digital mediante código QR y URL sobre la eficiencia y precisión del acceso a formularios digitales. La investigación se desarrolló bajo un enfoque cuantitativo, con diseño experimental de comparación entre grupos, donde participaron 94 usuarios distribuidos equitativamente entre ambas modalidades de acceso. La eficiencia fue evaluada mediante indicadores temporales, incluyendo tiempo de acceso, tiempo de llenado y tiempo total de interacción, además de variables perceptuales relacionadas con facilidad de uso, claridad y satisfacción del usuario.

La precisión fue determinada a partir del número de intentos, presencia de errores, éxito en el primer intento, éxito final del acceso y percepciones asociadas a confianza y ausencia de confusión. Debido al incumplimiento del supuesto de normalidad, se aplicaron pruebas no paramétricas de Mann-Whitney U y Chi-cuadrado de independencia, complementadas con el cálculo del tamaño del efecto para estimar la magnitud práctica de las diferencias encontradas.

Los resultados evidenciaron que la mayoría de los indicadores no presentaron diferencias estadísticamente significativas entre los métodos evaluados. Únicamente se identificaron diferencias significativas en el tiempo de llenado, aunque con un efecto de baja magnitud. En los indicadores de precisión y en la mayoría de las variables perceptuales, los efectos fueron reducidos o inexistentes. Se concluye que, bajo las condiciones experimentales evaluadas, el código QR y la URL presentan un

comportamiento comparable, sin evidencia suficiente para establecer la superioridad de un método sobre otro en términos generales.

Palabras clave: acceso a la información; interacción persona-computadora; experiencia del usuario; evaluación del desempeño.

Keywords: QR codes; URL; Information access; Human-computer interaction; User experience; Performance evaluation.

Índice

Índice de Tablas	9
Índice de Figuras.....	10
Introducción	11
Antecedentes.....	11
Contexto del Problema	23
Objetivos.....	26
Pregunta de Investigación.....	27
Justificación	27
Limitaciones	30
Hipótesis	31
Variables	33
Marco Contextual	34
Marco Teórico	39
Estado del Arte	39
Teorías y Conceptualizaciones Asumidas	45
Bases Teóricas	45
Teoría de la Carga Cognitiva.....	45

Modelo de Aceptación Tecnológica (TAM).....	46
Teoría de la Interacción Humano-Computadora.	48
La Usabilidad según la Norma ISO 9241-1.....	50
Conceptos Asumidos	53
Bases Legales.....	57
Marco Organizacional	58
Métodos	60
Tipo de Investigación	60
Población y Muestra	63
Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos	65
Procedimiento de Recolección de Datos	67
Confiabilidad y Validez de los Instrumentos.....	69
Procesamiento de Datos y Análisis de la Información	70
Resultados	76
Caracterización de la Muestra	76
Análisis de los Supuestos Estadísticos	77
Eficiencia Según el Tipo de Acceso	78
Tiempo de Acceso	78
Estadísticos Descriptivos.	78
Diagrama de Cajas.	80

Prueba U de Mann-Whitney.	81
Tamaño del Efecto r.....	82
Tiempo de Llenado	83
Estadísticos Descriptivos.	83
Diagrama de Cajas.	84
Prueba U de Mann-Whitney.	85
Tamaño del Efecto r.....	86
Tiempo Total del Proceso	87
Estadísticos Descriptivos.	87
Diagrama de Caja.	88
Prueba U de Mann-Whitney.	89
Tamaño del Efecto r.....	90
Eficiencia percibida por los Usuarios	91
Facilidad de Acceso.	91
Precisión Según el Tipo de Acceso	93
Presencia de Errores	93
Intentos de Acceso	95
Errores en el Acceso	97
Claridad Percibida	101
Confianza Percibida.....	104

Análisis Complementario de Factores Asociados al Desempeño.....	106
Sistema Operativo del Dispositivo	106
Familiarización de los Usuarios con el Método de Acceso	109
Comprobación de Prueba de Hipótesis.....	112
Respuesta a la Pregunta de Investigación	114
Conclusiones.....	116
Referencias	119
Apéndices	126
Apéndice 1. Desarrollo e Implementación del Sistema.....	126
Introducción.....	126
Arquitectura	126
Tecnologías.....	127
Base de datos	127
Desarrollo del Sistema.....	128
Dashboard	129
Publicación	130
Seguridad	130
Funcionamiento	130
Apéndice 2. Operacionalización de Variables.....	131
Apéndice 3. Instrumentos	133

Índice de Tablas

Tabla 1	78
Tabla 2	79
Tabla 3	82
Tabla 4	84
Tabla 5	86
Tabla 6	88
Tabla 7	90
Tabla 8	91
Tabla 9	92
Tabla 10	93
Tabla 11	93
Tabla 12	94
Tabla 13	95
Tabla 14	96
Tabla 15	97
Tabla 16	98
Tabla 17	99
Tabla 18	100
Tabla 19	102
Tabla 20	103
Tabla 21	104
Tabla 22	105
Tabla 23	108

Tabla 24	110
Tabla 25	111

Índice de Figuras

Figura 1	54
Figura 2	81
Figura 3	85
Figura 4	89
Figura 5	126
Figura 6	127
Figura 7	128
Figura 8	128
Figura 9	129
Figura 10	130

Introducción

El presente capítulo aborda el problema de investigación, punto de partida fundamental del estudio, en el que se describe la situación que da origen a la investigación y se delimita el contexto en el cual se desarrolla. A partir de esta identificación, se establecen los elementos clave que orientan el trabajo, lo que permitirá comprender la necesidad de analizar la eficiencia y precisión en el acceso a recursos digitales mediante códigos QR y url.

Antecedentes

En los últimos años, el uso de herramientas digitales en los procesos de recolección de datos ha cobrado relevancia en la investigación social y educativa, especialmente en estudios basados en encuestas web. Dentro de estas innovaciones, los códigos QR han sido incorporados como un recurso para facilitar el acceso a instrumentos de investigación, con el propósito de mejorar la participación y reducir barreras tecnológicas en los encuestados.

No obstante, la evidencia empírica sobre su efectividad en la mejora de las tasas de respuesta aún es heterogénea, lo que ha generado interés en analizar su impacto real en comparación con métodos tradicionales como los enlaces URL. En este contexto, diversos estudios recientes han evaluado la utilidad de los códigos QR en encuestas autoadministradas, en donde se ha considerado no solo la tasa de respuesta, sino también aspectos como el tipo de dispositivo utilizado y la calidad de los datos obtenidos.

En consecuencia, uno de los estudios recientes que analizó esta problemática fue Lewis et al. (2025), ¿en el estudio titulado *Is it Helpful to Include QR Codes on Mail Contact Materials for Self-Administered Web Surveys?*, analizaron el efecto de incluir códigos QR en materiales de invitación a encuestas web dentro de la Healthy Chicago

Survey, un estudio multimodal aplicado a población adulta mediante un diseño secuencial push-to-web. La investigación se desarrolló bajo un enfoque experimental aleatorizado, en el cual una muestra de 12,858 hogares fue dividida en dos grupos: uno que recibió materiales con código QR y otro sin este recurso.

Los resultados evidenciaron que la inclusión de códigos QR no generó un incremento estadísticamente significativo en la tasa de respuesta (28.0% con QR frente a 29.3% sin QR); sin embargo, sí produjo cambios relevantes en el comportamiento de acceso, incrementando significativamente el uso de dispositivos móviles para completar la encuesta (65.5% en el grupo con QR frente a 34.0% sin QR). Asimismo, no se encontraron diferencias significativas en la composición sociodemográfica de los participantes ni en los indicadores analizados.

En consecuencia, el estudio concluye que los códigos QR no necesariamente aumentan la participación global, pero sí facilitan el acceso al instrumento y modifican el modo de respuesta, al favorecer el uso de smartphones como canal principal de participación, lo cual resulta relevante para el presente proyecto de investigación, ya que permite comprender que la efectividad de los códigos QR no radica únicamente en incrementar la tasa de respuesta, sino en reducir las barreras de acceso al cuestionario digital, lo que puede influir en la experiencia del usuario y en la forma en que los estudiantes interactúan con la encuesta.

Otro estudio relevante es el titulado “Who chooses a QR code over a URL to access a web screener in a national probability survey of older adults, and the impact on data quality”, realizado por Olson y Ganshert (2024), evaluó el uso de códigos QR y enlaces URL en el acceso a un instrumento de selección dentro de la encuesta HRS 2022, utilizaron

datos recolectados entre abril de 2022 y agosto de 2023. El análisis se desarrolló a partir de una muestra de hogares seleccionados a nivel nacional, de los cuales 1,468 completaron el screener mediante acceso web.

De los casos analizados, únicamente el 0.8% (12 hogares) accedió al cuestionario a través de cartas de seguimiento por no respuesta, mientras que la mayoría utilizó las invitaciones iniciales. El estudio comparó dos métodos de acceso, uno por código QR y otro por método URL para analizar su impacto en el comportamiento de los encuestados y en la calidad de los datos recolectados.

Para el análisis estadístico, se aplicaron pruebas inferenciales como el chi-cuadrado de Pearson para evaluar la relación entre variables demográficas y el método de acceso, así como pruebas z de dos colas para comparar proporciones de datos incompletos entre grupos. Estos procedimientos permitieron determinar si existían diferencias estadísticamente significativas en los indicadores analizados.

Los resultados evidencian que el 62% de los encuestados webs utilizó código QR, mientras que el 38% accedió mediante URL, lo que refleja una mayor preferencia por el uso del QR. Sin embargo, no se encontraron diferencias estadísticamente significativas ($p > 0.05$) en la calidad de los datos entre ambos métodos de acceso, según variables como nombre, apellido, año de nacimiento, raza y etnicidad.

En contraste, sí se observaron diferencias significativas al comparar el modo de aplicación de la encuesta. Las entrevistas realizadas de forma presencial presentaron mayores niveles de datos incompletos en comparación con la modalidad web, evidenciando un 29% de omisión en el nombre frente a 22.2% en web ($z = 5.13$, $p < 0.01$), y 37% en el

apellido frente a 21.7% en web ($z = 11.15$, $p < 0.0001$). Estos resultados indican que el entorno de recolección tiene un impacto más fuerte en la calidad de los datos que el método de acceso utilizado.

Asimismo, el análisis demográfico mostró variaciones en los perfiles de los usuarios según el método de acceso. Los encuestados que utilizaron códigos QR presentaron una mayor proporción de personas jóvenes (47% entre 18 y 44 años), mientras que los usuarios de URL se concentraron en edades mayores (46% con 57 años o más). Además, el 16% de los usuarios de QR pertenecía a población hispana, en comparación con el 8% de los usuarios de URL.

Este estudio demuestra que el uso de códigos QR influye principalmente en la forma de acceso y en la distribución demográfica de los participantes, pero no genera mejoras significativas en la calidad de los datos ni en la tasa de respuesta. Por ello, constituye un antecedente cuantitativo relevante para investigaciones que comparan sistemas de acceso mediante códigos QR y URL, especialmente en estudios enfocados en la eficiencia y precisión de la recolección de información.

Similarmente Marlar y Schreiner (2024) analizaron el uso de códigos QR como estrategia para fomentar la participación en encuestas por correo bajo el modelo “push-to-web”, el cual tradicionalmente incluye una URL para acceder al cuestionario en línea. Los autores señalan que los códigos QR ofrecen una alternativa que elimina la necesidad de escribir manualmente la dirección web, lo que podría incrementar las tasas de respuesta al facilitar el acceso, especialmente entre usuarios de teléfonos inteligentes.

Aunque destacan que esta herramienta puede reducir errores de digitación y disminuir la carga percibida del encuestado, también advierten que la falta de familiaridad con los códigos QR en algunos segmentos de la población podría generar dificultades de uso o desinterés, e incluso afectar la participación si se perciben como una barrera adicional. Asimismo, plantean la posibilidad de que ofrecer múltiples vías de acceso (URL y código QR) genere confusión o parálisis en la elección.

A partir de dos experimentos realizados en 2015 y 2022 con muestras de direcciones residenciales en Estados Unidos, los autores evaluaron el impacto de incluir códigos QR en las tasas de respuesta. Los resultados mostraron un ligero incremento en la participación y una mayor proporción de encuestados hispanos cuando se incluía el código QR, aunque los efectos del estudio de 2015 no fueron estadísticamente significativos. En general, no se encontró evidencia de efectos negativos en la composición demográfica ni de parálisis en la elección del modo de respuesta, lo que sugiere que los códigos QR pueden ser una herramienta útil en la mejora del acceso a encuestas “push-to-web”.

Cabe mencionar que el uso de códigos QR en encuestas web ha sido objeto de análisis reciente debido a su potencial para mejorar la tasa de respuesta y facilitar el acceso a los instrumentos de recolección de datos. En este sentido, Endres et al., (2024) desarrollaron un experimento a nivel estatal con el objetivo de evaluar el impacto de la incorporación de códigos QR en comparación con el uso exclusivo de URL en materiales de invitación enviados por correo.

El diseño metodológico del estudio fue de tipo experimental aleatorizado, en el cual los participantes fueron asignados a dos condiciones: una con acceso mediante URL y otra con acceso mediante URL acompañada de código QR. Los resultados cuantitativos

evidenciaron que la inclusión del código QR generó un incremento de 1.31 puntos porcentuales en la tasa de respuesta general, así como un aumento de 1.01 puntos porcentuales en la proporción de encuestas completadas en línea (Endres et al., 2024).

Asimismo, se identificaron efectos diferenciados según características sociodemográficas, observándose incrementos de aproximadamente 6 puntos porcentuales en personas de 24 a 34 años, alrededor de 7 puntos porcentuales en individuos con ingresos entre \$35,000 y \$50,000, y cerca de 11 puntos porcentuales en personas que nunca se habían casado, lo que sugiere una mejora en la captación de ciertos grupos poblacionales (Endres et al., 2024).

Estos hallazgos son consistentes con los obtenidos por Endres, K. et al. (2023), quienes analizaron la efectividad de los códigos QR en encuestas push-to-web mediante un diseño experimental aleatorizado dentro de una encuesta estatal de tipo dual-frame. En este estudio, se compararon invitaciones que incluían únicamente una URL frente a aquellas que incorporaban un código QR, además de evaluar el efecto del tamaño del sobre utilizado en el envío de las invitaciones.

Los resultados demostraron que la tasa de respuesta global fue del 4.06% (AAPOR RR1), y que la inclusión del código QR incrementó la participación de 3.49% a 4.66%, lo que representa un aumento de 1.17 puntos porcentuales ($p = .03$). Este efecto fue más pronunciado en el grupo sin incentivos condicionados, donde el incremento alcanzó 1.89 puntos porcentuales ($p = .02$). De igual forma, se evidenció un impacto significativo en el uso de dispositivos móviles, ya que el 54% de los participantes con código QR completaron la encuesta mediante dispositivos móviles, frente al 33% en el grupo sin QR, reflejando una diferencia de 21 puntos porcentuales ($p = .002$) (Endres et al., 2023).

Adicionalmente, el estudio de 2023 exploró el efecto del tamaño del sobre, encontrando que, en términos generales, no se presentaron diferencias significativas en la tasa de respuesta global; sin embargo, en ciertos subgrupos, como la muestra de telefonía fija, el uso de sobres de mayor tamaño generó un incremento significativo en la participación de 1.90% a 4.95%, lo que equivale a un aumento de 3.05 puntos porcentuales ($p = .02$) (Endres et al., 2023).

En conjunto, ambos estudios muestran resultados convergentes al evidenciar que la incorporación de códigos QR en instrumentos de recolección de datos incrementa de manera moderada pero estadísticamente significativa la tasa de respuesta y facilita el acceso a las encuestas desde dispositivos móviles. Estos hallazgos aportan evidencia empírica relevante para investigaciones que buscan comparar la efectividad y precisión de mecanismos de acceso como los códigos QR y las URL tradicionales en entornos digitales.

En otro aspecto, Hernando y Macías, (2023) exploraron cómo la incorporación de códigos QR en aplicaciones puede optimizar la interacción del usuario y fomentar la aceptación de nuevas tecnologías, especialmente en contextos educativos e informativos. La investigación se enfocó en el desarrollo de aplicaciones que integran códigos QR como medio de acceso directo a contenidos digitales actualizables, lo que permitió que estudiantes y docentes interactuaran de manera más eficiente con la información.

Desde una perspectiva cuantitativa, la evaluación del sistema se realizó mediante métricas basadas en las principales dimensiones de usabilidad, según un umbral de aceptación del 75%. Los resultados evidenciaron valores altamente positivos: un nivel global de usabilidad del 91.1%, con una satisfacción percibida del 90.16%. Asimismo, se

obtuvieron valores favorables en utilidad (85.48%) y facilidad de uso (93.95%), lo que confirma la aceptación tecnológica de la propuesta.

De igual manera, se registraron resultados elevados en términos de efectividad y eficiencia, así como en aprendizaje (94.75%), indicando una baja carga cognitiva y una experiencia de uso favorable para los participantes. Los hallazgos muestran que los usuarios respondieron positivamente al uso de códigos QR, y lograron acceder de manera ágil a los contenidos mediante una interacción más fluida con la aplicación, lo que evidencia que los códigos QR no solo facilitan la navegación y el acceso a información relevante, sino que también contribuyen a reducir las barreras tecnológicas asociadas a la adopción de herramientas digitales.

El estudio se relaciona con el presente estudio ya que comparan métodos de acceso digital, como QR frente a URL, porque demuestra que los códigos QR integrados directamente en aplicaciones pueden potenciar la interacción y la aceptación del usuario más allá de simplemente proveer un enlace de acceso. No obstante, es importante reconocer que los resultados provienen de un caso específico en un contexto educativo determinado, con una muestra limitada de estudiantes y docentes, lo que restringe la generalización de los hallazgos a otras poblaciones o entornos culturales distintos.

Adicionalmente, en el mismo año, Rivas y Schulzetenberg (2023) llevaron a cabo un estudio orientado a analizar la usabilidad de los códigos QR como mecanismo de acceso a encuestas web, con énfasis en usuarios adultos mayores. La investigación se desarrolló en Estados Unidos entre octubre y noviembre de 2022, e incluyó la participación de 19 individuos con una edad promedio de 63.68 años. A los participantes se les proporcionó

una invitación en formato físico que incorporaba un código QR junto con instrucciones para su utilización en el acceso a una encuesta digital.

Los resultados muestran que los códigos QR presentan alta efectividad, eficiencia y satisfacción del usuario, aunque existen algunas limitaciones al momento de acceder al enlace según el sistema operativo del dispositivo. A pesar de ello, los participantes prefieren el uso de QR frente a la introducción manual de URLs, ya que reduce errores y facilita el acceso desde dispositivos móviles.

En otro aspecto, Masih (2022) tuvo como propósito evaluar la viabilidad del uso de códigos QR para el registro de asistencia y la recolección de evaluaciones de los estudiantes, así como analizar la percepción de los participantes y su impacto en la tasa de respuesta en comparación con los métodos tradicionales basados en papel. La investigación surgió ante la disminución progresiva de respuestas en las evaluaciones docentes y las limitaciones observadas en los sistemas convencionales, especialmente durante el contexto de la pandemia de COVID-19, donde las restricciones de distanciamiento social impulsaron la adopción de herramientas digitales.

Metodológicamente, el estudio se desarrolló bajo un enfoque mixto con la participación de 570 asistentes a diferentes cursos de formación, provenientes de diversos perfiles profesionales y en un periodo de cinco meses, en el cual se implementó un sistema de evaluación basado en códigos QR que permitía a los participantes acceder directamente a los formularios digitales mediante dispositivos móviles. Paralelamente, se compararon los resultados con evaluaciones tradicionales en papel aplicadas en un periodo equivalente del año anterior.

Para la recolección de datos, se utilizaron preguntas de escala tipo Likert, mientras que los datos cualitativos se obtuvieron mediante respuestas abiertas, posteriormente analizadas mediante análisis temático. Asimismo, el estudio empleó plataformas digitales como MOODLE para la gestión y almacenamiento de datos, lo que permitió reducir errores de transcripción y mejorar la eficiencia del proceso de análisis.

Los resultados evidenciaron que el uso de códigos QR fue percibido por la mayoría de los participantes como un método sencillo, práctico y accesible para el registro y la evaluación. Además, se observó un incremento significativo en la intención de completar las evaluaciones, así como una mejora sustancial en la tasa de respuesta. En términos comparativos, las evaluaciones basadas en papel registraron una tasa de respuesta del 53%, mientras que las realizadas mediante códigos QR alcanzaron aproximadamente el 90%, evidenciando una mejora considerable en la participación de los usuarios.

El estudio también identificó beneficios adicionales del uso de esta tecnología, como la reducción del tiempo de procesamiento, la automatización del registro de respuestas y la mejora en la eficiencia administrativa. Asimismo, se destacó su utilidad en contextos educativos y sanitarios, especialmente en situaciones donde se requiere minimizar el contacto físico y optimizar los procesos de recolección de datos.

La investigación demostró que la implementación de códigos QR constituye una estrategia efectiva para mejorar la participación en encuestas y evaluaciones educativas, al incrementar la tasa de respuesta y facilitar el acceso a los instrumentos digitales en comparación con los métodos tradicionales basados en papel (Masih, 2022).

De manera complementaria, Patrick et al. (2022) analizó la implementación de un diseño de investigación mixto secuencial en el marco del proyecto Monitoring the Future, con el objetivo de mejorar la tasa de respuesta en encuestas longitudinales a nivel nacional, lo cual surgió ante la necesidad de optimizar los métodos tradicionales de recolección de datos, los cuales, basados principalmente en encuestas por correo postal, presentan limitaciones relacionadas con los costos, la baja participación y la lentitud en la obtención de respuestas.

En este contexto, los autores evaluaron diferentes modalidades de recolección de datos, incluyendo el envío de encuestas por correo tradicional, el acceso a cuestionarios web mediante enlaces electrónicos y una estrategia mejorada denominada “web push”. Esta última integró múltiples mecanismos digitales de acceso, tales como el uso de mensajes de texto, enlaces optimizados para dispositivos móviles y códigos QR, con el propósito de facilitar la participación de los encuestados y reducir las barreras de acceso a la encuesta.

La muestra del estudio estuvo conformada por estudiantes de último año de secundaria en Estados Unidos, quienes fueron seleccionados para participar en un seguimiento longitudinal. Los participantes fueron asignados a diferentes condiciones experimentales que permitieron comparar la efectividad de los distintos métodos de acceso a las encuestas.

Los resultados evidenciaron que la estrategia “web push” mejorada, que incorporaba herramientas digitales como los códigos QR, logró una tasa de respuesta superior (42.05%) en comparación con los métodos tradicionales basados únicamente en correo postal (34.2%) y correo con opción web (35.4%). Estos hallazgos demuestran que la integración

de tecnologías digitales facilita el acceso a las encuestas y mejora significativamente la participación de los encuestados.

Las evidencias muestran que el uso de estrategias mixtas que incluyen códigos QR como mecanismo de acceso a encuestas web contribuye a incrementar la tasa de respuesta y optimizar los procesos de recolección de datos, lo que respalda su utilidad en investigaciones que buscan mejorar la eficiencia de los métodos tradicionales de encuesta (Patrick et al., 2022).

En este contexto, Halpern et al. (2022) evaluaron una encuesta longitudinal autoadministrada mediante códigos QR en seis centros hospitalarios de Estados Unidos, con el objetivo de analizar las tasas de respuesta en un entorno digital. El estudio incluyó a 1,759 familias invitadas a participar, quienes accedían a la encuesta inicial mediante un código QR, en donde se evidenció una tasa de respuesta inicial del 2.5%, ya que únicamente 44 participantes completaron el primer formulario.

Además, se observó una alta deserción en el seguimiento, con una pérdida del 67% de los participantes durante las encuestas posteriores y una tasa de finalización cercana al 1%, lo que evidencia una baja retención en este tipo de metodología. En conjunto, estos resultados sugieren que, aunque los códigos QR facilitan el acceso rápido a instrumentos digitales, su efectividad puede verse limitada por bajas tasas de participación y abandono progresivo, por lo que se recomienda complementar su uso con otras estrategias como enlaces directos, recordatorios o contacto telefónico para mejorar la respuesta de los participantes (Halpern et al., 2022).

Los antecedentes revisados evidencian que los códigos QR representan una herramienta útil para facilitar el acceso a encuestas digitales y mejorar la recolección de datos; sin embargo, su efectividad en términos de participación y retención es variable. Por ello, se destaca la necesidad de complementar su uso con otras estrategias metodológicas y de continuar investigando su desempeño frente a métodos tradicionales como los enlaces URL en distintos contextos.

Contexto del Problema

En el contexto global y regional, el acceso a internet y el uso de dispositivos móviles han experimentado un crecimiento significativo en los últimos años, especialmente en América Latina y el Caribe. Se estima que la penetración de internet en la región alcanza aproximadamente el 77.4 % de la población, lo que evidencia una amplia disponibilidad de acceso a servicios digitales. Este crecimiento ha sido impulsado en gran medida por la expansión de la conectividad móvil, la cual se ha consolidado como uno de los principales medios de acceso a internet, a pesar de persistir brechas entre zonas urbanas y rurales (Statista, 2024).

Estas cifras evidencian que el uso de dispositivos móviles como principal vía de acceso a información digital se encuentra ampliamente generalizado entre la población estudiantil, lo que subraya la relevancia de examinar y comparar los distintos métodos de acceso, como los códigos QR estáticos dinámicos, así como los enlaces directos, dentro de contextos educativos universitarios. Por lo que se podrá identificar cuál de estas alternativas ofrece un mayor desempeño en términos de eficiencia y precisión, para la interacción de los estudiantes con los contenidos digitales.

En el ámbito nacional, Nicaragua ha mostrado avances importantes en la adopción de tecnologías digitales. En el año 2025, aproximadamente el 64.1 % de la población utilizaba internet, cifra que incrementó a cerca del 69.6 % en 2026, evidenciando un crecimiento sostenido en la conectividad del país (DataReportal, 2025; DataReportal, 2026). Asimismo, la mayoría de la población cuenta con acceso a redes móviles, muchas de ellas con capacidades 3G y 4G, lo que posiciona a los dispositivos móviles, particularmente los smartphones, como la principal herramienta para acceder a la web.

Sin embargo, a pesar de este avance en la disponibilidad de acceso digital, surgen problemáticas asociadas a la forma en que los usuarios acceden a la información, ya que no todos los métodos garantizan el mismo nivel de eficiencia ni precisión. Entre las principales causas se encuentran la diversidad de dispositivos móviles utilizados por los estudiantes, las diferencias en habilidades tecnológicas, la variabilidad en la calidad de la conexión a internet y la ausencia de criterios estandarizados para seleccionar el método de acceso más adecuado lo que afecta directamente la experiencia del usuario.

Como consecuencia, los estudiantes pueden enfrentar retrasos en el acceso a la información, errores al ingresar a los recursos digitales, interrupciones en sus actividades académicas y una menor eficiencia en el uso de plataformas educativas. Esto puede repercutir negativamente en el desarrollo de las actividades de aprendizaje, ya que disminuye la fluidez en la interacción con los contenidos digitales y genera posibles frustraciones en el usuario.

Esta problemática se manifiesta de manera particular en la Universidad Central de Nicaragua, sede Jinotepe, donde los estudiantes hacen uso frecuente de dispositivos móviles para acceder a materiales académicos, plataformas virtuales y recursos en línea

mediante códigos QR y enlaces directos. No obstante, se desconoce cuál de estos métodos ofrece un mejor desempeño en términos de eficiencia y precisión, lo que limita la toma de decisiones informadas por parte de docentes e instituciones al momento de implementar estrategias digitales.

Desde la perspectiva de la Ingeniería en Sistemas de Información, comparar el desempeño de códigos QR estáticos y dinámicos frente a enlaces URL representa un aporte significativo al diseño y evaluación de sistemas de acceso a información. Los códigos QR estáticos permiten acceder a contenidos fijos sin modificaciones posteriores, mientras que los códigos QR dinámicos ofrecen flexibilidad, permitiendo redirigir el acceso a diferentes recursos y generar estadísticas de uso.

Por medio de la comparación de los códigos QR con los enlaces URL tradicionales permite determinar cuál método es más eficiente, confiable y preciso en contextos reales, optimizando la experiencia del usuario y ofreciendo datos valiosos para diseñar sistemas y plataformas educativas más adaptadas a las necesidades de los estudiantes. Esta comparación no solo genera conocimiento aplicado en usabilidad y experiencia de usuario, sino que también aporta evidencia para la implementación de tecnologías móviles de manera más estratégica en el entorno universitario.

Aunque no existen estadísticas específicas sobre el uso de códigos QR en entornos educativos universitarios, los datos disponibles sobre conectividad móvil permiten contextualizar la presente investigación. La alta disponibilidad de acceso a internet y el uso extendido de dispositivos móviles en Nicaragua sugieren que los estudiantes universitarios acceden principalmente a contenidos digitales a través de sus teléfonos móviles.

De igual manera, a nivel regional, el uso de tecnologías digitales en educación ha ido en aumento, aunque con ciertas desigualdades entre países (Statista, 2024). Estas cifras conllevan a justificar la pertinencia del estudio en un entorno digitalizado, evidenciar la viabilidad de aplicar pruebas comparativas entre códigos QR y enlaces directos, y establecer un marco de referencia que permita contrastar la realidad nacional con tendencias regionales e internacionales.

A partir este contexto y de acuerdo a las diferencias entre códigos QR estáticos, códigos QR dinámicos y enlaces URL, surge la necesidad de determinar cuál de estos métodos ofrece un desempeño superior en términos de eficiencia y precisión al momento de acceder a información digital mediante dispositivos móviles.

Objetivos

General

Comparar la eficiencia y precisión en el acceso a formularios digitales mediante códigos QR y URL en dispositivos móviles en estudiantes de la Universidad Central de Nicaragua, sede Jinotepe, 2026.

Específicos

Caracterizar el comportamiento de los métodos de acceso mediante código QR y URL en formularios digitales, mediante indicadores asociados a la eficiencia y precisión del proceso de interacción.

Comparar la eficiencia del acceso a formularios digitales mediante código QR y URL.

Comparar la precisión del acceso a formularios digitales mediante código QR y URL,

Determinar el efecto del tipo de acceso digital sobre la eficiencia y precisión del acceso a formularios digitales.

Pregunta de Investigación

¿Cuál es el efecto del tipo de acceso digital mediante código QR y URL sobre la eficiencia y precisión del acceso a formularios digitales?

Preguntas Específicas

¿Cuál es el comportamiento de los métodos de acceso mediante código QR y URL en formularios digitales, considerando los indicadores asociados a la eficiencia y precisión del proceso de interacción?

¿Existen diferencias estadísticamente significativas en la eficiencia del acceso a formularios digitales entre los usuarios que utilizan código QR y aquellos que utilizan URL, considerando el tiempo de acceso, tiempo de llenado, tiempo total de interacción y la experiencia percibida del usuario?

¿Existen diferencias estadísticamente significativas en la precisión del acceso a formularios digitales entre los usuarios que utilizan código QR y aquellos que utilizan URL, considerando los intentos de acceso, errores, éxito en el primer intento, éxito final del acceso y la experiencia percibida del usuario?

¿Cuál es la magnitud del efecto del tipo de acceso digital mediante código QR y URL sobre la eficiencia y precisión del acceso a formularios digitales?

Justificación

La presente investigación se justifica en la necesidad de generar conocimiento en el ámbito de la interacción humano-computadora y la usabilidad en entornos digitales,

específicamente en lo relacionado con los métodos de acceso mediante códigos QR y enlaces directos. En el contexto actual, caracterizado por el uso intensivo de dispositivos móviles en el ámbito educativo, el acceso a la información digital se ha convertido en un elemento fundamental para el desarrollo de los procesos de enseñanza-aprendizaje.

Sin embargo, a pesar de la amplia adopción de estas tecnologías, persiste un vacío de evidencia empírica que permita determinar cuál de estos métodos de acceso ofrece un mejor desempeño en términos de eficiencia y precisión. En este sentido, el estudio aportará evidencia cuantitativa objetiva que permitirá comprender el comportamiento de ambos mecanismos, contribuyendo al desarrollo del conocimiento y estableciendo bases sólidas para futuras investigaciones en áreas como experiencia de usuario, accesibilidad digital y adopción tecnológica.

Asimismo, la investigación resulta altamente conveniente, ya que permitirá identificar el método de acceso más adecuado en función de su desempeño, lo cual tiene implicaciones directas en el diseño, implementación y optimización de plataformas digitales educativas. Los resultados podrán ser utilizados por docentes, instituciones educativas y desarrolladores de sistemas para mejorar la forma en que los estudiantes acceden a la información.

Además, los procesos son más ágiles, reducen errores y optimizan la interacción con los recursos digitales. De esta manera, el estudio no solo aporta conocimiento teórico, sino que también genera evidencia aplicable para la toma de decisiones basada en datos, fortaleciendo la eficiencia de los entornos educativos digitales. Desde una perspectiva social, la investigación adquiere relevancia al contribuir al fortalecimiento del acceso

eficiente a la información digital, elemento clave en el desarrollo de competencias tecnológicas y en la reducción de brechas digitales.

Los principales beneficiarios serán los estudiantes universitarios, quienes podrán mejorar su experiencia de acceso a contenidos digitales, así como las instituciones educativas, que podrán implementar estrategias más efectivas y alineadas con las necesidades actuales. En este aspecto, la investigación se enmarca en la Política y Agenda de Investigación e Innovación del Sistema Educativo Nacional, específicamente en el área prioritaria 5. Innovación y Tecnología Educativa, línea de investigación 23. Tecnologías Emergentes Aplicadas a la Educación, al abordar el uso de herramientas digitales como los códigos QR y los enlaces URL en procesos educativos.

Esta alineación responde al interés institucional de promover el uso ético, pertinente e innovador de las tecnologías emergentes para la mejora de los procesos de enseñanza y aprendizaje. Asimismo, el estudio se vincula con el Plan Nacional de Lucha contra la Pobreza 2022-2026, al aportar al cierre de brechas digitales mediante el fortalecimiento del acceso a la información, y con la Política y Agenda de Investigación e Innovación, al generar conocimiento aplicado orientado a la mejora continua de los procesos educativos a través del uso de tecnologías.

En cuanto a sus implicaciones prácticas, la investigación permitirá identificar soluciones concretas a problemas reales relacionados con el acceso a la información en entornos digitales, aportando evidencia que puede ser utilizada para mejorar el diseño de sistemas, plataformas y estrategias tecnológicas en contextos educativos. Esto favorece el desarrollo de prácticas más eficientes en el uso de herramientas digitales, optimizando la experiencia del usuario y la calidad del acceso, lo cual repercute directamente en la mejora

de los procesos de aprendizaje y en el aprovechamiento de los recursos tecnológicos disponibles.

Desde el punto de vista metodológico, el estudio aporta un enfoque estructurado y replicable para la medición del desempeño en el acceso digital, mediante la operacionalización de variables como eficiencia y precisión, utilizando instrumentos objetivos como el registro de tiempo y errores. Este enfoque no solo garantiza la obtención de datos confiables, sino que también proporciona un modelo metodológico que puede ser aplicado en investigaciones futuras, contribuyendo al fortalecimiento de las técnicas de análisis en estudios relacionados con usabilidad y tecnologías digitales.

Finalmente, la investigación se alinea con la Estrategia Nacional de Educación en todas sus Modalidades “Bendiciones y Victorias 2024-2026”, específicamente con el Eje 11: Investigación e Innovación, al promover la generación de conocimiento orientado a la mejora de los procesos educativos mediante el uso estratégico de tecnologías digitales. Por último, este estudio pertenece al área de investigación del CINE 13: Tecnologías de la información y la comunicación.

Limitaciones

La a presente investigación puede presentar diversas limitaciones que deben ser consideradas al momento de interpretar los resultados. En primer lugar, se trabajará con una muestra no probabilística por conveniencia, lo que limita la generalización de los hallazgos a la población universitaria en su conjunto, debido a que los participantes no serán seleccionados mediante procedimientos aleatorios.

Asimismo, el estudio se desarrollará en un contexto específico correspondiente a estudiantes de la Universidad Central de Nicaragua, sede Jinotepe, por lo que los resultados podrían variar en otros entornos educativos o con diferentes condiciones tecnológicas, lo cual restringe su validez externa. Otra limitación relevante está asociada a la asignación de los participantes en dos grupos de acceso (código QR y URL), ya que, aunque se busca establecer condiciones comparables, pueden existir diferencias individuales previas en habilidades digitales, experiencia tecnológica o familiaridad con herramientas digitales que influyan en el desempeño reportado.

De igual manera, al basarse en un instrumento tipo encuesta para la recolección de datos, los resultados dependen de la percepción y auto reporte de los participantes, lo que puede introducir sesgos de memoria, interpretación o subjetividad en la información relacionada con errores, intentos y facilidad de acceso. Adicionalmente, al tratarse de un estudio de corte transversal, los datos se recolectarán en un único momento, lo que impide analizar la evolución del comportamiento de los usuarios en el tiempo o bajo condiciones repetidas de uso de los métodos de acceso.

Aunque el estudio utiliza indicadores cuantitativos como el número de intentos y errores reportados, la ausencia de medición instrumental directa podría limitar la precisión objetiva de algunas variables, en dependencia en mayor medida de la veracidad y exactitud de las respuestas de los participantes.

Hipótesis

Hipótesis de investigación (H_1): No existe un efecto estadísticamente significativo del tipo de acceso digital sobre el desempeño del acceso a formularios digitales; por tanto, los

usuarios que utilizan código QR y URL presentan un comportamiento equivalente en los indicadores asociados a la eficiencia y precisión del proceso de acceso.

$$H_0: D_{QR} = D_{URL}$$

Hipótesis nula (H_0): Existe un efecto estadísticamente significativo del tipo de acceso digital sobre el desempeño del acceso a formularios digitales; por tanto, los usuarios que utilizan código QR y URL presentan diferencias en los indicadores asociados a la eficiencia y precisión del proceso de acceso.

$$H_0: D_{QR} \neq D_{URL}$$

Hipótesis específica 1: Efecto sobre la eficiencia del acceso

Hipótesis nula (H_{01}): el tipo de acceso digital no produce un efecto estadísticamente significativo sobre la eficiencia del acceso a formularios digitales, mediante los indicadores de tiempo de acceso, tiempo de llenado, tiempo total de interacción, facilidad percibida, claridad del proceso y satisfacción del usuario.

$$H_{01}: D_{QR} = D_{URL}$$

Hipótesis alternativa (H_{11}): el tipo de acceso digital produce un efecto estadísticamente significativo sobre la eficiencia del acceso a formularios digitales, lo que generó diferencias en los indicadores de tiempo de acceso, tiempo de llenado, tiempo total de interacción, facilidad percibida, claridad del proceso y satisfacción del usuario.

$$H_{11}: D_{QR} \neq D_{URL}$$

Hipótesis específica 2: Efecto sobre la precisión del acceso

Hipótesis nula (H_{02}): El tipo de acceso digital no produce un efecto estadísticamente significativo sobre la precisión del acceso a formularios digitales, a partir de los indicadores de número de intentos, presencia de errores, éxito en el primer intento, éxito final del acceso, confianza percibida y ausencia de confusión durante el proceso.

$$H_{02}: D_{QR} = D_{URL}$$

Hipótesis alternativa (H_{12}): El tipo de acceso digital produce un efecto estadísticamente significativo sobre la precisión del acceso a formularios digitales, lo que generó diferencias en los indicadores de número de intentos, presencia de errores, éxito en el primer intento, éxito final del acceso, confianza percibida y ausencia de confusión durante el proceso.

$$H_{12}: D_{QR} \neq D_{URL}$$

Variables

Variable Independiente: Tipo de acceso digital

Definición conceptual: el tipo de acceso digital se refiere al mecanismo tecnológico empleado por el usuario para ingresar a un recurso o servicio digital mediante un enlace de acceso. En este estudio se consideran dos modalidades de interacción: el acceso mediante código QR, basado en la lectura de un patrón bidimensional que permite recuperar una dirección electrónica, y el acceso mediante URL, basado en la introducción directa o selección de una dirección web.

Definición operacional: La variable se manipuló mediante la asignando a cada participante uno de los métodos de acceso al cuestionario digital. Se registrará el tipo de acceso digital utilizado con el fin de analizar su efecto sobre las variables dependientes.

Variable Dependiente. Eficiencia del acceso digital

Definición conceptual: La eficiencia del acceso digital se refiere a la capacidad de un método de acceso para permitir al usuario completar un proceso digital utilizando el menor tiempo posible y con una experiencia de interacción favorable. Esta variable considera tanto el rendimiento observable durante la ejecución de la tarea como la percepción del usuario respecto a la facilidad, claridad y satisfacción asociada al método utilizado.

Definición operacional: La eficiencia del acceso digital fue evaluada mediante indicadores relacionados con el tiempo empleado durante la interacción y la experiencia percibida por los usuarios.

Variable Dependiente. Precisión del acceso digital

Definición conceptual: La precisión del acceso digital se refiere a la capacidad del método empleado para permitir que los usuarios logren un acceso correcto al recurso digital, minimizando fallos, intentos adicionales o situaciones de incertidumbre durante el proceso. Esta variable refleja la confiabilidad del mecanismo de acceso desde una perspectiva objetiva y perceptual.

Definición operacional: La precisión del acceso digital fue evaluada mediante indicadores asociados al éxito del proceso, ocurrencia de errores y percepción de seguridad y claridad del usuario. Ver ***Apéndice 2. Operacionalización de Variables***

Marco Contextual***Delimitación geográfica y espacial***

Macrocontexto. La presente investigación se desarrolla en el contexto de la transformación digital de la educación superior en Nicaragua, donde las instituciones

universitarias han incorporado progresivamente herramientas tecnológicas orientadas a mejorar los procesos académicos, administrativos y de interacción con los usuarios. La expansión del uso de dispositivos móviles, plataformas virtuales y servicios digitales ha generado la necesidad de implementar mecanismos de acceso que faciliten la interacción entre estudiantes, docentes y sistemas de información.

En el ámbito universitario, los formularios digitales constituyen herramientas utilizadas para la recopilación de información académica, aplicación de instrumentos de evaluación, levantamiento de datos investigativos y gestión de procesos institucionales. Sin embargo, la efectividad de estos recursos depende no solamente de la disponibilidad de la plataforma digital, sino también de la facilidad con la que los usuarios pueden acceder a ella.

Dentro de los mecanismos empleados para facilitar el acceso destacan el código QR y la URL, debido a su amplia compatibilidad con dispositivos móviles y su facilidad de distribución en entornos educativos. Mientras el código QR permite acceder a un recurso digital mediante la lectura de un patrón codificado utilizando la cámara del dispositivo, la URL requiere la interacción directa del usuario con una dirección electrónica. Estas diferencias en la interacción justifican la necesidad de evaluar su comportamiento en términos de eficiencia y precisión.

Microcontexto. La investigación se desarrolló en la Universidad Central de Nicaragua (UCN), sede Jinotepe, ubicada en el departamento de Carazo, Nicaragua. Esta institución de educación superior ofrece formación profesional en diversas áreas del conocimiento, atendiendo estudiantes con perfiles académicos y necesidades tecnológicas heterogéneas.

La sede Jinotepe cuenta con una comunidad universitaria conformada por estudiantes, docentes y personal administrativo pertenecientes a diferentes programas académicos, entre los que se encuentran carreras del área de ciencias de la salud, ingeniería, ciencias económicas y ciencias sociales. Entre las carreras ofertadas se incluyen Medicina, Ingeniería en Sistemas, Ciencias Económicas, Derecho, Relaciones Internacionales, Psicología y Medicina Veterinaria, entre otras áreas de formación profesional.

La diversidad académica de la institución genera un entorno donde el uso de herramientas digitales adquiere importancia para apoyar procesos de aprendizaje, comunicación institucional, aplicación de instrumentos de evaluación y recopilación de información. En este escenario, la evaluación de mecanismos de acceso digital resulta pertinente debido a que los usuarios interactúan con diferentes recursos tecnológicos como parte de sus actividades académicas.

Para el desarrollo del estudio se utilizaron recursos tecnológicos disponibles en el entorno universitario, incluyendo dispositivos móviles con conexión a Internet y acceso a un formulario digital diseñado para evaluar comparativamente las modalidades de ingreso mediante código QR y URL. Las condiciones del entorno permitieron establecer una comparación controlada entre ambos métodos, midiendo indicadores relacionados con la eficiencia y precisión del proceso de acceso.

Delimitación Temporal

La investigación se desarrolló durante el primer semestre del año 2026, específicamente durante la fase de aplicación experimental y recopilación de datos correspondiente al periodo establecido para la ejecución del estudio. La recolección de

información se realizó mediante una evaluación transversal, donde los participantes interactuaron con una única modalidad de acceso asignada (código QR o URL), mediante el cual se comparó el comportamiento de ambos grupos bajo condiciones similares.

La selección de este periodo responde al contexto actual de consolidación del uso de tecnologías digitales en los procesos educativos, donde las instituciones universitarias continúan fortaleciendo estrategias de digitalización y optimización de la experiencia del usuario. En este escenario, analizar la eficiencia y precisión de los mecanismos de acceso permite aportar evidencia para mejorar la implementación de recursos digitales dentro de ambientes académicos.

Perfil Sociodemográfico de la Población

La población de estudio estuvo conformada por usuarios pertenecientes a la comunidad universitaria de la Universidad Central de Nicaragua, sede Jinotepe, quienes participaron en una actividad experimental de acceso a un formulario digital en una semana de experimentación. La unidad de análisis estuvo constituida por usuarios que interactuaron con una de las dos modalidades evaluadas: código QR o URL. La población participante representa usuarios con experiencia cotidiana en el uso de dispositivos móviles y herramientas digitales dentro de un entorno universitario, condición relevante para evaluar mecanismos de acceso aplicables a escenarios educativos.

Contexto Institucional u Organizacional

La Universidad Central de Nicaragua, sede Jinotepe, constituye un entorno académico donde convergen diferentes áreas del conocimiento y donde la incorporación de tecnologías digitales representa un elemento de apoyo para los procesos de enseñanza,

aprendizaje, investigación y gestión institucional. La diversidad de carreras presentes en la sede genera una comunidad con diferentes perfiles de usuarios, lo que permite analizar mecanismos tecnológicos desde una perspectiva amplia.

Estudiantes y docentes requieren interactuar frecuentemente con recursos digitales, plataformas educativas, formularios electrónicos y sistemas de información, haciendo relevante la evaluación de estrategias que permitan mejorar la accesibilidad y experiencia de uso. En este contexto institucional, la implementación de mecanismos como códigos QR y enlaces URL puede contribuir a facilitar el acceso a recursos digitales utilizados en actividades académicas y administrativas.

Marco Teórico

Estado del Arte

Dit et al. (2025), en el estudio titulado “QR Code Attendance System for Student Leaders in School Events”, analizaron la aceptación del uso de códigos QR como herramienta para el control de asistencia en actividades escolares, incorporando variables clave del Modelo de Aceptación Tecnológica (TAM), tales como la utilidad percibida, la facilidad de uso y la intención de uso. La investigación se desarrolló bajo un enfoque cuantitativo de tipo descriptivo–inferencial, con una muestra aproximada de 77 estudiantes líderes, a quienes se les aplicó un cuestionario estructurado para evaluar su percepción respecto al sistema implementado.

Los resultados evidenciaron un alto nivel de aceptación de la tecnología, reflejado en una media general de 3.61, así como puntuaciones elevadas en utilidad percibida (3.58), facilidad de uso (3.57) e intención de uso (3.68), lo que indica que los participantes perciben los códigos QR como una herramienta práctica, comprensible y funcional dentro del entorno educativo. A partir de estos resultados, los autores concluyen que los códigos QR representan una alternativa eficiente para optimizar procesos de registro y control en contextos educativos, y destacan que la percepción de utilidad y facilidad de uso influye de manera significativa en la disposición de los usuarios para adoptar esta tecnología.

El estudio presenta limitaciones relacionadas con el tamaño de la muestra, el enfoque específico en estudiantes líderes y la ausencia de comparación con otros métodos de acceso o registro digital, lo que restringe la generalización de los resultados y abre la posibilidad de futuras investigaciones comparativas en este campo. No obstante, en relación con la presente investigación, este antecedente adquiere relevancia teórica y empírica, ya

que permite sustentar que los códigos QR poseen características que favorecen su adopción, particularmente su rapidez de acceso y simplicidad de uso, factores que, según el modelo TAM, influyen directamente en el comportamiento del usuario.

Lo que indica que, si se compara con el uso de URL que generalmente requiere ingreso manual o mayor interacción, es razonable plantear que los códigos QR podrían facilitar el acceso a encuestas digitales y, por ende, incrementar la tasa de respuesta en estudiantes. Así, este estudio no solo respalda el uso del código QR en contextos educativos, sino que también aporta fundamentos para justificar su posible superioridad frente a otros mecanismos de acceso en términos de usabilidad y aceptación.

A diferencia de los hallazgos previos, Pantilon (2025) en su estudio titulado “Effect of Quick Response (QR) Code Identification (ID) Card on the Students’ Attendance Monitoring at Jesus F. Magsaysay Technical Vocational High School”, tuvo como objetivo evaluar la efectividad del uso de tarjetas de identificación con código QR para mejorar el monitoreo de la asistencia estudiantil en una institución educativa.

La investigación se desarrolló mediante una metodología cuasi experimental con diseño pretest-posttest, comparando el sistema tradicional de control de asistencia con la implementación de un sistema basado en códigos QR. La muestra estuvo conformada por 200 participantes, entre estudiantes, docentes y personal administrativo, quienes participaron mediante encuestas y entrevistas (Pantilon, 2025).

En cuanto a los resultados, se evidenció una mejora significativa en el control de asistencia con la implementación del sistema QR. El 78% de los participantes reportó una mayor precisión en el registro de asistencia, mientras que el 85% indicó que el sistema era

fácil de utilizar. Asimismo, el análisis estadístico mostró un incremento significativo en la asistencia estudiantil ($t(99)=10.07$, $p<0.05$), además, el 70% de los encuestados observó mejoras en la puntualidad y constancia de los estudiantes, lo que evidencia un impacto positivo en el comportamiento académico.

El estudio determinó que la implementación del código QR contribuye significativamente a mejorar la eficiencia y precisión del control de asistencia, además de fomentar la responsabilidad estudiantil. Sin embargo, se identificaron limitaciones relacionadas con problemas técnicos menores y la falta de instrucciones claras en el uso del sistema, aunque estas no afectaron de manera significativa los resultados positivos obtenidos

Finalmente, este estudio demuestra la efectividad del código QR en contextos educativos, evidenciando que esta tecnología facilita procesos digitales y mejora la interacción de los estudiantes con sistemas tecnológicos, lo que resulta relevante para la presente investigación, la cual compara el uso de códigos QR y URLs como mecanismos de acceso, aportando evidencia de que el QR puede mejorar la participación y eficiencia en entornos académicos.

En otro contexto, se encuentra el estudio de Hupp et al., (2025), titulado Who chooses a QR code over a URL to access a web screener in a national probability survey of older adults, and the impact on data quality, tuvo como objetivo explorar quién utiliza códigos QR frente a URLs para acceder a un enlace de encuesta web dentro de un estudio probabilístico nacional en adultos mayores, así como analizar si el método de acceso afecta la calidad de los datos recopilados.

La investigación se basó en un análisis observacional de un muestreo probabilístico de hogares, como parte del Health and Retirement Study, en el que se enviaron cartas a los participantes que incluían tanto un código QR como una URL para acceder al cuestionario web, se registró cuál método se utilizaba y se evaluó datos demográficos y métricas de calidad de la información. Los resultados mostraron que la mayoría de los participantes que completaron la encuesta por web eligieron usar el código QR ($\approx 62\%$) en comparación con la URL tradicional ($\approx 38\%$). Se observó que los usuarios que preferían el QR tendían a ser más jóvenes dentro de la población de adultos mayores.

Sin embargo, no se detectaron diferencias significativas en la calidad de los datos recopilados entre los participantes que utilizaron el código QR y aquellos que accedieron mediante la URL, lo que indica que ofrecer un código QR no compromete la integridad de la información, por lo que se demuestra que ofrecer simultáneamente un código QR junto con una URL es una estrategia viable para aumentar la accesibilidad y participación en encuestas web, especialmente en subgrupos más jóvenes de adultos mayores, sin afectar la calidad de los datos.

Aunque los hallazgos muestran preferencias claras por el uso de QR y facilitan comparaciones directas entre métodos de acceso, los autores advierten que, al no ser un experimento aleatorizado, ya que todos recibieron ambas opciones, no se puede inferir causalidad sobre qué método genera mayores tasas de respuesta. Asimismo, los resultados podrían depender del contexto específico de la población adulta mayor utilizada en el estudio.

En otro aspecto Smith et al., (2025) llevaron a cabo el estudio Just Scan It: Examining QR Code Use in Web Survey Recruitment con el objetivo de evaluar la

efectividad de los códigos QR frente a URLs tradicionales como métodos de acceso a encuestas web. La investigación se centró en un diseño de encuesta tipo “push-to-web”, donde se comparó el uso de códigos QR y URLs para acceder a la encuesta, segmentando los datos según características demográficas de los participantes, como edad, sexo, raza/etnia, nivel educativo y tenencia de vivienda.

Los resultados mostraron que aproximadamente un tercio de los participantes eligió acceder mediante código QR, especialmente aquellos que utilizaban dispositivos móviles, mientras que las preferencias por URL variaron según factores demográficos. Estos hallazgos evidencian que la elección del método de acceso no es homogénea y que las herramientas digitales utilizadas en el reclutamiento de encuestas pueden influir directamente en la participación según el perfil de los usuarios.

Los autores concluyeron que incorporar códigos QR en materiales de reclutamiento facilita el acceso a encuestas web, mejora la experiencia de los participantes y puede modificar los patrones de participación según las características demográficas. No obstante, señalaron que los resultados no permiten establecer efectos causales sobre la tasa de respuesta total y que los hallazgos podrían depender del contexto específico de la encuesta y de la muestra utilizada.

Este estudio proporciona evidencia directa sobre cómo los participantes interactúan con códigos QR y URLs. Sus resultados permiten fundamentar la selección de métodos de acceso digital en encuestas web y ofrecen un marco para analizar cómo diferentes estrategias de reclutamiento pueden optimizar la participación y mejorar la eficiencia en la recolección de datos, aspectos centrales de la investigación propuesta.

En la misma dirección, Schmiedeberg et al., ¿(2025) en su estudio titulado “Does a QR Code in the Invitation Letter Increase Participation in a Push-to-web Survey?”, tuvieron como objetivo analizar si la inclusión de un código QR en las cartas de invitación mejora la participación en encuestas web tipo push-to-web. Mediante una metodología experimental aplicada al German Family Panel (pairfam), donde se realizó una asignación aleatoria de los participantes en dos grupos: un grupo de control que recibió únicamente la URL de acceso a la encuesta y un grupo experimental que recibió la misma invitación, pero con la incorporación de un código QR adicional.

Posteriormente, se compararon las tasas de respuesta y el tipo de dispositivo utilizado para completar la encuesta, a partir de lo que se demostró que la tasa de respuesta fue de 63.9% en el grupo con código QR, mientras que en el grupo sin QR fue de 60.6%, lo que representa una diferencia de 3.3 puntos porcentuales, estadísticamente significativa ($\chi^2(1)=7.12$, $p=0.008$). Asimismo, se observó un incremento en el uso de dispositivos móviles, especialmente teléfonos inteligentes, que aumentó en 12 puntos porcentuales (35% en el grupo con QR frente a 23% en el grupo sin QR).

En contraste, el uso de computadoras de escritorio disminuyó de 63% a 52% en el grupo con QR. No se encontraron diferencias significativas del efecto del QR según género o nivel educativo, aunque sí se evidenció un mayor efecto en personas de mediana edad. Los autores señalan que los códigos QR pueden facilitar el acceso a encuestas en línea y aumentar la participación de los encuestados, ya que reducen el esfuerzo necesario para ingresar a la plataforma y también advierten que el uso de QR incrementa el uso de smartphones, lo cual podría tener implicaciones en la calidad de los datos dependiendo del diseño del cuestionario.

Entre las limitaciones del estudio, se destaca que fue realizado en un contexto de panel longitudinal específico en Alemania, por lo que los resultados podrían no ser totalmente generalizables a otras poblaciones o encuestas transversales. Además, no se midió directamente si los participantes utilizaron el QR o el enlace URL, lo que limita el análisis de los mecanismos exactos del efecto.

Finalmente, este estudio aporta evidencia empírica comparativa entre el uso de URL y código QR como mecanismos de acceso a encuestas, y demuestra que el QR puede aumentar significativamente la tasa de respuesta y modificar el tipo de dispositivo utilizado, la cual analiza la comparación entre ambas herramientas en contextos educativos, aportando una base metodológica y teórica para evaluar su efectividad.

Teorías y Conceptualizaciones Asumidas

Bases Teóricas

Teoría de la Carga Cognitiva. La Teoría de la Carga Cognitiva explica que el rendimiento humano depende de la capacidad limitada de la memoria de trabajo para procesar información. Esta teoría establece que el aprendizaje y la ejecución de tareas se ven afectados por tres tipos de carga: intrínseca, extrínseca y germana. Investigaciones más recientes destacan su relevancia en entornos digitales, donde el diseño de interfaces puede aumentar o reducir la carga cognitiva del usuario (Skulmowski y Xu, 2022; Sweller et al., 2019).

En el contexto de esta investigación, el acceso mediante códigos QR y enlaces directos (URL) implica diferentes demandas cognitivas, por lo que el uso de un código QR puede reducir la carga extrínseca al eliminar la necesidad de escribir o copiar un enlace, simplificando el proceso de acceso. Sin embargo, también puede introducir carga adicional

si el usuario no está familiarizado con el escaneo o si la interfaz de la cámara no es intuitiva.

Por otro lado, los enlaces directos pueden implicar mayor carga cognitiva cuando requieren digitación o navegación manual, aumentando el tiempo y la posibilidad de errores. Por tanto, por medio de esta teoría se explicará por qué pueden existir diferencias en el tiempo de acceso y en la precisión, ya que ambos métodos presentan distintas exigencias cognitivas que impactan directamente en el desempeño del usuario.

Modelo de Aceptación Tecnológica (TAM). El Modelo de Aceptación Tecnológica (TAM) plantea que el uso de una tecnología depende principalmente de la utilidad percibida y la facilidad de uso percibida. Investigaciones actuales han extendido este modelo incorporando factores como la confianza, la experiencia del usuario y el contexto digital, manteniéndolo como uno de los modelos más utilizados para estudiar adopción tecnológica (Davis, 1989; Venkatesh y Davis, 2020).

El análisis de la adopción y el rendimiento percibido de los sistemas de direccionamiento digital, específicamente mediante Localizadores Uniformes de Recursos (URL) y códigos de Respuesta Rápida (QR), encuentra un sólido sustento teórico en el Modelo de Aceptación Tecnológica (TAM, Technology Acceptance Model), formulado originalmente por Davis (1989). Esta teoría postula que la intención de uso y la aceptación real de una tecnología están determinadas por una cadena causal de variables cognitivas, entre las cuales destacan la Facilidad de Uso Percibida (PEOU) y la Utilidad Percibida (PU).

En el contexto de la presente investigación, los atributos técnicos de eficiencia y precisión operan como variables e indicadores empíricos que moldean de manera directa dichas dimensiones teóricas.

La Eficiencia Técnica como Determinante de la Facilidad de Uso Percibida (PEOU). De acuerdo con Davis (1989), la Facilidad de Uso Percibida se define como el grado en que un individuo cree que interactuar con un sistema informático estará libre de esfuerzo físico o mental. En esta investigación, la eficiencia operacionalizada a través del tiempo de escaneo del código QR, la simplicidad sintáctica de una URL corta y la optimización del tiempo de respuesta actúa como el antecedente técnico de la PEOU.

Al automatizar el acceso a la información y suprimir la necesidad de la digitación manual de direcciones web complejas, los códigos QR reducen significativamente la fricción cognitiva del usuario. Desde la perspectiva del TAM, a mayor eficiencia en la ejecución del enlace digital, menor es el esfuerzo requerido por el sujeto, lo que eleva de forma inmediata la percepción de que la tecnología es intuitiva, accesible y fácil de operar.

La Precisión Operativa como Sustento de la Utilidad Percibida (PU). Por otra parte, la Utilidad Percibida es conceptualizada como la creencia del usuario de que el empleo de una tecnología específica mejorará, optimizará o potenciará su rendimiento en una tarea determinada (Davis, 1989). En este esquema, la precisión de las URL y los códigos QR entendida como la efectividad de la redirección, la integridad de los datos transmitidos y la ausencia de enlaces rotos o erróneos constituye un pilar crítico para la PU.

Si el canal tecnológico redirige al usuario de manera exacta al nodo de información requerido, se valida la fiabilidad e idoneidad de la herramienta. Asimismo, el TAM plantea

una relación de transitividad donde la facilidad de uso influye positivamente en la utilidad; por lo tanto, un sistema de redirección que resulta eficiente (rápido) y preciso (certero) es evaluado por el usuario como una solución tecnológica de alto valor utilitario para la optimización de sus recursos temporales.

En este estudio, el uso de códigos QR o enlaces directos no solo depende de su funcionamiento técnico, sino de cómo los estudiantes perciben cada método. Si los códigos QR son considerados más rápidos, cómodos o modernos, los usuarios estarán más dispuestos a utilizarlos y lo harán con mayor fluidez, lo que puede traducirse en menor tiempo de acceso y menos errores. De igual manera, si los enlaces son percibidos como más familiares o confiables, podrían generar un mejor desempeño en ciertos contextos.

Además, el TAM permite interpretar que la eficiencia y precisión no son únicamente variables técnicas, sino también el resultado de la interacción entre el usuario y la tecnología, mediada por percepciones subjetivas. Esto es clave para comprender que el desempeño medido en el estudio no solo refleja diferencias operativas, sino también diferencias en la aceptación y familiaridad tecnológica.

Teoría de la Interacción Humano-Computadora. Constituye un campo interdisciplinario orientado al estudio, diseño y evaluación de sistemas computacionales considerando la relación entre las personas y las tecnologías digitales. Esta disciplina surge de la convergencia entre la informática, la psicología cognitiva, el diseño, la ergonomía y las ciencias sociales, con el propósito de desarrollar sistemas que sean útiles, comprensibles, eficientes y adaptados a las necesidades de los usuarios. Desde esta perspectiva, la calidad de un sistema no depende únicamente de su funcionamiento técnico,

sino también de la forma en que los usuarios perciben, comprenden y ejecutan las tareas mediante la interfaz tecnológica.

De acuerdo con Ben Shneiderman y otros (2016), la interacción entre el usuario y un sistema debe orientarse hacia el diseño de interfaces que permitan una comunicación efectiva entre la persona y la computadora, reduciendo la carga cognitiva y facilitando la realización de actividades. Bajo este enfoque, un sistema interactivo debe proporcionar mecanismos claros de navegación, respuestas comprensibles ante las acciones del usuario y condiciones que disminuyan la posibilidad de errores durante la ejecución de las tareas.

Uno de los principios fundamentales de la HCI es el diseño centrado en el usuario, el cual establece que las características, necesidades y capacidades de las personas deben considerarse durante todo el ciclo de desarrollo y evaluación de una solución tecnológica. Según Alan Dix y colaboradores (2004), una interacción efectiva requiere comprender cómo los usuarios perciben la información, toman decisiones y responden ante los elementos de una interfaz. Por ello, aspectos como la facilidad de uso, la claridad de los elementos visuales, la rapidez de respuesta y la prevención de errores son factores esenciales para determinar la calidad de la experiencia de interacción.

En el contexto de los sistemas de acceso digital, la HCI permite comprender cómo diferentes mecanismos de interacción pueden influir en el desempeño del usuario. Un método de acceso representa el punto inicial de contacto entre la persona y el recurso tecnológico; por tanto, características como la simplicidad del procedimiento, el número de pasos requeridos, la comprensión del mecanismo utilizado y la posibilidad de cometer errores pueden afectar la eficiencia y precisión con la que se completa una tarea. Desde esta perspectiva, la comparación entre acceso mediante código QR y URL no se limita

únicamente a sus características técnicas, sino a cómo cada modalidad modifica la interacción del usuario con el sistema.

Esta teoría sustenta este estudio, debido a que la evaluación de los métodos de acceso mediante código QR y URL considera tanto indicadores objetivos del desempeño como aspectos subjetivos de la experiencia del usuario. Los indicadores de precisión, como intentos realizados, errores presentados y éxito del acceso, se vinculan con la capacidad del sistema para facilitar una interacción correcta y minimizar dificultades durante la ejecución de la tarea. Asimismo, los indicadores de eficiencia, relacionados con el tiempo requerido para acceder y completar el formulario digital, reflejan la facilidad con la que el usuario puede alcanzar un objetivo dentro del sistema.

Además, la evaluación de la experiencia del estudiante mediante dimensiones como claridad, confianza, comodidad y facilidad de uso se fundamenta en los principios de la HCI, debido a que estos elementos representan la percepción del usuario respecto a la calidad de la interacción. En consecuencia, esta teoría proporciona un marco para interpretar cómo las características del método de acceso pueden influir en el comportamiento del usuario y en la efectividad del proceso de interacción con recursos digitales educativos.

La Usabilidad según la Norma ISO 9241-1. Para comprender cómo los atributos técnicos de las URL y los códigos QR impactan en la experiencia del usuario, es imperativo fundamentar el estudio en el constructo de Usabilidad. El marco de referencia internacional más robusto para este fin es la Norma ISO 9241-11 la cual define la usabilidad como el "grado en el que un sistema, producto o servicio puede ser usado por usuarios específicos para lograr objetivos específicos con eficacia, eficiencia y satisfacción en un contexto de

uso específico" (International Organization for Standardization [ISO], 2018). De acuerdo con este estándar internacional, la usabilidad no es un atributo estático del software o del hardware, sino una propiedad emergente de la interacción. Esta norma desglosa el concepto en tres pilares métricos fundamentales:

Eficacia (Accuracy and Completeness). La norma ISO 9241-11 define la eficacia como la precisión y la plenitud con la que los usuarios alcanzan objetivos específicos (ISO, 2018). En términos operativos, la eficacia mide si la herramienta tecnológica realmente permite al sujeto completar la tarea deseada sin desviaciones ni errores críticos. No se evalúa el tiempo invertido, sino el resultado cualitativo y cuantitativo del proceso: el éxito o el fracaso en la consecución de la meta.

Eficiencia (Resources Expended). La eficiencia es conceptualizada como los recursos empleados en relación con la precisión y plenitud con la que los usuarios alcanzan sus objetivos (ISO, 2018). Los recursos analizados de forma habitual incluyen el tiempo de ejecución, el esfuerzo humano, los costos económicos y los recursos computacionales. Un sistema es considerado altamente eficiente si minimiza la inversión de recursos (por ejemplo, reduciendo los segundos requeridos para completar una acción) manteniendo un nivel óptimo de eficacia.

Satisfacción (Positive Attitudes and Comfort). La satisfacción se define como el grado en que las necesidades y expectativas del usuario se cumplen mediante el uso de un sistema, lo que resulta en respuestas emocionales, cognitivas y conductuales positivas (ISO, 2018). A diferencia de la eficacia y la eficiencia, que poseen una naturaleza marcadamente objetiva y medible en rendimiento, la satisfacción es una dimensión eminentemente

subjetiva que evalúa la comodidad, la aceptabilidad y la percepción de agrado del individuo al interactuar con la interfaz digital.

Los Atributos de Usabilidad de Jakob Nielsen. Para complementar la perspectiva normativa de la ISO, el análisis de las interfaces de direccionamiento digital (URL y códigos QR) debe fundamentarse desde la perspectiva de la ingeniería de la usabilidad clásica. Uno de los marcos teóricos y prácticos más extendidos globalmente es el propuesto por Jakob Nielsen (1993), quien define la usabilidad como un constructo multidimensional que no es una propiedad única y aislada de las interfaces, sino el resultado medible de cinco atributos o componentes esenciales [Nielsen, 1993].

Para efectos de esta investigación, se analizan los cuatro atributos centrales que interactúan directamente con los sistemas de enlaces URL y captura óptica por QR:

Facilidad de Aprendizaje. Nielsen (1993) define la facilidad de aprendizaje como el atributo más básico de la usabilidad, representando el grado de esfuerzo que requiere un usuario para comprender cómo interactuar con el sistema por primera vez y alcanzar un nivel aceptable de competencia en sus tareas. Un sistema altamente usable posee una curva de aprendizaje casi nula, permitiendo al usuario ser productivo de forma inmediata sin necesidad de entrenamiento o manuales de instrucción previos.

Eficiencia. Una vez que el usuario ha aprendido a utilizar el sistema, la eficiencia determina el nivel de productividad alcanzado (Nielsen, 1993). Este atributo se enfoca en la optimización del rendimiento y se operacionaliza cuantitativamente mediante la medición del tiempo de ejecución requerido para completar una acción. La meta de una interfaz

ficiente es permitir al usuario consolidar su objetivo con la menor cantidad de pasos y fricción posibles.

Errores. El atributo de errores evalúa la tasa o frecuencia de fallos cometidos por el usuario durante la interacción con la interfaz, la gravedad de dichos errores y la capacidad del sistema para permitir una recuperación sencilla ante ellos (Nielsen, 1993). Un diseño usable debe caracterizarse por un bajo índice de errores y por la integración de mecanismos de prevención de fallos, garantizando que el flujo de trabajo no se vea interrumpido catastróficamente por equivocaciones operativas.

Satisfacción. A diferencia de los componentes anteriores, de naturaleza marcadamente métrica y orientada al rendimiento, la satisfacción es un atributo subjetivo que mide el agrado o placer que experimenta el individuo al interactuar con el sistema (Nielsen, 1993). Evalúa la percepción estética, la comodidad percibida y el nivel de frustración psicológica del usuario. Bajo el enfoque de Nielsen, una interfaz usable debe ser subjetivamente placentera de operatividad.

Conceptos Asumidos

Código QR. Código bidimensional que permite almacenar información y acceder a ella mediante escaneo con dispositivos móviles (International Organization for Standardization, 2024).

Tipos de códigos QR. Según Denso Wave (s.f.), los códigos QR se clasifican en diferentes tipos de acuerdo con su estructura y funcionalidad.

1. El código QR estándar es el más utilizado y permite almacenar distintos tipos de información como texto, enlaces web y datos digitales.

2. El código Micro QR es una versión más pequeña que se utiliza cuando el espacio es limitado y se requiere almacenar menor cantidad de información.
3. El código iQR presenta mayor capacidad de almacenamiento y puede adoptar formas rectangulares, lo que lo hace más flexible.
4. El código SQRC está diseñado para almacenar información restringida, permitiendo controlar el acceso a los datos.
5. El código Frame QR incluye un espacio interno donde se pueden insertar imágenes o texto, siendo útil en aplicaciones publicitarias.

Representación de los tipos de códigos QR. Como se observa en la Figura 1, los códigos QR presentan diferentes estructuras y funcionalidades que los adaptan a distintos contextos de uso.

Figura 1

Tipos de códigos QR

 QR Code Model 1 and Model 2	 Micro QR Code	 rMQR Code	 SQRC	 Frame QR
				
[Feature] Model 1 is the original QR Code. The largest version of this code is 14 (73 x 73 modules), which is capable of storing up to 1,167 numerals. Model 2 is an improvement on Model 1 with the largest version being 40 (177 x 177 modules), which is capable of storing up to 7,089 numerals. Today, the term QR Code usually refers to this type.	[Feature] Only one orientation detecting pattern is required for this code, making it possible to print it in a smaller space than before. This code can be viable even if the width of its margin is 2 module-worth (QR Code requires a margin of 4 module-worth at least around it). The largest version of this code is M4 (17 x 17 modules), which can store up to 35 numerals.	[Feature] Code addresses the need to print in narrow spaces where conventional QR Code could not be printed, and to store more information than possible with Micro QR Code.	[Feature] QR Code that has a reading restricting function. Can be used to store private information or manage a company's internal information) Its appearance is no different from the regular QR Code. > denso-wave.com	[Feature] FrameQR is a QR code with a "canvas area" that can be flexibly used. Since letters and images can be inserted inside the canvas area, FrameQR can be used for promotion, authenticity judgment, and other various uses. > denso-wave.com

Fuente: Denso Wave. (s.f.). QR Code. <https://www.qrcode.com>

URL (Uniform Resource Locator): dirección que identifica y localiza recursos en internet a través de navegadores web (Hahn, 1995).

Eficiencia: la eficiencia se refiere a la capacidad de un sistema, proceso o método para alcanzar un objetivo utilizando la menor cantidad posible de recursos, especialmente tiempo y esfuerzo. En el contexto del acceso digital, implica que un usuario pueda ingresar a una plataforma o recurso tecnológico de manera rápida, con pocos pasos y sin requerir acciones innecesarias. Por ejemplo, un método de acceso eficiente permite que una persona llegue al formulario o información requerida en menor tiempo y con menor complejidad operativa (International Organization for Standardization, 2023).

Precisión: la precisión representa el grado en que una acción o proceso se ejecuta correctamente y libre de errores. En sistemas digitales, está relacionada con la capacidad del usuario para completar una tarea de forma exacta, como ingresar correctamente una dirección web, escanear un código QR o completar información solicitada sin equivocaciones. Una mayor precisión indica menor ocurrencia de errores durante la interacción con el sistema (International Organization for Standardization, 2023).

Dispositivo móvil: un dispositivo móvil es un equipo electrónico portátil que permite realizar actividades digitales desde diferentes ubicaciones mediante conexión a internet o redes inalámbricas. Incluye principalmente teléfonos inteligentes y tabletas, los cuales cuentan con capacidades de procesamiento, comunicación y ejecución de aplicaciones que facilitan el acceso a servicios digitales (Waseem et al., 2016).

Experiencia de usuario (UX): la experiencia de usuario hace referencia al conjunto de percepciones, emociones y valoraciones que desarrolla una persona al interactuar con un

sistema, producto o servicio tecnológico. Incluye aspectos como satisfacción, confianza, facilidad percibida, comodidad y percepción del desempeño del sistema. Una experiencia positiva ocurre cuando el usuario puede cumplir sus objetivos de manera sencilla, comprensible y satisfactoria (International Organization for Standardization, 2019).

Usabilidad: la usabilidad es la capacidad de un sistema para ser comprendido y utilizado por los usuarios de manera efectiva, eficiente y satisfactoria para alcanzar objetivos específicos. Un sistema con alta usabilidad requiere poco esfuerzo de aprendizaje, presenta instrucciones claras y permite completar tareas sin dificultades significativas. En los métodos de acceso digital, la usabilidad se relaciona con qué tan sencillo resulta para un usuario utilizar un código QR o una URL para acceder a una información o servicio (International Organization for Standardization, 2023).

Acceso a información: el acceso a información es el proceso mediante el cual los usuarios localizan, obtienen y utilizan recursos digitales disponibles a través de tecnologías de información y comunicación. Este proceso implica la interacción entre la persona, el dispositivo utilizado y los mecanismos tecnológicos que permiten llegar al contenido requerido, como enlaces web, plataformas digitales o códigos de acceso (UNESCO, s.f.).

Tiempo de respuesta: el tiempo de respuesta corresponde al intervalo transcurrido entre la acción realizada por el usuario y la reacción o resultado generado por el sistema. En un entorno digital, puede representar el tiempo que tarda una página en cargar después de seleccionar un enlace, o el tiempo necesario para completar una acción desde que inicia hasta que obtiene una respuesta del sistema (Nielsen, 1993).

Error de digitación: el error de digitación es una equivocación cometida por el usuario al ingresar manualmente información mediante un dispositivo electrónico. Puede incluir la escritura incorrecta de caracteres, omisión de datos o introducción de información diferente a la solicitada. En procesos de acceso mediante URL, estos errores pueden afectar la rapidez y éxito del ingreso al recurso digital (Norman, 2013).

Interacción usuario-sistema: la interacción usuario-sistema es el proceso de comunicación y relación que ocurre entre una persona y una tecnología durante la ejecución de una tarea. Esta interacción incluye las acciones realizadas por el usuario, las respuestas generadas por el sistema y la forma en que ambos elementos se adaptan para lograr un objetivo determinado. En sistemas de acceso digital, comprende acciones como escanear un código QR, seleccionar un enlace o introducir información.

Facilidad de uso: la facilidad de uso representa el grado en que un usuario puede utilizar un sistema sin requerir un esfuerzo excesivo, conocimientos especializados o instrucciones complejas. Un sistema fácil de usar permite que las personas comprendan rápidamente su funcionamiento, reduzcan errores y completen sus actividades con mayor confianza y comodidad (Nielsen, 1993).

Bases Legales

En Nicaragua, el uso de tecnologías de la información y la comunicación, dentro de las cuales se encuentran los códigos QR, está regulado por la Ley Especial de Ciberdelitos, Ley N.º 1042. Esta normativa establece un marco jurídico orientado a la prevención, investigación y sanción de conductas ilícitas realizadas en entornos digitales (Asamblea Nacional de Nicaragua, 2020).

En primer lugar, el artículo 1 de dicha ley establece que su objeto es la protección de los sistemas informáticos y la sanción de los delitos cometidos mediante el uso de tecnologías digitales (Asamblea Nacional de Nicaragua, 2020). En este sentido, los códigos QR, al ser herramientas tecnológicas que permiten el acceso a información digital, se encuentran dentro del ámbito de aplicación de esta normativa.

Asimismo, el artículo 8 tipifica como delito la interferencia en sistemas informáticos o la alteración de datos (Asamblea Nacional de Nicaragua, 2020). Por otra parte, el artículo 26 establece la protección de los datos personales, sancionando la revelación o difusión de información sin el consentimiento del titular (Asamblea Nacional de Nicaragua, 2020). Este aspecto es fundamental en el uso de códigos QR, ya que estos pueden ser empleados para recopilar información personal, lo que es importante debido a que estos pueden ser manipulados para redirigir a enlaces falsos o modificar información.

Marco Organizacional

El uso de los laboratorios de cómputo dentro de las instituciones educativas se encuentra regulado por normas internas que establecen lineamientos para garantizar el orden, la seguridad y el uso adecuado de los recursos tecnológicos. En este sentido, el reglamento del laboratorio establece diversas disposiciones que los usuarios deben cumplir, tales como el mantenimiento de normas de bioseguridad, la prohibición de ingresar alimentos y bebidas, la protección de los equipos, así como la prohibición de instalar software sin autorización y de manipular los dispositivos sin supervisión del encargado.

Asimismo, dichas normas fomentan el uso responsable de los equipos y el cuidado de la infraestructura tecnológica, promoviendo un ambiente adecuado para el desarrollo de actividades académicas. Estas disposiciones también pueden relacionarse con el uso de

tecnologías como los códigos QR, ya que su implementación dentro de un entorno controlado debe garantizar la seguridad de los usuarios, evitando el acceso no autorizado a sistemas o la manipulación indebida de la información.

Por lo tanto, el reglamento del laboratorio no solo regula el comportamiento de los usuarios, sino que también contribuye a la prevención de riesgos tecnológicos, lo cual es fundamental cuando se integran herramientas digitales como los códigos QR en actividades académicas (Universidad Central de Nicaragua, 2021).

Métodos

Este capítulo presenta la metodología utilizada para comparar la eficiencia y precisión en el acceso a recursos digitales mediante códigos QR y enlaces directos en dispositivos móviles en estudiantes universitarios. Se define el enfoque cuantitativo, el diseño cuasi-experimental comparativo, el alcance correlacional-comparativo, la temporalidad transversal y el método deductivo, elementos que permitieron obtener resultados objetivos, medibles y estadísticamente válidos.

Asimismo, se describen las variables, indicadores e instrumentos de medición, de forma que los datos recolectados sean fiables y replicables, y que los análisis permitan establecer diferencias significativas entre los métodos de acceso. La metodología garantiza así que los hallazgos contribuyan de manera sólida y verificable al conocimiento sobre la eficiencia y precisión de los códigos QR frente a enlaces directos.

Tipo de Investigación

Enfoque de la Investigación

El presente estudio se desarrollará bajo un enfoque cuantitativo, dado que tendrá como finalidad medir de manera objetiva variables relacionadas con la eficiencia y la precisión en el acceso a recursos digitales mediante códigos QR y enlaces directos (URL). Para ello, se empleará la técnica de encuesta en formato digital, lo que permitirá recopilar datos cuantificables sobre el comportamiento de los estudiantes durante el acceso y uso del instrumento. Este enfoque permitió analizar indicadores como el tiempo de acceso, la tasa de respuesta y los errores reportados por los participantes, posibilitando la aplicación de procedimientos estadísticos que garantizarán la validez, confiabilidad y reproducibilidad de

los resultados. Al centrarse en datos numéricos obtenidos mediante un cuestionario estructurado, se minimizó la subjetividad y se aseguró un análisis objetivo y verificable.

Diseño

La investigación adoptó un diseño cuasi experimental de tipo comparativo con grupos independientes, implementado a través de una encuesta digital. Por medio de este diseño se analizó el efecto del método de acceso tales como código QR o URL sobre las variables de eficiencia y precisión. Los participantes fueron asignados a dos grupos, cada uno con un método distinto de acceso al mismo cuestionario, mediante el cual se comparó el desempeño de ambos grupos bajo condiciones similares. Aunque la recolección de datos se realizó mediante encuesta, el componente cuasi experimental se mantuvo al manipular la forma de acceso al instrumento. identificar diferencias significativas entre ambos métodos, determinando cuál resultará más eficiente y preciso.

Alcance

La presente investigación tiene un alcance explicativo, debido a que busca determinar el efecto que produce el tipo de acceso digital, mediante código QR o URL, sobre la eficiencia y precisión del acceso a formularios digitales. A través de un diseño experimental de comparación entre grupos, se analiza si la modalidad de acceso utilizada genera diferencias en el comportamiento de los usuarios durante el proceso de interacción digital.

Asimismo, presenta un alcance comparativo, ya que establece diferencias entre dos condiciones experimentales: usuarios que acceden mediante código QR y usuarios que utilizan una dirección URL. Esta comparación permite identificar variaciones en indicadores asociados a la eficiencia, tales como el tiempo de acceso, tiempo de llenado,

tiempo total de interacción y percepción del usuario; así como en indicadores de precisión relacionados con intentos de acceso, errores, éxito del ingreso y confianza percibida.

De igual manera, posee un componente descriptivo, debido a que caracteriza el comportamiento de los participantes mediante medidas estadísticas de tendencia central, dispersión, frecuencias y porcentajes, permitiendo identificar el desempeño observado en cada modalidad de acceso.

El alcance explicativo se sustenta en la evaluación del efecto del tipo de acceso digital sobre la eficiencia y precisión del acceso digital, mediante pruebas inferenciales y medidas de tamaño del efecto para determinar tanto la existencia de diferencias estadísticamente significativas como la magnitud práctica de dichas diferencias. La investigación no pretendió establecer una superioridad universal entre el código QR y la URL, sino aportar evidencia empírica sobre su comportamiento bajo condiciones experimentales específicas de acceso a formularios digitales.

Temporalidad

La investigación presentó una temporalidad transversal, debido a que la recolección de datos se realizó en un único periodo de evaluación, durante el cual los participantes fueron expuestos a una de las dos modalidades de acceso digital establecidas. La medición de los indicadores de eficiencia y precisión se efectuó en el momento de la interacción con el formulario digital, lo que permitió comparar el comportamiento de ambos grupos bajo condiciones experimentales equivalentes.

El estudio se desarrolló durante el período comprendido en el mes de Julio, correspondiente a la fase de aplicación experimental, levantamiento de información, procesamiento estadístico y análisis de resultados. Al tratarse de una evaluación realizada en un momento específico y sin seguimiento posterior de los participantes, no se pretende analizar cambios temporales en el comportamiento de los usuarios, sino determinar las diferencias y el efecto asociado al tipo de acceso digital bajo las condiciones establecidas.

Método

El estudio se fundamentará en el método deductivo, partiendo de hipótesis derivadas de teorías relacionadas con la usabilidad, el acceso digital y el uso de códigos QR. Estas hipótesis serán contrastadas mediante los datos obtenidos a través de la encuesta aplicada a los participantes. De este modo, se buscará comprobar si existen diferencias significativas entre los métodos de acceso, manteniendo coherencia entre el marco teórico y los resultados esperados.

Población y Muestra

La población del estudio estuvo conformada por 100 estudiantes de la Universidad Central de Nicaragua, sede Jinotepe, quienes aceptaron participar voluntariamente en la investigación durante el período de recolección de datos, desarrollado a lo largo de dos semanas. Los participantes cumplieron con los criterios de inclusión establecidos para la fase experimental, los cuales consistieron en disponer de un dispositivo móvil con acceso a Internet y buena conexión al mismo, acceder al recurso educativo mediante uno de los métodos de acceso evaluados (código QR o URL) y otorgar su consentimiento para participar en el estudio.

El tamaño de la muestra fue igual al tamaño de la población, dado el tamaño de la misma. Una vez concluido el proceso de recolección de datos, se realizó la revisión y depuración de la información obtenida, identificándose seis registros incompletos, correspondientes a participantes que no finalizaron el cuestionario de experiencia del usuario o cuyos registros experimentales no contenían la información necesaria para el análisis de las variables investigadas. Por lo tanto, dichos registros fueron excluidos del estudio, de forma que la muestra definitiva quedó conformada por 94 estudiantes.

Se empleó un muestreo no probabilístico por conveniencia, debido a que los participantes fueron seleccionados en función de su disponibilidad y aceptación voluntaria para participar durante el período establecido para la recolección de datos. Posteriormente, con el propósito de garantizar condiciones equivalentes para la comparación entre los métodos de acceso evaluados, los 94 participantes fueron distribuidos equitativamente en dos grupos experimentales: 47 estudiantes utilizaron el acceso mediante código QR y 47 estudiantes accedieron mediante URL.

Criterios de Inclusión. Se considerarán los siguientes criterios para seleccionar a los participantes:

Ser estudiante universitario activo de la institución.

1. Contar con experiencia básica en el uso de dispositivos móviles (smartphone o tablet).
2. Disponer de un dispositivo móvil propio y funcional durante la aplicación de la encuesta.
3. Disponer de conectividad de internet (paquete de datos) y con buena conectividad.

4. Aceptar participar voluntariamente mediante la firma del consentimiento informado.

Criterios de Exclusión. Se excluirán del estudio aquellos estudiantes que:

1. Presenten limitaciones físicas o cognitivas que dificulten el uso de dispositivos móviles.
2. No cuenten con acceso a conectividad estable durante la aplicación del instrumento.
3. Hayan participado previamente en estudios similares que puedan influir en su comportamiento o sesgar los resultados.

Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos

La recolección de datos se desarrolló mediante un enfoque de medición experimental, integrando técnicas de observación sistemática, registro automatizado y encuesta estructurada, con el propósito de obtener información objetiva y subjetiva sobre el desempeño de los métodos de acceso evaluados mediante códigos QR y URL.

Como primera técnica se empleó la observación experimental, utilizando como instrumentos complementarios un sistema web experimental de registro automatizado y una ficha de registro de desempeño. El sistema web fue desarrollado específicamente para la investigación con el propósito de administrar los recursos educativos digitales, generar los mecanismos de acceso mediante códigos QR y URL, y capturar automáticamente los eventos producidos durante la interacción de los participantes.

Mediante este instrumento tecnológico se recopilaron datos objetivos relacionados con la precisión y eficiencia del acceso, tales como método utilizado, tiempo de acceso, registro de eventos, características del dispositivo empleado, sistema operativo, navegador

e identificación de la sesión de interacción. Estos datos permitieron disponer de métricas generadas directamente desde la plataforma, reduciendo posibles sesgos asociados al registro manual de información.

De manera paralela, durante la ejecución de las pruebas experimentales y con el apoyo de estudiantes colaboradores previamente orientados, se aplicó una ficha de registro de observación, diseñada para documentar el comportamiento del participante durante el proceso de acceso. Con lo que se complementaron los registros automáticos mediante la identificación y validación de indicadores asociados a la precisión y eficiencia, además se incluyó, cantidad de intentos realizados, presencia de dificultades o errores durante el acceso, éxito de la operación y tiempos empleados en la ejecución de las tareas asignadas.

La utilización simultánea del registro automatizado y la ficha de observación (**Apéndice 3. Instrumentos**) permitió contrastar la información obtenida desde el sistema con la observación directa del desarrollo de las pruebas, lo cual fortaleció la confiabilidad de los datos recolectados y proporcionó una visión integral del desempeño de cada método de acceso.

Como segunda técnica se empleó la encuesta (**Apéndice 3. Instrumentos**), mediante un cuestionario estructurado de percepción del usuario, orientado a recopilar información relacionada con la experiencia de uso de los participantes. Mediante este instrumento se evaluaron aspectos subjetivos como claridad del método, confianza percibida, comodidad, facilidad de uso y satisfacción durante la interacción. Los instrumentos aplicados permitieron obtener información desde tres fuentes complementarias: (1) registros objetivos generados automáticamente por el sistema web, (2) observación directa mediante ficha de registro experimental y (3) valoración subjetiva mediante cuestionario de percepción.

La descripción técnica del sistema web experimental, así como la estructura de la base de datos, módulos implementados y evidencias de funcionamiento, se presenta en el

Apéndice 1. Desarrollo e Implementación del Sistema

Estos instrumentos aplicados permitieron obtener información desde tres fuentes complementarias: (1) registros objetivos generados automáticamente por el sistema web, (2) observación directa mediante ficha de registro experimental y (3) valoración subjetiva mediante cuestionario de percepción. Esta estrategia favoreció la triangulación de datos y permitió realizar una evaluación más completa de la precisión y eficiencia de los métodos de acceso QR y URL. La descripción técnica del sistema web experimental, así como la estructura de la base de datos, módulos implementados y evidencias de funcionamiento, se presenta en el Anexo X. Desarrollo e implementación del sistema web experimental utilizado para la recolección de datos.

Procedimiento de Recolección de Datos

La recolección de datos se desarrolló mediante una fase experimental controlada orientada a comparar el desempeño de dos métodos de acceso a recursos educativos digitales: códigos QR y enlaces URL. Para ello, se implementó un entorno tecnológico experimental que permitió registrar de manera automatizada las interacciones realizadas por los participantes y complementar dicha información mediante instrumentos de observación y percepción del usuario.

Inicialmente se realizó la preparación del entorno experimental mediante la configuración del sistema web desarrollado, incorporando los recursos educativos digitales que serían utilizados durante las pruebas y generando los mecanismos de acceso correspondientes para cada modalidad evaluada. El sistema fue configurado para registrar

automáticamente los eventos asociados a cada interacción, incluyendo método de acceso empleado, tiempo requerido para acceder al recurso, información del dispositivo utilizado y trazabilidad de la sesión.

Posteriormente, se llevó a cabo la aplicación experimental con la participación de estudiantes, quienes realizaron las actividades de acceso bajo condiciones previamente establecidas. Los participantes interactuaron con los recursos asignados utilizando uno de los dos métodos de acceso evaluados (código QR o URL), procurando mantener condiciones equivalentes para ambos grupos de comparación. Durante el desarrollo de las pruebas, de manera paralela al registro automático generado por el sistema, se utilizó una ficha de observación experimental con apoyo de estudiantes colaboradores previamente orientados, con el propósito de documentar indicadores relacionados con la precisión y eficiencia del acceso.

Esta ficha permitió registrar aspectos como número de intentos realizados, presencia de errores, éxito del acceso, dificultades observadas durante la interacción y tiempos asociados a la ejecución de las tareas. Una vez finalizada la interacción con el recurso digital, se aplicó el cuestionario de percepción del usuario, mediante el cual los participantes valoraron aspectos relacionados con la experiencia de uso de la modalidad asignada, incluyendo claridad del método, confianza percibida, comodidad y facilidad de interacción.

Los datos obtenidos mediante las diferentes fuentes de información fueron consolidados en una matriz de datos para su posterior procesamiento estadístico. La integración de los registros generados por el sistema web, la ficha de observación y el cuestionario permitió disponer de información objetiva y subjetiva para evaluar

comparativamente la precisión y eficiencia de los métodos de acceso mediante código QR y URL.

Confiabilidad y Validez de los Instrumentos

Validez de los Instrumentos

La validez de contenido de los instrumentos fue determinada mediante juicio de expertos, siguiendo los criterios metodológicos propuestos por Hernández Sampieri, Fernández y Baptista (2022). Los especialistas evaluaron la correspondencia entre los objetivos de la investigación, las variables de estudio, las dimensiones e indicadores definidos, considerando aspectos como claridad, pertinencia, coherencia, suficiencia y relevancia de cada uno de los ítems.

La validación comprendió tanto la ficha de registro de precisión y eficiencia, utilizada para documentar indicadores objetivos del desempeño de los métodos de acceso, como el cuestionario de experiencia del estudiante, estructurado mediante una escala ordinal tipo Likert de cinco categorías de respuesta. Los resultados obtenidos evidenciaron un alto nivel de concordancia entre los expertos, confirmando la pertinencia y adecuación de ambos instrumentos para la recolección de la información.

Prueba Piloto

Antes de la aplicación definitiva, se realizó una prueba piloto con 15 participantes con características similares a la población objeto de estudio, con el propósito de verificar la claridad de los instrumentos, el tiempo requerido para su aplicación, la comprensión de los ítems y el funcionamiento del procedimiento experimental. Se obtuvo consistencia interna con un coeficiente Alfa de Cronbach global de 0,920, valor que evidenció una

excelente confiabilidad, luego se realizaron ajustes menores en la redacción y organización de algunos ítems, así como en el procedimiento de aplicación, calidad de los instrumentos antes de su implementación en la muestra definitiva.

Confiabilidad de los Instrumentos

Una vez efectuados los ajustes derivados de la prueba piloto y aplicada la investigación a la muestra definitiva, se recalculó la confiabilidad de cada instrumento de forma independiente mediante el coeficiente Alfa de Cronbach. La ficha de registro de precisión y eficiencia, integrada por 17 elementos, obtuvo un Alfa de Cronbach de 0,712, lo que evidencia una consistencia interna aceptable para el registro sistemático de los indicadores objetivos de la investigación.

Por su parte, el cuestionario de experiencia del estudiante, conformado por 14 ítems en escala ordinal tipo Likert, alcanzó un Alfa de Cronbach de 0,768, valor que indica una adecuada consistencia interna para evaluar la percepción de los participantes sobre los métodos de acceso analizados. De acuerdo con los criterios de interpretación de la confiabilidad en investigaciones de ciencias sociales, ambos coeficientes superan el valor mínimo recomendado de 0,70, por lo que los instrumentos presentaron niveles adecuados de consistencia interna y eran confiables para la recolección de la información utilizada en el estudio.

Procesamiento de Datos y Análisis de la Información

El procesamiento y análisis de los datos correspondientes a la variable eficiencia se realizó mediante un enfoque cuantitativo, con el propósito de comparar el desempeño de los métodos de acceso mediante código QR y URL, se consideró el tiempo requerido por los

participantes para completar el proceso de interacción con el formulario digital.

Inicialmente, los datos obtenidos durante la prueba experimental fueron organizados, depurados y codificados en una matriz de análisis.

El análisis fue desarrollado mediante el software estadístico IBM SPSS Statistics V27, se aplicaron procedimientos de estadística descriptiva e inferencial. En la primera etapa y debido a la naturaleza temporal de las variables analizadas, se calcularon estadísticas descriptivas. Aunque se presentó la media como medida descriptiva inicial, la interpretación principal se fundamentó en la mediana y el IRQ, debido a que permiten representar de manera más adecuada el comportamiento de los datos cuando existen distribuciones asimétricas o presencia de valores extremos.

Asimismo, se realizó una representación gráfica mediante diagramas de caja con el propósito de observar la distribución de los tiempos de desempeño según el método de acceso, identificar diferencias visuales entre los grupos y detectar posibles valores atípicos. Posteriormente, se evaluó el supuesto de normalidad de las variables de tiempo mediante las pruebas de Kolmogorov-Smirnov, con un nivel de significancia de $\alpha = 0,05$. Los resultados evidenciaron que las variables no presentaron una distribución normal; por lo tanto, se descartó la aplicación de pruebas paramétricas y se seleccionaron procedimientos estadísticos no paramétricos.

Para determinar si existían diferencias significativas en la eficiencia entre los métodos de acceso mediante código QR y URL, se aplicó la prueba U de Mann-Whitney para muestras independientes, al comparar las distribuciones de los tiempos registrados en ambos grupos. La decisión estadística se estableció al considerar un nivel de significancia de 0,05. Adicionalmente, se calculó el tamaño del efecto ($r = Z/\sqrt{N}$) con el objetivo de

determinar la magnitud de las diferencias observadas, más allá de la significancia estadística.

De manera complementaria, se exploró el comportamiento del tiempo de acceso según el sistema operativo del dispositivo utilizado, con el propósito de identificar posibles factores tecnológicos asociados al desempeño temporal del acceso. Este análisis fue considerado exploratorio, debido a que dicha variable no constituye el factor principal de comparación del estudio. Finalmente, los resultados obtenidos fueron utilizados para estimar indicadores de desempeño relacionados con la eficiencia, permitiendo integrar los tiempos observados y realizar una valoración comparativa del comportamiento de los métodos de acceso mediante código QR y URL.

Una vez descrito el procedimiento general de procesamiento de datos para la variable eficiencia, se aplicó el mismo proceso de depuración, codificación y verificación de consistencia de la base de datos para la variable precisión. Inicialmente se efectuó un análisis descriptivo de los indicadores número de intentos de acceso, número de errores, éxito del acceso al primer intento, claridad percibida y confianza percibida, utilizando tablas de frecuencias absolutas y relativas para comparar el comportamiento de los participantes según el tipo de acceso según código QR y URL.

Para el análisis inferencial, la selección de las pruebas estadísticas se realizó de acuerdo con el nivel de medición de cada indicador. En las variables nominales dicotómicas como éxito del acceso al primer intento se empleó la prueba de independencia Chi-cuadrado de Pearson. Cuando las frecuencias esperadas fueron inferiores a las recomendadas para esta prueba, se recurrió a la prueba exacta de Fisher como procedimiento complementario para garantizar la validez de los resultados.

En los indicadores número de intentos, número de errores debido a que correspondían a variables cuantitativas que no cumplían con las pruebas de normalidad y con respecto a la claridad y confianza percibida, que eran ordinales la comparación entre los grupos se efectuó mediante la prueba U de Mann-Whitney para muestras independientes, con un nivel de significancia de $\alpha = 0,05$.

Con el propósito de valorar la magnitud práctica de las diferencias observadas, además del nivel de significancia estadística, se calcularon medidas del tamaño del efecto. Para las comparaciones realizadas mediante la prueba U de Mann-Whitney se estimó el coeficiente r , mientras que en las pruebas de independencia se empleó el coeficiente V de Cramer en las tablas de contingencia 2×2 . La interpretación de estos coeficientes se realizó con base a los criterios propuestos por Cohen (1988).

Por último, como parte del análisis metodológico, se consideraron dos variables intervinientes: el sistema operativo del dispositivo y el nivel de familiarización del usuario con el método de acceso, con el propósito de identificar posibles factores externos que pudieran influir en el desempeño de los métodos de acceso evaluados. Estas variables no constituyeron variables de estudio, sino factores complementarios incorporados para fortalecer la interpretación de los resultados obtenidos en las variables de eficiencia y precisión.

Para el sistema operativo del dispositivo, inicialmente se realizó un análisis descriptivo mediante tablas de distribución de frecuencias y porcentajes, verificando la homogeneidad de su distribución entre los grupos de acceso mediante código QR y URL. Posteriormente, debido a que el tiempo de acceso no presentó una distribución normal, se aplicó la prueba no paramétrica U de Mann-Whitney para muestras independientes, con el

fin de determinar si existían diferencias en el tiempo de acceso según el sistema operativo utilizado por los participantes.

En cuanto al nivel de familiarización con el método de acceso, al tratarse de una variable medida mediante una escala ordinal tipo Likert, se describió a partir de la mediana, los percentiles 25 y 75, el rango y el rango intercuartílico (RIQ). Para comparar el nivel de familiarización entre los participantes que utilizaron código QR y aquellos que accedieron mediante URL, se empleó la prueba U de Mann-Whitney para muestras independientes, considerando un nivel de significancia de $\alpha = 0,05$.

Como complemento de las pruebas inferenciales, se estimó el tamaño del efecto mediante el coeficiente r , calculado a partir del estadístico estandarizado (Z) y el tamaño total de la muestra (N), con el propósito de valorar la magnitud práctica de las diferencias observadas. La interpretación de este coeficiente se realizó conforme a los criterios propuestos por Cohen (1988), considerando valores cercanos a 0,10 como efecto pequeño, 0,30 como efecto mediano y 0,50 como efecto grande.

El análisis de estas variables intervinientes permitió identificar la posible influencia de factores externos sobre el desempeño de los métodos de acceso evaluados, proporcionando un contexto adicional para la interpretación de los resultados de las variables de eficiencia y precisión. Su incorporación contribuyó a controlar estadísticamente posibles fuentes de variabilidad ajenas a la variable independiente, favoreciendo una interpretación más objetiva de las diferencias observadas entre el acceso mediante código QR y URL.

De esta manera, fue posible valorar si el desempeño registrado respondía principalmente al método de acceso empleado o si podía estar condicionado, en alguna medida, por las características tecnológicas del dispositivo o por la experiencia previa de los participantes. Finalmente, el análisis de estas variables fortaleció la validez interna del estudio y aportó mayor solidez metodológica a las conclusiones derivadas de la investigación.

Resultados

En este capítulo se presentan los resultados derivados del análisis estadístico de los datos recolectados, se incluye la descripción de la muestra, la verificación de supuestos estadísticos y la evaluación de la eficiencia, precisión y experiencia del usuario en la comparación entre los métodos de acceso mediante código QR y URL. Los resultados se muestran mediante estadísticos descriptivos, gráficos y pruebas inferenciales para responder a los objetivos e hipótesis de la investigación.

Caracterización de la Muestra

La muestra estuvo conformada por 94 participantes, de los cuales el 53,2% ($n = 50$) fueron hombres y el 46,8% ($n = 44$) mujeres. Entre las mujeres predominó el acceso mediante URL (65,9%), mientras que entre los hombres fue más frecuente el acceso mediante código QR (64,0%). Globalmente, ambos métodos de acceso presentaron la misma frecuencia de uso (50,0% cada uno).

La muestra estuvo conformada por 94 participantes, de los cuales 50 (53,2 %) correspondieron al sexo masculino y 44 (46,8 %) al sexo femenino. Como se observa en la Tabla X, la mayor concentración de participantes se encontró en los 19 años (33 estudiantes; 35,1 %), seguida de los 20 y 21 años, con 17 participantes cada grupo (18,1 %). En conjunto, estas tres edades representaron el 71,3 % de la muestra.

En cuanto a la distribución por sexo, tanto hombres como mujeres se concentraron principalmente en la edad de 19 años, registrándose 18 mujeres y 15 hombres. En las edades de 20 y 21 años predominó la participación masculina, mientras que en los 17 años se observó una mayor representación femenina. Las demás edades presentaron frecuencias reducidas, con uno a tres participantes por categoría.

En cuanto a la distribución de los participantes según el tipo de acceso utilizado (código QR o URL) y el sistema operativo del dispositivo empleado durante la interacción. Se observa que ambos grupos de comparación presentan una composición idéntica: de los 47 participantes que utilizaron código QR, 33 (70.2%) emplearon dispositivos con sistema operativo Android y 14 (29.8%) utilizaron iOS. De igual manera, entre los 47 participantes que accedieron mediante URL, 33 (70.2%) correspondieron a Android y 14 (29.8%) a iOS.

Análisis de los Supuestos Estadísticos

Prueba de Normalidad de las Variables Cuantitativas

Con el propósito de determinar si las variables de tiempo seguían una distribución normal, se aplicaron las pruebas de Kolmogorov-Smirnov (Tabla 1), con corrección de Lilliefors, a las variables tiempo de acceso, tiempo de llenado del formulario y tiempo total del proceso desde el acceso hasta el envío del formulario. Los resultados evidenciaron que las tres variables presentaron valores de significancia inferiores al nivel establecido de $\alpha = 0,05$. En la prueba de Kolmogorov-Smirnov se obtuvieron valores de $p = 0,000$ para el tiempo de acceso, el tiempo de llenado y el tiempo total.

Por lo tanto, las distribuciones de las variables de tiempo no siguen una distribución normal. Estos resultados indican que los datos presentan una distribución no normal, por lo que el empleo de pruebas estadísticas no paramétricas resulta el procedimiento más apropiado para el análisis comparativo. La comparación de los tiempos entre los participantes que accedieron mediante código QR y aquellos que utilizaron URL se realizó mediante la prueba U de Mann-Whitney para muestras independientes, dado que esta prueba no requiere el cumplimiento del supuesto de normalidad y es adecuada para

comparar dos grupos independientes cuando las variables presentan distribuciones no normales.

Tabla 1

Pruebas de normalidad

	Kolmogorov-Smirnov ^a			
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico
Tiempo de acceso en segundos	,196	94	,000	,835
Tiempo de llenado del formulario en segundos	,168	94	,000	,820
Tiempo total del proceso desde acceso hasta envío en segundos	,156	94	,000	,869
a. Corrección de significación de Lilliefors				

Al considerar la naturaleza de los datos y la comparación de dos grupos independientes; usuarios que accedieron mediante código QR y usuarios que utilizaron URL, se optó por aplicar la prueba no paramétrica U de Mann-Whitney, la cual permitió evaluar diferencias estadísticamente significativas entre las distribuciones de ambos grupos sin requerir el supuesto de normalidad.

Eficiencia Según el Tipo de Acceso

Tiempo de Acceso

Estadísticos Descriptivos. De acuerdo a la Tabla 2, el tiempo de acceso al formulario presentó una media aritmética de 2,91 segundos (DE = 1,76), lo que indica que, en promedio, los participantes requirieron aproximadamente tres segundos para ingresar al formulario. Sin embargo, debido a que la prueba de normalidad evidenció que esta variable

no presenta una distribución normal, la interpretación del comportamiento central se realiza mediante la mediana, la cual fue de 2,39 segundos.

El análisis por percentiles mostró un primer cuartil (Q1) de 1,82 segundos y un tercer cuartil (Q3) de 3,21 segundos, obteniéndose un rango intercuartílico (RIQ = 1,39 segundos). Esto significa que el 50 % central de los participantes realizó el acceso en tiempos comprendidos entre 1,82 y 3,21 segundos, evidenciando que la mayoría de los accesos se concentraron dentro de este intervalo.

Asimismo, los valores mínimo y máximo fueron de 0,77 y 8,74 segundos, respectivamente, generando un rango total de 7,97 segundos. La diferencia entre la media (2,91 segundos) y la mediana (2,39 segundos), junto con el coeficiente de variación de 60,33 %, indica una mayor dispersión de los datos y la presencia de algunos valores elevados que influyen en el promedio. Por esta razón, la mediana y el RIQ proporcionan una representación más adecuada del desempeño típico de los participantes en esta etapa.

Tabla 2

Estadísticas descriptivas del tiempo de acceso en segundos

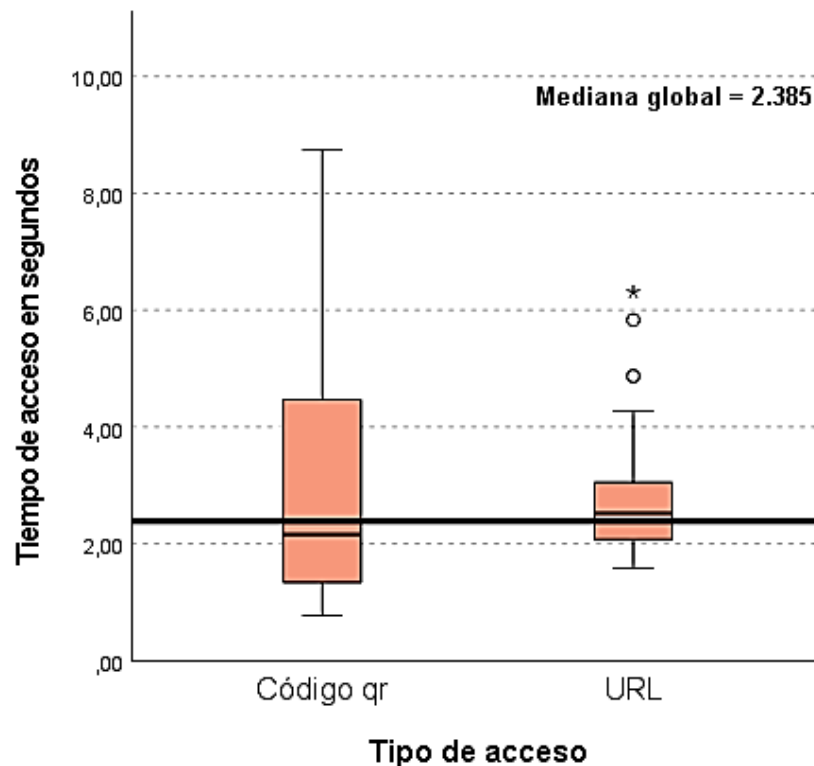
N	Válido	94
	Perdidos	0
Media		2,9135
Error estándar de la media		,18131
Mediana		2,3850
Moda		1,94 ^a
Desv. Desviación		1,75786
Mínimo		,77
Máximo		8,74

Percentiles	25	1,8200
	50	2,3850
	75	3,2100

a. Existen múltiples modos. Se muestra el valor más pequeño.

Diagrama de Cajas. La Figura 2 presenta el diagrama de cajas del tiempo de acceso según el tipo de acceso empleado como código QR y URL. Se observa que ambos grupos presentan medianas muy similares y cercanas a la mediana global (2,385 segundos), representada por la línea horizontal negra. En el caso del acceso mediante código QR, la distribución de los tiempos es considerablemente más dispersa, evidenciada por un rango intercuartílico más amplio y una mayor amplitud entre los valores mínimo y máximo. En contraste, el acceso mediante URL muestra una menor variabilidad, concentrando la mayoría de los tiempos alrededor de la mediana.

Asimismo, el grupo URL presenta algunos valores atípicos superiores a 5 segundos, mientras que el grupo código QR no evidencia valores atípicos según el criterio del diagrama, aunque sí muestra una mayor dispersión general. A pesar de estas diferencias en la variabilidad de los datos, las medianas de ambos métodos permanecen muy próximas, lo cual coincide con los resultados de la prueba U de Mann-Whitney, que no evidenció diferencias estadísticamente significativas en el tiempo de acceso entre ambos métodos ($U = 1291.00$; $Z = 1.410$; $p = .158$).

Figura 2*Tiempo de acceso por tipo de acceso*

Prueba U de Mann-Whitney. Para evaluar comparativamente el desempeño de los mecanismos de acceso mediante código QR y URL, se consideraron dimensiones objetivas y subjetivas asociadas a la interacción del usuario con el recurso digital. La evaluación integró indicadores derivados del registro automático del proceso de acceso, la observación de eventos durante la interacción y la percepción reportada por los estudiantes mediante un formulario de experiencia de usuario.

Los resultados de la prueba U de Mann-Whitney, presentados en la Tabla 3, evidenciaron que no existen diferencias estadísticamente significativas en el tiempo de acceso entre los participantes que utilizaron código QR y aquellos que accedieron mediante una URL ($U = 1291,00$; $Z = 1,410$; $p = 0,158$). Dado que el valor de significancia fue

superior al nivel de $\alpha = 0,05$, se conservó la hipótesis nula, indicando que la distribución del tiempo de acceso no difiere significativamente entre ambos métodos de acceso.

Tabla 3

Tiempo de acceso en segundos entre Tipo de acceso

N total	94
U de Mann-Whitney	1291,000*
W de Wilcoxon	2419,000
Estadístico de prueba	1291,000
Error estándar	132,232
Estadístico de prueba estandarizado	1,410
Sig. asintótica (prueba bilateral)	,158*

En términos prácticos, estos resultados indican que, bajo las condiciones evaluadas en el presente estudio, el uso de un código QR o de una URL no produce diferencias significativas en el tiempo requerido para acceder al formulario. Por tanto, ambos métodos pueden considerarse equivalentes desde la perspectiva del rendimiento temporal, de modo que su elección puede fundamentarse en aspectos como la facilidad de implementación, la accesibilidad o las preferencias de los usuarios, más que en diferencias en la velocidad de acceso.

Tamaño del Efecto r . Aunque la prueba de Mann-Whitney no identificó significancia estadística, se calculó el tamaño del efecto r ,

$$r = \frac{Z}{\sqrt{N}} = \frac{1.410}{\sqrt{94}} = 0.145$$

El resultado $r = 0,145$ corresponde a un tamaño del efecto pequeño, lo que indica que la diferencia observada en el tiempo de acceso entre los participantes que utilizaron

código QR y aquellos que utilizaron URL presenta una magnitud práctica reducida. Este cálculo permitió evidenciar que la diferencia entre ambos métodos de acceso no solo carece de significancia estadística, sino que además representa un efecto de baja magnitud en términos prácticos.

Tiempo de Llenado

Estadísticos Descriptivos. Según la Tabla 4, el tiempo requerido para completar el formulario presentó una media aritmética de 2,09 segundos ($DE = 0,81$), indicando que, en promedio, los participantes tardaron aproximadamente dos segundos en finalizar esta etapa. Al no cumplirse el supuesto de normalidad, se consideró la mediana como medida principal de tendencia central, cuyo valor fue de 2,13 segundos.

Los valores percentilares evidenciaron un Q1 de 1,45 segundos y un Q3 de 2,39 segundos, obteniéndose un rango intercuartílico de 0,95 segundos. Por lo tanto, el 50 % central de los participantes completó el formulario en tiempos comprendidos entre 1,45 y 2,39 segundos, mostrando una concentración relativamente estrecha de los datos. Los tiempos extremos estuvieron entre 1,09 y 6,47 segundos, con un rango total de 5,38 segundos.

Además, el coeficiente de variación fue de 38,64 %, lo que refleja una variabilidad moderada, es decir, la cercanía entre la media y la mediana sugiere un comportamiento más estable de esta variable en comparación con el tiempo de acceso, lo cual indica que la mayoría de los participantes presentó tiempos similares durante el llenado del formulario.

Tabla 4*Estadísticos descriptivos del tiempo de llenado del formulario*

Tiempo de llenado del formulario en segundos		
N	Válido	94
	Perdidos	0
Media		2.0915
Error estándar de la media		0.08335
Mediana		2.13
Moda		2.32
Desv. Desviación		0.80813
Rango		5.38
Mínimo		1.09
Máximo		6.47
Percentiles	25	1.4475
	50	2.13
	75	2.3925
Coeficiente de variación		38.6389

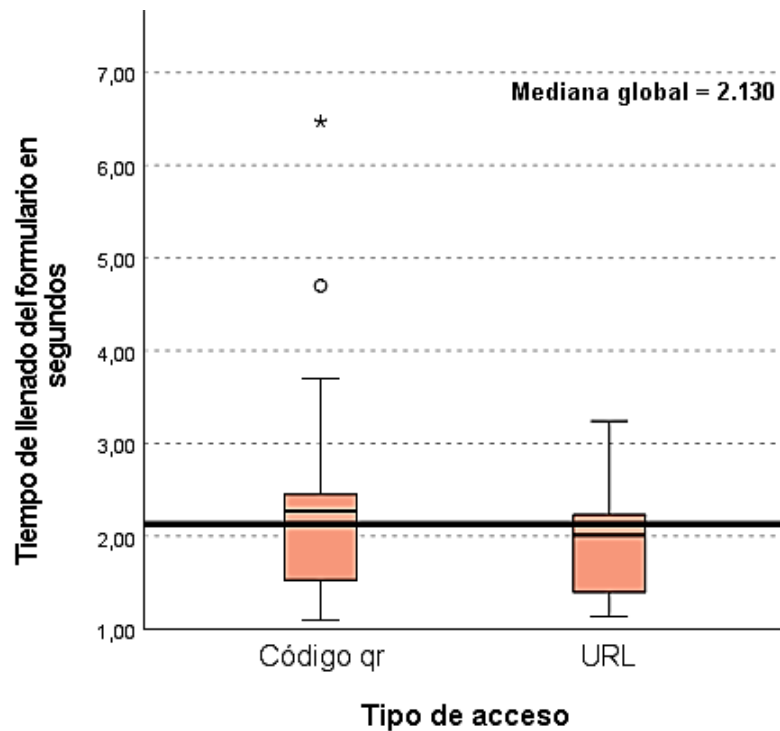
Diagrama de Cajas. La Figura 3 presenta la distribución del tiempo de llenado del formulario según el tipo de acceso utilizado. Se observa que ambos grupos presentan una dispersión moderada y medianas cercanas a la mediana global (2,130 segundos). No obstante, el grupo que accedió mediante código QR exhibe una mediana ligeramente superior a la del grupo URL, lo que indica que, en términos generales, los participantes tardaron un poco más en completar el formulario cuando ingresaron mediante código QR.

Asimismo, el grupo de código QR presenta una mayor variabilidad en los tiempos de llenado, reflejada por un rango intercuartílico ligeramente más amplio y la presencia de valores atípicos que superan los 4,5 segundos, incluyendo un valor extremo cercano a 6,5

segundos. En contraste, el grupo URL muestra una distribución más concentrada y sin valores atípicos extremos, lo que evidencia un comportamiento más homogéneo.

Figura 3

Tiempo de llenado por tipo de acceso



Prueba U de Mann-Whitney. Con el objetivo de determinar si el tipo de acceso influye en el tiempo de llenado del formulario, se realizó una comparación entre los participantes que utilizaron código QR y aquellos que accedieron mediante URL, empleando la prueba U de Mann-Whitney para muestras independientes.

Los resultados de la Tabla 5 evidenciaron un estadístico U de Mann-Whitney de 763,000, con un estadístico estandarizado $Z = -2,583$ y una significación asintótica bilateral de 0,010. Al considerarse un nivel de significancia de $\alpha = 0,05$, el valor de $p = 0,010$ es inferior al umbral establecido, por lo que se rechaza la hipótesis nula.

En consecuencia, existe evidencia estadísticamente significativa para afirmar que la distribución del tiempo de llenado del formulario difiere entre los participantes según el tipo de acceso utilizado. Este hallazgo indica que el mecanismo empleado para acceder al formulario constituye un factor que influye en el desempeño durante el proceso de llenado.

La prueba de Mann-Whitney demuestra la existencia de diferencias significativas entre ambos grupos; no obstante, la identificación del método que presentó un mejor desempeño debe sustentarse en las estadísticas descriptivas correspondientes. Dichas medidas permitieron establecer cuál de los dos métodos de acceso favoreció un menor tiempo de llenado del formulario y, por tanto, una mayor eficiencia en esta etapa del proceso.

Tabla 5

Prueba U de Mann-Whitney para el Tiempo de llenado

N total	94
U de Mann-Whitney	763,000*
W de Wilcoxon	1891,000
Estadístico de prueba	763,000
Error estándar	132,232
Estadístico de prueba estandarizado	-2,583
Sig. asintótica (prueba bilateral)	,010*

Tamaño del Efecto r. Con el propósito de determinar la magnitud práctica de la diferencia observada entre los participantes que accedieron mediante código QR y aquellos que utilizaron URL, se calculó el tamaño del efecto mediante la expresión:

$$r = \frac{Z}{\sqrt{N}} = \frac{-2.583}{\sqrt{94}} = 0.266$$

Donde ($Z = -2,583$) y ($N = 94$). El cálculo produjo un valor de $r = 0,266$.

De acuerdo con los criterios de Cohen (1988), este resultado corresponde a un tamaño del efecto pequeño, lo que indica que, aunque la prueba U de Mann-Whitney evidenció una diferencia estadísticamente significativa en el tiempo de llenado del formulario entre ambos tipos de acceso (($U = 763,000$), ($Z = -2,583$), ($p = 0,010$)), la magnitud de dicha diferencia es reducida desde el punto de vista práctico. En otras palabras, el tipo de acceso influye significativamente en el tiempo de llenado del formulario; sin embargo, el efecto de esta diferencia sobre el desempeño general de los participantes es de baja magnitud.

Tiempo Total del Proceso

Estadísticos Descriptivos. El tiempo total requerido para completar el proceso presentó una media aritmética de 5,01 segundos ($DE = 1,90$), representando el tiempo promedio desde el ingreso al formulario hasta el envío de la respuesta. Debido a la falta de normalidad de los datos, la interpretación principal se realizó considerando la mediana, cuyo valor fue de 4,47 segundos (Tabla 6).

El análisis mediante percentiles mostró un primer cuartil ($Q1$) de 3,69 segundos y un tercer cuartil ($Q3$) de 5,63 segundos, dando como resultado un rango intercuartílico de 1,94 segundos. Esto indica que la mitad de los participantes completó el proceso completo en un intervalo comprendido entre 3,69 y 5,63 segundos.

Los valores observados oscilaron entre 2,46 segundos como mínimo y 10,95 segundos como máximo, con un rango total de 8,49 segundos. La diferencia entre la media

y la mediana evidencia cierta influencia de valores superiores sobre el promedio. Además, el coeficiente de variación de 38,05 % indica una dispersión moderada, por lo que la mediana y el RIQ permiten describir con mayor precisión el comportamiento habitual del desempeño global del proceso.

Tabla 6

Estadísticas descriptivas del tiempo total

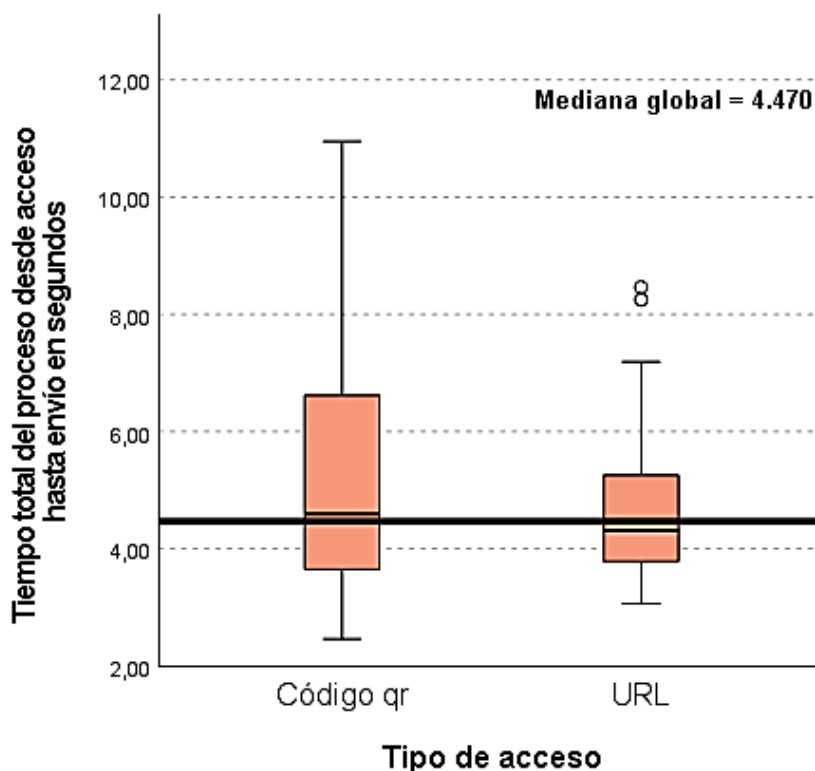
		Tiempo total del proceso desde acceso hasta envío en segundos
N	Válido	94
	Perdidos	0
Media		5.005
Error estándar de la media		0.19642
Mediana		4.47
Moda		3,24 ^a
Desv. Desviación		1.9044
Rango		8.49
Mínimo		2.46
Máximo		10.95
Percentiles	25	3.685
	50	4.47
	75	5.625
Coeficiente de variación		38.05

Diagrama de Caja. La **Figura 4** presenta la distribución del tiempo total del proceso según el tipo de acceso utilizado. Se observa que ambos grupos presentan medianas muy próximas a la mediana global (4,470 segundos), lo que indica un comportamiento

similar en el tiempo requerido para completar el proceso desde el acceso hasta el envío del formulario. Sin embargo, el grupo que utilizó código QR muestra una mayor dispersión de los tiempos, evidenciada por un rango intercuartílico más amplio y una mayor amplitud entre los valores mínimo y máximo. En contraste, el grupo URL presenta una distribución más concentrada alrededor de la mediana, aunque se observan algunos valores atípicos superiores a 8 segundos.

Figura 4

Tiempo total del proceso por tipo de acceso



Prueba U de Mann-Whitney. La prueba U de Mann-Whitney fue aplicada con el propósito de determinar si existían diferencias significativas en el tiempo total del proceso desde el acceso hasta el envío del formulario entre los participantes que utilizaron código QR y aquellos que accedieron mediante URL. La Tabla 7 un estadístico U de Mann-Whitney = 988,500, con un estadístico estandarizado de $Z = -0,877$ y una significancia

asintótica bilateral de $p = 0,380$. Considerando un nivel de significancia de $\alpha = 0,05$, el valor de p obtenido es superior al criterio establecido ($p > 0,05$), por lo que no se rechaza la hipótesis nula.

En consecuencia, no existe evidencia estadística suficiente para afirmar que la distribución del tiempo total del proceso desde el acceso hasta el envío del formulario sea diferente entre los participantes que utilizaron código QR y aquellos que utilizaron URL. Esto indica que, para el tiempo total requerido para completar el proceso, ambos métodos de acceso presentan un comportamiento estadísticamente similar.

Tabla 7

Prueba U de Mann-Whitney para el tiempo total

N total	94
U de Mann-Whitney	988,500*
W de Wilcoxon	2116,500
Estadístico de prueba	988,500
Error estándar	132,236
Estadístico de prueba estandarizado	-,877
Sig. asintótica (prueba bilateral)	,380*

Tamaño del Efecto r . Aunque la prueba U de Mann-Whitney no evidenció diferencias estadísticamente significativas en el tiempo total del proceso entre los métodos de acceso ($U=988,500$; $Z=-0,877$; $p=0,380$), se estimó el tamaño del efecto con el propósito de valorar la magnitud práctica de la diferencia observada. El resultado obtenido fue

$$r = \frac{Z}{\sqrt{N}} = \frac{0.877}{\sqrt{94}} = 0.090$$

Dado que $r=0,090$, lo que indicó un efecto pequeño, lo que sugiere que las diferencias entre código QR y URL en el tiempo total del proceso presentan una relevancia práctica limitada.

Eficiencia percibida por los Usuarios

Facilidad de Acceso. La Tabla 8 presenta los estadísticos descriptivos de la facilidad percibida por los participantes durante el acceso al formulario. Debido a que esta variable fue medida mediante una escala Likert de cinco puntos y no cumple el supuesto de normalidad, la descripción se centra en la mediana y el rango intercuartílico (RIQ) como medidas robustas de tendencia central y dispersión.

Los resultados muestran una mediana de 5,00, lo que indica que al menos el 50 % de los participantes calificó la facilidad del acceso con la puntuación más alta de la escala. Asimismo, el primer cuartil (Q1) fue de 4,75 y el tercer cuartil (Q3) de 5,00, obteniéndose un rango intercuartílico de 0,25. Este valor refleja una muy baja dispersión de las respuestas, evidenciando que la percepción de rapidez fue altamente homogénea entre los participantes y que la mayoría de las valoraciones se concentró en los niveles superiores de la escala.

Esto sugiere que los participantes percibieron el acceso al formulario como fácil, independientemente del método utilizado, aspecto que posteriormente fue contrastado mediante la prueba U de Mann-Whitney para determinar si existían diferencias significativas entre el acceso mediante código QR y URL.

Tabla 8

Estadísticos descriptivos de la rapidez percibida por el usuario

N	Válido	94
	Perdidos	0
Mediana		5.00
Percentiles	25	4.75
	50	5.00
	75	5.00
IRQ		0.25

Mediante la prueba U de Mann-Whitney (Tabla 9) se evidenció no existen diferencias estadísticamente significativas en la percepción de facilidad entre ambos métodos de acceso ($U = 1141,000$; $Z = 0,368$; $p = 0,713$). Por lo tanto, se mantiene que la distribución de las respuestas sobre la facilidad percibida es equivalente entre los usuarios que utilizaron código QR y URL.

Tabla 9

Prueba U de Mann-Whitney para facilidad de acceso percibida por el usuario

N total	94
U de Mann-Whitney	1141,000*
W de Wilcoxon	2269,000
Estadístico de prueba	1141,000
Error estándar	99,240
Estadístico de prueba estandarizado	,368
Sig. asintótica (prueba bilateral)	,713*

Rapidez Percibida. Al determinar si existían diferencias en la rapidez percibida entre los participantes que accedieron al formulario mediante código QR y aquellos que utilizaron una URL, se aplicó la prueba U de Mann-Whitney para muestras independientes, debido a la naturaleza ordinal de la variable y a la ausencia del supuesto de normalidad. Los resultados de la Tabla 10 mostraron que no existen diferencias estadísticamente significativas en la rapidez percibida entre ambos métodos de acceso ($U = 1218,50$; $Z = 1,209$; $p = 0,227$).

Dado que el valor de significancia fue superior al nivel establecido ($\alpha = 0,05$), se conserva la hipótesis nula, es decir que la percepción de rapidez fue similar entre los usuarios que utilizaron código QR y aquellos que accedieron mediante URL. En consecuencia, desde la perspectiva de la eficiencia percibida, ambos métodos proporcionaron una experiencia comparable en cuanto a la rapidez con la que los participantes percibieron el proceso de acceso.

Tabla 10*Prueba U de Mann-Whitney para la rapidez percibida por el usuario*

N total	94
U de Mann-Whitney	1218,500*
W de Wilcoxon	2346,500
Estadístico de prueba	1218,500
Error estándar	94,261
Estadístico de prueba estandarizado	1,209
Sig. asintótica (prueba bilateral)	,227*

Precisión Según el Tipo de Acceso***Presencia de Errores*****Tabla 11***Tipo de acceso*presencia de errores*

		Presencia de errores		Total
		No	Sí	
Tipo de acceso	Código QR	43	4	47
	URL	45	2	47
Total		88	6	94

La Tabla 11 presenta la distribución de los errores registrados durante el proceso de acceso según el método utilizado. De los 94 participantes evaluados, 88 (93,6 %) lograron acceder sin presentar errores, mientras que 6 (6,4 %) reportaron algún error. En el grupo de acceso mediante código QR, 43 participantes no presentaron errores y 4 tuvieron dificultades; por otro lado, en el grupo de acceso mediante URL, 45 participantes

accedieron sin errores y 2 presentaron errores. Aunque se observa una mayor cantidad de errores en el grupo QR, las diferencias descriptivas entre ambos métodos son reducidas.

Tabla 12

Chi-cuadrado para tipo de acceso y presencia de errores

	Valor	gl	Significación asintótica (bilateral)	Significación exacta (bilateral)	Significación exacta (unilateral)
Chi-cuadrado de Pearson	,712 ^a	1	,399		
Corrección de continuidad ^b	,178	1	,673		
Razón de verosimilitud	,725	1	,394		
Prueba exacta de Fisher				,677	,339
Asociación lineal por lineal	,705	1	,401		
N de casos válidos	94				
a. 2 casillas (50,0%) han esperado un recuento menor que 5. El recuento mínimo esperado es 3,00.					
b. Sólo se ha calculado para una tabla 2x2					

La prueba de independencia, presentada en la Tabla 12, indican que no existe una asociación estadísticamente significativa entre el tipo de acceso y la presencia de errores, $\chi^2(1) = 0,712$, $p = 0,399$. Debido a que se incumplió parcialmente el supuesto de frecuencias esperadas mínimas, se verificó el resultado mediante la prueba exacta de Fisher, obteniéndose igualmente un valor no significativo ($p = 0,677$). Por tanto, no se evidencia que el método de acceso utilizado influya en la ocurrencia de errores durante el proceso de ingreso.

Asimismo, el tamaño del efecto calculado mediante el coeficiente Phi fue $\phi = 0,087$, indicando una asociación de magnitud muy pequeña. En términos prácticos, esto sugiere

que las diferencias observadas entre ambos métodos de acceso presentan poca relevancia y que ambos mecanismos ofrecen un nivel de precisión similar respecto a la reducción de errores.

Intentos de Acceso

Tabla 13

*Tipo de acceso*Número de intentos*

		Número de intentos realizados para acceder		Total
		1	2	
Tipo de acceso	Código QR	46	1	47
	URL	45	2	47
Total		91	3	94

La Tabla 13 muestra que ambos métodos de acceso presentaron un comportamiento muy similar respecto al número de intentos requeridos para ingresar al formulario. En el grupo que utilizó código QR, 46 de los 47 participantes (97,9 %) lograron acceder en el primer intento, mientras que solo un participante (2,1 %) necesitó un segundo intento. De manera comparable, en el grupo que accedió mediante URL, 45 participantes (95,7 %) ingresaron exitosamente al primer intento y únicamente dos (4,3 %) requirieron un segundo intento. En conjunto, el 96,8 % de la muestra accedió en un solo intento, lo que evidencia que ambos mecanismos permiten un acceso inmediato para la gran mayoría de los usuarios (Tabla 13).

Aunque el código QR registró una proporción ligeramente mayor de accesos exitosos al primer intento (97,9 % frente a 95,7 %), esta diferencia fue mínima, equivalente

a un solo participante entre ambos grupos. Asimismo, el reducido número de participantes que requirió un segundo intento, tres de los 94 casos, indicó que las dificultades de acceso fueron poco frecuentes y se distribuyeron de manera semejante entre ambas modalidades. Estos resultados sugieren que el método de acceso, por sí mismo, no constituye un factor determinante en la cantidad de intentos necesarios para ingresar al formulario, reflejando un nivel de precisión elevado y comparable en ambos procedimientos (Tabla 13).

Tabla 14

Prueba U de Mann-Whitney para tipo de acceso número de intentos*

N total	94
U de Mann-Whitney	1128,000
W de Wilcoxon	2256,000
Estadístico de prueba	1128,000
Error estándar	40,263
Estadístico de prueba estandarizado	,584
Sig. asintótica (prueba bilateral)	,559

La prueba U de Mann-Whitney, presentada en la Tabla 14, evidenció que no existen diferencias estadísticamente significativas en el número de intentos requeridos para acceder al formulario entre los participantes que utilizaron código QR y aquellos que accedieron mediante una URL ($U = 1128,00$; $Z = 0,584$; $p = 0,559$). El valor de significancia obtenido, ampliamente superior al nivel de referencia de 0,05, indica que las pequeñas diferencias observadas en la distribución de los intentos pueden atribuirse al azar y no al método de acceso empleado. En consecuencia, no se rechazó la hipótesis nula, lo que permite inferir

que ambos métodos presentan un comportamiento estadísticamente equivalente en cuanto al número de intentos necesarios para completar el acceso.

El estadístico estandarizado ($Z = 0,584$) refleja que la distancia entre las distribuciones de ambos grupos fue mínima, lo que coincide con la similitud observada en la distribución de frecuencias. Esta proximidad entre los rangos de ambas muestras indica que los participantes, independientemente del método utilizado, tendieron a requerir prácticamente el mismo número de intentos para acceder al formulario. Asimismo, el tamaño del efecto $r = \frac{Z}{\sqrt{N}} = \frac{0.584}{\sqrt{94}} = 0.0602$ se clasifica como pequeño y evidencia que la influencia del tipo de acceso sobre esta variable es prácticamente nula desde una perspectiva práctica. En conjunto, la evidencia estadística respalda que tanto el código QR como la URL ofrecen un nivel de precisión comparable en relación con el número de intentos de acceso, sin que uno represente una ventaja significativa sobre el otro.

Errores en el Acceso

Tabla 15

*Tipo de acceso*Número de errores*

		Número de errores observados durante el acceso		Total
		0	1	
Tipo de acceso	Código QR	43	4	47
	URL	45	2	47
Total		88	6	94

La Tabla 15 muestra la distribución del número de errores observados durante el acceso al formulario según el tipo de acceso utilizado. En el grupo que empleó código QR,

43 de los 47 participantes (91,5 %) completaron el acceso sin presentar errores, mientras que 4 participantes (8,5 %) registraron un error. En el grupo que accedió mediante URL, 45 participantes (95,7 %) no presentaron errores y únicamente 2 (4,3 %) registraron un error. En términos generales, 88 de los 94 participantes (93,6 %) realizaron el acceso sin errores, mientras que solo 6 (6,4 %) experimentaron algún inconveniente durante el proceso (Tabla 15).

Aunque descriptivamente el acceso mediante URL presentó una menor proporción de errores (4,3 %) en comparación con el código QR (8,5 %), la diferencia entre ambos métodos fue reducida, equivalente a únicamente dos participantes. La elevada proporción de accesos sin errores en ambos grupos evidencia que tanto el código QR como la URL ofrecen un desempeño preciso durante el proceso de acceso, con una incidencia muy baja de errores, lo que sugiere que los inconvenientes observados corresponden a casos aislados más que a una característica propia del método utilizado (Tabla 15).

Tabla 16

*Prueba U de Mann-Whitney: tipo de acceso*úmero de errores*

N total	94
U de Mann-Whitney	1057,500*
W de Wilcoxon	2185,500
Estadístico de prueba	1057,500
Error estándar	55,994
Estadístico de prueba estandarizado	-,839
Sig. asintótica (prueba bilateral)	,401*

La prueba U de Mann-Whitney, presentada en la Tabla 16, confirmó que estas diferencias no fueron estadísticamente significativas ($U = 1057,50$; $Z = -0,839$; $p = 0,401$).

El valor de significancia, superior al nivel crítico de 0,05, indica que la distribución del número de errores fue similar entre los participantes que utilizaron código QR y aquellos que accedieron mediante una URL. En consecuencia, no se rechazó la hipótesis nula, por lo que no existe evidencia suficiente para afirmar que el tipo de acceso influya en la ocurrencia de errores durante el ingreso al formulario (Tabla 16).

El estadístico estandarizado ($Z = -0,839$) evidencia que la diferencia entre los rangos de ambos grupos fue mínima. El signo negativo únicamente señala la dirección de la comparación entre los grupos y no implica que uno de los métodos sea superior al otro; la interpretación depende del valor absoluto del estadístico y de su nivel de significancia.

Asimismo, el tamaño del efecto, calculado mediante el coeficiente $r = \frac{Z}{\sqrt{N}} = \frac{-0.839}{\sqrt{94}} = 0.09$, corresponde a un efecto pequeño, por lo que el tipo de acceso explica una proporción prácticamente nula de la variabilidad observada en el número de errores. Estos hallazgos permiten concluir que ambos métodos presentan un desempeño equivalente desde la perspectiva de la precisión, ya que la probabilidad de cometer errores durante el acceso es baja y estadísticamente similar entre el código QR y la URL.

Éxito en el Primer Intento

Tabla 17

Tipo de acceso acceso exitoso*

		¿Accedió exitosamente al primer intento?		Total
		No	Sí	
Tipo de acceso	Código QR	1	46	47
	URL	1	46	47
Total		2	92	94

La Tabla 17 presenta la distribución del acceso exitoso al primer intento según el tipo de acceso utilizado. En ambos grupos se observó un comportamiento prácticamente idéntico. Tanto en el grupo que accedió mediante código QR como en el que utilizó URL, 46 de los 47 participantes (97,9 %) lograron ingresar exitosamente al formulario en el primer intento, mientras que únicamente un participante (2,1 %) en cada grupo no consiguió hacerlo. En términos generales, 92 de los 94 participantes (97,9 %) accedieron exitosamente al primer intento y solo dos participantes (2,1 %) requirieron un intento adicional, lo que evidencia una elevada efectividad inicial de ambos métodos de acceso (Tabla 17).

La coincidencia de las frecuencias observadas en ambos grupos indica que el desempeño del código QR y la URL fue equivalente respecto al éxito del acceso. La ausencia de diferencias en la distribución de los casos sugiere que la probabilidad de acceder correctamente al primer intento fue la misma para ambas modalidades, evidenciando que el método utilizado no condicionó el logro de un acceso exitoso (Tabla 17).

Tabla 18

Chi-Cuadrado: tipo de acceso acceso exitoso*

	Valor	gl	Significació n asintótica (bilateral)	Significació n exacta (bilateral)	Significació n exacta (unilateral)
Chi-cuadrado de Pearson	,000 ^a	1	1,000		
Corrección de continuidad ^b	,000	1	1,000		
Razón de verosimilitud	,000	1	1,000		
Prueba exacta de Fisher				1,000	,753
Asociación lineal por lineal	,000	1	1,000		
N de casos válidos	94				

a. 2 casillas (50,0%) han esperado un recuento menor que 5. El recuento mínimo esperado es 1,00.

b. Sólo se ha calculado para una tabla 2x2

La prueba de chi-cuadrado de Pearson, presentada en la Tabla 18, confirmó esta equivalencia al no identificar asociación estadísticamente significativa entre el tipo de acceso y el éxito del acceso al primer intento ($\chi^2(1) = 0,000$; $p = 1,000$). Un valor de significancia igual a 1,000 indica que las distribuciones observadas fueron exactamente iguales entre ambos grupos, por lo que no existe evidencia para rechazar la hipótesis nula de independencia. En consecuencia, el éxito del acceso al primer intento fue independiente del método utilizado, ya fuera mediante código QR o URL (Tabla 18).

Dado que el 50 % de las celdas presentó frecuencias esperadas inferiores a cinco, también se consideró la prueba exacta de Fisher, la cual obtuvo igualmente un valor de significancia bilateral de 1,000, por lo que se confirma la ausencia de asociación entre las variables. Este resultado fortalece la validez de la conclusión, ya que la prueba exacta de Fisher constituye el procedimiento más apropiado cuando existen frecuencias esperadas reducidas en tablas de contingencia 2x2.

Como medida de la magnitud de la asociación, el coeficiente V de Cramer fue igual a $V = \sqrt{\frac{\chi^2}{N(K-1)}} = \sqrt{\frac{0.000^2}{94(2-1)}} = 0.000$, lo que corresponde a un efecto nulo. Esto indica que el tipo de acceso no ejerció influencia alguna sobre la probabilidad de acceder exitosamente al primer intento. En conjunto, la evidencia descriptiva e inferencial demuestra que tanto el código QR como la URL ofrecen un nivel de precisión equivalente en cuanto al éxito inicial del acceso, alcanzando ambos una tasa de efectividad del 97,9 %.

Claridad Percibida

Tabla 19*Claridad percibida por los usuarios*

		Totalmente en desacuerdo	Neutral	De acuerdo	Totalmente de acuerdo	Total
Tipo de acceso	Código QR	3	3	11	30	47
	URL	0	2	5	40	47
Total		3	5	16	70	94

La Tabla 19 presenta la distribución de la claridad percibida por los usuarios según el tipo de acceso utilizado. En el grupo que empleó código QR, 30 de los 47 participantes (63,8 %) manifestaron estar totalmente de acuerdo en que el método de acceso fue claro, mientras que 11 (23,4 %) estuvieron de acuerdo, 3 (6,4 %) se mantuvieron neutrales y 3 (6,4 %) expresaron estar totalmente en desacuerdo.

En contraste, entre quienes accedieron mediante URL, 40 participantes (85,1 %) indicaron estar totalmente de acuerdo, 5 (10,6 %) de acuerdo, 2 (4,3 %) neutrales y ninguno manifestó estar totalmente en desacuerdo. En conjunto, el 91,5 % de los participantes expresó una percepción favorable de la claridad del método de acceso, predominando la categoría totalmente de acuerdo con 70 respuestas (74,5 %) (Tabla 19).

Desde una perspectiva descriptiva, ambos métodos fueron valorados positivamente por los usuarios; sin embargo, la distribución de las respuestas evidencia una mayor concentración de valoraciones en el nivel más alto de la escala para el acceso mediante URL. Mientras que en el grupo del código QR las respuestas se distribuyeron entre las cuatro categorías de la escala, en el grupo de la URL las valoraciones se concentraron principalmente en totalmente de acuerdo, sin registrarse respuestas de totalmente en

desacuerdo. Esta distribución sugiere que los usuarios percibieron el acceso mediante URL como ligeramente más claro durante el proceso de ingreso al formulario (Tabla 19).

Tabla 20

Prueba U de Mann-Whitney: claridad percibida y tipo de acceso

N total	94
U de Mann-Whitney	1346,500*
W de Wilcoxon	2474,500
Estadístico de prueba	1346,500
Error estándar	100,885
Estadístico de prueba estandarizado	2,399
Sig. asintótica (prueba bilateral)	,016*

La prueba U de Mann-Whitney, cuyos resultados se presentan en la Tabla 20, confirmó que estas diferencias fueron estadísticamente significativas ($U = 1346,50$; $Z = 2,399$; $p = 0,016$). Dado que el valor de significancia fue inferior al nivel crítico de 0,05, se rechazó la hipótesis nula, lo que indica que la percepción de claridad difirió entre los participantes según el tipo de acceso empleado. En otras palabras, la modalidad de acceso ejerció una influencia significativa sobre la valoración de la claridad percibida.

El estadístico estandarizado ($Z = 2,399$) evidencia una separación apreciable entre las distribuciones de ambos grupos, lo que concuerda con la mayor concentración de respuestas favorables observada en el grupo que utilizó URL. El tamaño del efecto, calculado mediante el coeficiente $r = Z/\sqrt{N} = 2.399/\sqrt{94}$, fue de 0,25, valor que corresponde a un efecto pequeño de acuerdo con los criterios de Cohen (1988).

Aunque la diferencia alcanzó significancia estadística, su magnitud práctica fue reducida, lo que indica que ambos métodos fueron percibidos como claros por la mayoría de los participantes, si bien el acceso mediante URL obtuvo valoraciones ligeramente más favorables que el acceso mediante código QR. Esta evidencia sugiere que, dentro de la dimensión de precisión, la claridad percibida constituye el único indicador en el que la URL mostró una ventaja estadísticamente significativa sobre el código QR, aunque dicha ventaja presenta una relevancia práctica limitada.

Confianza Percibida

Tabla 21

Confianza percibida por el usuario

		Totalmente en		De	Totalmente	
		desacuerdo	Neutral	acuerdo	de acuerdo	Total
Tipo de acceso	Código QR	2	0	14	31	47
	URL	0	1	9	37	47
Total		2	1	23	68	94

Los resultados presentados en la Tabla 21 evidencian una tendencia favorable hacia ambas modalidades de acceso, mostrando que los participantes perciben los métodos evaluados como alternativas confiables para interactuar con el sistema. La concentración de respuestas en las categorías positivas de la escala indica una aceptación generalizada de los mecanismos de acceso, con una baja presencia de valoraciones desfavorables.

Aunque se observa una distribución ligeramente más favorable hacia el acceso mediante URL, donde existe una mayor concentración de respuestas en la categoría superior de valoración, las diferencias descriptivas entre ambos grupos no muestran una

separación marcada. Esto sugiere que la confianza del usuario no parece estar determinada únicamente por el mecanismo empleado, sino que ambos métodos proporcionan una percepción similar de seguridad y comodidad durante el proceso de acceso.

Desde la perspectiva de la experiencia del usuario, estos resultados indican que tanto el código QR como la URL logran generar condiciones de confianza suficientes para facilitar la interacción inicial con el recurso digital evaluado.

Tabla 22

*Prueba U de Mann-Whitney: confianza percibida * tipo de acceso*

N total	94
U de Mann-Whitney	1248,500*
W de Wilcoxon	2376,500
Estadístico de prueba	1248,500
Error estándar	103,016
Estadístico de prueba estandarizado	1,398
Sig. asintótica (prueba bilateral)	,162*

Para determinar si las diferencias observadas en la percepción de confianza entre ambos métodos representaban un comportamiento estadísticamente diferente, se aplicó la prueba U de Mann-Whitney, considerando la naturaleza ordinal de la escala de medición. De acuerdo con la Tabla 22, la comparación entre los grupos no evidenció diferencias estadísticamente significativas en la confianza percibida. Esto indica que las variaciones en la valoración de los participantes no son suficientes para afirmar que uno de los métodos de acceso genere mayor confianza que el otro.

Por tanto, se interpreta que la modalidad de acceso utilizada no constituye un factor determinante en la percepción de confianza del usuario, de forma que se mantiene un nivel equivalente de aceptación entre quienes utilizaron código QR y quienes accedieron mediante URL.

El tamaño del efecto obtenido para la comparación de confianza percibida fue $r = Z/\sqrt{N} = 1,398/\sqrt{94} = 0.144$, lo que corresponde a una magnitud pequeña. Este indica que la diferencia observada entre ambos grupos no solo carece de significancia estadística, sino que además presenta una influencia práctica reducida. En consecuencia, el tipo de acceso presenta un impacto mínimo sobre la confianza percibida de los usuarios, por lo que ambos métodos de acceso ofrecen una experiencia comparable en términos de confianza percibida, sin evidencia estadística de superioridad de una modalidad sobre la otra.

Análisis Complementario de Factores Asociados al Desempeño

Sistema Operativo del Dispositivo

Con el propósito de identificar posibles factores externos que pudieran influir en el desempeño de los métodos de acceso evaluados, se consideró el sistema operativo del dispositivo utilizado por los participantes como una variable de control. Esta variable fue incorporada debido a que las características propias de cada sistema operativo pueden generar diferencias en aspectos relacionados con la interacción del usuario, tales como la compatibilidad del dispositivo, el funcionamiento del navegador, la lectura de códigos QR y los tiempos de respuesta durante el acceso a los recursos digitales.

La distribución de los participantes según el sistema operativo mostró una composición equivalente entre los grupos de comparación. Del total de 94 participantes, 66

(70.2%) utilizaron dispositivos con sistema operativo Android y 28 (29.8%) utilizaron dispositivos con sistema operativo iOS. En el grupo de acceso mediante código QR, 33 participantes (70.2%) utilizaron Android y 14 (29.8%) iOS; mientras que en el grupo de acceso mediante URL se mantuvo la misma distribución, con 33 usuarios de Android (70.2%) y 14 usuarios de iOS (29.8%).

Mediante esta distribución homogénea se observó que ambos métodos de acceso fueron evaluados bajo condiciones similares respecto al sistema operativo del dispositivo, reduciendo la posibilidad de que las diferencias encontradas en las métricas de eficiencia y precisión estén asociadas a una composición desigual de los grupos. Por tanto, el sistema operativo se mantuvo como un factor de control durante la interpretación de los resultados obtenidos en la comparación entre el acceso mediante código QR y URL.

Adicionalmente, se realizó un análisis comparativo de los tiempos de acceso según el sistema operativo utilizado, con el objetivo de determinar si existían diferencias en el desempeño asociadas al tipo de dispositivo. Para ello, se aplicó la prueba estadística correspondiente según el cumplimiento de los supuestos de normalidad de los datos. Este análisis permitió complementar la evaluación de eficiencia, considerando que el rendimiento del acceso digital puede estar condicionado tanto por el método utilizado como por las características tecnológicas del dispositivo empleado.

Al determinar si existían diferencias en el tiempo de acceso al formulario según el sistema operativo del dispositivo utilizado, se aplicó la prueba no paramétrica U de Mann-Whitney para muestras independientes, debido a que la variable tiempo de acceso en segundos no presentó una distribución normal según las pruebas de Kolmogorov-Smirnov y Shapiro-Wilk ($p < 0,001$).

Los resultados presentados en la Tabla 23 evidenciaron diferencias estadísticamente significativas en la distribución del tiempo de acceso entre los usuarios de dispositivos con sistema operativo Android e iOS ($U = 1247,00$; $Z = 2,671$; $p = 0,008$). Debido a que el valor de significancia obtenido fue inferior al nivel establecido de 0,05, se rechaza la hipótesis nula, se concluyó que el tiempo de acceso difiere significativamente según el sistema operativo del dispositivo.

Tabla 23

Prueba U de Mann-Whitney para el tiempo de acceso y tipo de sistema operativo

N total	94
U de Mann-Whitney	1247,000*
W de Wilcoxon	1653,000
Estadístico de prueba	1247,000
Error estándar	120,946
Estadístico de prueba estandarizado	2,671
Sig. asintótica (prueba bilateral)	,008*

Al analizar los estadísticos descriptivos, se observó que los usuarios de dispositivos Android presentaron un tiempo promedio de acceso menor ($M = 2,59$ segundos; $DE = 1,53$) en comparación con los usuarios de iOS ($M = 3,76$ segundos; $DE = 2,12$). Bajo las condiciones evaluadas en el estudio, los dispositivos con sistema operativo Android mostraron un menor tiempo requerido para completar el acceso al formulario. Lo que indica que el sistema operativo del dispositivo es un factor asociado al rendimiento temporal del acceso digital, lo cual constituye una ventaja en velocidad de acceso para los dispositivos Android respecto a los dispositivos iOS.

Tamaño del Efecto r . Dado que la significancia estadística no proporciona información sobre la magnitud de las diferencias observadas, se estimó el tamaño del efecto como complemento del análisis inferencial. Para la prueba U de Mann-Whitney se calculó el coeficiente r a partir del estadístico Z estandarizado y el tamaño total de la muestra.

$$r = \frac{Z}{\sqrt{N}} = \frac{2\,671}{\sqrt{94}} = 0.275$$

El resultado obtenido fue $r = 0,275$, lo que representó un efecto de magnitud pequeña a moderada. Este resultado indica que, aunque existen diferencias estadísticamente significativas en el tiempo de acceso entre los usuarios de dispositivos Android e iOS, la magnitud de dicha diferencia es moderada, por lo que el sistema operativo explica una proporción limitada de la variabilidad observada en los tiempos de acceso.

Familiarización de los Usuarios con el Método de Acceso

La Tabla 24 presenta los estadísticos descriptivos del nivel de familiarización de los participantes con el método de acceso empleado antes de realizar la prueba. Debido a que esta variable fue medida mediante una escala Likert de cinco puntos, la descripción se realizó utilizando la mediana y el rango intercuartílico (RIQ), por ser medidas adecuadas para variables de naturaleza ordinal.

Los resultados muestran una mediana de 4,00, indicando que al menos el 50 % de los participantes manifestó un nivel alto de familiarización con el método de acceso utilizado. El primer cuartil (Q1) fue de 3,00 y el tercer cuartil (Q3) de 5,00, obteniéndose un rango intercuartílico (RIQ) de 2,00. Esto indica que el 50 % central de las respuestas se concentró entre los valores 3 y 5 de la escala, evidenciando una variabilidad moderada en el nivel de familiarización de los participantes. Asimismo, el rango de 4 refleja que las

respuestas abarcaron prácticamente toda la amplitud de la escala, lo que sugiere la existencia de diferentes niveles de experiencia previa con el método de acceso.

Tabla 24

Familiarización con el método usado

N	Válido	94
	Perdidos	0
Mediana		4,00
Rango		4
Percentiles	25	3,00
	50	4,00
	75	5,00
IRQ		2,00

Los resultados de la prueba U de Mann-Whitney (Tabla 25), presentados en la Tabla X, evidenciaron diferencias estadísticamente significativas en el nivel de familiarización de los participantes con el método de acceso utilizado entre los grupos que accedieron mediante código QR y URL ($U = 776,50$; $Z = -2,576$; $p = 0,010$). Debido a que el valor de significancia fue inferior al nivel establecido ($\alpha = 0,05$), se rechazó la hipótesis nula, indicando que el grado de familiarización difiere según el método de acceso empleado.

Este hallazgo sugiere que la experiencia previa de los participantes con el método utilizado no fue equivalente entre ambos grupos, por lo que la familiarización puede considerarse un factor complementario asociado al proceso de acceso. Sin embargo, dado que esta variable no constituye una dimensión de la eficiencia ni una variable independiente del estudio, los resultados deben interpretarse como un hallazgo adicional que aporta

contexto para comprender el comportamiento observado durante la evaluación de los métodos de acceso.

Tabla 25

Prueba U de Mann-Whitney para la familiarización del usuario con el tipo de método

N total	94
U de Mann-Whitney	776,500*
W de Wilcoxon	1904,500
Estadístico de prueba	776,500
Error estándar	127,319
Estadístico de prueba estandarizado	-2,576
Sig. asintótica (prueba bilateral)	,010*

Los resultados presentados en la tabla anterior, evidenciaron diferencias estadísticamente significativas en el nivel de familiarización de los participantes con el método de acceso utilizado entre los grupos que accedieron mediante código QR y aquellos que utilizaron una URL. En consecuencia, se rechazó la hipótesis nula, lo que indica que el grado de familiarización de los usuarios difiere en función del método de acceso empleado.

Asimismo, se calculó el tamaño del efecto mediante el coeficiente r , obteniéndose un valor de 0,266, el cual corresponde a un efecto pequeño. Este resultado sugiere que, aunque la diferencia observada es estadísticamente significativa, su magnitud práctica es limitada. No obstante, este hallazgo pone de manifiesto que la experiencia previa de los participantes con el método de acceso no fue homogénea entre ambos grupos, por lo que la familiarización constituye un factor complementario que podría influir en el desempeño y la percepción del proceso de acceso.

Comprobación de Prueba de Hipótesis

Con el propósito de determinar si el tipo de acceso digital mediante código QR o URL genera un efecto sobre el desempeño del acceso a formularios digitales, se realizó la comprobación de las hipótesis planteadas mediante pruebas estadísticas inferenciales. Debido a que los indicadores evaluados no cumplieron con el supuesto de normalidad, se emplearon pruebas no paramétricas para la comparación de grupos y análisis de asociación, con lo que se complementó los resultados con la estimación del tamaño del efecto, con el fin de determinar la magnitud práctica de las diferencias encontradas.

La hipótesis general estableció que el tipo de acceso digital podría generar diferencias significativas en el desempeño del acceso, evaluado mediante las dimensiones de eficiencia y precisión. La eficiencia fue analizada considerando los indicadores de tiempo de acceso, tiempo de llenado, tiempo total de interacción y la percepción del usuario relacionada con facilidad, claridad y satisfacción; mientras que la precisión fue evaluada mediante los indicadores de intentos de acceso, presencia de errores, éxito en el primer intento, éxito final del acceso y las percepciones asociadas a confianza y ausencia de confusión durante el proceso.

Los resultados obtenidos evidenciaron que, para la dimensión de eficiencia, la mayoría de los indicadores no presentaron diferencias estadísticamente significativas entre los grupos de código QR y URL. Específicamente, el tiempo de acceso y el tiempo total de interacción mostraron valores de significancia superiores al nivel establecido ($p > 0,05$), indicando que no existe evidencia suficiente para afirmar que el método de acceso influye en estos indicadores. Sin embargo, el tiempo de llenado presentó una diferencia estadísticamente significativa ($p < 0,05$), aunque el tamaño del efecto calculado evidenció

una magnitud pequeña, lo que indica que la diferencia observada posee una relevancia práctica limitada.

En relación con la dimensión de precisión, los análisis realizados mediante pruebas de asociación mostraron que los indicadores de éxito en el primer intento, presencia de errores y confianza percibida no presentaron diferencias estadísticamente significativas entre ambos métodos de acceso ($p > 0,05$). Asimismo, los tamaños del efecto obtenidos reflejaron asociaciones débiles o despreciables, evidenciando que el método utilizado no generó modificaciones relevantes en la capacidad de los usuarios para acceder correctamente al formulario.

De manera complementaria, el análisis del tamaño del efecto permitió determinar que las diferencias identificadas no representan cambios sustanciales en el desempeño del usuario. En aquellos casos donde se encontraron diferencias significativas, la magnitud del efecto fue pequeña, mientras que en los indicadores sin significancia estadística los efectos fueron mínimos, reforzando la interpretación de una influencia limitada del tipo de acceso.

Con base en la evidencia estadística obtenida, se decide no rechazar la hipótesis nula general, debido a que no se encontró evidencia suficiente para afirmar que el tipo de acceso digital: código QR o URL produzca un efecto significativo sobre el desempeño global del acceso a formularios digitales. Aunque determinados indicadores específicos presentaron diferencias estadísticamente significativas, estas no fueron suficientes para establecer una superioridad general de un método sobre el otro.

De forma general, bajo las condiciones experimentales establecidas, los resultados evidencian que los métodos de acceso mediante código QR y URL presentan un comportamiento estadísticamente comparable en el desempeño del acceso digital. La ausencia de diferencias significativas en la mayoría de los indicadores evaluados de eficiencia y precisión, junto con los tamaños del efecto reducidos obtenidos, indica que el tipo de acceso utilizado no representa un factor determinante en la capacidad de los usuarios para ingresar y completar satisfactoriamente el proceso digital.

Aunque se identificaron diferencias estadísticamente significativas en indicadores específicos, particularmente relacionados con determinados aspectos temporales y perceptuales de la interacción, la magnitud de estos efectos fue baja, lo que limita su relevancia práctica. Los hallazgos sugieren que ambos mecanismos de acceso ofrecen niveles similares de desempeño, en donde las diferencias observadas más atribuibles a características particulares del indicador evaluado que a una superioridad general de una modalidad sobre la otra.

Respuesta a la Pregunta de Investigación

Con base en los resultados obtenidos, se determinó que el tipo de acceso digital influye parcialmente sobre la eficiencia y la precisión del acceso a formularios digitales. En términos de eficiencia, no se encontraron diferencias estadísticamente significativas en el tiempo de acceso ni en el tiempo total empleado para completar la actividad entre los estudiantes que utilizaron códigos QR y aquellos que accedieron mediante URL. Sin embargo, sí se identificó una diferencia significativa en el tiempo de llenado del formulario, lo que indica que el método de acceso puede influir indirectamente en el desempeño posterior del usuario durante la interacción con el recurso.

Respecto a la precisión, los resultados evidenciaron que ambos métodos de acceso presentaron un comportamiento similar. Los indicadores relacionados con el número de intentos, la presencia de errores y el éxito del acceso al primer intento no mostraron diferencias estadísticamente significativas entre los grupos evaluados. Esto permite concluir que tanto el acceso mediante código QR como el acceso mediante URL ofrecen niveles comparables de precisión para acceder a formularios digitales, garantizando una ejecución correcta de la tarea en la mayoría de los participantes.

En cuanto a la experiencia del usuario, se observaron diferencias en algunos aspectos de percepción asociados al método de acceso. Los participantes manifestaron una mayor claridad en el proceso de acceso mediante URL, mientras que en dimensiones como confianza, comodidad y ausencia de confusión no se identificaron diferencias significativas entre ambos métodos. Estos resultados sugieren que, aunque ambos mecanismos proporcionan una experiencia de uso satisfactoria, la modalidad de acceso puede influir en la percepción de facilidad y comprensión del procedimiento.

El efecto del tipo de acceso digital mediante código QR y URL sobre la eficiencia y precisión del acceso a formularios digitales es limitado. Ambos métodos demostraron un desempeño similar en los indicadores objetivos de precisión y en la mayoría de las medidas de eficiencia, diferenciándose únicamente en el tiempo de llenado del formulario y en la claridad percibida por los usuarios. En consecuencia, la elección entre código QR y URL puede responder más a las necesidades del contexto de implementación y a las preferencias de los usuarios que a diferencias sustanciales en su rendimiento.

Conclusiones

El estudio realizado permitió determinar el efecto del tipo de acceso digital mediante código QR y URL sobre la eficiencia y precisión del acceso a formularios digitales, mediante un diseño experimental de comparación entre grupos y el análisis de indicadores objetivos y perceptuales asociados al proceso de interacción usuario-tecnología.

En relación con la caracterización del comportamiento de los métodos de acceso, los resultados evidenciaron que ambas modalidades presentaron un desempeño favorable durante la interacción con el formulario digital. Los participantes lograron completar el proceso de acceso mediante ambos mecanismos, observándose comportamientos similares en los indicadores evaluados de eficiencia y precisión. Esto permitió establecer una línea base para la comparación experimental entre el código QR y la URL.

Respecto a la eficiencia del acceso digital, se identificó que la mayoría de los indicadores evaluados no presentaron diferencias estadísticamente significativas entre los métodos de acceso. En particular, el tiempo de acceso y el tiempo total de interacción mostraron comportamientos comparables entre los grupos. Aunque el tiempo de llenado presentó diferencias significativas a favor de uno de los métodos evaluados, el tamaño del efecto obtenido fue pequeño, indicando que dicha diferencia posee una relevancia práctica limitada.

Asimismo, las variables perceptuales relacionadas con facilidad de uso, claridad y satisfacción mostraron diferencias puntuales, sin evidencia suficiente para establecer una ventaja general de una modalidad sobre la otra. En cuanto a la precisión del acceso digital, los resultados demostraron que el tipo de acceso no generó diferencias estadísticamente significativas en los indicadores asociados al número de intentos, presencia de errores, éxito

en el primer intento y éxito final del acceso. De igual manera, las percepciones relacionadas con confianza y ausencia de confusión presentaron comportamientos equivalentes entre ambas modalidades. Los tamaños del efecto obtenidos fueron bajos, evidenciando que la modalidad utilizada no representa un factor determinante en la precisión del acceso.

En relación con la hipótesis de investigación, los resultados no proporcionaron evidencia suficiente para afirmar que el tipo de acceso digital produce un efecto significativo sobre la eficiencia y precisión global del proceso de acceso. Por tanto, se mantiene la hipótesis nula general bajo las condiciones experimentales evaluadas. No obstante, se reconoce la existencia de efectos específicos en determinados indicadores, particularmente en aspectos relacionados con el tiempo de interacción, aunque con una magnitud reducida.

El análisis del tamaño del efecto complementó la interpretación de los resultados estadísticos, por medio de esto se evidenció que las diferencias encontradas presentan una influencia práctica limitada. En consecuencia, tanto el código QR como la URL constituyen mecanismos de acceso digital funcionales y comparables para el ingreso a formularios digitales, sin que los resultados obtenidos permitan establecer la superioridad general de una modalidad sobre la otra.

Estos hallazgos aportan evidencia relevante para la toma de decisiones en el diseño e implementación de estrategias de acceso digital, al demostrar que la selección entre código QR y URL no debe fundamentarse únicamente en la expectativa de un mayor rendimiento técnico de una modalidad sobre otra, sino en la adecuación del mecanismo al contexto específico de aplicación.

La elección del método de acceso puede estar condicionada por factores como la disponibilidad y características de los dispositivos tecnológicos, las competencias digitales de los usuarios, sus preferencias de interacción, las condiciones del entorno donde se implementa la solución y los requerimientos particulares del proceso digital. Por tanto, la decisión de utilizar uno u otro mecanismo debe considerar una visión integral que combine criterios técnicos, de usabilidad y de accesibilidad, que garanticen experiencias de interacción eficientes y confiables para los usuarios.

Referencias

- American Association for Public Opinion Research. (2023). *Standard Definitions: Final Dispositions of Case Codes and Outcome Rates for Surveys*. American Association for Public Opinion Research. Obtenido de <https://aapor.org/wp-content/uploads/2023/05/Standards-Definitions-10th-edition.pdf>
- Asamblea Nacional de Nicaragua. (2020). *LEY N°. 1042 Ley especial d eciberdelit*. La Gaceta. Obtenido de <https://www.icnl.org/wp-content/uploads/Law-1042-Cybercrime-2020.pdf>
- Cohen, J. (1988). *Statistical power analysis for the behavioral sciences (2nd ed)*. L. Erlbaum Associates. doi:<https://doi.org/10.4324/9780203771587>
- Comisión Nacional de Educación. (s.f.). Estrategia Nacional de Educación en todas sus modalidades. Bendiciones y Victorias 2022-2026. Managua, Nicaragua. Obtenido de https://www.tecnacional.edu.ni/media/estrategiaseducacionnacional/Estrategia_Nacional_de_Educaci%C3%B3n22-07-24_compressed.pdf
- Data Reportal. (2026). *Digital 2026: Nicaragua*. Nicaragua. Obtenido de <https://datareportal.com/reports/digital-2026-nicaragua>
- DataReportal. (2025). *Digital 2025: Nicaragua*. Nicaragua.
- Davis, F. D. (1 Septiembre 1989). Perceived Usefulness, Perceived Ease of Use, and User Acceptance of Information Technology. *Mis Quarterly*, 13(3), 319–340. doi: <https://doi.org/10.2307/249008>

- Dit, W. G., Maed, C. R., & Mdb, R. B. (2025). Technology Acceptance of QR Code Recognition as Attendance Monitoring on School Activities: Student Organization Officers Perspective. *Journal of Computer Sciences and Applications*, 13(1), 29-36. doi:10.12691/jcsa-13-1-3
- Endres, K., Heiden, E. O., & Park, K. (s.f.). The Effect of Quick Response (QR) Codes on Response Rates and Respondent Composition: Results from a Statewide Experiment. *Survey Methods: Insights From the Field*. doi:10.13094/SMIF-2024-00007
- Endres, K., Heiden, E. O., Park, K., Losch, M. E., Harland, K. K., & Abbott, A. L. (2024). Experimenting with QR Codes and Envelope Size in Push-to-Web Surveys. *Journal of Survey Statistics and Methodology*, 12(4), 893–905. doi:https://doi.org/10.1093/jssam/smad008
- Field, A. (2013). *Discovering statistics using IBM SPSS statistics (4th ed.)*. London: Sage Edition. Obtenido de <https://books.google.com.ni/books?id=c0Wk9IuBmAoC&printsec=frontcover&hl=es#v=onepage&q&f=false>
- Fritz, C. O., Morris, P. E., & Richler, J. J. (January de 2012). Effect size estimates: Current use, calculations, and interpretation. *Journal of Experimental Psychology : General*, 141(1), 2-18. doi:https://doi.apa.org/doi/10.1037/a0024338
- Gobierno de Reconciliación y Unidad Nacional de Nicaragua. (2021). Plan Nacional del Lucha Contra la Pobreza y para el desarrollo humano, 2022-2026. Managua,

Nicaragua. Obtenido de [https://www.pndh.gob.ni/documentos/pnlc-dh/PNCL-DH_2022-2026\(19Jul21\).pdf](https://www.pndh.gob.ni/documentos/pnlc-dh/PNCL-DH_2022-2026(19Jul21).pdf)

Hahn, M. (1995). Uniform Resource Locators. *EDPACS*, 23(6), 8-13.

doi:<https://doi.org/10.1080/07366989509451691>

Halpern, L. M., Zhang, D.-A., & Velarde, A. (2022). Survey Response Rates to a Self-Initiated Longitudinal Survey Accessed by a Quick Response Code in Six Different Regions of the United States. *Cureus*, 14(5), e25146.

doi:<https://doi.org/10.7759/cureus.25146>

Hernando, R., & Macías, J. A. (2023). Development of usable applications featuring QR codes for enhancing interaction and acceptance: a case study. *Behaviour & Information Technology*, 42(4), 360-378.

doi:<https://doi.org/10.1080/0144929X.2021.2022209>

Hupp, A. L., Schroeder, H. M., West, B. T., Leissou, E., & Weir, D. R. (2025). Who chooses a QR code over a URL to access a web screener in a national probability survey of older adults, and the impact on data quality. *Survey Methods: Insights from the Field*, 3(1), 20208. doi:<https://doi.org/10.13094/SMIF-2025-00003>

International Organization for Standardization. (2019). *ISO 9241-210:2019 Ergonomics of human-system interaction Part 210: Human-centred design for interactive systems*.

ISO. Obtenido de <https://www.iso.org/standard/77520.html>

International Organization for Standardization. (2023). *ISO 9241-11:2018 Ergonomics of human-system interaction Part 11: Usability: Definitions and concepts*. ISO.

Obtenido de ISO: <https://www.iso.org/standard/63500.html>

International Organization for Standardization. (2023). *ISO/IEC 25010:2023 Systems and software engineering — Systems and software Quality Requirements and Evaluation (SQuaRE) — Product quality model*. ISO. Obtenido de ISO: <https://www.iso.org/standard/78176.html>

International Organization for Standardization. (2024). *ISO/IEC 18004:2024 Information technology — Automatic identification and data capture techniques — QR code bar code symbology specification*. ISO. Obtenido de ISO: <https://www.iso.org/standard/83389.html>

Lewis, T., Lee, N., Palmer, D., Matzke, H., & Prachand, N. (2025). Is it Helpful to include QR Codes on Mail contact Materials for Self-Administered Web Surveys? *urvey Methods: Insights from the Field*. doi:10.13094/SMIF-2025-00001

Marlar, J., & Schreiner, J. (2024). The Use of QR Codes to Encourage Participation in Mail Push-To-Web Surveys: An Evaluation of Experiments from 2015 and 2022. *Journal of Survey Statistics and Methodology*, 12(5), 1157–1173. doi:<https://doi.org/10.1093/jssam/smae024>

Masih, E. A. (2022). Feasibility of using QR code for registration & evaluation of training and its ability to increase response rate - The learners' perception. *Nurse Education Today*, 111(105305). doi:10.1016/j.nedt.2022.105305

Nielsen, J. (1993). *Usability Engineering*. Morgan Kaufmann. Obtenido de <https://shop.elsevier.com/books/usability-engineering/nielsen/978-0-08-052029-2>

- Norman, D. A. (2013). *The Design of Everyday Things: Revised and Expanded Edition*. Basic Books. Obtenido de https://openlibrary.org/books/OL42989174M/The_Design_of_Everyday_Things
- Olson, K. M., & Ganshert, A. (2024). Remember, You Can Complete This Survey Online! Web Survey Links and QR Codes in a Mixed-Mode Web and Mail General Population Survey. *Social Science Computer Review*, 43(4), 827-849. doi:<https://doi.org/10.1177/08944393241277>
- Pantilon, L. N. (2025). Effect of Quick Response (QR) Code Identification (ID) Card on the Students' Attendance Monitoring at Jesus F. Magsaysay Technical Vocational High School . *International Journal of Multidisciplinary: Applied Business and Education Research* , 6(11). doi:<https://doi.org/10.11594/ijmaber.06.11.22>
- Patrick, M. E., Couper, M. P., Jang, B. J., Virginia Laetz, J. E., Patric M O'Malley, J. B., & Johnston, L. D. (2022). Building on a Sequential Mixed-Mode Research Design in the Monitoring the Future Study. *Journal of Survey Statistics and Methodology*, 10(1), 149–160. doi:<https://doi.org/10.1093/jssam/smaa030>
- Rivas, A. G., & Schulzetenberg, A. (2023). QR Codes as a Method for Older Adults to Access a Mobile Survey. En Q. Z. Gao (Ed.), *Human Aspects of IT for the Aged Population*. 14042. Springer Cham. doi:https://doi.org/10.1007/978-3-031-34866-2_10
- Schmiedeberg, C., Schröder, J., & Bozoyan, C. (2025). Does a QR Code in the Invitation Letter Increase Participation in a Push-to-web Survey? *Field Methods*, 0(0). doi:<https://doi.org/10.1177/1525822X241308522>

- Seta, G. d. (2023). QR code: The global making of an infrastructural gateway. *Global Media and China*, 8(3), 362-380. doi:<https://doi.org/10.1177/20594364231183618>
- Shneiderman, B., Plaisant, C., Cohen, M., Jacobs, S., Elmqvist, N., & Diakopoulos, N. (2016). *Designing the user interface: Strategies for effective human-computer interaction*. 6th. edición. Pearson.
- Skulmowski, A., & Xu, K. M. (2022). Understanding Cognitive Load in Digital and Online Learning: a New Perspective on Extraneous Cognitive Load. *Educational Psychology Review*, 34, 171-196. doi:<https://doi.org/10.1007/s10648-021-09624-7>
- Smith, A. C., Dever, J. A., Hopkins, B., Fobia, A. C., Gomori, S., Snee, E., & Williams, D. (2025). Just Scan It: Examining QR Code Use in Web Survey Recruitment. *Field Methods*, 37(4), 321-334. doi:<http://dx.doi.org/10.1177/1525822X251313939>
- Statista. (2025). *Internet usage in Latin America - statistics & facts*. Obtenido de <https://www.statista.com/topics/2432/internet-usage-in-latin-america/>
- Sweller, J., Merriënboer, J. J., & Paas, F. (2019). Cognitive Architecture and Instructional Design: 20 Years Later. *Educational Psychology Review*, 31, 261-292. doi:<https://doi.org/10.1007/s10648-019-09465-5>
- UNESCO. (s.f.). *Legislación sobre el acceso a la información*. Obtenido de <https://www.unesco.org/es/access-information-laws>
- Universidad Central de Nicaragua. (2021). Reglamento de los centros de prácticas de Hardware. Managua , Nicaragua.

- Venkatesh, V., & Davis, F. D. (2020). A Theoretical Extension of the Technology Acceptance Model: Four Longitudinal Field Studies. *Management Science*, 46(2), 186-204. . doi:<https://doi.org/10.1287/mnsc.46.2.186.11926>
- Waseem, M., Lakhan, A., & Jamali, I. A. (2016). Data Security of Mobile Cloud Computing on Cloud Server. *Open Access Library Journal*, 3, 1-11. doi:[10.4236/oalib.1102377](https://doi.org/10.4236/oalib.1102377)
- Wave, D. (s.f.). *QR Code*. Obtenido de <https://www.qrcode.com/>

Apéndices

Apéndice 1. Desarrollo e Implementación del Sistema

Este capítulo describe el desarrollo técnico del sistema web implementado para evaluar la eficiencia y desempeño en el acceso a recursos educativos mediante códigos QR y URL.

Introducción

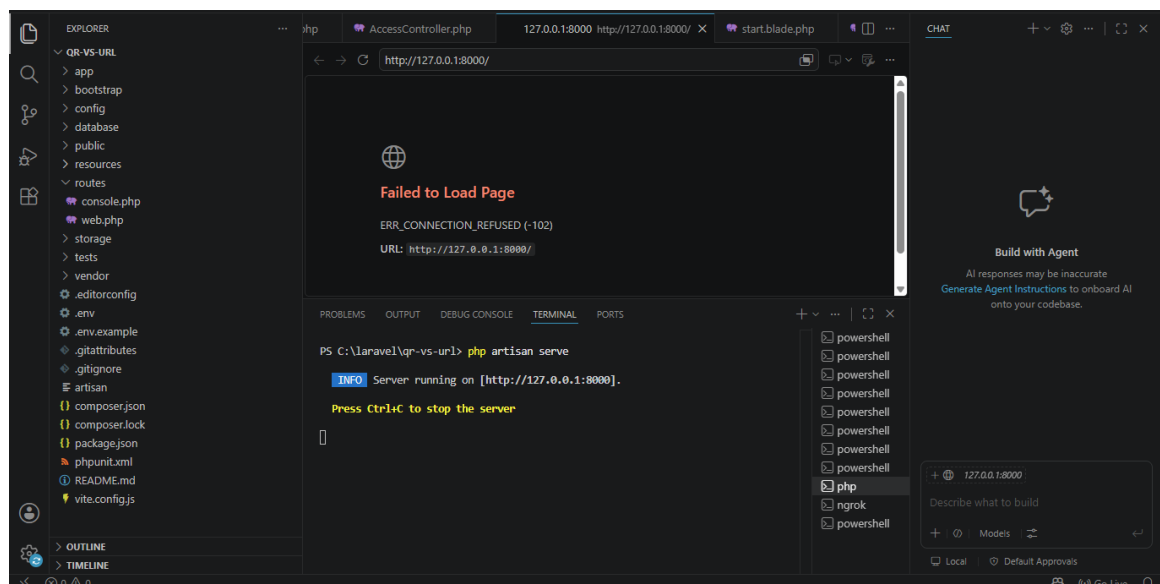
Se desarrolló una aplicación web utilizando Laravel para administrar recursos, generar códigos QR, registrar accesos y visualizar indicadores mediante un Dashboard.

Arquitectura

Arquitectura cliente-servidor compuesta por capa de presentación (HTML5, CSS3, Bootstrap, Blade, JavaScript, Chart.js), lógica de negocio (Laravel) y persistencia (MySQL).

Figura 5

Arquitectura del sistema



Tecnologías

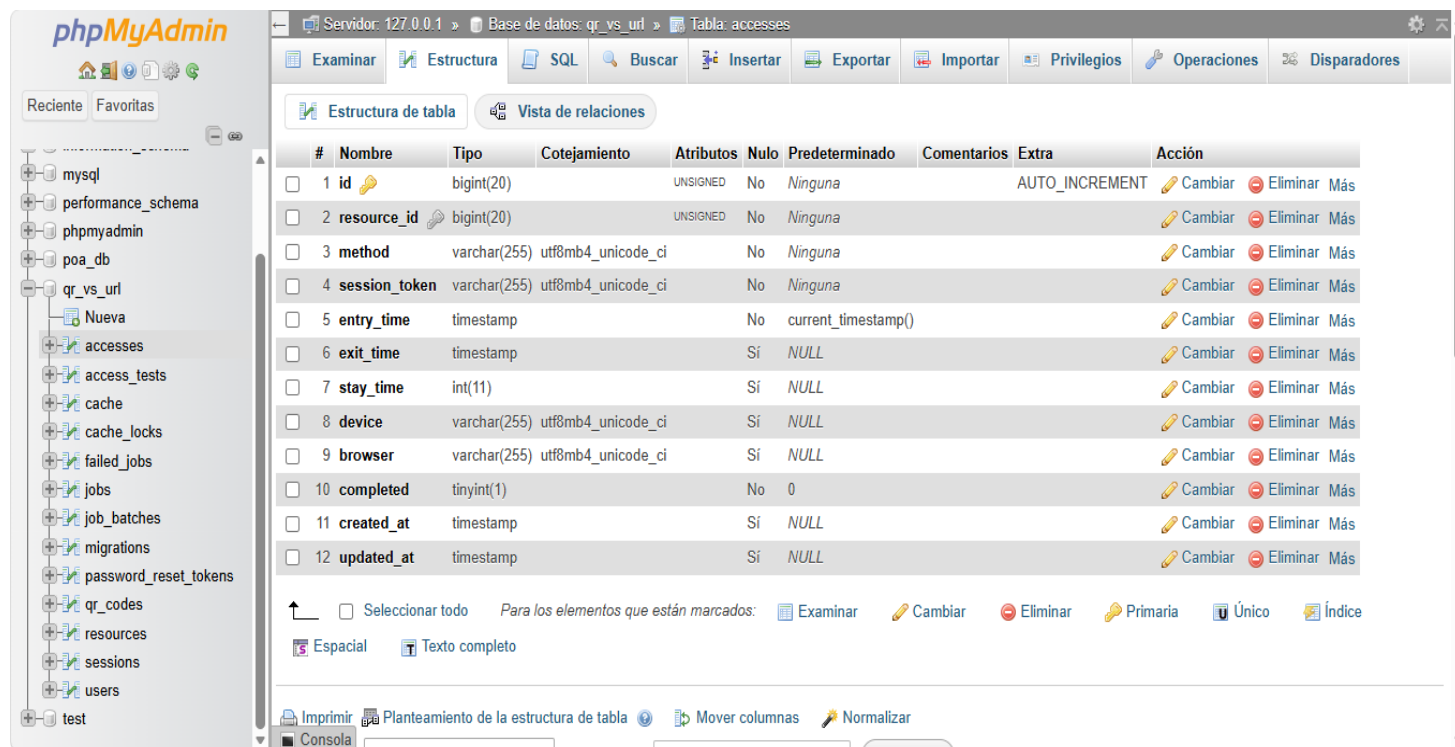
Laravel 12, PHP 8.5, MySQL, Bootstrap 5, Blade, Chart.js, Simple QRCode, XAMPP y Ngrok.

Base de datos

Tabla resources para los recursos digitales y tabla accesses para registrar método de acceso, fecha, dispositivo, navegador, token de sesión y tiempos.

Figura 6

Base de datos del sistema

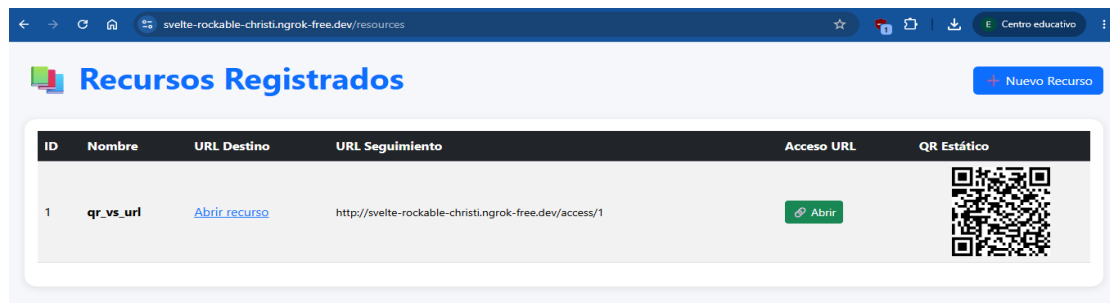


The screenshot shows the phpMyAdmin interface with the 'accesses' table selected. The table structure is as follows:

#	Nombre	Tipo	Cotejamiento	Atributos	Nulo	Predeterminado	Comentarios	Extra	Acción
1	id	bigint(20)		UNSIGNED	No	Ninguna		AUTO_INCREMENT	Cambiar Eliminar Más
2	resource_id	bigint(20)		UNSIGNED	No	Ninguna			Cambiar Eliminar Más
3	method	varchar(255)	utf8mb4_unicode_ci		No	Ninguna			Cambiar Eliminar Más
4	session_token	varchar(255)	utf8mb4_unicode_ci		No	Ninguna			Cambiar Eliminar Más
5	entry_time	timestamp			No	current_timestamp()			Cambiar Eliminar Más
6	exit_time	timestamp			Sí	NULL			Cambiar Eliminar Más
7	stay_time	int(11)			Sí	NULL			Cambiar Eliminar Más
8	device	varchar(255)	utf8mb4_unicode_ci		Sí	NULL			Cambiar Eliminar Más
9	browser	varchar(255)	utf8mb4_unicode_ci		Sí	NULL			Cambiar Eliminar Más
10	completed	tinyint(1)			No	0			Cambiar Eliminar Más
11	created_at	timestamp			Sí	NULL			Cambiar Eliminar Más
12	updated_at	timestamp			Sí	NULL			Cambiar Eliminar Más

Figura 7

Recursos Registrados

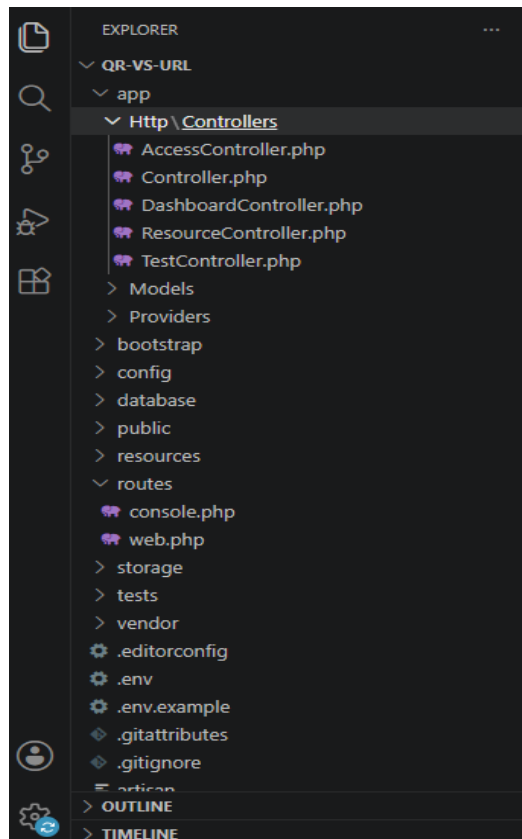


Desarrollo del Sistema

Se implementaron ResourceController, AccessController y DashboardController. El sistema registra automáticamente accesos por QR y URL, genera códigos QR y redirecciona al recurso educativo.

Figura 8

Estructura del proyecto

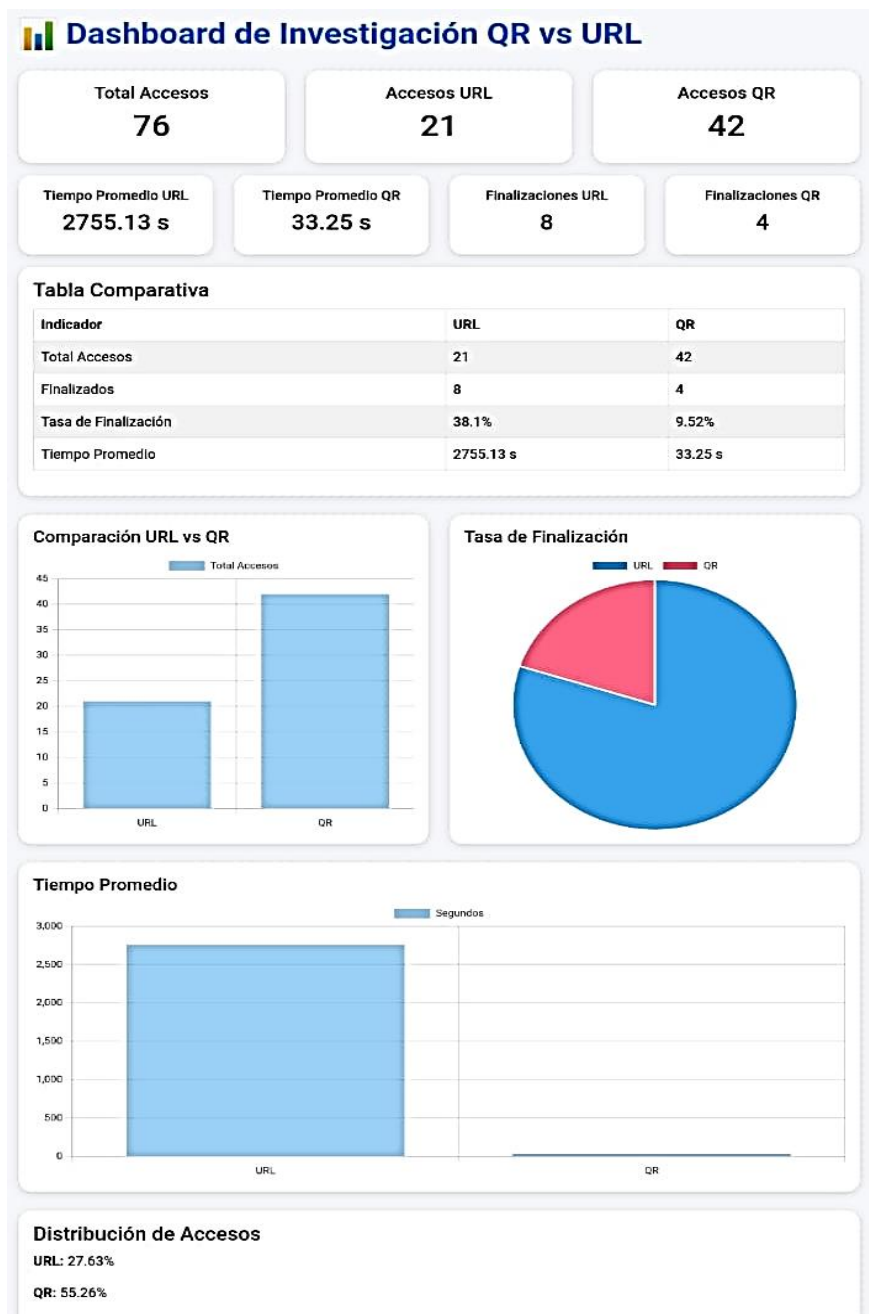


Dashboard

Incluye tarjetas estadísticas, tablas comparativas, tasas, gráficos Chart.js, historial de accesos e indicadores para el análisis de resultados.

Figura 9

Dashboard de investigación QR vs URL

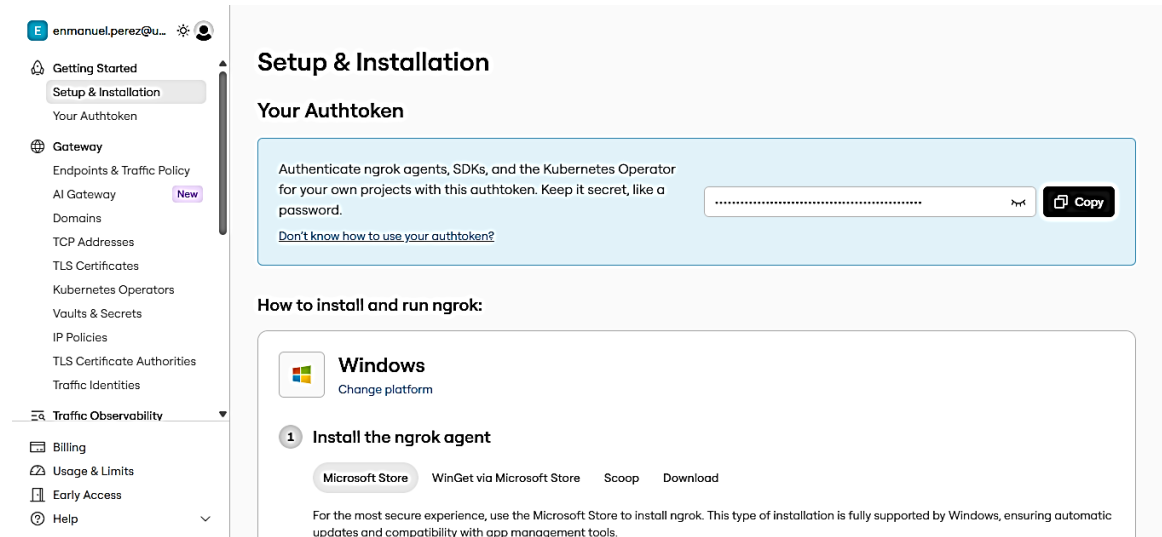


Publicación

Durante las pruebas el sistema fue publicado mediante Ngrok para permitir acceso desde dispositivos móviles sobre HTTPS.

Figura 10

Publicación del sistema



Seguridad

Uso de Eloquent ORM, protección CSRF, validación de datos, rutas controladas y tokens únicos para cada acceso.

Funcionamiento

Flujo QR: Escaneo → Laravel registra acceso → Redirección automática al recurso.

Flujo URL: Apertura del enlace → Registro → Redirección al recurso.

Conclusión

El sistema desarrollado permitió automatizar la administración de recursos, la generación de códigos QR, el registro de accesos y la obtención de indicadores para comparar el desempeño de los métodos de acceso.

Apéndice 2. Operacionalización de Variables

Variable	Definición operacional	Dimensión	Indicadores	Técnica / Instrumento	Escala de medición
Tipo de acceso digital (Variable independiente)	Se operacionaliza mediante la asignación de una modalidad de acceso a los participantes: código QR o URL, utilizada para ingresar al formulario digital durante la prueba experimental.	Método de acceso	Tipo de modalidad utilizada: Código QR / URL	Registro experimental del método asignado	Nominal dicotómica
Eficiencia del acceso digital (Variable dependiente 1)	Se evalúa mediante el tiempo empleado en las diferentes etapas del proceso de acceso y la percepción del usuario respecto a la facilidad, claridad y satisfacción asociada al método utilizado.	Rendimiento temporal	Tiempo de acceso	Registro del tiempo desde el inicio del intento hasta el ingreso al formulario	Razón (segundos)
			Tiempo de llenado	Registro del tiempo empleado para completar y enviar el formulario	Razón (segundos)
			Tiempo total de interacción	Suma del tiempo de acceso y tiempo de llenado	Razón (segundos)
		Experiencia percibida de eficiencia	Facilidad percibida de uso	Cuestionario de percepción del usuario	Ordinal (Likert)
			Claridad del proceso de acceso	Cuestionario de percepción del usuario	Ordinal (Likert)
			Satisfacción con la experiencia de acceso	Cuestionario de percepción del usuario	Ordinal (Likert)

Variable	Definición operacional	Dimensión	Indicadores	Técnica / Instrumento	Escala de medición
Precisión del acceso digital (Variable dependiente 2)	Se determina mediante indicadores relacionados con el resultado del acceso, la ocurrencia de errores y la percepción del usuario sobre la confiabilidad y claridad del método utilizado.	Exactitud del proceso de acceso	Número de intentos de acceso	Registro experimental del número de intentos realizados	Razón (conteo)
			Acceso exitoso en el primer intento	Registro del resultado del primer intento de acceso	Nominal dicotómica (Sí/No)
			Errores durante el acceso	Registro de presencia o ausencia de errores durante la interacción	Nominal dicotómica (Sí/No)
		Experiencia percibida de precisión	Éxito final del acceso	Verificación de ingreso satisfactorio al formulario	Nominal dicotómica (Sí/No)
			Confianza percibida en el método utilizado	Cuestionario de percepción del usuario	Ordinal (Likert)
			Claridad durante el proceso	Cuestionario de percepción del usuario	Ordinal (Likert)

Apéndice 3. Instrumentos

Instrumento 1.



UNIVERSIDAD CENTRAL DE NICARAGUA

FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS

EFICACIA Y PRECISIÓN DE CÓDIGOS QR Y URL

Título: Comparación de la eficiencia y precisión en el acceso a formularios digitales mediante códigos QR y URL en dispositivos móviles en estudiantes de la Universidad Central de Nicaragua, sede Jinotepe, 2026

Llenado por: ☐ docente investigador ☐ estudiante colaborador

Orientaciones para el llenado

Registrar todos los tiempos en segundos.

En los indicadores numéricos, escribir únicamente números enteros.

En “Número de intentos” y “Número de errores”, registrar la cantidad exacta observada.

En el apartado “Otro”, especificar el tipo de error y registrar la frecuencia observada.

Para las preguntas dicotómicas (Sí/No), marcar únicamente una opción.

Verificar que todos los campos estén completos antes de finalizar el registro.

Datos generales del participante

Código de participante: ____ Hora de inicio: ____ Método de acceso: ☐ Código QR ☐ URL

Dimensión	Subdimensión	Indicador	Registro
Eficiencia	Acceso	Hora exacta en que se presenta el mecanismo de acceso (QR o URL)	
		Hora en que logra ingresar correctamente al formulario	
		Tiempo de acceso (segundos)	
	Compleción	Hora de finalización del formulario	
		Tiempo de llenado del formulario (segundos)	
		Tiempo total del proceso (desde acceso hasta envío) (segundos)	
Precisión	Acceso	Número de intentos realizados para acceder	
		Número de errores observados durante el acceso	_____
	Errores observados	Presencia de errores	☐ Sí ☐ No
		URL incorrecta introducida	
		Escaneo fallido	
		Selección incorrecta de enlace	
		Reintento por error de navegación	
		Otros:	
	Resultado	¿Accedió exitosamente en el primer intento?	☐ Sí ☐ No
		¿Completó exitosamente el formulario?	☐ Sí ☐ No
Observaciones del investigador:			

Instrumento 2.**UNIVERSIDAD CENTRAL DE NICARAGUA****INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS****EXPERIENCIA DE LOS ESTUDIANTES CON CÓDIGO QR Y URL**

Título: Comparación de la eficiencia y precisión en el acceso a formularios digitales mediante códigos QR y URL en dispositivos móviles en estudiantes de la Universidad Central de Nicaragua, sede Jinotepe, 2026

Investigadores: Lic. Rebeca del Carmen Molina Hernández

Ing. Enmanuel Antonio Pérez Gutiérrez

Propósito del estudio

El propósito de este estudio es evaluar la eficiencia y precisión del uso de códigos QR y URL a partir de la experiencia de estudiantes universitarios en el acceso a formularios digitales mediante dispositivos móviles, con el fin de identificar las modalidades de acceso más rápidas y funcionales en contextos educativos. Esta investigación se desarrolla en el área de Ciencia y se enmarca en la línea de investigación de Informática Educativa.

Consentimiento informado

Usted ha sido invitado(a) a participar en una investigación académica cuyo objetivo es evaluar el acceso a formularios digitales mediante dispositivos móviles. Su participación consistirá en acceder y completar un formulario digital, así como responder algunas preguntas relacionadas con su experiencia de uso; esta actividad tendrá una duración aproximada de 10 minutos. Su participación es completamente voluntaria y podrá retirarse en cualquier momento sin ninguna consecuencia. Toda la información recopilada será tratada de manera confidencial y utilizada únicamente con fines académicos.

Declaración de aceptación

☐ He leído la información anterior y acepto participar voluntariamente en este estudio.

Datos generales del participante

Código de participante: _____

Fecha: ____ / ____ / ____

Edad: _____ años

Año académico: _____

Sexo: ☐ Femenino ☐ MasculinoTipo de dispositivo móvil utilizado: ☐ Android ☐ () iOS ☐ Otro: _____Hora de inicio de aplicación: _____ Modalidad aplicada: ☐ Código QR ☐ URL**Experiencia previa del usuario**

Instrucción: marque una sola opción.

1. ¿Con qué frecuencia utiliza formularios digitales (por ejemplo, encuestas, formularios académicos, registros en línea)?

- ☐ Nunca
- ☐ Rara vez
- ☐ Algunas veces
- ☐ Frecuentemente
- ☐ Muy frecuentemente

2. Antes de esta prueba, ¿qué tan familiarizado(a) estaba con el método de acceso empleado (códigos QR o URL)?

- ☐ Nada familiarizado(a)
- ☐ Poco familiarizado(a)
- ☐ Moderadamente familiarizado(a)
- ☐ Familiarizado(a)
- ☐ Muy familiarizado(a)

3. ¿Con qué frecuencia utiliza su dispositivo móvil para actividades académicas?

- ☐ Nunca
- ☐ Rara vez
- ☐ Algunas veces
- ☐ Frecuentemente
- ☐ Muy frecuentemente

II. Escala de experiencia de uso

Instrucción: marque una sola opción según su experiencia.

Escala:

1 = Totalmente en desacuerdo

2 = En desacuerdo

3 = Neutral

4 = De acuerdo

5 = Totalmente de acuerdo

Ítem	1	2	3	4	5
4. El acceso al formulario fue fácil de realizar.	☐	☐	☐	☐	☐
5. El procedimiento de acceso fue claro y comprensible.	☐	☐	☐	☐	☐
6. Logré ingresar sin dificultad significativa.	☐	☐	☐	☐	☐
7. El método de acceso me pareció rápido.	☐	☐	☐	☐	☐
8. Me sentí cómodo(a) utilizando esta modalidad de acceso.	☐	☐	☐	☐	☐
9. Utilizaría nuevamente este método para acceder a formularios digitales.	☐	☐	☐	☐	☐
10. Considero que esta modalidad facilita el acceso desde dispositivos móviles.	☐	☐	☐	☐	☐

II. Dificultades percibidas

11. ¿Durante el acceso, experimentó alguna dificultad?

☐ Sí ☐ No

Si respondió sí, marque la principal:

- ☐ Problema para escanear el código
- ☐ Dificultad para escribir la URL
- ☐ Lentitud de conexión
- ☐ Confusión en el proceso
- ☐ Problema del dispositivo
- ☐ Otro: _____
- ☐ No aplica