



**UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA
SEDE GUAYAQUIL
CARRERA DE INGENIERÍA DE SISTEMAS**

**USO DE LA CODIFICACIÓN QR EN EL SECTOR URBANÍSTICO: UN MAPEO
SISTEMÁTICO**

Trabajo de titulación previo a la obtención del
Título de Ingeniero de Sistemas

AUTOR: JEFFREY RONALDO POVEA MARTILLO

TUTOR: JOE FRAND LLERENA IZQUIERDO

Guayaquil – Ecuador

2021

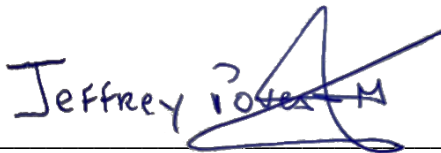
**CERTIFICADO DE RESPONSABILIDAD Y AUTORÍA DEL TRABAJO DE
TITULACIÓN**

Yo, Jeffrey Ronaldo Povea Martillo con documento de identificación N° 0926273749 manifiesto que:

Soy el autor y responsable del presente trabajo; y, autorizo a que sin fines de lucro la Universidad Politécnica Salesiana pueda usar, difundir, reproducir o publicar de manera total o parcial el presente trabajo de titulación.

Guayaquil, 6 de septiembre del año 2021

Atentamente,

A handwritten signature in blue ink that reads "Jeffrey Povea M". The signature is written over a horizontal line.

Jeffrey Ronaldo Povea Martillo

C.I. 0926273749

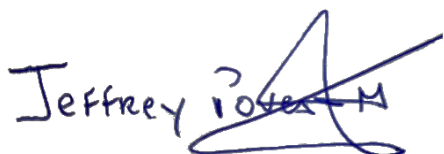
**CERTIFICADO DE CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO DE
TITULACIÓN A LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA**

Jeffrey Ronaldo Povea Martillo con documento de identificación No. 0926273749, expreso mi voluntad y por medio del presente documento cedo a la Universidad Politécnica Salesiana la titularidad sobre los derechos patrimoniales en virtud de que soy autor del Artículo académico: Uso de la codificación QR en el sector urbanístico: Un mapeo sistemático, el cual ha sido desarrollado para optar por el título de: Ingeniero de Sistemas, en la Universidad Politécnica Salesiana, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente.

En concordancia con lo manifestado, suscribo este documento en el momento que hago la entrega del trabajo final en formato digital a la Biblioteca de la Universidad Politécnica Salesiana.

Guayaquil, 6 de septiembre del año 2021

Atentamente,

A handwritten signature in blue ink that reads "Jeffrey Povea M" with a stylized flourish extending from the end of the signature.

Jeffrey Ronaldo Povea Martillo

C.I. 0926273749

CERTIFICADO DE DIRECCIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Yo, Joe Frand Llerena Izquierdo con documento de identificación N° 0914884879, docente de la Universidad Politécnica Salesiana, declaro que bajo mi tutoría fue desarrollado el trabajo de titulación: Uso de la codificación QR en el sector urbanístico: Un mapeo sistemático, realizado por Jeffrey Ronaldo Povea Martillo con documento de identificación N° 0926273749, obteniendo como resultado final el trabajo de titulación bajo la opción Artículo académico que cumple con todos los requisitos determinados por la Universidad Politécnica Salesiana.

Guayaquil, 6 de septiembre del año 2021

Atentamente,



Ing. Joe Frand Llerena Izquierdo, MSig.

C.I. 0914884879

Uso de la codificación QR en el sector urbanístico: Un mapeo sistemático

Jeffrey Povea-Martillo ¹[0000-0003-2949-7105] and Joe Llerena-Izquierdo ¹[0000-0001-9907-7048]

¹Universidad Politécnica Salesiana, Guayaquil, Ecuador
jpovea@est.ups.edu.ec, jlllerena@ups.edu.ec

Abstract. This research work develops a literature review on the use of quick response coding that identifies relevant proposals for different contexts in the urban sector. The objective is oriented to the use of QR coding to determine the importance of its use in the urban sector for its applicability in the Ecuadorian environment through a systematic review. The research methodology used in this work is quantitative analytical-deductive with a descriptive approach. The systematic mapping technique is used to establish applicability criteria through the review of relevant works. A comparative table of advantages and disadvantages determined for the use of QR coding in the urban sector is elaborated through an analysis of the data found. The applied methodology is evaluated through the findings obtained during the review of relevant proposals from 2015 to 2021 from the different indexed databases. Fifty-nine research of relevance to the study are found classified according to a table of factors for the advantages and disadvantages of applicability. It is concluded that there is a feasibility of 25% for the application of QR coding to the Ecuadorian environment and opens the possibility of adopting and implementing in subsectors that are related to the urban sector such as transportation, education, building and parking, suitable for full applicability.

Keywords: Quick Response, QR Code, urban development sector

Resumen. En este trabajo de investigación se desarrolla una revisión de literatura sobre utilización de la codificación *quick response* que identifique propuestas relevantes para los diferentes contextos en el sector urbano. El objetivo se orienta al uso de la codificación QR que permita determinar la importancia de su uso en el sector urbanístico para la aplicabilidad en el medio ecuatoriano mediante una revisión sistemática. La metodología de investigación utilizada en este trabajo es analítica-deductiva de corte cuantitativa con un enfoque descriptivo. Se utiliza la técnica del mapeo sistemático para establecer criterios de aplicabilidad mediante la revisión de trabajos relevantes. Se elabora una tabla comparativa de ventajas y desventajas determinadas para el uso de la codificación QR en el sector urbanístico mediante un análisis de los datos encontrados. Se evalúa la metodología aplicada mediante los hallazgos obtenidos durante la revisión de propuestas relevantes desde el año 2015 al 2021 de las diferentes bases de datos indexadas. Se encuentran 59 investigaciones de relevancia para el estudio clasificadas de acuerdo con una tabla de factores para las ventajas y desventajas de la aplicabilidad. Se concluye que existe una factibilidad del 25%

para la aplicación de la codificación QR al medio ecuatoriano, y se abre la posibilidad de adoptar e implementar en subsectores que guardan relación con el sector urbano como son transporte, educación, edificación y parqueos, aptos para la aplicabilidad completa.

Palabras claves: Quick Response, QR Code, sector urbanístico

1 Introducción

El cambio industrial y las nuevas tecnologías (información y comunicación) han permitido que las empresas puedan dar solución a problemas que acaecen a sectores productivos y establecer nuevas formas de generar estrategias que optimizan sus procesos [1][2]. Así como reconocer piezas de repuestos para automóviles, ropa, alimentos entre otros, los productos a los que pueda determinarse un código con la finalidad de ser reconocidos por un dispositivo para su presentación de información mejorando el código de barras existente, caracteriza a la idea denominada *Quick Response* (QR), un código bidimensional creado por Denso-Wave [3][4].

Una amplitud de aplicaciones y usos se van desarrollando y registrando en distintas áreas y ámbitos, desde lo comercial o no comercial, su empleo va generando más adeptos por la creatividad que permite su facilidad de uso [5][6]. Con la llegada de los dispositivos móviles y la finalidad de permitir una información específica de lo que permite su almacenamiento por medio de una imagen es posible que con el transcurso de los años cada vez se adopte su utilización [7][8][9]. Es así como en la salud, en los medios de pagos, la gestión de comunicación, la educación entre otros, permiten que sus enlaces o hipervínculos, texto, mensajes sean transformados por un sencillo servicio en el internet para generar dichos códigos [10][11]. Los esfuerzos de las tecnologías de seguir encontrando soluciones que permitan a los QR, combinarse a otras formas de comunicación, como por ejemplo la tecnología *Near Field Communication* (NFC, inalámbrica de corto alcance) o con la realidad virtual [12][13][14], generan todavía expectativas a sociedades que crecen en medio de los cambios tecnológicos. Son los desafíos de los investigadores para apostar el uso combinado de estrategias que permitan cada vez más, abrir espacios de uso beneficiando a las personas al utilizar servicios basados en estas tecnologías [15][16] [17][18].

En las ciudades inteligentes con la utilización masificada de tecnologías que permitan un mejor bienestar a los ciudadanos, se plantean el uso efectivo de las tecnologías de QR en procesos que permitan una aplicación moderna e innovadora en el ámbito urbano. Clasificar información, acceder a ella de forma fácil, sin restricciones y rápida requiere un estudio que diagnostique y determine lo conveniente del uso del *Quick Reponse*, permitiendo mecanismos que ayuden a procesos de lectura o dificultades de infraestructura para su aplicabilidad [19][20][21]. Se justifica este trabajo de la empleabilidad de los códigos QR en el sector urbanístico específicamente en registros de predios urbanos que permitan presentar información evitando el acercamiento a viviendas o contacto físico con los habitantes, y en consonancia a la actual emergencia sanitaria mundial [22][23].

1.1 Tecnologías de codificación QR

El código de dos dimensiones o llamado de *respuesta rápida* fue desarrollado por Denso Wave (empresa japonesa) en 1994, con el objetivo de rastrear vehículos en el proceso de fabricación. Actualmente el código puede dar solución a diferentes empleos, como albergar una gran variedad de datos alfabéticos como numéricos. Entre los beneficios que presenta este código son: rápida respuesta de lectura, tamaño físico pequeño y alta precisión [24].

QR tiene un estándar ISO que codifica información como texto, URL u otros datos de hasta 7089 caracteres numéricos, 4296 caracteres alfanuméricos y 2953 binarios [25]. La legibilidad rápida de QR puede contener información en cantidad superior que el código de barras tradicional [26][27]. QR se encuentra estructurado por patrones de función que son aquellos que proporcionan las formas y posición del código en el dispositivo lector. El patrón buscador (permite que se escanee el código desde cualquier posición dentro de los 360 grados con alta velocidad), el patrón de tiempo (este sirve para localizar el código) y el patrón de alineación (sirve para corregir la distorsión que pueda tener el símbolo al estar curvado) son los componentes de QR.

La región de codificación que sirve para codificación de la información, incluye la sección de información de formato (ayuda a obtener la corrección de los errores y el código de la máscara), la sección de información de la versión (sirve para almacenar la versión de un código QR) y las palabras de código de corrección de errores y datos [28][29]. Las empresas aprovechando las ventajas de estos códigos, haciendo uso de estos para llegar a sus clientes y brindarles la información que buscan compartir y así mantener una inversión en baja de recursos, pues los QR suponen beneficios como poder acceder fácilmente, la velocidad, evitar llenar formularios, la cantidad de datos que pueda albergar, es de bajo costo, ya no se utiliza el papel, despiertan el interés de los usuarios, capacidad de almacenamiento y organización de los datos del consumidor, entre otros [30][31][32]. Los códigos QR plantean importantes riesgos de seguridad. Los atacantes pueden codificar enlaces maliciosos que conducen, por ejemplo, a sitios de phishing [33][34]. Estos códigos QR maliciosos se pueden imprimir en pequeñas pegatinas y reemplazar a los benignos en los anuncios publicitarios [35]. Aunque en los medios de comunicación se han informado muchos ejemplos del mundo real de ataques basados en códigos QR, solo se han realizado pocas investigaciones en este campo y casi no se ha prestado atención a la interacción de la seguridad y la interacción persona-computadora [28][36][37].

Sin embargo, existen sistemas de criptografía para proteger los datos e información, mediante protocolos y mecanismos de comunicación segura, estos sistemas pueden ser algoritmos criptográficos y algoritmos RSA [38][39][40]; los criptográficos pueden clasificarse en base a la cantidad de llaves que se emplean para cifrar o descifrar, estos son: simétrica o de clave secreta (hace uso de una única clave en la comunicación), asimétrica o de clave pública (hace uso de dos claves que son pública y privada) y las funciones hash (comprueba la autenticidad del mensaje y cuida la integridad de este) [25][41].

1.2 Aplicaciones móviles en QR.

Las aplicaciones móviles interactúan rápidamente con el de código de respuesta rápida permitiendo métodos de aprendizaje y enseñanza en todo ámbito educativo [42][43][44][45]. La información del dispositivo se puede consultar rápidamente accediendo automáticamente al enlace web correspondiente por medio de una imagen QR [46]. Hay tres niveles de contenido: información básica de equipos, información de seguridad e información de enseñanza [47][48][49]. Progresivamente, estas tres partes ayudan a todo el proceso de formación [50][51] en el uso de los códigos QR. Hoy en día existen varias plataformas o aplicaciones gratuitas que permiten crear QR a partir de los datos que se ingresen [52][53], en donde el usuario o empresa solo debe colocar la información que se incrustará en el código, posteriormente la aplicación creará el código que puede ser usado de forma digital o impresa, la forma en que se deben decodificar los datos es por medio de un smartphone o tableta [54][55][56].

El objetivo de este trabajo de investigación se orienta al uso de la codificación QR en el sector urbanístico para la aplicabilidad en el medio ecuatoriano mediante un mapeo sistemático de trabajos previos de relevancia en dicho contexto.

2 Métodos

La metodología de investigación utilizada en este trabajo es analítica-deductiva de corte cuantitativa con un enfoque descriptivo. Se utiliza el Mapeo Sistemático (MS) como metodología para implementar esta investigación; un MS consiste en buscar, categorizar y presentar las investigaciones publicadas de un lapso de tiempo y relacionadas sobre un área, tema o tendencia específica; el SM genera un estudio y resumen general sobre el área de investigación; el SM nos permite acceder a investigaciones de calidad con otros tipos de búsqueda [57]. Se adoptaron los pasos del MS: *Preparación del mapeo*, *Realización del mapeo* y *Resultados del mapeo*; el enfoque es hacia la clasificación, análisis e identificación de investigaciones [58] relacionadas al uso de QR en el sector urbanístico.

Se definen preguntas de investigación para representar los documentos seleccionados: PI1: ¿Hay sectores laborales en donde existe la experiencia de las codificaciones QR?, PI2: ¿Qué aspectos de experiencia de las codificaciones de QR abordan dichos estudios?, PI3: ¿Qué tipos de estudios existen sobre las codificaciones de códigos QR?, PI4: ¿Cuáles son las ventajas y desventajas en el uso de QR en el sector urbanístico en general?, PI5: ¿Qué criterios de aplicabilidad se pueden utilizar en el medio ecuatoriano?, PI6: ¿Es posible establecer la aplicabilidad del uso de QR en el sector urbanístico en el medio ecuatoriano?

La Universidad Politécnica Salesiana facilita el acceso a la comunidad universitaria de las bases indexadas a artículos, libros y conferencias de primer nivel que están en ACM, IEEEExplore, Web of Science y Springer; no se considera Google Scholar por tener publicaciones no validadas o generalizadas como tesis o artículos no científicos; las búsquedas por cada base de datos indexadas requieren del uso de cadenas de búsquedas y una sintaxis (ver Table 1).

Table 1. Librerías y términos de búsqueda.

Base de datos científica	Búsqueda
ACM Digital Library	[Publication Title: QR] AND [Publication Title: QR code urban sector] AND [Publication Date: (01/01/2015 TO 07/31/2021)]
IEEEExplore Digital Library	("Document Title":QR) OR ("Document Title":QR CODE) OR ("Document Title":QR URBAN SECTOR) Filters Applied: 2015 – 2021
Web of Science	Title QR CODE
Springer	Title for "QR CODE" within 2015 - 2021

La selección de trabajos de investigación es relacionada con el objetivo de estudio; entre las actividades que realizan están: descartar los documentos repetidos; revisión del tema, revisión del resumen, revisión de las palabras claves para determinar su inclusión; desvincular temas fuera del alcance; y aplicar criterios de inclusión (CI) y de exclusión (CE), (ver Table 2).

Tabla 2. Criterios CI y CE.

Criterios CI (inclusión)	Criterios CE (exclusión)
Trabajos de artículos o conferencias que presenten aplicación de QR a cualquier entorno en beneficio directo a la sociedad o urbanidad	Trabajos de artículos sobre revisiones literarias, mapeo sistemático, evaluaciones, análisis o comparaciones
Artículos o conferencias de acceso abierto	Artículos de pago por ver
Artículos entre enero 2015 a agosto 2021	Artículos resúmenes, libros, tutoriales, patentes
Artículos en idioma inglés	Idioma diferente al inglés
Cualquier locación geográfica	Artículos duplicados

En la búsqueda inicial se obtuvo 1014 investigaciones, no todas las investigaciones son aportes directos o de utilidad de QR Code en el sector urbanístico; por la gran cantidad de documentos se realizan filtros suministrados para mejorar los resultados. El resultado obtenido del proceso de selección (ver Fig. 1) evidencia 59 artículos al final de análisis.

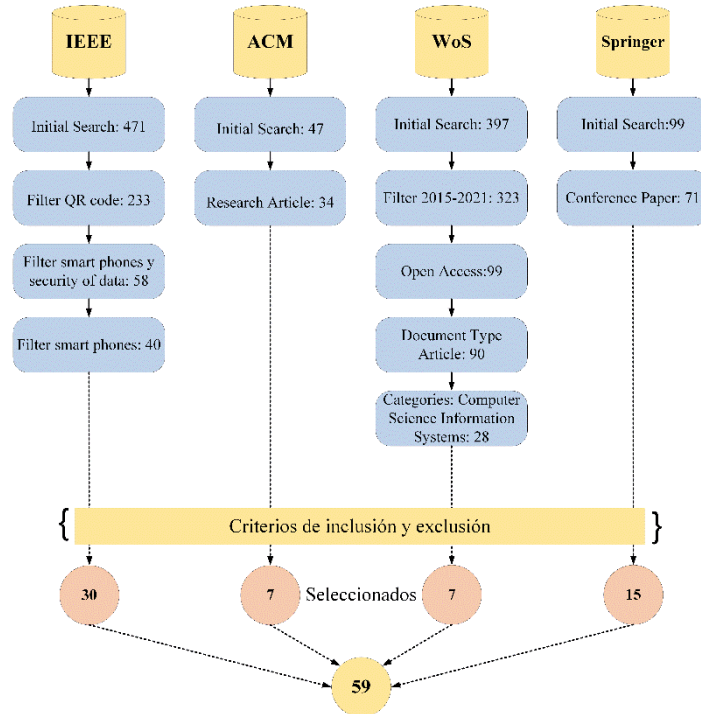


Fig. 1. Resultados de búsqueda y selección de investigaciones.

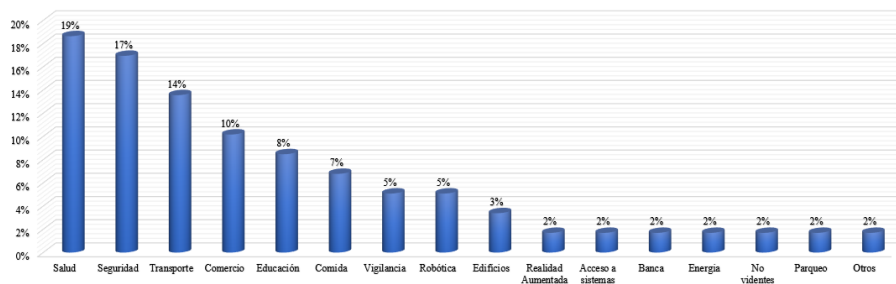
La búsqueda se aplicó a los títulos de las investigaciones para tener documentos que utilizaron QR Cade; luego de los filtros aplicados se obtuvieron 173 investigaciones, los criterios de inclusión y exclusión se aplicaron para determinar los documentos más relevantes; así como actividades de lectura de títulos, resúmenes y contenido de las investigaciones; la lectura del contenido completo de ciertos documentos fue mínima; encontramos que algunas investigaciones son algoritmos QR, optimización de QR, actualización de QR, uso en áreas científicas. Después de la lectura, para la extracción de los datos en las investigaciones seleccionadas se utilizó una hoja electrónica que ayuda en los resultados del mapeo sistemático; esta hoja contiene por cada investigación: base de datos (nombre), tipo, DOI, título, autores (nombres), cantidad de autores, año de publicación, sectores de aplicación del QR, aspectos de aplicación del QR, beneficiados, si ésta utiliza una aplicación informática, si es evaluada la aplicación informática, si es un framework, si muestra la arquitectura, si muestra el flujo de datos, cantidad de referencias, país de los autores. La Tabla 3 presenta las referencias bibliográficas de las 59 investigaciones seleccionadas, y detallada por cada base de datos.

Table 3. Artículos seleccionados.

Base de datos científica	Documentos	Cantidad
ACM Digital Library	[59], [60], [61], [62], [63], [64], [65]	7
IEEEExplore Digital Library	[66], [67], [68], [69], [70], [71], [72], [73], [74], [75], [76], [77], [78], [79], [80], [81], [82], [83], [84], [85], [86], [87], [88], [89], [90], [91], [92], [93], [94], [95]	30
Web of Science	[96], [97], [98], [99], [100], [101], [102]	7
Springer	[103], [104], [105], [106], [107], [108], [109], [110], [111], [112], [113], [114], [115], [116], [117]	15

3 Resultados

Los resultados respectivos de acuerdo con las preguntas de investigación (PI) basadas en las 59 investigaciones obtenidas en la realización de la búsqueda de literatura relevante evidencian para la pregunta PI1: ¿Hay sectores laborales en donde existe la experiencia de las codificaciones QR?, que los sectores con mayor aplicación o experiencias de QR son Salud, Seguridad y Transporte con 19%, 17% y 14% de las publicaciones respectivamente; las investigaciones dan un fuerte enfoque a beneficios sociales, (ver Fig. 2).

**Fig. 2.** Sectores en aplicación de QR.

Dentro de cada sector se obtuvo otros subsectores con experiencias más segregadas, las mayores experiencias son Pagos, Posicionamiento y Autenticación con un 12%, 12% y 10% de investigaciones respectivamente, entre los más relevantes (ver Fig. 3).

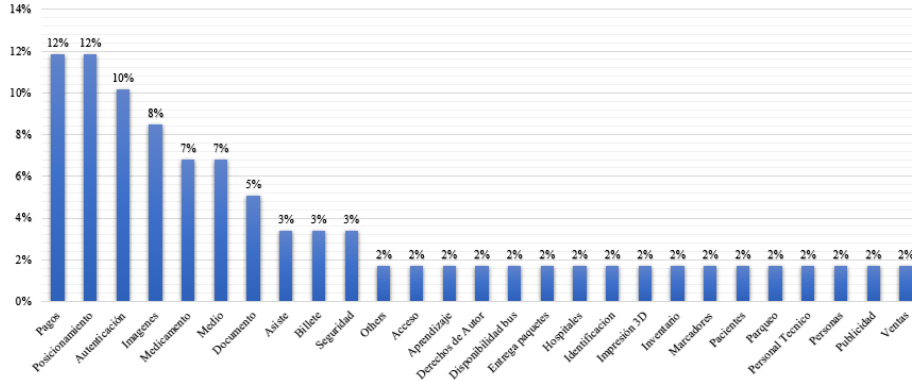


Fig. 3. Subsectores en aplicación de QR.

En las investigaciones, los sectores tienen subsectores y su relación es directa, y evidencian las frecuencias de investigaciones/experiencias obtenidas en QR y agrupadas por sector. Por ejemplo, el sector edificación tiene una experiencia en autenticación y dos experiencias en posicionamiento; el sector con mayores experiencias en el sector urbanístico es Transporte con nueve experiencias de acuerdo con las investigaciones (ver Table 4).

Table 4. Subsectores con relación en lo urbanístico.

Sectores laborales	Subsectores
Transporte	Autenticación (1), Boleto (2), Disponibilidad bus (1), Entrega paquetes (1), Identificación (1), Pagos (1), Parqueo (1), Personas (1)
Educación	Aprendizaje (1), Asistencias (2), Soporte (2)
Edificación	Autenticación (1), Posicionamiento (2)
Parqueo	Posicionamiento (1)

Hay sectores que no se consideran urbanos, aunque son también de beneficio directo a la sociedad; el sector con mayores experiencias no urbanas es Salud (ver Table 5).

Table 5. Otros subsectores determinados en la investigación.

Sectores	Subsectores
Salud	Autenticación (1), Hospitales (1), Imágenes (3), Inventario (1), Medicina (4), Pacientes (1)
Seguridad	Acceso (1), Autenticación (1), Derechos de Autor (1), Documento (3), Imágenes (2), Impresión 3D (1), Pagos (1)
Monitoreo	Personal Técnico (1), Posicionamiento (1), Personas (1)
Comercio	Autenticación (1), Pagos (4), Publicidad (1)
Robótica	Posicionamiento (2), Soporte (1)
Acceso a sistemas	Posicionamiento (1)
Banca	Autenticación (1)
Energía	Soporte (1)
Realidad Aumentada	Marcadores (1)

Para la pregunta PI2: ¿Qué aspectos de experiencia de las codificaciones de QR abordan dichos estudios? entre los aspectos en la utilización de QR se destacan grupos de beneficiados; el mayor grupo son *usuarios generales* en 44% de investigaciones, el siguiente grupo son *clientes* con 14% de investigaciones, el tercer grupo son *estudiantes y pacientes* con 12% investigaciones cada uno (ver Fig. 4).

Otro aspecto que se considera es la forma de transmitir la utilización de QR en los sectores, recordemos que toda investigación debe ser replicables a los sectores, ambientes o dominios.

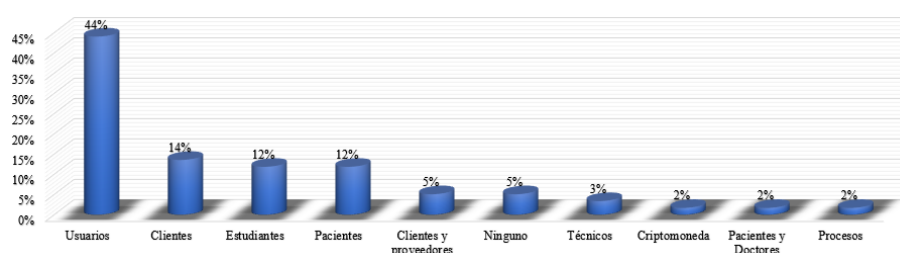


Fig. 4. Tipos de beneficiados.

Entre los aspectos encontrados, la utilización de aplicación en el computador se evidencia en 46 investigaciones, la evaluación en una aplicación informática en 42 investigaciones, planteamiento en un espacio de trabajo en 10 investigaciones, la presentación en una arquitectura en 31 investigaciones, y la presentación en el flujo de datos en 46 investigaciones; esto nos da que 78% de las investigaciones se pueden adoptar o replicar en los sectores nombrados anteriormente gracias a las aplicaciones informáticas que se definieron e implementaron con QR (ver Fig. 5).

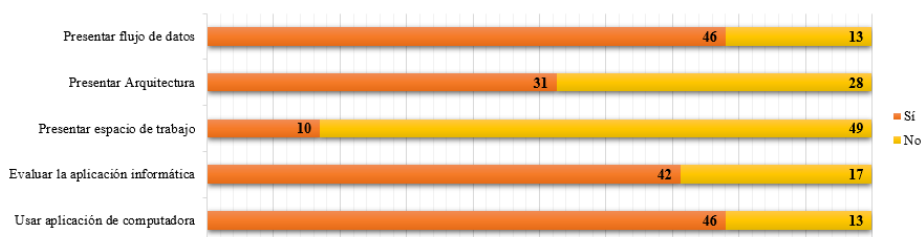


Fig. 5. Contenido de las investigaciones con QR.

Para la pregunta, PI3: ¿Qué tipos de estudios existen sobre las codificaciones de códigos QR?, entre las 59 investigaciones, existen conferencias, secciones de libros y artículos de revistas con 33, 14 y 12 publicaciones respectivamente; es decir las conferencias se enfocan en aportes a la sociedad. El año de mayores investigaciones es 2018 con 12 publicaciones; el año con menores investigaciones es 2016 con 6 publicaciones. Finalmente, el 78% de las investigaciones implementa una aplicación informática; el 71% evalúa la aplicación informática; mientras que el 17% presenta un

Framework; el 53% presenta una arquitectura; el 78% presenta el flujo de datos. Además, 2 investigaciones enfocadas a QR realizan el uso de tecnología combinada con Blockchain para brindar seguridad (permanencia) de información.

Para la pregunta, PI4: ¿Cuáles son las ventajas y desventajas en el uso de QR en urbanidad?, existen varias ventajas o desventajas en la utilización de QR que se encontró en las investigaciones que aplicaron QR en urbanidad; se recalca que no todas las investigaciones nombran alguna ventaja o desventaja. (ver Table 6).

Table 6. Tabla comparativa de las ventajas y desventajas del uso del código QR.

Zona urbana	Ventajas	Desventajas
Restaurantes	Conveniente para pagos [61]	No hay casos reales en restaurantes
Colegios	Autenticación de documentos personales[62]	Solo en sistema operativo Android
Información en general	Mejora los efectos visuales en documentación, mejorar la capacidad, contiene información de autenticación [63]	Pruebas experimentales, no casos reales
Fábricas	Seguridad e integración en impresiones [64]	Las impresoras 3D son caras
Identificación en hospitales o empresa	Minimizar costos y mantenimientos [67]	Solo en sistema operativo Android
Transporte público	Corrección ante errores [71]	El QR físico se rompe no sirve, se puede duplicar fácilmente, existencia de escaneo falso, personas no autorizadas pueden utilizar
Universidades	Mejora la experiencia de las personas, utilización del celular, utilización continua de contenidos [73]	Migrar de plataforma de enseñanza
Tiendas	Aceptación en método de pago [74]	Pequeño temor al riesgo en los pagos
Lugares públicos	Entrega de información privada [77]	No es sencillo mantener datos confidenciales contra cámaras alejadas, las cámaras con alta densidad de pixeles pueden leer los QR
Transporte público	Sencillos de crear e imprimir, distribución económica, buena disponibilidad y aceptación [78]	Proceso de lectura tarda más tiempo que leer etiquetas NFC, los usuarios necesitan más interacción, las aplicaciones tienen menor personalización
Centros comerciales	Facilitar el camino dentro de la infraestructura [81]	Solo en sistema operativo IOS
Transporte público	Menor costo que NFC, reducir costos operativos [82]	Dependencia del posicionamiento geográfico
Edificación o centros comerciales	Publicidad con costo cero, encontrar proveedores fácilmente [85]	Dificultad de mantener la privacidad de las personas, solo en sistema operativo Android
Transporte escolar	No necesita hardware adicional se pueden utilizar los celulares, las aplicaciones informáticas se ejecutan en los celulares, las aplicaciones son sencillas [89]	No todas las aplicaciones que leen QR se ejecutan en dispositivos Apple, es necesario escanear físicamente el QR
Hospitales	Tecnología QR es más sencilla, el acceso es más sencillo, para impre-	Base de datos no es escalable

	sión no requiere equipo especial, la lectura de un código es inequívoca [90]	
Colegio o universidades	Eliminar el uso del teclado [94]	Si falta o falla el acceso a internet la aplicación no puede mostrar los datos
Hoteles	La posición y ángulo de la cámara no afecta la lectura, los formularios en los sistemas son llenados de forma automática [104]	Implementación es en lenguaje de programación propietario

Para la pregunta, PI5: ¿Qué criterios de aplicabilidad se pueden utilizar en el medio ecuatoriano?, se obtuvo los criterios que las investigaciones utilizaron para diseñar o implementar el QR, luego se considera los niveles Bajo, Medio y Alto que serían aplicables, sin embargo, solo ciertas experiencias serían aplicables a nuestro entorno ecuatoriano (ver Table 7).

Table 7. Criterios de aplicabilidad.

Artículo	Criterio	Aplicabilidad	Sector	Medio ecuatoriano
[65]	Conexión a red internet, encuesta de satisfacción, tener dispositivo móvil	ALTA	Transporte	Si
[68]	Teléfono celular con GPS, conexión a internet	ALTA	Transporte	Si
[71]	Bus de pasajeros con conexión a internet, aplicación informática en la nube y en celular	ALTA	Transporte	Si
[73]	Aplicación informática con información estructurada del material de clases	ALTA	Educación	Si
[76]	Aplicación móvil para docentes y estudiantes	ALTA	Educación	Si
[78]	Transporte público y paraderos con conexión a internet	ALTA	Transporte	Si
[79]	Aplicación web para docentes y aplicación móvil para estudiantes	ALTA	Educación	Si
[80]	Tener servicios en la nube y aplicación móvil	ALTA	Transporte	Si
[81]	Mapa del edificio, conexión a internet, aplicación móvil	ALTA	Edificios	Si
[83]	Mapa del parqueadero y aplicación móvil	ALTA	Parqueo	Si
[89]	Bus de pasajeros con conexión a internet	ALTA	Transporte	Si
[94]	Criterios de bases de datos, conexión a internet	ALTA	Educación	Si
[104]	Edificio con acceso a internet, aplicación móvil y web	ALTA	Edificios	Si
[111]	Bicicletas públicas, celular con acceso a internet	ALTA	Transporte	Si
[113]	Vehículos con acceso a internet y aplicación móvil	ALTA	Transporte	Si
[82]	Paraderos con acceso a internet, aplicación móvil	MEDIA	Transporte	No
[72]	Obtener mapa interno de los edificios	BAJA	Edificios	No
[110]	Cambio de plataforma	BAJA	Educación	No

Para la pregunta, PI6: ¿Es posible establecer la aplicabilidad del uso de QR en el sector urbanístico en el medio ecuatoriano?, el mapeo sistemático nos ayudó a obtener las investigaciones más utilizadas hacia las zonas urbanísticas; determinamos la aplicabilidad en nivel ALTO, MEDIO y BAJO; en los niveles ALTO todos los elementos de la investigación se pueden utilizar e implementar; los niveles BAJO o MEDIO es poco factible porque no todos los elementos de la propuestas están disponibles, por ejemplo aún son caras las impresoras 3D, no todos los edificios entregarían sus planos al público, y es caro cambiar de plataforma.

Sin embargo, en esta investigación resaltamos la aplicación de QR en el sector urbanístico en el medio ecuatoriano, entonces solo los sectores urbanos son aplicables a nuestro entorno ecuatoriano: transporte, educación, edificación y parqueo. Finalmente, de los trabajos obtenidos (15 investigaciones de aplicabilidad ALTA) es factible aplicar QR en sector urbanístico en nuestro medio ecuatoriano, porque son propuestas revisadas y probadas por la comunidad científica.

4 Discusión y conclusiones

Las revisiones de las investigaciones sugieren que las propuestas en QR son completamente utilizables en los sectores que se implementaron aplicaciones informáticas con código QR. Existen métricas para diferentes análisis de experiencias en la utilización de QR, sin embargo, la cantidad de investigaciones clasificadas indican las experiencias en los diferentes sectores y subsectores, así como desventajas y ventajas con un criterio de aplicabilidad.

Se discute que, aunque existen sectores que guardan una relación indirecta (sector de la salud, por ejemplo) existe un alto porcentaje de incidencia, así por una mayor utilización de trabajos con codificación en QR (sectores especialmente el sector financiero), estos son identificados en lo referente a actividades en el sector urbano (un empleo dentro de transacciones de pagos) y que va en aumento en los últimos años por efectos de la pandemia del COVID-19.

Las investigaciones recopiladas y seleccionadas permiten identificar trabajos previos que determinan la adaptación de la tecnología QR aplicada en varios ámbitos que se evidencian relevantes estudios.

Se identificó el uso de la codificación QR en el sector urbanístico, así como se obtuvo 59 investigaciones de relevancia para este estudio mediante el mapeo sistemático, luego se determinó su utilización en sectores que guardan relación al sector urbanístico como son transporte, educación, edificación y parqueos entre 18 experiencias, es decir el 31% se aplicaron en el sector urbano.

Se elaboró una tabla comparativa para determinar las ventajas y desventajas sobre el uso de la codificación QR; entre las 59 investigaciones se lograron identificar las ventajas y desventajas de 17 investigaciones, es decir el 29% nombraron de forma implícita o explícita sus ventajas o desventajas; esto nos entrega una visión de aplicación QR en el sector urbanístico.

La metodología en este trabajo aplicada permite establecer la aplicabilidad del uso de la codificación QR en el sector urbanístico en el medio ecuatoriano; entre las 59

investigaciones solo 15 investigaciones de aplicabilidad *alta*, es decir el 25%, se evidencian en el sector urbano y tienen una clara aplicabilidad completa en el medio ecuatoriano.

References

1. Janoski, T., Lepadatu, D.: The Cambridge International Handbook of Lean Production. Cambridge University Press (2021). <https://doi.org/10.1017/9781108333870>.
2. Ayala Carabajo, R., Llerena Izquierdo, J.: Primer Congreso Salesiano de Ciencia, Tecnología e Innovación para la Sociedad. Memoria Académica, <http://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/9506>.
3. Dokania, V.D., Sevak, M.M., Patel, D.D., Barve, P.S.: QR Code based Smart Parking System. Proc. 2020 IEEE Int. Conf. Commun. Signal Process. ICCSP 2020. 167–170 (2020). <https://doi.org/10.1109/ICCSP48568.2020.9182180>.
4. Ayala, R., Llerena, J., Parra, P., Vega Ureta, N., Hernández, A., Romero, I., Cueva, J.: Segundo Congreso Salesiano de Ciencia, <http://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/12776>.
5. Gutierrez, I., Lopes, I.M., Rodriguez, V.: The Importance of Using the QR Code in Tourism in Portugal : The visitor’s perception of the city of Bragança. Iber. Conf. Inf. Syst. Technol. Cist. 2020-June, (2020). <https://doi.org/10.23919/CISTI49556.2020.9140926>.
6. Ayala Carabajo, R., Llerena Izquierdo, J.: Tercer Congreso Internacional de Ciencia, Tecnología e Innovación para la Sociedad, <https://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/14450>.
7. Husna, N., Indrawati, I., Amri, A.: Perancangan Mobile Learning Bahasa Arab Menggunakan QR-Code. J. Artif. Intell. Softw. Eng. 1, 40–47 (2021).
8. Hassan, M.A., Shukur, Z., Hasan, M.K.: Electronic Wallet Payment System in Malaysia. 711–736 (2021). https://doi.org/10.1007/978-981-15-8335-3_55.
9. Ayala Carabajo, R., Llerena Izquierdo, J., Parra, P., Vega Ureta, N., Hernández, A., Romero, I., Silva, J., Rojas, T., Pérez Gosende, P., Yaguana, T., Cueva, J., Sumba, N., Gonzaga Acuña, A., López Chila, R., Caballero, E., Portugal, D., Medina, F., Mendieta, N., Caamaño, L., Castro, G., Ampuño Avilés, G., Tumbaco, Á., Viña, R., Guamán, J., Vargas, C., Nogales, R., Guevara, D., García, M., Ríos, A., Agila, W., Parra, P.: Segundo Congreso Salesiano de Ciencia, Tecnología e Innovación para la Sociedad Memoria académica, <http://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/12776>.
10. Shuran, C., Xiaoling, Y.: A New Public Transport Payment Method Based on NFC and QR Code. In: 2020 IEEE 5th International Conference on Intelligent Transportation Engineering, ICITE 2020. pp. 240–244. Institute of Electrical and Electronics Engineers Inc. (2020). <https://doi.org/10.1109/ICITE50838.2020.9231356>.
11. Llerena-Izquierdo, J., Barberan-Vizueta, M., Chela-Criollo, J.: Novus spem, 3D printing of upper limb prosthesis and geolocation mobile application. RISTI - Rev. Iber. Sist. e Technol. Inf. 2020, 127–140 (2020).
12. Llerena-Izquierdo, J., Cedeño-Gonzabay, L.: Photogrammetry and Augmented Reality to Promote the Religious Cultural Heritage of San Pedro Cathedral in Guayaquil, Ecuador. Commun. Comput. Inf. Sci. 1194 CCIS, 593–606 (2020). https://doi.org/10.1007/978-3-030-42520-3_47.
13. Izquierdo, J.L., Alfonso, M.R., Zambrano, M.A., Segovia, J.G.: Mobile application to encourage

- education in school chess students using augmented reality and m-learning. | Aplicación móvil para fortalecer el aprendizaje de ajedrez en estudiantes de escuela utilizando realidad aumentada y m-learning. *RISTI - Rev. Iber. Sist. e Tecnol. Inf.* 2019, 120–133 (2019).
14. Llerena-Izquierdo, J., Viera-Sanchez, N., Rodriguez-Moreira, B.: Portable Device and Mobile Application for the Detection of Ultraviolet Radiation in Real Time with a Low Cost Sensor in Arduino. In: *Communications in Computer and Information Science*. pp. 301–312. Springer (2020). https://doi.org/10.1007/978-3-030-42517-3_23.
 15. Estrada, J.C., Nacipucha, N.S., Chila, R.L.: El uso de los códigos QR: una herramienta alternativa en la tecnología educacional. *Rev. Publicando*. 5, 83–106 (2018).
 16. de la Nube Toral Sarmiento, A., Loaiza Martínez, M. de L., Llerena Izquierdo, J., Ayala Carabajo, R., Torres Toukoumidis, A., Romero-Rodríguez, L.M., Aguaded, I., Vega Ureta, N.T., Fuentes Espinoza, P.G., Peñafiel Caicedo, J.A., others: 4to. Congreso Internacional de Ciencia, Tecnología e Innovación para la Sociedad. Memoria académica, <http://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/16318>.
 17. Pazmiño Sánchez, C.A.: Protocolo Lora para análisis de medición con GPS y Arduino en la Industria ganadera del Ecuador: Una revisión sistemática, <http://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/20340>.
 18. Llerena Izquierdo, J., Naranjo Sánchez, R., Zambrano Santos, M., Espol: Sistema de información geográfico socioeconómico y del medio ambiente, <http://www.dspace.espol.edu.ec/handle/123456789/43942>.
 19. Lieven, C., Lüders, B., Kulus, D., Thoneick, R.: Enabling digital co-creation in urban planning and development. *Smart Innov. Syst. Technol.* 189, 415–430 (2021). https://doi.org/10.1007/978-981-15-5784-2_34.
 20. Llerena-Izquierdo, J., Merino-Lazo, M.: Aplicación móvil de control nutricional para prevención de la anemia ferropénica en la mujer gestante. *Rev. InGenio*. 4, 17–26 (2021). <https://doi.org/10.18779/ingenio.v4i1.364>.
 21. Llerena, J.: El reciclaje como alternativa al desperdicio electrónico: compromiso ciudadano como elemento básico en la preparación profesional de los estudiantes de Computación de la UPS. Presented at the .
 22. Ozerina, A.A., Timofeeva, T.S., Golub, O. V., Vlasuk, I. V.: The role of smart technologies in formation of urban identity. *Lect. Notes Networks Syst.* 155, 92–98 (2021). https://doi.org/10.1007/978-3-030-59126-7_11.
 23. Llerena-Izquierdo, J., Ayala-Carabajo, R.: University Teacher Training During the COVID-19 Emergency: The Role of Online Teaching-Learning Tools. In: *International Conference on Information Technology & Systems*. pp. 90–99. Springer: Cham, Switzerland (2021). https://doi.org/10.1007/978-3-030-68418-1_10.
 24. Chou, G.J., Wang, R.Z.: The Nested QR Code. *IEEE Signal Process. Lett.* 27, 1230–1234 (2020). <https://doi.org/10.1109/LSP.2020.3006375>.
 25. Ahamed, M.S., Asiful Mustafa, H.: A Secure QR Code System for Sharing Personal Confidential Information. *5th Int. Conf. Comput. Commun. Chem. Mater. Electron. Eng. IC4ME2 2019*. (2019). <https://doi.org/10.1109/IC4ME247184.2019.9036521>.
 26. Pena-Pena, K., Arce, G.R.: Channel Coding Optimization for Visually Pleasant QR Codes: Invited Presentation. 2019 53rd Annu. Conf. Inf. Sci. Syst. CISS 2019. (2019). <https://doi.org/10.1109/CISS.2019.8692837>.
 27. Llerena Izquierdo, J.: Presentación. Primer Congreso Salesiano de Ciencia, Tecnología e

- Innovación para la Sociedad. Memoria Académica, <https://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/10961>.
28. Coban, M.E., Cubukcu, B., Yayla, R., Yuzgec, U.: Raspberry Pi Based Robot Application using QR Code: QR-Robot. UBMK 2019 - Proceedings, 4th Int. Conf. Comput. Sci. Eng. 119–123 (2019). <https://doi.org/10.1109/UBMK.2019.8907129>.
 29. Llerena Izquierdo, J., Vélez Chilán, M.: Determinación de la oferta de calidad de los servicios privados y/o comunitarios reconocidas por el Ministerio de Turismo en la sierra ecuatoriana, Andes, <https://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/1772>.
 30. Uzun, V., Bilgin, S.: Evaluation and implementation of QR Code Identity Tag system for Healthcare in Turkey. Springerplus. 5, 1–24 (2016). <https://doi.org/10.1186/s40064-016-3020-9>.
 31. Llerena-Izquierdo, J., Ayala-Carabajo, R.: Uso del software de mensajería instantánea (WhatsApp) para el seguimiento académico de asignaturas en la educación superior, <https://www.caces.gob.ec/wp-content/uploads/Documents/PUBLICACIONES/ACADEMIA ONLINE final alta.pdf>.
 32. Llerena Izquierdo, J.F.: El Reciclaje Como Alternativa Al Desperdicio Electrónico: Compromiso Ciudadano Como Elemento Básico En La Preparación Profesional De Los Estudiantes De Computación De La Universidad Politécnica Salesiana. El Reciclaje Como Altern. Al Desperdicio Electrónico Compromiso Ciudad. Como Elem. Básico En La Prep. Prof. Los Estud. Comput. La Univ. Politécnica Sales. (2019).
 33. Freitas, L.F., Nogueira, A.R., Melgar, M.E.V.: Data Validation System Using QR Code and Meaningless Reversible Degradation. Int. Conf. Appl. Electron. 2019-Sept, (2019). <https://doi.org/10.23919/AE.2019.8867027>.
 34. Sánchez Guzmán, C.O.: Modelo de red segura en un entorno distribuido para la transferencia de datos con mecanismos básicos de seguridad, <https://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/20321>.
 35. Tsai, M.J., Hsieh, C.Y.: The Human Visual System Based Color QR Codes. 2020 Int. Conf. Comput. Netw. Commun. ICNC 2020. 46–50 (2020). <https://doi.org/10.1109/ICNC47757.2020.9049707>.
 36. Llor García, Y.Y.: Desarrollo de aplicación web para la gestión de consultas y agendamiento de citas de mascota de la clínica veterinaria burgos., <https://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/16991>.
 37. Salazar, L.: Implementación de sistema de matriculación y carnetización en la unidad educativa Pablo Picasso., <http://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/16844>.
 38. Guaigua Bucheli, C.J.: Algoritmos de seguridad para mitigar riesgos de datos en la nube: un mapeo sistemático, <https://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/20319>.
 39. Llerena Izquierdo, J.: Codifica en Python, <https://pure.ups.edu.ec/es/publications/codifica-en-python>.
 40. Montenegro Cruz, A.: Diseño e implementación de un software educativo para niños discapacitados de SERLI en la ciudad de Guayaquil, <http://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/3185>.
 41. Llerena Izquierdo, J., Ortiz Rojas, J.G., Mora Saltos, N.S., Freire, L.: Sistema de Gestión de Asistencia Institucional, SIGAI, <https://www.dspace.espol.edu.ec/handle/123456789/767>.
 42. Marques, A., Reis, L.: QR-Code on tax relevant documents in Portugal. Iber. Conf. Inf. Syst. Technol. Cist. 2020-June, (2020). <https://doi.org/10.23919/CISTI49556.2020.9140819>.
 43. Llerena Izquierdo, J.: El docente como referente para la gestión educativa en la unidad educativa salesiana Cristóbal Colón: una visión desde la pedagogía salesiana.,

- <https://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/4944>.
44. Izquierdo, J.F.L.: El Trabajo en Equipo Aligera la Carga. (2021).
 45. Ayala Carabajo, R.: Social science and humanities research training based on van manen's hermeneutic phenomenological approach within the hispanic american context. *Educ. XX1*. 19, 359–381 (2016). <https://doi.org/10.5944/educXX1.13945>.
 46. Wang, T., Jia, F.: The impact of health QR code system on older people in China during the COVID-19 outbreak. *Age Ageing*. 50, 55–56 (2021). <https://doi.org/10.1093/ageing/afaa222>.
 47. Mamaeva, D., Afanasev, M., Bakshaev, V., Kliachin, M.: A multi-functional method of QR code used during the process of indoor navigation. 2019 Int. Conf. Eng. Telecommun. EnT 2019. (2019). <https://doi.org/10.1109/EnT47717.2019.9030587>.
 48. Llerena-Izquierdo, J., Barcia-Ayala, O., Ayala-Carabajo, R.: Faculty Training through Crowdlearning for Emerging Online Education. 2020 IEEE ANDESCON. 1–7 (2020). <https://doi.org/10.1109/ANDESCON50619.2020.9272103>.
 49. Llerena-Izquierdo, J., Ayala-Carabajo, R.: The use of video recordings as a resource for the evaluation of learning knowledge, https://www.academia.edu/44257612/The_use_of_video_recordings_as_a_resource_for_the_evaluation_of_learning_knowledge.
 50. Aman, A., Singh, A., Raj, A., Raj, S.: An Efficient Bar/QR Code Recognition System for Consumer Service Applications. 2020 Zooming Innov. Consum. Technol. Conf. ZINC 2020. 127–131 (2020). <https://doi.org/10.1109/ZINC50678.2020.9161778>.
 51. Ayala Carabajo, R.: Pedagogical relationship: Max van manen's pedagogy in the sources of educational experience. *Rev. Complut. Educ.* 29, 27–41 (2018). <https://doi.org/10.5209/RCED.51925>.
 52. Nugroho, S.A., Solehudin, A., Juardi, D.: Asset Management Menggunakan QR Code dengan Metode QR Code Generator (Studi Kasus: Badan Narkotika Nasional Karawang). *J. Ilm. Inform.* 6, 20–32 (2021).
 53. Ahmad, L., Al-Sabha, R., Al-Haj, A.: Design and Implementation of a Secure QR Payment System Based on Visual Cryptography. In: 2021 7th International Conference on Information Management (ICIM). pp. 40–44 (2021).
 54. Urquiza, D., Vallejo, J.: Desarrollo de una aplicación web para la gestión de roles de pago y control de asistencia del personal de la empresa Andrés Arturo Coka Cía. Ltda, <http://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/16409>.
 55. Carcamo, L., Pazmiño, S.: Desarrollo de aplicación web para la gestión de nómina del local máquinas Hidalgo, <http://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/16768>.
 56. Guaman Villalta, M.G.: Hyperledger Blockchain para la seguridad en bases de datos un mapeo sistemático, <https://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/20320>.
 57. Criollo-C, S., Moscoso-Zea, O., Guerrero-Arias, A., Jaramillo-Alcazar, A., Lujan-Mora, S.: Mobile Learning as the Key to Higher Education Innovation: A Systematic Mapping. *IEEE Access*. 9, 66462–66476 (2021). <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2021.3076148>.
 58. Aziz, O., Farooq, M.S., Abid, A., Saher, R., Aslam, N.: Research Trends in Enterprise Service Bus (ESB) Applications: A Systematic Mapping Study. *IEEE Access*. 8, 31180–31197 (2020). <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2020.2972195>.
 59. Fan, Z., Yu, X., Du, J., He, Y., Chen, G., Wen, Y., Lu, L.: A QR Code Image Processing Mechanism for Book Access Robot Positioning and Navigation. In: Proceedings of the 2018 International Conference on Image and Graphics Processing - ICIGP 2018. pp. 147–151. ACM

- Press, New York, New York, USA (2018). <https://doi.org/10.1145/3191442.3191460>.
60. Nguyen, M., Tran, H., Le, H., Yan, W.Q.: A tile based colour picture with hidden QR code for augmented reality and beyond. In: Proceedings of the 23rd ACM Symposium on Virtual Reality Software and Technology. pp. 1–4. ACM, New York, NY, USA (2017). <https://doi.org/10.1145/3139131.3139164>.
 61. Hanif, H., Sutopo, H.: Developing QR Payment to Enhance the Technological Service in Sederhana Restaurant Network. In: Proceedings of the 2019 3rd International Conference on Computer Science and Artificial Intelligence. pp. 128–132. ACM, New York, NY, USA (2019). <https://doi.org/10.1145/3374587.3374593>.
 62. Ahmed, H.A., Jang, J.W.: Document Certificate Authentication System Using Digitally Signed QR Code Tag. In: Proceedings of the 12th International Conference on Ubiquitous Information Management and Communication. pp. 1–5. ACM, New York, NY, USA (2018). <https://doi.org/10.1145/3164541.3164586>.
 63. Zhao, J., Gao, G., Cheng, J.: Identity Authentication Protection for “Spatial Watermarking + QR Code” Paper-cutting Digital Image. In: Proceedings of the 2017 VI International Conference on Network, Communication and Computing - ICNCC 2017. pp. 34–37. ACM Press, New York, New York, USA (2017). <https://doi.org/10.1145/3171592.3171599>.
 64. Song, C., Li, Z., Xu, W., Zhou, C., Jin, Z., Ren, K.: My Smartphone Recognizes Genuine QR Codes! Proc. ACM Interactive, Mobile, Wearable Ubiquitous Technol. 2, 1–20 (2018). <https://doi.org/10.1145/3214286>.
 65. Fong, S.L., Yung, D.C.W., Ahmed, F.Y.H., Jamal, A.: Smart City Bus Application with Quick Response (QR) Code Payment. In: Proceedings of the 2019 8th International Conference on Software and Computer Applications. pp. 248–252. ACM, New York, NY, USA (2019). <https://doi.org/10.1145/3316615.3316718>.
 66. Khan, T.: A Cloud-Based Smart Expiry System Using QR Code. In: 2018 IEEE International Conference on Electro/Information Technology (EIT). pp. 0245–0248. IEEE (2018). <https://doi.org/10.1109/EIT.2018.8500140>.
 67. Navin, K., Shanthini, A., Krishnan, M.B.M.: A mobile based smart attendance system framework for tracking field personals using a novel QR code based technique. In: 2017 International Conference On Smart Technologies For Smart Nation (SmartTechCon). pp. 1540–1543. IEEE (2017). <https://doi.org/10.1109/SmartTechCon.2017.8358623>.
 68. Qi, H., Chenjie, D., Yingbiao, Y., Lei, L.: A New Express Management System Based on Encrypted QR Code. In: 2015 8th International Conference on Intelligent Computation Technology and Automation (ICICTA). pp. 53–56. IEEE (2015). <https://doi.org/10.1109/ICICTA.2015.22>.
 69. Liu, T., Kuang, J., Ge, W., Zhang, P., Niu, X.: A Simple Positioning System for Large-Scale Indoor Patrol Inspection Using Foot-Mounted INS, QR Code Control Points, and Smartphone. IEEE Sens. J. 21, 4938–4948 (2021). <https://doi.org/10.1109/JSEN.2020.3030934>.
 70. Dewi, A.S., Amiruddin, A.: A User Authentication Scheme Using Real-Time Location, QR-Code, and One Time Password: A Preliminary Work. In: 2018 International Conference on Electrical Engineering and Informatics (ICELTICS)(44501). pp. 67–71. IEEE (2018). <https://doi.org/10.1109/ICELTICS.2018.8548786>.
 71. Aulya, R., Hindersah, H., Prihatanto, A.S., Rhee, K.H.: An authenticated passengers based on dynamic QR Code for Bandung Smart Transportation Systems. In: 2016 6th International Annual Engineering Seminar (InAES). pp. 23–27. IEEE (2016).

- <https://doi.org/10.1109/INAES.2016.7821900>.
72. Idrees, A., Iqbal, Z., Ishfaq, M.: An efficient indoor navigation technique to find optimal route for blinds using QR codes. In: 2015 IEEE 10th Conference on Industrial Electronics and Applications (ICIEA). pp. 690–695. IEEE (2015). <https://doi.org/10.1109/ICIEA.2015.7334197>.
 73. Pan, X., Huo, H., Peng, B., Chen, X.: An Engineering Training Equipment Self-cognition Method Based on Mobile Phone Quick Response (QR) Codes. Proc. 2018 IEEE 10th Int. Conf. Eng. Educ. ICEED 2018. 159–162 (2019). <https://doi.org/10.1109/ICEED.2018.8626877>.
 74. Raza, A., Koondhar, M.Y., Khan, M.S., Shaikh, H., Shah, A.: An integrated model for Acceptance of QR code Mobile Payment System in Pakistan. In: 2019 IEEE 6th International Conference on Engineering Technologies and Applied Sciences (ICETAS). pp. 1–5. IEEE (2019). <https://doi.org/10.1109/ICETAS48360.2019.9117543>.
 75. Charoensiriwath, C., Surasvadi, N., Pongnumkul, S., Pholprasit, T.: Applying QR code and mobile application to improve service process in Thai hospital. In: 2015 12th International Joint Conference on Computer Science and Software Engineering (JCSSE). pp. 114–119. IEEE (2015). <https://doi.org/10.1109/JCSSE.2015.7219781>.
 76. Chomklin, A., Nongkhai, L.N., Padungpattanadis, P.: Class Attendance Recording using QR Code via Smartphone. In: 2019 4th International Conference on Information Technology (InCIT). pp. 173–178. IEEE (2019). <https://doi.org/10.1109/INCIT.2019.8912099>.
 77. Barron, I., Yeh, H.J., Dinesh, K., Sharma, G.: Dual Modulated QR Codes for Proximal Privacy and Security. IEEE Trans. Image Process. 30, 657–669 (2021). <https://doi.org/10.1109/TIP.2020.3037524>.
 78. Couto, R., Leal, J., Costa, P.M., Galvao, T.: Exploring Ticketing Approaches Using Mobile Technologies: QR Codes, NFC and BLE. In: 2015 IEEE 18th International Conference on Intelligent Transportation Systems. pp. 7–12. IEEE (2015). <https://doi.org/10.1109/ITSC.2015.9>.
 79. Hermanto, N., Nurfaizah, Baihaqi, W.M., Sarmini: Implementation of QR Code and Imei on Android and Web-Based Student Presence Systems. In: 2018 3rd International Conference on Information Technology, Information System and Electrical Engineering (ICITISEE). pp. 276–280. IEEE (2018). <https://doi.org/10.1109/ICITISEE.2018.8721009>.
 80. Avula, R.N., Zou, C.: Improving Rider Safety Using QR Code & Fingerprint Biometrics. In: 2019 IEEE 10th Annual Ubiquitous Computing, Electronics & Mobile Communication Conference (UEMCON). pp. 0141–0144. IEEE (2019). <https://doi.org/10.1109/UEMCON47517.2019.8993069>.
 81. Sushma, Ambareesh, S.: Indoor navigation using QR code based on google maps for ios. In: 2017 International Conference on Communication and Signal Processing (ICCSP). pp. 1700–1705. IEEE (2017). <https://doi.org/10.1109/ICCSP.2017.8286682>.
 82. Hargunani, K., Kengar, P., Lokhande, M., Gawade, R., More, S.K.: Integrated Bus System Using QR Code. In: 2018 Fourth International Conference on Computing Communication Control and Automation (ICCUBEA). pp. 1–5. IEEE (2018). <https://doi.org/10.1109/ICCUBEA.2018.8697591>.
 83. Razak, S.F.A., Liew, C.L., Lee, C.P., Lim, K.M.: Interactive android-based indoor parking lot vehicle locator using QR-code. In: 2015 IEEE Student Conference on Research and Development (SCOREd). pp. 261–265. IEEE (2015). <https://doi.org/10.1109/SCORED.2015.7449337>.
 84. H, A., B, B., J, A., K, T., Amirtharaja, R., Praveenkumar, P., B, U.: IoT assisted Waste Collection and Management system using QR codes. In: 2021 International Conference on Computer Communication and Informatics (ICCCI). pp. 1–4. IEEE (2021).

- <https://doi.org/10.1109/ICCCI50826.2021.9402521>.
85. Virulkar, P., Bhute, A.: Location based advertisement publishing by using Wi-Fi and QR codes. In: 2015 International Conference on Green Computing and Internet of Things (ICGCIoT). pp. 1316–1321. IEEE (2015). <https://doi.org/10.1109/ICGCIoT.2015.7380670>.
 86. Tiryakioglu, B., Kayakutlu, G., Duzdar, I.: Medical device tracking via QR code and efficiency analyze. In: 2016 Portland International Conference on Management of Engineering and Technology (PICMET). pp. 3115–3128. IEEE (2016). <https://doi.org/10.1109/PICMET.2016.7806549>.
 87. Maner, A.S., Devasthale, D., Sonar, V., Krishnamurti, R.: Mobile AR System using QR Code as Marker for EHV Substation Operation Management. In: 2018 20th National Power Systems Conference (NPSC). pp. 1–5. IEEE (2018). <https://doi.org/10.1109/NPSC.2018.8771834>.
 88. Purnomo, A.T., Gondokaryono, Y.S., Kim, C.-S.: Mutual authentication in securing mobile payment system using encrypted QR code based on public key infrastructure. In: 2016 International Conference on Frontiers of Information Technology (FIT). pp. 194–198. IEEE (2016). <https://doi.org/10.1109/FIT.2016.7857564>.
 89. Gadekar, A., Kandoi, A., Kaushik, G., Dholay, S.: QR scan based Intelligent System for School Bus Tracking. In: 2020 Third International Conference on Smart Systems and Inventive Technology (ICSSIT). pp. 1074–1080. IEEE (2020). <https://doi.org/10.1109/ICSSIT48917.2020.9214161>.
 90. Uzun, V.: QR-Code Based Hospital Systems for Healthcare in Turkey. In: 2016 IEEE 40th Annual Computer Software and Applications Conference (COMPSAC). pp. 71–76. IEEE (2016). <https://doi.org/10.1109/COMPSAC.2016.173>.
 91. Lee, S.-J., Tewolde, G., Lim, J., Kwon, J.: QR-code based Localization for Indoor Mobile Robot with validation using a 3D optical tracking instrument. In: 2015 IEEE International Conference on Advanced Intelligent Mechatronics (AIM). pp. 965–970. IEEE (2015). <https://doi.org/10.1109/AIM.2015.7222664>.
 92. Nor, R.M., Ali, N.A.M., Azmi, K., Marzuki, A., Nor, L.M., Yusof, M.: ScanMed: A mobile medicine adherence application with intake validation using QR code. Proc. - 6th Int. Conf. Inf. Commun. Technol. Muslim World, ICT4M 2016. 112–117 (2017). <https://doi.org/10.1109/ICT4M.2016.29>.
 93. Khan, A.G., Zahid, A.H., Hussain, M., Riaz, U.: Security Of Cryptocurrency Using Hardware Wallet And QR Code. In: 2019 International Conference on Innovative Computing (ICIC). pp. 1–10. IEEE (2019). <https://doi.org/10.1109/ICIC48496.2019.8966739>.
 94. Kouninef, B., Merad, G., Djelti, M.: The Use of QR Codes and Mobile Technology in the Blended Learning Approach. In: 2015 Fifth International Conference on e-Learning (econf). pp. 135–143. IEEE (2015). <https://doi.org/10.1109/ECONF.2015.90>.
 95. Rodrigues, B., Chaudhari, A., More, S.: Two factor verification using QR-code: A unique authentication system for Android smartphone users. In: 2016 2nd International Conference on Contemporary Computing and Informatics (IC3I). pp. 457–462. IEEE (2016). <https://doi.org/10.1109/IC3I.2016.7918008>.
 96. Ti, Y.-W., Chen, S.-K., Wu, W.-C.: A New Visual Cryptography-Based QR Code System for Medication Administration. Mob. Inf. Syst. 2020, 1–10 (2020). <https://doi.org/10.1155/2020/8885242>.
 97. Li, D., Liu, Z., Cui, L.: A Zero-Watermark Scheme for Identification Photos based on QR Code and Visual Cryptography. Int. J. Secur. Its Appl. 10, 203–214 (2016).

- <https://doi.org/10.14257/ijisia.2016.10.1.19>.
98. Zhang, Z., Xu, J., Ma, B., Wang, C., Li, J., Wang, Y.: Medical Image Key Area Protection Scheme Based on QR Code and Reversible Data Hiding. *Secur. Commun. Networks*. 2021, 1–11 (2021). <https://doi.org/10.1155/2021/5511806>.
 99. Lu, J., Yang, Z., Yuan, W., Li, L., Chang, C.C., Li, L.: Multiple Schemes for Mobile Payment Authentication Using QR Code and Visual Cryptography. *Mob. Inf. Syst.* 2017, 1–13 (2017). <https://doi.org/10.1155/2017/4356038>.
 100. Dong, Y., Fu, Z., Stankovski, S., Wang, S., Li, X.: Nutritional Quality and Safety Traceability System for China's Leafy Vegetable Supply Chain Based on Fault Tree Analysis and QR Code. *IEEE Access*. 8, 161261–161275 (2020). <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2020.3019593>.
 101. Zhang, Y., Zhu, W., Rosendo, A.: QR Code-Based Self-Calibration for a Fault-Tolerant Industrial Robot Arm. *IEEE Access*. 7, 73349–73356 (2019). <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2019.2920429>.
 102. Tan, L., Liu, K., Yan, X., Liu, L., Lu, T., Chen, J., Liu, F., Lu, Y.: Robust Visual Secret Sharing Scheme Applying to QR Code. *Secur. Commun. Networks*. 2018, 1–12 (2018). <https://doi.org/10.1155/2018/4036815>.
 103. K. Navin, G. Vadivu, Avinash Maharaj, Tom Thomas, and S.L.: A Mobile Health Intervention to Support TB Eradication Programme for Adherence to Treatment and a Novel QR Code Based Technique to Monitor Patient–DOTS Provider Interaction. Presented at the (2018). <https://doi.org/10.1007/978-981-10-8240-5>.
 104. Anitha, M., Babel, A., Kumar, A., Rauniyar, A., Zahid, K.: Cloud-Based Secured QR Code for Self-service Access Control System at Resort and Hotels. In: *Lecture Notes in Networks and Systems*. pp. 387–395. Springer Singapore (2019). https://doi.org/10.1007/978-981-13-7150-9_41.
 105. Zhang, J., Liu, S.J., Pan, J.S., Ji, X.R.: Digital Certificate Based Security Payment for QR Code Applications. *Adv. Intell. Syst. Comput.* 682, 88–97 (2018). https://doi.org/10.1007/978-3-319-68527-4_10.
 106. Mohsin Arkah, Z., Alzubaidi, L., Ali, A.A., Abdulameer, A.T.: Digital Color Documents Authentication Using QR Code Based on Digital Watermarking. Presented at the (2020). https://doi.org/10.1007/978-3-030-16657-1_102.
 107. Prasad, P.K., Sonika, R.K., Aroma, R.J., Balamurugan, A.: Enhanced Security Credentials for Image Steganography Using QR Code. In: *Advances in Intelligent Systems and Computing*. pp. 259–266. Springer Singapore (2020). https://doi.org/10.1007/978-981-13-9683-0_28.
 108. Mishra, N., Mistry, S., Choudhary, S., Kudu, S., Mishra, R.: Food Traceability System Using Blockchain and QR Code. Presented at the (2020). https://doi.org/10.1007/978-981-15-4542-9_4.
 109. Boonyapalanant, A., Ketcham, M., Piyaneerant, M.: Hiding Patient Injury Information in Medical Images with QR Code. In: *Advances in Intelligent Systems and Computing*. pp. 258–267. Springer International Publishing (2020). https://doi.org/10.1007/978-3-030-19861-9_25.
 110. Bakar, S.A., Salleh, S.N.M., Rasidi, A., Tasmin, R., Hamid, N.A.A., Nda, R.M., Rusuli, M.S.C.: Integrating QR Code-Based Approach to University e-Class System for Managing Student Attendance. *Adv. Intell. Syst. Comput.* 1158, 379–387 (2021). https://doi.org/10.1007/978-981-15-4409-5_34.
 111. Li, L., Li, L., Zhang, S., Yang, Z., Lu, J., Chang, C.-C.: Novel Schemes for Bike-Share Service Authentication Using Aesthetic QR Code and Color Visual Cryptography. In: *Lecture Notes in Computer Science (including subseries Lecture Notes in Artificial Intelligence and Lecture Notes*

- in Bioinformatics). pp. 837–842 (2017). https://doi.org/10.1007/978-3-319-68542-7_75.
112. Pal, K., Kumar, C.R.S.: QR Code Based Smart Document Implementation Using Blockchain and Digital Signature. In: *Advances in Intelligent Systems and Computing*. pp. 449–465. Springer Singapore (2021). https://doi.org/10.1007/978-981-15-5616-6_32.
 113. Patel, Y., Gandhi, P., Shah, S., Soman, S., Desai, A.: QR Code Scanner Enabled Smart Car Parking System Using Raspberry Pi with Android App Access. In: *Communications in Computer and Information Science*. pp. 3–18. Springer Singapore (2020). https://doi.org/10.1007/978-981-15-7219-7_1.
 114. Awad, A., Ali, A., Gaber, T.: Reversible Watermarking for Protecting Patient’s Data Privacy Using an EPR-Generated QR Code. In: Hassanien, A.-E., Azar, A.T., Gaber, T., Oliva, D., and Tolba, F.M. (eds.) *Proceedings of the International Conference on Artificial Intelligence and Computer Vision (AICV2020)*. pp. 159–169. Springer International Publishing, Cham (2020). <https://doi.org/10.1007/978-3-030-44289-7>.
 115. Moon, S.-M., Jang, B., Yoo, H., Kim, J.W.: Secure Management of Patient Medical Data Using QR Code and CP-ABE. In: *Lecture Notes in Electrical Engineering*. pp. 481–487. Springer Singapore (2021). https://doi.org/10.1007/978-981-15-9343-7_67.
 116. A. M. Chandrashekhar, J. Naveen, S. Chethana, and S.C.: Tackling Counterfeit Medicine Through an Automated System Integrated with QR Code. *Intell. Data Commun. Technol. Internet Things*. 57, 1–797 (2021). <https://doi.org/10.1007/978-981-15-9509-7>.
 117. Ityala, S., Sharma, O., Honnavalli, P.B.: Transparent Watermarking QR Code Authentication for Mobile Banking Applications. In: *Lecture Notes in Networks and Systems*. pp. 738–748. Springer International Publishing (2020). https://doi.org/10.1007/978-3-030-33846-6_80.