

Códigos QR en educación médica

Técnicas de captura de datos e identificación automática¹

OSVALDO MATEO SPINELLI

EDUARDO DREIZZEN

CÁTEDRA DE INFORMÁTICA MÉDICA

FACULTAD DE CIENCIAS MÉDICAS (UNLP)

Resumen

Con el rápido desarrollo de las tecnologías de la información y comunicación, el uso generalizado de Internet y los teléfonos inteligentes, los códigos QR (códigos de respuesta rápida) se están convirtiendo en una herramienta prometedora para conectar servicios en línea y fuera de línea. El objetivo de este capítulo es contextualizar el uso de los códigos QR en la educación para la salud y permitir a los educadores desarrollar las habilidades necesarias para su creación y uso en la educación médica. La implementación exitosa del Código QR en educación requiere el conocimiento de cierta información básica, tanto sobre el Código QR en sí, como también de los requisitos necesarios para el uso de este tipo de

¹ El presente capítulo forma parte de dos artículos publicados previamente por los autores: «Códigos QR en Educación Médica. Parte 1: Un puente analógico-digital», *An Fac Cienc Méd.* 2021;54(2):111-120, <<http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/138238>>; «Códigos QR en Educación Médica. Parte 2: Una Cooperación de Tecnología Analógica-Digital», *An Fac Cienc Méd.* 2021;54(3):129-142, <<http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/138240>>.

simbología. En este capítulo se presenta una visión general del estado actual del arte de los códigos QR, se discute brevemente la estructura, simbología, versiones, propiedades y los requisitos para su uso como así también los principales aspectos relacionados con los distintos tipos de códigos bidimensionales, las herramientas y aplicaciones necesarias para generar y decodificar un código QR, y los problemas de seguridad que pueden surgir durante su utilización. Nuestro objetivo es lograr que los educadores se familiaricen con esta tecnología y puedan incorporarla al material educativo utilizado en el proceso de enseñanza-aprendizaje, tanto en el aula tradicional como en los cursos virtuales. Con la finalidad de facilitar una correcta comprensión del capítulo, en la última sección se proporciona un glosario alfabético con los términos y conceptos introducidos.

Palabras clave

Educación médica continua; códigos QR; teléfonos inteligentes; Internet; aplicaciones móviles; tecnología de la información.

Introducción

Los códigos de barras son un sistema de codificación de datos que emplea símbolos geométricos para representar diferentes tipos de datos, los cuales pueden ser leídos en forma automatizada por un escáner óptico u otro dispositivo de decodificación. Existen diversos tipos de códigos de barras: unidimensionales y bidimensionales. Los códigos de barras unidimensionales están compuestos por barras paralelas con diferentes anchos, altura y espaciados. Este tipo convencional de código de barras se conoce también como código lineal ya que posee información que puede ser leída horizontalmente en una sola dirección analizando el ancho y el espacio entre las barras.⁽¹⁾ Existen diversos formatos y generaciones de

códigos de barras lineales que difieren según las áreas de aplicación y el tipo de caracteres codificables; estos códigos se diferencian de los códigos de barras bidimensionales por su menor capacidad para almacenar caracteres alfanuméricos.⁽²⁾ En la **FIGURA 1** se muestra un código de barras lineal formato EAN (*European Article Numbering*) utilizado en la mayoría de los productos comerciales europeos y que permite codificar hasta 13 dígitos.



FIGURA 1. CÓDIGO DE BARRAS LINEAL FORMATO EAN 13

Los códigos bidimensionales QR (*Quick Response*) o códigos de respuesta rápida son los más populares y ampliamente usados en distintos campos.⁽³⁾ Actualmente existen más de 49 tipos de códigos de barra 2D de diferentes formas, tamaños, capacidad de almacenamiento de datos y funcionalidad para ser utilizados en distintos escenarios y situaciones.

De acuerdo con la empresa Denso Wave, los inventores del código QR, hay seis tipos diferentes de estos códigos: **Código QR Modelo 1 y 2**; **Código Micro QR**; **Código iQR**; **Código SQRC** y **Código Frame QR**.⁽⁴⁾

Este capítulo se basará específicamente en el **Código QR Modelo 2**; este tipo de código, a diferencia de los códigos de barra lineales, permiten guardar datos codificados que pueden ser leídos tanto en dirección vertical como horizontal.⁽¹⁾

El concepto de códigos QR fue introducido por primera vez en el año 1994 por la corporación japonesa Denso Wave, una división de Denso, que es una subsidiaria de la compañía de automóviles Toyota Motor Corporation, con la finalidad de identificar y rastrear de manera rápida las piezas y autopartes durante el proceso de fabricación de vehículos y eliminar de esta manera el potencial error humano. Han pasado veintisiete años desde su creación, pero recién a partir de los últimos cinco han sido adoptados por el mundo occidental a gran escala, ganando popularidad y convirtiéndose en una herramienta tecnológica dinámica y fácil de usar.^(5, 13, 23)

En la última década, y más específicamente desde el inicio de la pandemia de COVID-19, hemos sido testigos de un gran incremento en el uso de las tecnologías de la información y comunicación (TIC) en la enseñanza universitaria. En muchos casos los docentes han tenido que adaptarse al uso de estas tecnologías, que sus alumnos ya manejaban con fluidez. Estos alumnos crecieron en la era digital, en el contexto de Internet y son poseedores de una nueva cultura basada en la tecnología móvil y en los medios digitales y esperan que esa misma tecnología sea usada en su educación.⁽²⁴⁾ La incorporación de la tecnología escaneable en las aulas ha demostrado ser una importante herramienta que fomenta un aprendizaje más interactivo y permite a los alumnos acceder al contenido creado y seleccionado por el docente, involucrándolos tanto en tareas tradicionales como innovadoras. Se ha documentado ampliamente que su uso fortalece la comprensión, estimula el interés y mejora la satisfacción. Por eso cada vez más docentes han comenzado a utilizar códigos QR no solamente en las aulas sino también en sus conferencias, presentaciones y publicaciones científicas analógicas o virtuales.^(25, 26, 27)

Funcionalidad

A partir de su creación, los códigos QR comenzaron a ganar una amplia popularidad y a tener altos niveles de aceptación gracias a la gran difusión de los teléfonos inteligentes. Independientemente de su alta capacidad para almacenar datos, lo más importante de estos códigos es la posibilidad de brindar al usuario acceso de manera rápida (por eso su nombre de *códigos de respuesta rápida*) a todo tipo de información disponible en un medio en línea eliminando de esta forma cualquier limitación de tiempo y espacio.⁽⁵⁾ Los códigos QR son una nueva tecnología que se está empleando en áreas de la educación conocida como *realidad aumentada*. La realidad aumentada integra el mundo real con el mundo digital, permitiendo incorporar la información virtual a la información analógica o física del mundo real al actuar como un puente analógico-digital. Mediante esta tecnología los usuarios pueden interactuar en tiempo real con el fin de mejorar su experiencia, pudiendo pasar de un contenido educativo estático a un contenido dinámico, como por ejemplo un video.

Los códigos QR, también conocidos como códigos matriciales, son símbolos de forma cuadrada compuestos por pequeños elementos denominados módulos también de forma cuadrada que forman una matriz similar a un crucigrama.⁽⁶⁾ En el caso de tratarse de un código QR estático, una vez codificados los datos en el símbolo éstos no podrán ser modificados, mientras que en los denominados códigos QR dinámicos, los datos y el contenido pueden ser editados las veces que el usuario lo desee.



FIGURA 2. SÍMBOLO DE UN CÓDIGO QR VERSIÓN 3, 29 FILAS Y 29 COLUMNAS DE LA 0 A LA 28

La matriz de un código QR es una zona de almacenamiento de datos que contiene un grupo de elementos modulares organizados en filas y columnas denominado matriz de datos (*Data Matrix*). La matriz de datos es una estructura bidimensional que utiliza dos índices para acceder a cada elemento individual (módulo): un índice correspondiente a las filas y el otro a las columnas; así, cada módulo dentro de la matriz tiene una posición que se identifica mediante esos dos índices. Es importante recordar que el recuento de bits en un índice comienza en 0, así en el caso de los bytes, que poseen 8 bits, el primer bit estaría ubicado en la posición 0 y el último bit en la posición 7.⁽⁷⁾ En el caso de una matriz bidimensional con dos índices (filas y columnas), éstos también inician desde cero (0); por lo tanto, en un código QR Versión 3, que posee una matriz compuesta de 29 filas y 29 columnas la primera fila comienza a contar en cero (0) y termina en el tamaño de las filas menos 1 (fila-1), en este caso 28 (29-1) (FIGURA 2). El mismo concepto se aplica para las columnas que en este ejemplo empiezan en cero (0) y terminan en 28 (29-1).

Versiones y tamaños del símbolo de un código QR

La Organización Internacional de Normalización o Estandarización (organismo encargado de la creación de estándares internacionales, conocido por su acrónimo en inglés, ISO) en su tercera edición ISO/IEC 18004:2015 da cuenta de la existencia de cuarenta tamaños diferentes de símbolos QR, los cuales son referidos como Versión 1, Versión 2 y así sucesivamente hasta la Versión 40.⁽⁸⁾ La versión indica el tamaño del código, o sea la cantidad de módulos que lo componen, los cuales se expresan en cantidad de módulos de ancho (columnas) por cantidad de módulos de alto (filas). El tamaño de los códigos QR es fijo y pueden ir desde 21 filas y columnas en la Versión 1 (21x21 módulos) hasta 177 filas y columnas para la Versión 40. Los índices correspondientes a las filas y las columnas van aumentando de a cuatro módulos a medida que se pasa de una versión a la siguiente; así, por ejemplo, en la Versión 3 tendríamos 29x29 módulos, en la Versión 4 33x33, en la Versión 5 37x37, en la Versión 6 41x41, en la Versión 7 45x45 y así sucesivamente llegar a la Versión 40 con 177x177 módulos, equivalente a un total de 31.329 módulos.⁽⁹⁾ A cada una de estas configuraciones se las denomina Versión (FIGURA 3).



FIGURA 3. EJEMPLO DE TRES VERSIONES DIFERENTES DE CÓDIGOS QR

Cuanto más filas/columnas (módulos), más datos puede almacenar el código, por lo tanto, la versión de un símbolo QR estará determinada por la cantidad de datos proporcionados, el tipo de caracteres y el nivel de corrección de errores. En base a estos datos la interfaz de programación de aplicaciones (generador de códigos QR) determinará qué versión usar y por ende la cantidad de módulos al momento de generar el símbolo.

La unidad elemental

La representación bidimensional de un código QR se denomina *símbolo*. El símbolo QR está compuesto por una combinación de elementos cuadrados de color claro (blanco) y oscuro (negro) distribuidos en una matriz y denominados módulos, los cuales usan la profundidad de color de cada uno para representar los datos codificados.⁽¹⁰⁾ El uso de estos dos colores asegura un alto contraste entre los módulos y el fondo permitiendo su mejor lectura y, aunque originalmente se diseñaron en blanco y negro, se puede utilizar cualquier color siempre que se conserve el contraste entre los módulos para así poder ser detectados durante el proceso de binarización.⁽¹¹⁾ Las diferencias entre el color y el brillo de los módulos permiten la conversión al sistema binario (binarización) donde los módulos claros corresponden al símbolo cero (0) y los oscuros al uno (1) (**FIGURA 4**).⁽¹²⁾ El módulo es la unidad elemental y su cantidad dentro de un símbolo QR va a depender de su versión.



FIGURA 4. EJEMPLO DE UN MÓDULO OSCURO Y UNO CLARO

Estructura de un código QR

Las especificaciones técnicas para la generación de los códigos QR siguen los estándares internacionales creados por la Organización Internacional de Normalización o Estandarización. Para el caso de los códigos QR la versión ISO/IEC 18004:2015 define todos los requisitos para la simbología conocida como Código QR, en la cual se especifican las características del símbolo, los métodos de codificación de caracteres de datos, los formatos del símbolo, las dimensiones, las reglas de corrección de errores, el algoritmo de decodificación de referencia y otros elementos. De acuerdo con dichos estándares cada símbolo del código QR debe estar construido con módulos cuadrados dispuestos en una matriz cuadrada regular. La matriz está compuesta de tres partes, cada una con una finalidad específica: un área de gráficos donde se encuentran los *patrones de función*, una *región de codificación*, y una *zona silenciosa o de amortiguamiento* que rodea los cuatro lados del símbolo.⁽⁸⁾

Patrones de función: los patrones de función se caracterizan porque no codifican datos, pero son parte importante de los componentes del código QR ya que ayudan en la decodificación y a definir la localización exacta del símbolo, su tamaño, su orientación e identificación de sus características.⁽⁸⁾

13) Los patrones de función son cuatro: *patrones de posicionamiento*, *patrón de alineación*, *patrones de temporización* y *separadores*.

Patrón o cuadro de posicionamiento: estos patrones de posicionamiento son tres, de idéntica estructura y se hallan ubicados en tres esquinas del símbolo QR (superior izquierda y derecha e inferior izquierda) (FIGURA 5). Deben tener la misma proporción de módulos (píxeles) claros y oscuros cuando se cruzan con una línea en cualquier ángulo, para que se puedan detectar fácilmente símbolos de códigos rotados o invertidos. Su función es permitir la correcta decodificación y lectura del símbolo de manera omnidireccional en 360° (en cualquier dirección a alta velocidad). Cada cuadro de posicionamiento está compuesto por una matriz central de tres módulos de ancho por tres módulos de alto de color negro, rodeados por una corona de módulos blancos y otra más externa de módulos negros (ambas de un módulo de espesor) que juntos generan un cuadro de siete módulos de lado.⁽¹⁴⁾ Esta estructura de tres cuadrados concéntricos superpuestos con una relación 1:1:3:1:1 es la que permite al software decodificador determinar la correcta orientación, tamaño, posición e inclinación del símbolo QR independientemente del ángulo de escaneo.⁽⁸⁾

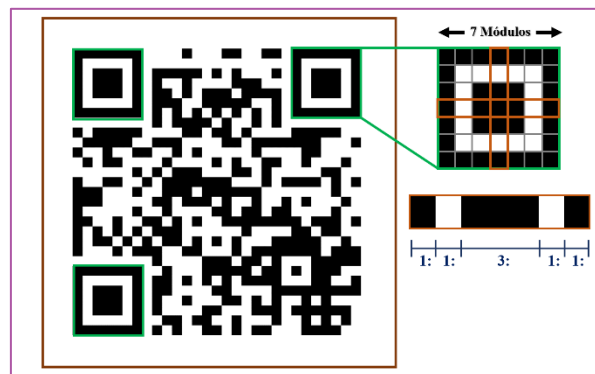


FIGURA 5. ESTRUCTURA DE UNO DE LOS TRES PATRONES DE POSICIONAMIENTO. DESDE CUALQUIER ÁNGULO LA RELACIÓN DE MÓDULOS CLAROS Y OSCUROS EN EL PATRÓN DE POSICIONAMIENTO ES 1:1:3:1:1

Patrón o cuadro de alineación: su función es ayudar al software decodificador a detectar la posición del símbolo y permitir la corrección de cualquier distorsión durante su lectura, como cuando está impreso en una superficie curva o se escanea en ángulo o al revés.⁽¹³⁾ La cantidad de estos patrones depende de la versión del código QR; la versión 1 no posee patrón de alineación, mientras que la versión 2 contiene un solo patrón y a medida que pasamos a versiones superiores y aumenta el tamaño del código también aumenta la cantidad de patrones de alineación.⁽⁶⁾ El patrón está compuesto al igual que los patrones de posicionamiento por tres cuadrados concéntricos superpuestos: un único módulo oscuro en el centro rodeado por una corona de tres por tres módulos blancos y una tercera más externa de cinco por cinco módulos negros, estos dos últimos de un módulo de espesor (FIGURA 6).

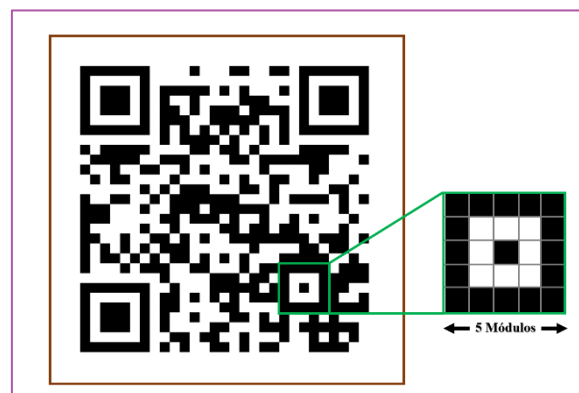


FIGURA 6. ESTRUCTURA DEL PATRÓN DE ALINEACIÓN (MARCADO CON UN CUADRO VERDE)

Patrones o cuadros de temporización: los patrones de temporización son dos: uno horizontal y otro vertical, ubicados entre los separadores del código QR, adoptando una forma de letra ele invertida que conecta con los tres patrones de posicionamiento. Cada temporizador se halla compuesto

por una alternancia de módulos claros y oscuros (ceros y unos), comenzando y terminando siempre con un módulo oscuro (FIGURA 7).⁽⁸⁾



FIGURA 7. CÓDIGO QR CON UNA MATRIZ DE 29 POR 29 MÓDULOS CON DOS PATRONES DE TEMPORIZACIÓN DE 13 MÓDULOS CADA UNO (RECTÁNGULO VERDE)

El número de módulos está en relación directa con la versión del código; así, cuanto mayor sea la versión, mayor será la cantidad de módulos. En la FIGURA 7 se muestran dos temporizadores de trece módulos cada uno de un código versión 3. La principal función de estos patrones de función es permitir al software decodificador identificar la coordenada central de cada módulo del código QR y corregirlas en aquellos casos en que el símbolo presente alguna distorsión o daño. Son útiles además para determinar la densidad del código y el área de información de la versión. El patrón de temporización horizontal se halla ubicado en la fila 6 entre los separadores y los patrones de posicionamiento superior, mientras que el patrón de temporización vertical está ubicado en la columna 6 entre los separadores y los patrones de posicionamiento del lado izquierdo del símbolo; en ambos casos hay que tener en cuenta que las filas y columnas inician en el cero (0).

Separadores: forman parte de los patrones de función; son tres, en forma de letra ele en distintas posiciones y se usan para separar los patrones de posicionamiento del resto de los datos del código y así mejorar la capacidad de reconocimiento. Los separadores son de color claro (blanco), tienen un ancho de un módulo y una longitud de ocho módulos (totalizando quince módulos), se hallan ubicados en tres posiciones: superior e inferior izquierda y superior derecha (FIGURA 8).^(15, 16)

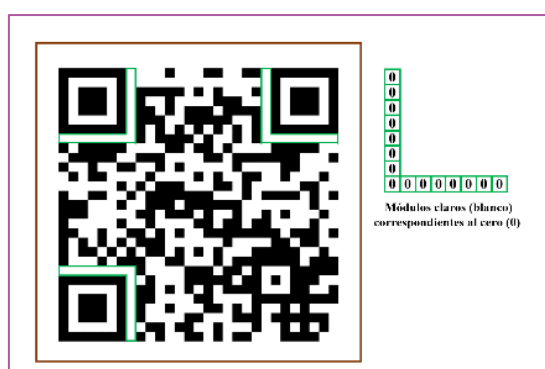


FIGURA 8. TRES SEPARADORES EN FORMA DE L (RECTÁNGULOS VERDES), COMPUESTOS POR QUINCE MÓDULOS CLAROS (BLANCOS)

Región de codificación: la región de codificación es donde se codifican los datos originales (no está ocupada por los patrones de función) distribuidos en cuatro secciones: *área de los datos* (los datos brutos), *área de redundancia*, sector para la *información del formato* y un sector para la *información de la versión*.

Área de datos: los datos en el código QR son codificados en los números binarios 0 y 1 (módulos claros y oscuros) sobre la base de los denominados códigos de Reed-Solomon.^(3, 17) Un código QR permite codificar diferentes tipos de datos utilizando cuatro modos estandarizados: *modo numérico* (codifica diez cifras del sistema de numeración decimal que van desde del cero (0) al nueve (9)); *modo*

alfanumérico (codifica datos de un conjunto de 45 caracteres: diez dígitos numéricos del cero al nueve; 26 caracteres alfabéticos para letras mayúsculas de la A hasta la Z (este modo no permite codificar letras minúsculas) y nueve símbolos correspondientes a espacio [SP]; pesos [\$]; porcentaje [%]; asterisco [*]; signo más [+]; signo menos [-], punto [.] ; barra [/] y dos puntos [:]; *modo binario (bytes)*: los datos son codificados a razón de ocho bits por carácter, es el modo por defecto de la norma internacional ISO 8859-1 que define la codificación de los caracteres del alfabeto latino, incluyendo los diacríticos y letras especiales y *modo escritura kanji/kana* (sinogramas utilizados en la escritura del idioma japonés), caracteres chinos, símbolos e imágenes; a diferencia del modo alfanumérico que utiliza un *byte* por carácter el modo kanji utiliza dos *bytes* por carácter.

El tamaño de un código QR va a depender del volumen de datos almacenados; a medida que aumenta la cantidad de datos, se requieren más módulos para generar el código; por ejemplo, para la Versión 40 con un nivel de corrección de errores de aproximadamente el 7 %, la cantidad de datos serían 7.089 datos numéricos; 4.296 datos alfanuméricos; 2.953 datos binarios y 1.817 datos kanji.⁽⁸⁾ La codificación del contenido de datos en bits comienza en la esquina inferior derecha del código QR utilizando bloques de ocho módulos (dos por cuatro módulos) siendo esto equivalente a un *byte* por bloque. Al igual que la codificación, la lectura del código QR se inicia en la esquina inferior derecha y sigue en un patrón de lectura en zigzag hasta decodificar todos los módulos (omitiendo los módulos de los patrones de función).

Área de redundancia o de corrección de errores: una de las características más importantes de los símbolos QR es su capacidad de corrección de errores que permite leer el símbolo (paquete de datos)

incluso cuando está sucio, manchado o dañado. La corrección se realiza utilizando el sistema de codificación Reed-Solomon (sistema de corrección de errores ampliamente usado en matemáticas) que añade bits de redundancia a los datos originales almacenados para minimizar la pérdida según el nivel de corrección seleccionado. El grado de corrección de los errores va a depender de la cantidad de redundancia con la que se diseñe el código, pudiendo llegar hasta el 30 % de los datos que contiene el código QR. Los niveles de corrección de errores son cuatro y en orden creciente de capacidad de recuperación se denominan L, M, Q y H. Cuanto más alto sea el nivel de corrección de errores, mejor será la capacidad de recuperación, pero también al aumentar la cantidad de datos a codificar aumenta el tamaño del símbolo.⁽¹⁸⁾

El nivel de corrección de errores L permite una recuperación de hasta el 7 % del área del símbolo, el M hasta un 15 %, el Q hasta un 25 % y el H hasta un 30 %. El nivel de corrección de errores puede ser configurado por el usuario al momento de generar el símbolo QR, pero siempre teniendo en cuenta factores como el medioambiente donde se utilizará (Q y H para ambientes sucios como por ejemplo en la industria y L para ambientes limpios con gran cantidad de datos), el entorno operativo y el tamaño del código QR.^(8, 18-20)

El nivel de corrección de errores utilizado en cada código QR es indicado por dos módulos ubicados en la esquina inferior izquierda del símbolo dentro del patrón de información del formato (**FIGURA 9**).

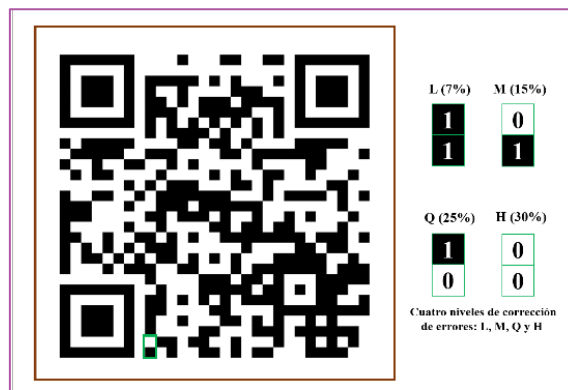


FIGURA 9. SÍMBOLO QR CON UN NIVEL DE CORRECCIONES M QUE PERMITE UNA RECUPERACIÓN DE HASTA 15 % DEL ÁREA DEL SÍMBOLO

Información del formato: los patrones de información del formato permiten identificar el nivel de corrección de errores con los que se codificó los datos de la región de codificación del símbolo y los datos del patrón de máscara que se aplicó en el código QR para facilitar su escaneo. La información total de este código es una secuencia de 15 bits compuesta por 5 bits de datos y 10 bits de corrección de errores. De los 5 bits de datos, los primeros 2 bits de la secuencia indican el nivel de corrección de errores (los cuales no pueden modificarse) y los siguientes 3 bits indican el patrón de máscara de datos utilizado.⁽²¹⁾ Para permitir la correcta decodificación del símbolo completo, cada código QR posee dos copias de esta información (redundancia) dispuestas en cuatro áreas ubicadas a los lados de los separadores (FIGURA 10).^(8,18)

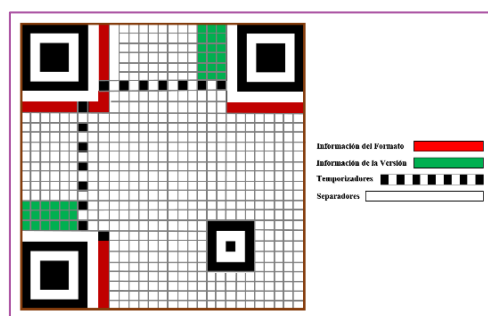


FIGURA 10. INFORMACIÓN DEL FORMATO Y VERSIÓN, TEMPORIZADORES Y SEPARADORES

Información de la versión: la información que identifica la versión del código QR está compuesta dos bloques de tres por seis módulos adyacentes a los patrones de posicionamiento inferior izquierdo y superior derecho (FIGURA 10). Cada bloque es una secuencia de 18 bits de los cuales 6 bits son de datos y los restantes 12 bits para la corrección de errores de los 6 primeros bits (código de corrección de errores Golay). Los módulos de información están incluidos solamente a partir de la Versión 7 hasta la 40 y su función es transmitirle información de la versión al lector de códigos QR. (8, 18)

Zona silenciosa o de amortiguamiento: para evitar la interferencia con elementos ajenos y permitir que el software decodificador determine qué módulos forman parte del símbolo, cada código QR está totalmente rodeado en los cuatro lados por un área de seguridad de cuatro módulos de ancho de color blanco que lo aíslan del entorno y que no debe contener ningún elemento gráfico para permitir una lectura precisa a alta velocidad (FIGURA 11).

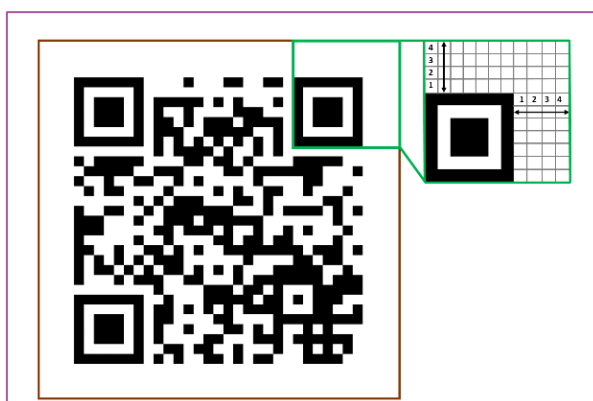


FIGURA 11. ZONA SILENCIOSA DE CUATRO MÓDULOS CLAROS (BLANCOS) DE ANCHO

La presencia de esta zona muda en el símbolo debe ser de carácter obligatorio y su reflectancia o coeficiente de reflexión deberá ser igual al

de los módulos claros (blancos). En el caso de los códigos Micro QR el espesor de esta zona silenciosa es de dos módulos blancos.

Acciones generadas al decodificar un código QR

Antes de generar un código QR el usuario, en nuestro caso el educador, tiene que saber elegir cuál es el adecuado para su caso, qué utilidad le va a dar y en qué contexto lo va a aplicar, ya que de eso dependerá el tamaño del símbolo a utilizar y el nivel de corrección de errores que deberá seleccionar. Los datos almacenados en un código QR una vez que son escaneados por el software decodificador de un teléfono celular inteligente (*smartphone*) le van a permitir al usuario o a la audiencia acceder a distintos tipos de contenidos. El contenido está en directa relación con los datos almacenados; así, un código QR puede generar diferentes acciones; a continuación, se detallan solo algunas de las más utilizadas:

- Generar un enlace directo mediante una URL (Uniform Resource Locator) que permita acceder a un sitio determinado en internet y descargar un artículo o documento en formato PDF u otros formatos o una aplicación en Google Playstore o Apple App Store.
- Descargar información detallada sobre un tema determinado desarrollado en una clase o información complementaria sobre un tema presentado en un póster durante un congreso.
- Acceder a diversos contenidos de audio o video.
- Compartir una red de WiFi sin revelar la contraseña.
- Descargar información detallada sobre la ubicación geográfica de un determinado sitio.

- Mostrar información de los datos de contacto con una función para guardar en el teléfono celular en formato de vCard o MeCard (formato para teléfonos celulares en Japón).
- Generar un enlace para diferentes perfiles de redes sociales.
- Promocionar una clase con una función de guardar en el calendario.
- Generar diferentes tipos de mensajes que se visualicen como un SMS (Short Message Service) o como un mensaje en WhatsApp.
- Enviar un correo electrónico.

Modelos de códigos QR

Existen seis modelos diferentes, denominados Código QR Modelo 1 y 2; Código Micro QR; Código iQR; Código SQRC y Código Frame QR.⁽⁴⁾

Código QR Modelo 1 y Modelo 2: el Modelo 1 es el modelo original de código QR creado en 1994 por el ingeniero Masahiro Hara y su equipo de la empresa Denso Wave. Este modelo es capaz de codificar hasta 1.167 caracteres numéricos, 707 caracteres alfanuméricos o 468 bytes. Existen catorce versiones diferentes del Modelo 1; la más grande (versión 14) posee una capacidad de 73 x 73 módulos. Visualmente, el Modelo 1 es muy similar al Modelo 2 pero carece del cuadro o patrón de alineación; como contraparte, posee regiones funcionales adicionales ubicadas en las secciones medias de los bordes inferior y derecho. Los códigos del Modelo 1 tienen un uso limitado en las aplicaciones actuales, dado que la simbología que cumple con los requisitos de las normas ISO/IEC 18004: 2006 pueden no ser legibles en algunos equipos. No se recomienda su uso en aplicaciones de sistemas nuevos o abiertos, o en aquellos en los que los volúmenes de datos a codificar sean altos.

El Código QR Modelo 2 es una forma mejorada del Modelo 1 con características adicionales, como mayor cantidad de versiones que permiten una mayor cantidad de datos (la versión 40 que es la más grande almacena hasta 7.089 caracteres numéricos) y la adición del patrón de alineación que permite un mejor ajuste de la posición para ayudar a la navegación en símbolos más grandes en caso de una distorsión del código. Actualmente el uso del término código QR hace referencia al código QR Modelo 2 (FIGURA 12).



FIGURA 12. CÓDIGO QR MODELO 2

Código Micro QR: los códigos Micro QR se caracterizan por ser más pequeños que los clásicos códigos QR, lo que permite su uso en aplicaciones donde se requiere menos espacio y datos. Son una alternativa al uso de código de barras lineales. El tamaño mínimo de un símbolo Micro QR es de solo 11 x 11 módulos, mientras que el tamaño más pequeño de un código QR es de 21 x 21 módulos. Existen en cuatro versiones de códigos Micro QR, desde la versión M1 con un tamaño de 11 x 11 módulos hasta la versión M4, con un tamaño de 17 x 17 módulos y una capacidad de almacenamiento de hasta 35 datos numéricos. Poseen un solo patrón o cuadro de posicionamiento ubicado en la esquina superior izquierda del símbolo (FIGURA 13).

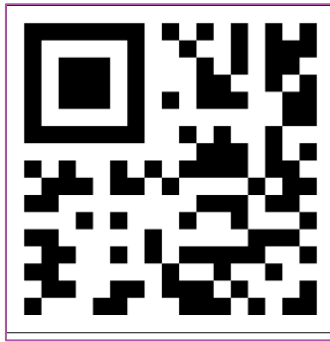


FIGURA 13. CÓDIGO MICRO QR

No poseen cuadros ni patrones de alineación y tienen solo tres niveles de corrección de errores que permiten recuperar hasta un 25 % de los datos. La zona silenciosa o de amortiguamiento en el perímetro del símbolo tiene solo dos módulos de ancho, lo que permite su impresión en áreas pequeñas. A pesar de su baja capacidad de almacenamiento, se los puede usar en espacios pequeños como componentes electrónicos, tarjetas de presentación, sitio web, documentos y etiquetas de productos.

Código iQR: el código iQR es una simbología 2D tipo matriz, desarrollado en el año 2008 por Denso Wave, muy similar a los tradicionales códigos QR, pero con muchas más ventajas y para ser aplicado en espacios reducidos. La simbología puede ser de forma cuadrada o rectangular; esta última es ideal para superficies cilíndricas de pequeño tamaño. Los códigos iQR cuadrados permiten una amplia gama de versiones, desde la más chica de 9x9 módulos (versión 1) hasta la más grande de 422x422 módulos (versión 61), esta última puede codificar hasta 40.637 caracteres numéricos. Los códigos rectangulares poseen varias versiones; la más pequeña (versión R1) es de 5x19 módulos, mientras que la versión más grande (versión R15) es de 43x131 módulos. Un código iQR de igual tamaño que un código QR convencional puede contener un 80 % más de información que este último. Una característica importante es la gran

capacidad de corrección de errores; poseen seis niveles de corrección que permiten restaurar un código que está dañado hasta en un 60 %.

Código Seguro SQRC: el código SQRC (*Secret Function Equipped QR Code*) es un tipo de código QR con una función de restricción de lectura que permite almacenar información privada adicional confidencial. La simbología es similar a la de un código QR convencional, pero a diferencia de éstos poseen dos componentes adicionales: la información confidencial o encriptada y la clave que permite leerla (FIGURA 14). Los códigos SQRC solo pueden ser leídos por ciertos tipos de escáneres, por lo que requieren de un hardware especializado para su decodificación. Se utilizan para administrar la información interna de una empresa y del personal.



FIGURA 14. CÓDIGO SEGURO SQRC

Frame QR Code: los códigos Frame QR fueron desarrollados por Denso Wave luego de que identificaran la tendencia de las personas para incorporar imágenes en códigos QR. El código se caracteriza por poseer un área central en blanco para poder permitir la inserción de una imagen, ya sea el logotipo de una empresa o institución o cualquier tipo de estructura gráfica (FIGURA 15). Los códigos QR modelos 1 y 2 permiten incorporar una imagen central chica, pero en el caso de los Frame QR se pueden usar

imágenes más grandes. A diferencia de los códigos QR normales, el software para generarlos no suele ser gratuito.



FIGURA 15. FRAME QR CODE

Funcionalidad de los códigos QR

Si bien hay una multitud de acciones que se pueden generar al escanear un código QR, la más utilizada en el área de la educación es la que permite acceder de manera rápida al material vinculado, como un sitio web, un video, documentos, encuestas, exámenes o cualquier material didáctico que ayude a complementar una clase. Esta acción se logra generando un código cuyo contenido codificado crea una conexión automática al sitio deseado. La manera en que un código QR redirecciona al usuario a un sitio web una vez decodificado va a depender de su funcionalidad.⁽⁵⁾ Así, los códigos QR se pueden clasificar en: *estáticos*, *dinámicos* y *mixtos*. Sin embargo, la estructura modular de estas tres variedades de códigos es similar y solo se diferencian entre sí por la forma de ejecutar la acción al ser decodificados. Independientemente del tipo de funcionalidad, si un código se encuentra dañado físicamente, sucio o están interrumpidos los patrones o cuadros de alineación el código no se podrá leer.^(13, 25, 26, 28)

Códigos QR estáticos: son los tipos más comunes de códigos QR empleados para la difusión de información. Se los utiliza para codificar textos y enlaces con información permanente. Una vez generado el código éste es definitivo y en caso de errores en el texto, éstos no se pueden modificar o, por ejemplo, si se generó un código con una URL de una determinada página web y ésta posteriormente cambia su sitio de alojamiento, se necesitará un nuevo código. Esto es debido a que la URL codificada tiene un destino fijo. En docencia, los códigos estáticos son muy útiles para brindar información general que se puede repetir en distintas cursadas o como orientación y requisitos que deban cumplir los alumnos para acceder a un curso. Para acceder a la información codificada no es necesario estar conectados a Internet ya que el dispositivo móvil puede leer y mostrar toda la información contenida dentro del código mismo, pero la conexión es necesaria si es requerida en el caso de ser una URL a la cual se quiere acceder. La mayoría de los generadores de códigos QR estáticos son gratuitos.

Códigos QR dinámicos: la principal característica de este tipo de códigos es la posibilidad de actualizar y editar el contenido vinculado a la URL de destino. Un código QR dinámico posee un enlace que activa una conexión a un servidor intermediario con una página de administración de contenidos. La base principal sobre la que trabaja un generador de códigos QR dinámicos es la de ser un servicio en línea que asigna una URL corta que al ser escaneada redireccionará al usuario a un nuevo contenido, acción o ubicación deseada (URL de destino). La URL de destino se puede modificar las veces que uno desee mientras que la URL generada en el código permanece inalterada y no hay necesidad de reemplazar el código QR original. A diferencia de los códigos estáticos, la información que se quiere codificar no se encuentra en el propio código. Los códigos

dinámicos son más fáciles de escanear que los estáticos porque al utilizar URL cortas el símbolo que se genera va a ser de baja densidad modular. El código se puede proteger con una contraseña y la mayoría los generadores permiten acceder a la analítica de datos y examinar parámetros como la cantidad de personas que escanearon el código, el país y ciudad, el tipo de dispositivo móvil utilizado, la hora en que se escaneó, etc. En el área de la educación estos datos son de gran ayuda, por ejemplo, para determinar los temas más consultados, producir materiales más personalizados, etc. La desventaja de este tipo de códigos es la necesidad de contar con un servicio de administración de enlaces cortos y su servidor, que en la mayoría de los casos son pagos.⁽²⁷⁾

Códigos QR mixtos: es una alternativa gratuita para aquellos casos en los que el usuario desee incorporar a sus materiales educativos contenidos virtuales editables mediante el uso de códigos QR estáticos. Los códigos mixtos combinan la rapidez de lectura y gratuidad de los códigos estáticos con el dinamismo y la posibilidad de edición de datos y contenidos de los códigos dinámicos, permitiendo acceder en tiempo real a ellos, tanto en condiciones de presencialidad como de virtualidad. Para generar códigos QR de función mixta se requiere primeramente un servicio de almacenamiento gratuito en la nube para alojar el material educativo (documentos de texto, presentaciones, imágenes, videos, etc.), como por ejemplo Google Drive. Posteriormente, se deberá crear una carpeta para alojar los recursos que se deseen compartir con la audiencia. Hasta este momento esa carpeta es de acceso restringido; para hacerla compartida se deberá obtener su enlace (URL) y seleccionar la opción que permita que cualquier persona pueda acceder. Debido a que los enlaces obtenidos suelen ser demasiado largos (esto se traduciría en la generación de códigos QR de alta densidad modular que podrían afectar su lectura), los

mismos deben ser acortados mediante un reductor de URL, por ejemplo: [TinyURL](#). Una vez acortado el enlace, éste se utiliza para generar un código QR estático de baja densidad modular mediante un generador de códigos como, por ejemplo: [QR Code](#). El código así generado permite acceder a la audiencia a los documentos en tiempo real y el docente puede cambiar y editar en cualquier momento el contenido de la carpeta sin necesidad de generar un nuevo código QR, ya que los cambios se actualizan automáticamente en los dispositivos de la audiencia.⁽²⁹⁾

Otros tipos de códigos bidimensionales

Código Azteca (*Aztec Code*): El Código Azteca es una simbología matricial bidimensional y fue desarrollado por [A. LONGACRE](#) y [R. HUSSEY](#) en 1995. El nombre asignado es por su parecido a la vista aérea de una pirámide azteca. El símbolo es cuadrado, compuesto por módulos cuadrados en una cuadrícula. Poseen un solo patrón o cuadro de posicionamiento ubicado en su centro con los demás datos codificados a su alrededor en anillos cuadrados concéntricos, por lo que la dirección de escaneo es de adentro hacia afuera. Carecen de la zona silenciosa o de amortiguamiento en el perímetro del símbolo, lo que permite almacenar más datos en un espacio más pequeño ([FIGURA 16](#)).



FIGURA 16. CÓDIGO AZTECA (AZTEC CODE)

Un código azteca puede codificar módulos de distintos tamaños, desde el más chico de 15x15 módulos (almacena 12 caracteres alfabéticos o 13 numéricos) hasta el más grande de 151x151 módulos (almacena 3.067 caracteres alfabéticos, 3.828 numéricos o 1.914 *bytes* de datos). Poseen 32 niveles de seguridad, los que garantizan una corrección de errores de hasta un 40 %. Los códigos aztecas se utilizan en diversas áreas, como el transporte (por ejemplo, para la emisión de boletos de tren, pases de abordar de avión), en hospitales para la identificación de paciente y medicamentos, etc.

Código Data Matrix: los códigos Data Matrix son códigos de simbología matricial bidimensional compuestos por módulos de color blanco y negro dispuestos en un patrón cuadrado. Comparados con los códigos QR convencionales son más eficientes en términos de consumo de espacio, ya que son capaces de codificar grandes cantidades de datos en un espacio más compacto. El sistema de corrección de errores puede llegar hasta un 33 %. La simbología de los códigos de Data Matrix puede ser cuadrada o rectangular y se hallan compuestos por los patrones de posicionamiento, que son dos líneas oscuras sólidas de un módulo de ancho ubicadas en el perímetro de la región de datos en dos lados adyacentes (izquierdo e inferior), en forma de letra ele (L) y que se utilizan para determinar el tamaño físico, la orientación y la distorsión de los símbolos. Los otros dos lados opuestos se componen de dos líneas de trazos compuestas por módulos oscuros y claros que se alternan y que definen la estructura de la celda del símbolo. El código está rodeado por los cuatro lados por un borde de zona silenciosa o de amortiguamiento, la cual debe tener un ancho mínimo de un módulo. Los códigos Data Matrix pueden tener diversos tamaños, desde el más chico compuesto por 10x10 módulos, hasta el más grande con un máximo de 144x144 módulos que

puede almacenar hasta 2.335 caracteres alfanuméricos. Se lo utiliza en una gran variedad de aplicaciones en todo tipo de industrias donde los controles de calidad son muy exigentes, como la farmacéutica para la identificación y trazabilidad de medicamentos (FIGURA 17).



FIGURA 17. CÓDIGO DATA MATRIX

Códigos QR: conceptos

Independientemente del tipo de código bidimensional que se use hay una serie de conceptos que deben ser considerados al momento de trabajar con esta herramienta tecnológica y lograr su máximo potencial, como: *módulo, densidad modular, tamaño modular, tamaño de los códigos QR y distancia de escaneo, seguridad de los códigos QR y verificación, generadores y lectores de códigos QR, y formatos de imagen digital utilizados en los códigos QR.*

Módulo: es la unidad elemental de la simbología de los códigos matriciales (códigos 2D). Es de forma cuadrada y su color puede ser oscuro (negro) o claro (blanco). Cada módulo es utilizado codificar la información de un bit de datos, en el que al módulo oscuro le corresponde el bit uno (1) y al claro el bit (0). El conjunto de todos los módulos forma la simbología de un código QR.

Densidad modular (versión de un código): el término «versión», usado en este contexto, hace referencia a la cantidad de módulos que posee o densidad modular y está en estrecha relación con la cantidad de datos que el símbolo pueda almacenar; por lo tanto, la versión determina el tamaño del código. La mayor parte de los datos almacenados está destinada a comunicar el nivel de corrección de errores. Los códigos QR convencionales poseen hasta 40 versiones diferentes desde la versión 1 (la más pequeña) que posee 21x21 módulos hasta la más grande con un tamaño de 177x177 módulos. Cada versión posee cuatro módulos más que la versión previa, por ejemplo, la versión 3 tiene 29x29 módulos mientras que la versión 4 posee 33x33 módulos. Los códigos Micro QR poseen cuatro versiones, desde la versión M1 de 11x11 módulos hasta la versión M4 de 17x17 módulos y los códigos iQR poseen hasta la versión 61 que es la más grande con 422x422 módulos. El símbolo de los códigos QR se mide en base a la cantidad de módulos y no en centímetros, pulgadas o píxeles; sin embargo, la cantidad de módulos no necesariamente hace referencia a su tamaño físico. Al momento de trabajar con un código bidimensional hay que tener en cuenta que aquellos con alta densidad modular pueden producir interferencias durante el proceso de lectura y decodificación y considerar además que algunos teléfonos celulares con cámaras de baja resolución necesitan de una imagen lo más clara posible y con una densidad modular baja para ser escaneada.

Tamaño modular: el tamaño de un módulo de un código QR corresponde a sus dimensiones físicas y la unidad de medida que se utiliza es el píxel. La cantidad de píxeles que se utilizan para formar un módulo va a incidir en la calidad de la imagen del símbolo generado. Cada módulo puede estar formado por grupos de píxeles adyacentes. El grupo de píxeles que presentan un brillo menor que el umbral (oscuros) generan

un módulo oscuro (negro) que corresponde al dígito binario 1 (uno), mientras que aquellos que poseen un brillo superior al umbral (claros) generan un módulo claro (blanco) que se corresponde con el dígito binario 0 (cero). La cantidad de píxeles por módulo no está relacionada con la capacidad de almacenamiento de datos, por lo que se puede modificar sin afectar el contenido del código. En cambio, modificar la cantidad de píxeles por módulo va a modificar el tamaño de la imagen del símbolo generado y por lo tanto la legibilidad por parte de los dispositivos móviles. Una imagen de un símbolo con módulos de un tamaño de 5 píxeles será de menor tamaño que una de 30 píxeles. A mayor cantidad de píxeles por módulo más grande la imagen. Es recomendable que el tamaño mínimo de cada módulo sea de 5 píxeles para impresiones de 300 DPI (FIGURA 18).

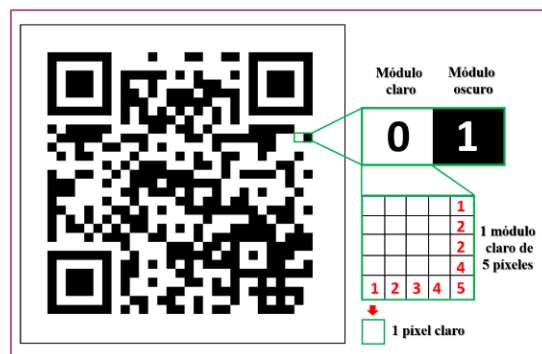


FIGURA 18. TAMAÑO MODULAR

Tamaño de los códigos QR y distancia de escaneo: el término «tamaño», usado en este contexto, hace referencia a las dimensiones físicas de la simbología para representar un código QR y se expresa en unidades métricas de longitud, ya sea en centímetros o en pulgadas (1 pulgada es equivalente a 2,54 cm). Al pensar en el tamaño físico, uno de los principales aspectos a considerar es la relación entre el tamaño del código y la distancia de escaneo (distancia desde el símbolo al lector de

códigos de barras que permite un escaneo sin errores), ya que ésta va a determinar si un código QR es legible o no. Existen otros factores que también pueden influir en la legibilidad de un código QR, como la densidad modular, el nivel de corrección de errores, el contraste modular y factores externos al código como el tipo de dispositivo móvil empleado y distancia focal de la cámara, el ángulo de escaneo, la iluminación y el medioambiente donde se lo usa. No existe un tamaño único y estandarizado para los códigos QR debido a las diferentes aplicaciones en las que se los puede usar y al tipo de soporte o entorno donde se ubicará. Este último puede ser físico (analógico) como, por ejemplo, un póster, un libro, una tarjeta de presentación, un folleto, un cartel, etc. o virtual (digital) como, por ejemplo, un póster electrónico, una presentación en PowerPoint, una página web, un libro o revista electrónica, etc. A pesar de que un código QR Modelo 2 para un entorno físico se puede imprimir en cualquier tamaño es conveniente respetar un tamaño mínimo, el cual debe ser de 2 cm para que sea legible.⁽²⁸⁾ Una manera simple de calcular el tamaño ideal de impresión de un código es tener en cuenta que la relación entre la distancia de escaneo y el tamaño del código QR debe ser de 10:1. Por ejemplo, para que una tarjeta de presentación de tamaño estándar con un código QR pueda ser correctamente escaneada a 20 cm de distancia del código, éste debe medir no menos de 2 cm; mientras que un póster con un código QR, para que pueda ser correctamente escaneado desde una distancia de un metro, el código debe ser impreso con un tamaño no menor de 10 cm. El uso de códigos en entornos virtuales es bastante similar y, aunque no existe ninguna especificación con respecto al tamaño que debe tener un código QR en una dispositiva de una presentación de PowerPoint, es recomendable que su tamaño no sea inferior al 20 % del área de la diapositiva. Antes de hacer público un

código QR es recomendable verificar su integridad operacional, mediante diferentes dispositivos móviles y a diferentes distancias de escaneo.

Seguridad de los códigos QR: los códigos QR se comportan como una herramienta tecnológica de comunicación intermedia muy eficaz que utiliza datos codificados mediante un símbolo ubicado ya sea en un soporte físico o virtual, que permite recuperar datos de un medio digital. Aunque se emplean estos símbolos para múltiples usos, el más común es el de codificar la información de una larga y compleja dirección de Internet para que esté disponible al instante sin necesidad de escribir la URL. El hecho de que los códigos QR se pueden generar y distribuir fácilmente crea un problema potencial porque algunos atacantes o piratas informáticos pueden utilizarlos indebidamente como vectores de ataque y hacer que codifique cualquier URL que deseen sin ser detectados, ya que un humano no puede leer códigos QR. Los riesgos de seguridad que se asocian con los códigos QR están en el destino final al cual nos conduce cada código, ya que el símbolo que lo representa es solamente una imagen estática en formato TIFF, PNG, SVG o EPS, que se puede reemplazar fácilmente. Existen distintos tipos de riesgos de seguridad, pero el más frecuente es el que se realiza mediante la práctica de la ingeniería social con la modalidad del *phishing*. Para realizar el *phishing* el atacante utiliza códigos QR maliciosos (*QRishing*) mediante un hipervínculo relacionado a un sitio web falso, que es visualmente similar a su homólogo legítimo. El usuario al ignorar la ilegitimidad del sitio web hace clic en el enlace y es redirigido al sitio web fraudulento cuyo objetivo es instalar programas o cualquier otra acción que admita el dispositivo móvil para robar información personal confidencial, como nombres de usuario, contraseñas o información de tarjetas de crédito.⁽³⁰⁾ El atacante puede utilizar dos formas de vectores de ataque mediante códigos QR. El más simple consiste

en crear un nuevo código QR con un enlace malicioso codificado y pegarlo sobre uno ya existente y el otro, menos efectivo, consiste en modificar módulos individuales del código cambiándoles el color.^(31, 32) Existen varias acciones que podemos tomar para minimizar los riesgos y problemas de seguridad de los códigos QR; las más importante son:

- Configurar el lector de códigos QR de nuestra aplicación, ya que muchos lectores realizan acciones sin mostrar previamente al usuario el contenido del código QR. La configuración se realiza mediante el menú de ajustes del lector, seleccionando la opción de mostrar un mensaje de apertura antes abrir. De esta forma se desactiva la función «Abrir sitio web automáticamente» en el teléfono. Cuando se escanea un código QR que nos dirige a una página web, primero nos muestra el texto del enlace y podremos verificar si es un enlace legítimo o fraudulento (FIGURA 19).

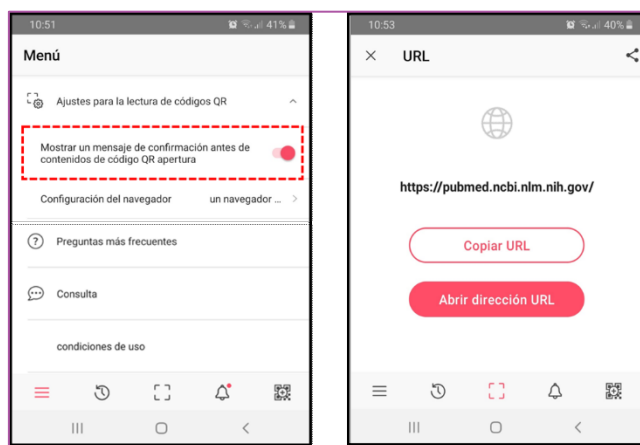


FIGURA 19. CONFIGURAR EL LECTOR DE CÓDIGOS QR

- No escanear códigos QR de fuentes que no se puedan verificar, como por ejemplo aquellos pegados en sitios públicos sin

ninguna referencia o los recibidos en correos electrónicos marcados como *spam* o no deseados.

- Comprobar que el código QR que uno quiere escanear forme parte del diseño original del soporte en el que se encuentra embebido, como por ejemplo un póster científico, un anuncio o propaganda y que no sea un código malicioso pegado y superpuesto sobre el original. Si un código está pegado siempre es conveniente cuestionar su legitimidad.

Verificar antes de usar (*Test before use*): una regla muy importante al utilizar códigos QR es la de probar su integridad operacional antes de ser utilizados. Es recomendable que el símbolo sea verificado con varios dispositivos, utilizando los lectores de códigos QR más populares y en diferentes circunstancias. En el caso de utilizar códigos impresos hay que tener en cuenta los posibles problemas ambientales, como limpieza del entorno, niveles de iluminación, distancia de escaneo, intensidad de la señal de WiFi, etc. Es necesario considerar aquellas situaciones en las que los alumnos o la audiencia destinataria del código no tienen o no pueden tener una aplicación de escaneo de código QR en su teléfono. En esta situación, independientemente del medio que se utiliza (físico o virtual), se sugiere incluir al lado del código la información decodificada, ya sea un contacto de WhatsApp o la dirección de un sitio web (URL).^(28, 31, 33)

Generador de Códigos QR: un generador de códigos QR es un software en línea que permite crear rápida y fácilmente un código QR con la información que uno desee (texto, dirección de un sitio web, número de teléfono, etc.). Puede ser gratuito o pago. Una vez generado, el código puede ser descargado como una imagen en mapa de bits en formato PNG de alta resolución (*Portable Network Graphics*), en formato TIFF

(*Tagged Image File Format*), como un gráfico vectorial en formato SVG (*Scalable Vector Graphics*) o EPS (*Encapsulated PostScript*) listo para ser usado.

Existe una gran variedad de generadores de códigos QR. El más sencillo es el que está presente en el navegador Google Chrome, tanto para computadoras de escritorio como para aplicaciones móviles. Esta función del navegador permite, una vez que se ha entrado a una página web de nuestro interés y simplemente haciendo clic con el botón derecho del mouse, abrir un menú contextual con el texto «Crear código QR para esta página». Automáticamente aparecerá una pequeña ventana emergente con la imagen del código QR decorado con el popular dinosaurio que Google muestra en situaciones en las que no hay conexión a internet (**FIGURA 20**).



FIGURA 20. CÓDIGO QR DE GOOGLE CHROME

Existen además múltiples softwares gratuitos que permiten generar códigos QR con diferentes opciones de funcionalidad, personalización, tamaño, formatos de imagen, etc. Entre los más conocidos se encuentran: **[Generador QR-Code](#)** y **[QR Code-monkey](#)**.

Por último, uno de los mejores generadores es el de la empresa austriaca de desarrollo de software TEC-IT, la cual ofrece una amplia gama

de opciones gratuitas para generar todo tipo de códigos tanto 1D como 2D con múltiples opciones de ajuste. El sitio se denomina **Generador de Códigos de barras de TEC-IT.**

La mayoría de los generadores de códigos QR poseen una interfaz de usuario simple e intuitiva que permite en pocos pasos obtener un código. En la **FIGURA 21** se muestra un esquema típico de una interfaz con seis opciones (dependiendo del generador puede haber más) correspondientes a URL, texto, SMS, WhatsApp, WiFi y V-card. Una vez seleccionada la acción que se desea generar, presionamos el botón para codificar una URL, ingresamos la dirección del sitio en el cuadro correspondiente y luego elegimos el nivel de corrección de errores (en este ejemplo es M con una capacidad de restauración de hasta un 15 %) y el tamaño en píxeles que debe tener cada módulo del símbolo (en este ejemplo se seleccionó 10 píxeles). Por último, presionamos el botón de «Generar el código QR» y elegimos el formato de archivo de imagen del símbolo (SVG o PNG) o los imprimimos directamente.



FIGURA 21. INTERFAZ DE USUARIO

Lector de códigos QR (QR Reader): un lector de códigos QR es un software o aplicación que, instalado en un dispositivo móvil con cámara, funciona como un escáner bidimensional. Al enfocar con la cámara el código QR, el software lo decodifica y muestra la información almacenada. Actualmente la mayoría de los dispositivos móviles tienen escáneres de códigos QR integrados en sus cámaras.⁽¹³⁾ No obstante, existen numerosas aplicaciones gratuitas de lectura de códigos QR de terceros en diferentes plataformas de distribución (Google Play y Apple App Store) de acuerdo con el sistema operativo del dispositivo. Algunos ejemplos son:

- **QRQR-QR Code Reader** (Google Play y Apple App Store): es una de las mejores y permite configurar la aplicación para mostrar un mensaje de apertura de un sitio web antes de abrir.
- **Integral Scanner** (Google Play): es una aplicación muy útil para escanear códigos diferentes de los clásicos QR, como Azteca, Micro QR y Data Matrix.

Formatos de imagen digital utilizados en los códigos QR

Imagen vectorial: las imágenes o gráficos vectoriales se componen de líneas y curvas definidas por un conjunto de objetos en forma matemática. Los vectores describen una imagen de acuerdo a sus características geométricas. Debido a que este tipo de archivo solamente contiene información acerca de los puntos que deben ser conectados, el resultado es un archivo muy pequeño. Otra característica distintiva que lo diferencia de las imágenes de mapa de bits es su independencia de la resolución, por lo que se pueden ampliar en cualquier tamaño e imprimir en cualquier resolución sin pérdida del detalle ni deformación del objeto. Son la mejor

opción para representar gráficos, logos, mapas o trazados artísticos que requieran líneas nítidas. Dos formatos de imagen de imagen vectorial son:

- **SVG (Scalable Vector Graphics):** formato de archivo utilizado para representar imágenes bidimensionales en el Internet. Este formato almacena imágenes como vectores basados en puntos, líneas rectas y curvas y formas basadas en fórmulas matemáticas. Se utiliza para dibujar gráficos, imágenes y logotipos que pueden manipularse con CSS y JavaScript en la web y en los navegadores.
- **EPS (Encapsulated PostScript):** tipo de archivo gráfico digital vectorial que comporta restricciones que facilitan la inclusión de este archivo en otros documentos PostScript a través de softwares especializados. El archivo contiene una descripción PostScript (texto) que informa a una impresora cómo imprimir una imagen independientemente de su resolución.

Imagen en mapa de bits (bitmap): otro método para representar imágenes gráficas es mediante la utilización de un mapa de bits que, tal como su nombre lo indica, son un conjunto o mapa de bits que forman una imagen. En este tipo de imagen se emplea una cuadrícula de unidades conocidas como píxeles para representarlas. A cada píxel se le asigna una ubicación y un valor de color específicos usando bits, que son la unidad más pequeña de información que emplea una computadora. Así, un mapa de bits está compuesto por el ancho y alto de la imagen en píxeles y un número determinado de bits por píxel que determinan el número de colores que puede representar. Las imágenes de mapa de bits son el medio electrónico más usado para las imágenes de tono continuo, como fotografías digitales, ya que pueden representar degradados sutiles de sombras y color. A este tipo de imágenes también se las conoce con el

nombre de imágenes rasterizadas. Dos formatos de imagen en mapa de bits son:

- **TIFF:** corresponde a la contracción de las palabras en inglés *Tagged-Image File Format* (formato de archivo de imágenes con etiquetas). La designación *archivo con etiquetas* se debe a que, además de los datos de la imagen propiamente dicha, el archivo posee información adicional sobre las características de la imagen (etiquetas), que serán de utilidad para su posterior tratamiento. Se lo emplea para guardar imágenes desde el escáner y programas para creación de imágenes y retoque fotográfico. TIFF es un formato flexible de imágenes de mapa de bits admitido prácticamente por todas las aplicaciones de pintura, edición de imágenes y diseño de páginas. Es el formato elegido para trabajos con imágenes de gran calidad, aplicaciones en 3D y aplicaciones de imágenes médicas. TIFF puede soportar una profundidad de color de 1 bit a 24, ofrece una excelente calidad de imagen y presenta un alto nivel de compresión sin pérdida, reduciendo el tamaño final del archivo sin modificar la calidad de la imagen.
- **PNG (*Portable Graphics Format*):** es un formato de imagen de mapa de bits, diseñado para ser utilizado en la web y como alternativa al formato GIF. Soporta hasta 48 bits de color; permite una compresión sin pérdida y la utilización de transparencias.

Glosario

Con la finalidad de garantizar y facilitar una correcta comprensión del capítulo, a continuación se proporciona un glosario alfabético con los términos y conceptos empleados en él.

Aplicaciones móviles (App): una 'app' es un software de aplicación, gratuito o pago, diseñado para ser ejecutado en un hardware específico de dispositivos móviles (teléfonos inteligentes, tabletas y otros dispositivos portátiles). Se encuentran disponibles a través de plataformas de distribución (Google Play y Apple App Store), o por intermedio de las compañías propietarias de los sistemas operativos móviles, como Android e iOS. Las aplicaciones móviles se dividen en tres categorías básicas: nativas, basadas en la web e híbridas.

Computación en la nube (Cloud computing): conjunto de servicios informáticos accesibles a través de Internet. Incluye el almacenamiento de datos y la capacidad de cómputo.

Corrección de errores: es un concepto utilizado para la transmisión de datos digitales donde se puedan producir errores. El proceso se basa en codificar el mensaje añadiendo bits adicionales de redundancia a la información del mensaje original; la redundancia le permite al receptor de la información detectar los errores producidos en la transmisión y corregirlos sin necesidad de retransmitir la información.

Dispositivo móvil: término genérico para describir cualquier tipo de computadora de mano, como tabletas (*tablets*), lectores electrónicos y teléfonos inteligentes (*smartphones*).

Google Drive: herramienta online de trabajo colaborativo asincrónico. Esta herramienta provee diversos tipos de recursos que pueden ser creados, editados y compartidos por varios usuarios. Dentro de estos recursos se cuentan los documentos de texto, las hojas de cálculo y las presentaciones. Google Drive permite además la creación de carpetas compartidas por varios usuarios y la generación de formularios en línea para encuestas, control de asistencia, comentarios, y otros usos; al igual que el navegador Google Chrome tiene la función de crear automáticamente un código QR.

Google Lens: aplicación para dispositivos móviles con sistema operativo Android e iOS que permite identificar y dar información sobre los objetos que aparecen en las imágenes. Puede identificar imágenes, mostrar vínculos con información relacionada con ellas, reconocer texto, copiarlo y leerlo en voz alta.

Ingeniería social: en el campo de las tecnologías de la información y comunicación se define la ingeniería social como el arte de manipular a las personas mediante disfraces sociales y trucos psicológicos para que el usuario de un dispositivo informático revele información confidencial al atacante para lograr su intrusión ilegal.

Phishing (suplantación de identidad): es uno de los delitos cibernéticos más comunes del mundo digital y es realizado por atacantes con la finalidad de robar información confidencial. El proceso de *phishing* se realiza enviando correos electrónicos a los usuarios con un hipervínculo relacionado con un sitio web falso, que visualmente es similar a su homólogo legítimo. El usuario, al ignorar la ilegitimidad del sitio web, hace clic en el enlace y es redirigido al sitio web fraudulento que le solicita detalles de su cuenta bancaria, cambios de contraseña, información de la tarjeta de crédito, etc. ^(31, 33)

QRishing (combinación entre QR y phishing): *QRishing* es una forma de *phishing* que utiliza códigos QR como señuelos diseñados para hacer que las víctimas potenciales escaneen el código. Tienen el mismo efecto que el correo electrónico del *phishing*. Para evitar *QRishing*, los usuarios solo deben escanear códigos provenientes de fuentes seguras con un escáner confiable, y además deshabilitar cualquier tipo de acción automática por parte del lector para abrir sitios web. ^(31, 33)

Tecnología: es la aplicación del conocimiento (ciencia) y habilidades (técnica) con la finalidad de obtener una solución que satisfaga nuestras necesidades o nos ayude a resolver un problema.

Tecnología escaneable: es la interacción de un dispositivo móvil y una imagen de activación, como por ejemplo un código QR, que permite a los usuarios, mediante una conexión a internet, acceder, seleccionar, interactuar y compartir recursos educativos.

Teléfono inteligente (Smartphone): un teléfono inteligente es un teléfono móvil o celular con un sistema operativo que permite, además de hacer llamadas telefónicas, funcionar como una computadora. Posee cámara digital y dispositivo de navegación GPS; admite aplicaciones móviles y proporciona una conexión a Internet.

URL (Uniform Resource Locator): dirección única asignada a cada uno de los recursos disponibles de Internet. Una URL puede ser asignada a una dirección de mail, un archivo dentro de un servidor FTP, una página web, y a otros recursos. En el caso de la web, la URL permite que el navegador pueda localizar el recurso y éste pueda ser abierto y visto por el usuario.

URL shortener (acortador de URL): un acortador de URL es una herramienta en línea gratuita que permite transformar cualquier URL larga en otra de menor longitud, disminuyendo la cantidad de caracteres. Al hacer clic en el enlace abreviado, se redirige al usuario automáticamente al sitio web de la URL original. Los enlaces URL abreviados son particularmente útiles para ser utilizados en redes sociales como Twitter o para generar códigos QR de baja densidad modular.

Conclusiones

La amplia difusión de los teléfonos inteligentes con cámaras ha hecho que los códigos QR ganaran una amplia popularidad y sean ampliamente usados en áreas tan diferentes como la mercadotecnia, el turismo, restaurantes, agencias de publicidad, ciencia, educación, etc. En el área de las ciencias de la salud, esta nueva tecnología le permite al educador incorporar contenidos virtuales a la información analógica o física del mundo real. Los alumnos con teléfonos celulares inteligentes tienen ahora en sus manos un puente analógico-digital que bien usado les permite acceder a todo tipo de información virtual y en muchos casos de contenido dinámico. No obstante, el empleo de esta nueva tecnología en el campo educativo requiere de mínimos conocimientos por parte de educadores y educandos para su correcto y adecuado uso. La finalidad de este capítulo fue justamente brindar el conocimiento mínimo necesario para entender su funcionalidad y estructura, conocer los principales aspectos relacionados con los distintos tipos de códigos bidimensionales, las herramientas y aplicaciones necesarias para generar y decodificar un

código QR, y los potenciales problemas de seguridad surgidos durante su utilización y qué acciones tomar para evitarlos. El empleo de esta nueva herramienta tecnológica permitirá al educador incorporar contenidos virtuales a la información analógica o física del mundo real, tanto en el aula tradicional como en los cursos virtuales.

Bibliografía

- (1) MORLEY D, PARKER CS. *Understanding Computers: Today and Tomorrow*. 16th edition. Boston: Comprehensive Cengage Learning; 2017.
- (2) CASTRO ACUÑA N, LEGUIZAMÓN PÁEZ M, MORA LANCHEROS AL. Análisis de métodos y técnicas existentes para minimizar agujeros de seguridad al usar códigos QR. *Rev UIS Ing*. 2019;18(4):157-172. <<https://doi.org/10.18273/revuin.v18n4-2019015>>
- (3) FURHT B (Ed.). *Handbook of Augmented Reality*. 1st ed. Springer: New York; 2011. <<https://link.springer.com/book/10.1007/978-1-4614-0064-6>>
- (4) DENSO WAVE. Answers to your questions about the QR code. DENSO WAVE, the inventor of QR Code. <<https://www.qrcode.com/en/>>
- (5) AKTA C. *The Evolution and Emergence of QR Codes*. 1st edition. Cambridge: Scholars Publishing; 2017.
- (6) SHARMILA R, SITHIK MM. Smartphone based secure color QR code using visible light communication. *International Journal of Advanced Research in Biology Engineering Science and Technology (IJARBEST)*. 2016;2(4):314-319.
- (7) VAN HOEY J. *Beginning x64 Assembly Programming*. 1st edition. Berkeley: Apress; 2019.
- (8) INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. Information technology – automatic identification and data capture techniques - QR Code bar code symbology specification. ISO/IEC 18004:2015(E). 3rd edition, 2015-02-01.
- (9) ABAS A, YUSOF Y, AHMAD FK. Expanding the data capacity of QR codes using multiple compression algorithms and base64 encode/decode. *J Telecommun Electron Comput Eng* 2017;9(2):41-47. <<https://jtec.utem.edu.my/jtec/article/view/2217>>
- (10) ZHAO P, OUYANG Y, XU M, YANG L, OUYANG Y. (Eds.) *Advanced Graphic Communications and Media Technologies*. 1st ed. Lecture Notes in Electrical

Engineering 417. Singapore: Springer; 2017.
<<https://link.springer.com/book/10.1007/978-981-10-3530-2>>

- (11) WANG S, YANG T, LI J, YAO B, ZHANG Y. Does a QR code must be black and white? In: 2015 International Conference on Orange Technologies (ICOT); 2015.
- (12) KARRACH L, PIVARČIOVÁ E, BOZEK P. Recognition of Perspective Distorted QR Codes with a Partially Damaged Finder Pattern in Real Scene Images. *Appl Sci*. 2020;10(21):7814. <<https://doi.org/10.3390/app10217814>>
- (13) KATO H, TAN KT, CHAI D. *Barcodes for Mobile Devices*. Cambridge: Cambridge University Press; 2010.
- (14) ABDULLAH AM, HIKMAT R, AZIZ H. Evaluating the Use of Quick Response (QR) Code at Sulaimani University Libraries. *International Journal of Advanced Research in Computer Science and Software Engineering*. 2014;4(11):62-72.
- (15) TIWARI S. An Introduction to QR Code Technology. In Proceedings of the 2016 International Conference on Information Technology (ICIT), Bhubaneswar, India, 22–24 December 2016:39-44.
- (16) KULKARNI SS, MALAGI C. Creation and Analysis of QR Code. *Bonfring International Journal of Software Engineering and Soft Computing*. 2016;6(Special Issue):86-89. <<http://dx.doi.org/10.9756/BIJSESC.8249>>
- (17) WAN S, LU Y, YAN X, LIU H, TAN L. Secret Data-Driven Carrier-Free Secret Sharing Scheme Based on Error Correction Blocks of QR Codes. *Communications in Computer and Information Science* 727. 1st ed. Singapore: Springer Nature; 2017. <https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-981-10-6385-5_20>
- (18) LIU JK, STEINFELD R (Ed.). *Information Security and Privacy: 21st Australasian Conference, ACISP 2016*. 1st ed. Switzerland: Springer International Publishing; 2016.
- (19) SOON TJ. The QR Code. *The Synthesis Journal: Section three*. iTSC Information Thechnology Standard Comitee, Singapore 2008:59–78.
- (20) Error Correction Feature. <https://www.qrcode.com/en/about/error_correction.html>
- (21) CHOW YW, SUSILO W, YANG G, PHILLIPS J, PRANAT I, BARMAWI M. *Exploiting the Error Correction Mechanism in QR Codes for Secret Sharing*. *Information Security and Privacy*. ACISP 2016. Lecture Notes in Computer Science, vol 9722. Springer; 2016.
- (22) MEDIASCOPE Right on Target! QR Codes and Modern Marketing An examination of the marketing potential, U.S. market adoption, and functionality of QR codes. Copyright Mediascope, Inc. <<https://www.mediascopeinc.com/wp-content/uploads/2012/08/QR-Codes-and-Modern-Marketing.pdf>>

- (23) SPINELLI OM, DREIZZEN E. Códigos QR en Educación Médica - Parte 1. Un puente analógico-digital. *An Fac Cienc Méd.* 2021;54(2):111-120.
- (24) PRENSKY M. Digital Natives, Digital Immigrants Part 1. *On the Horizon.* 2001;9(5):1-6. <<https://doi.org/10.1108/10748120110424816>>
- (25) ABDUL RABU SN, HUSSIN H, BERVELL B. QR code utilization in a large classroom: Higher education students' initial perceptions. *Educ Inf Technol.* 2019;24(1):359-384. <<https://doi.org/10.1007/s10639-018-9779-2>>
- (26) CALINICI T. Nursing Apps for Education and Practice. *J Health & Med Informat* 2007;8(3). DOI:10.4172/2157-7420.1000262
- (27) KARIA CT, HUGHES A, CARR S. Uses of quick response codes in healthcare education: a scoping review. *BMC Med Educ.* 2019;19(1):456. <<https://doi.org/10.1186/s12909-019-1876-4>>
- (28) BRABAZON T, GANDY B, WINTER M. Digital Wine: How QR Codes Facilitate New Markets for Small Wine Industries (SpringerBriefs in Business). Springer; 2014th edition. <<https://link.springer.com/book/10.1007/978-981-287-059-9>>
- (29) SPINELLI OM, DREIZZEN E, CORRONS FJ. Empleo de Códigos QR de Función Mixta en Educación Médica. XXI Congreso Argentino de Educación Médica. 22 al 24 de septiembre de 2021. Facultad de Ciencias de la Salud de la Universidad Nacional de Entre Ríos, Argentina.
- (30) KROMBOLZ K, FRÜHWIRT P, KIESEBERG P, KAPSALIS I, HUBER M, WEIPPL E. QR Code Security: A Survey of Attacks and Challenges for Usable Security. In: TRYFONAS T, ASKOXYLAKIS I (eds). *Human Aspects of Information Security, Privacy, and Trust. HAS 2014.* Lecture Notes in Computer Science, vol. 8533. Springer, Cham.; 2014.
- (31) HAWORTH J. QR code security: Best approaches to using the technology safely and securely. The Daily Swig | Cybersecurity news and views. <<https://portswigger.net/daily-swig>>
- (32) KOU IT, LIU T. Could the Adoption of Quick Response (QR) Code in Lectures Enhance University Students' Satisfaction? A Case Study of Hospitality and Tourism Programs in Macau. In: Katsoni V, Spyriadis T (eds.). *Cultural and Tourism Innovation in the Digital Era. Springer Proceedings in Business and Economics.* Springer, Cham. Springer; 1st ed. 2020.

- (33) VIDAS T, OWUSU E, WANG S, ZENG C, CRANOR LF, CHRISTIN N. QRishing: The Susceptibility of Smartphone Users to QR Code Phishing Attacks. In: Adams AA, Brenner M, Smith M (eds.). *Financial Cryptography and Data Security. FC 2013*. Lecture Notes in Computer Science, vol 7862. Berlin, Heidelberg: Springer; 2013.

