




EDUCACION MEDICA CONTINUA

Códigos QR en Educación Médica - Parte 2. Una Cooperación de Tecnología Analógica - Digital QR Codes in Medical Education - part 2. An Analog - Digital Technology Cooperation

 Spinelli, Osvaldo Mateo^{1,2};  Corrons, Félix José³;  Dreizzen, Eduardo²

¹Universidad Nacional de la Plata, Facultad de Ciencias Médicas, Departamento de Informática Médica y Telemedicina. La Plata, Argentina.

²Universidad Nacional de la Plata, Facultad de Ciencias Médicas, Cátedra de Informática Médica. La Plata, Argentina.

³Universidad Nacional de la Plata, Facultad de Ciencias Médicas, Cátedra A de Patología. La Plata, Argentina.

Como referenciar éste artículo | How to reference this article:

Spinelli OM, Corrons FJ, Dreizzen E. Códigos QR en Educación Médica - Parte 2. Una Cooperación de Tecnología Analógica - Digital. *An. Fac. Cienc. Méd. (Asunción)*, 2021; 54(3): 129-142

RESUMEN

En esta segunda parte de la serie Códigos QR en Educación Médica describiremos 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 artículo, en la última sección se proporciona un glosario alfabético con los términos y conceptos introducidos en el mismo. En la tercera y última parte de esta serie de artículos describiremos los aspectos relacionados con la personalización de los símbolos y su uso diferentes contextos educativos tanto analógicos como digitales.

Palabras Clave: Educación Médica Continua, Códigos QR, Teléfonos Inteligentes, Internet, Aplicaciones Móviles, Tecnología de la Información.

Autor correspondiente: Prof. Dr. Osvaldo Mateo Spinelli. Departamento de Informática Médica y Telemedicina. Facultad de Ciencias Médicas, Universidad Nacional de La Plata. La Plata, Argentina. E-mail: ospineli@gmail.com

Fecha de recepción el 10 de Noviembre del 2021; aceptado el 26 de Noviembre del 2021.



ABSTRACT

In this second section of the series QR Codes in Medical Education we will describe the main aspects related to the tools and applications necessary to generate and decode a QR code and how to customize them. The different types of based on their function and how to generate mixed function codes to be applied in Augmented Reality educational contexts will be analyzed. The final purpose is to ensure that all educators feel familiar with this technology and can incorporate it into the educational material used in the teaching-learning process, both in the traditional classroom and in virtual courses. In order to facilitate a correct understanding of the article, the last section provides an alphabetical glossary with the terms and concepts introduced in it. In the third and last part of this series of articles we will describe aspects related to the personalization of symbols and their use in different educational contexts, both analog and digital.

Keywords: Continuing Medical Education, QR codes, Smartphone, Internet, Mobile Applications, Information Technology.

INTRODUCCION

Los códigos bidimensionales QR o códigos de respuesta rápida son un sistema de codificación que emplea símbolos geométricos de forma cuadrada denominados módulos para formar una matriz también de forma cuadrada similar a un crucigrama y son los más utilizados en diversos escenarios, tales como: difusión de información, comercio electrónico, educación, medicina, marketing, turismo, etc (1). Los códigos QR, como herramienta tecnológica, nos ofrecen una gran solución para conectar el contenido físico y virtual y proporcionar a los usuarios información adicional o permitir interactuar con ellos. Para poder utilizar al máximo su potencialidad es fundamental considerar qué acciones se pueden realizar al escanearlos.

Un código QR es una imagen bidimensional compuesta por módulos claros y oscuros agrupados en tres regiones: una zona silenciosa o de amortiguamiento que rodea los cuatro lados del símbolo, una región funcional donde se encuentran los patrones de posicionamiento, alineación, temporización y separadores y, por último, la región de codificación que contiene información sobre los datos codificados, el formato, la versión y el área de redundancia o de corrección de errores. Los códigos QR se utilizan para representar diferentes tipos de datos a los que convierte en un mensaje

encriptado que puede ser leído por un escáner óptico u otro dispositivo de decodificación.

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 27 años desde su creación, pero recién a partir de los últimos cinco años han sido adoptados por el mundo occidental a gran escala, ganando popularidad y convirtiéndose en una herramienta tecnológica dinámica y fácil de usar. (2-4)

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 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 (5). 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. (6-8)

Códigos de Barras Bidimensionales:

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. A continuación, se describen los más comunes. (4-9)

Códigos QR: Códigos de barras que, en lugar de barras paralelas, utilizan otros patrones geométricos tales como puntos, rectángulos o cuadrados. Los códigos QR son los códigos 2D más populares usados actualmente; fueron desarrollados por la empresa japonesa Denso Wave para facilitar el proceso de logística. 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 14 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, que ya fuera descrito en detalle en el artículo anterior, es una forma mejorada del Modelo 1 con características adicionales, tales como mayor cantidad de versiones que permiten una mayor cantidad de datos (la versión 40 que es la más grande almacena hasta 7089 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 1)



Figura 1. Código QR Modelo 2 Versión 5 compuesta por 37 x 37 módulos.

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 2). 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.

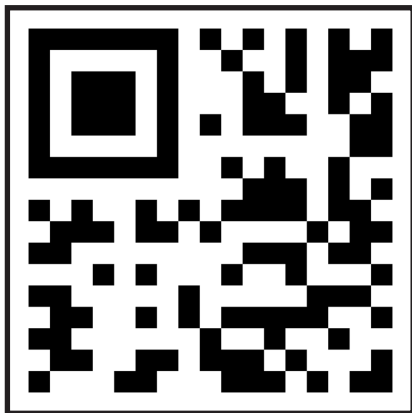


Figura 2. Código Micro QR.

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 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 9 x 9 módulos (versión 1) hasta la más grande de 422 x 422 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 5 x 19 módulos mientras que la versión más grande (versión R15) es de 43 x 131 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 al 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 3). 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 3. Código Seguro SQRC.

Frame QR Code: Los códigos Frame QR fueron desarrollados por Denso Wave luego que identificaran las tendencias 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 4). 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 4. 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, tales 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. 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. (3,6,7,9)

- **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 online 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 tales 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 un servicio de administración de enlaces cortos y su servidor, que en la mayoría de los casos son pagos. (8)

- **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 los mismos, 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 en el Drive 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 el enlace (URL) de la misma 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® (<https://tinyurl.com/app/>). 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: QRCODE® (<https://www.qrcode.es/>). El código así generado permite ahora 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. (10)

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 5). 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 3067 caracteres alfabéticos, 3828 numéricos o 1914 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 tales 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.

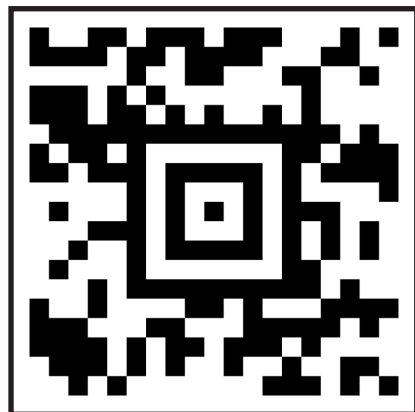


Figura 5. Código Azteca (Aztec code).

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 cuál debe tener un ancho mínimo de un módulo. Los códigos Data Matrix pueden tener diversos tamaños desde el más chico compuesto por 10×10 módulos, hasta el más grande con un máximo de 144×144 módulos que puede almacenar hasta 2335 caracteres alfanuméricos. Se lo utiliza en una gran variedad de aplicaciones en todo tipo de industrias donde los controles de calidad son muy exigentes, tales como la farmacéutica para la identificación y trazabilidad de medicamentos (Figura 6).

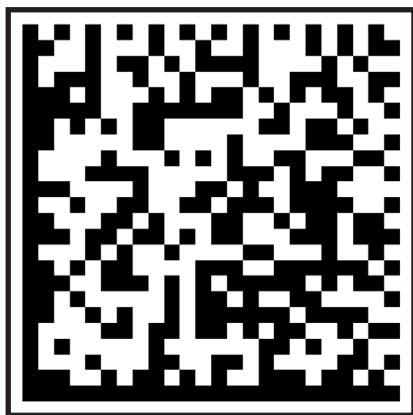


Figura 6. Código Data Matrix.

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, tales 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, donde 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 21×21 módulos hasta la más grande con un tamaño de 177×177 módulos. Cada versión posee cuatro módulos más que la versión previa, por ejemplo, la versión 3 tiene 29×29 módulos mientras que la versión 4 posee 33×33 módulos. Los códigos Micro QR poseen 4 versiones, desde la versión M1 de 11×11 módulos hasta la versión M4 de 17×17 módulos y los códigos iQR poseen hasta la versión 61 que es la más grande con 422×422 módulos. El símbolo de los códigos QR se mide en base a la cantidad de módulos y no en centímetros, pulgadas o pixeles; 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 de un 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 7)

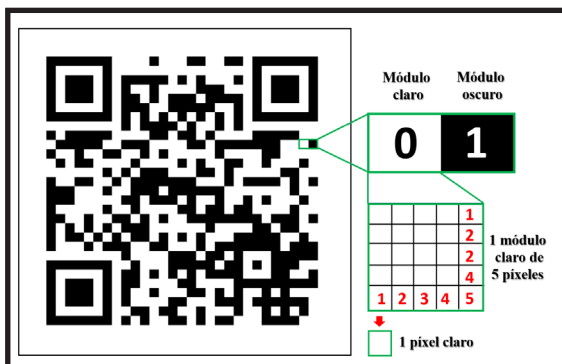


Figura 7. Código QR Modelo 2. En este ejemplo, cada módulo claro correspondiente al dígito binario 0 (cero) se halla compuesto por una grilla de 5 x 5 píxeles de lado.

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 tales 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 poster, un libro, una tarjeta de presentación, un folleto, un cartel, etc. o virtual (digital) como, por ejemplo: un poster 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 (9). 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 poster con un código QR para que pueda ser correctamente escaneado desde una distancia de 1 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 un slide (dispositiva) de una presentación de PowerPoint es recomendable que su tamaño no sea inferior al 20% del área del slide. Antes de hacer público un código QR es recomendable verificar la integridad operacional del mismo 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 emplea 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 (11). 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 (12,13). Existen varias acciones que podemos tomar para minimizar los riesgos y problemas de seguridad de los códigos QR; las más importantes 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 mostrar un mensaje de apertura antes de 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 la misma es un enlace legítimo o fraudulento (Figura 8).

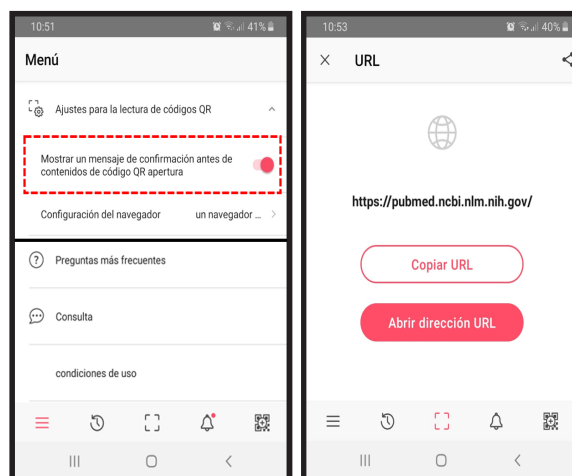


Figura 8. Configuración del menú de la aplicación QRQR - QR Code® Reader para que muestre un mensaje de apertura antes de abrir una URL.

- 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 la integridad operacional de los mismos 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 tales 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). (9,12,14)

Generador de Códigos QR: Un generador de códigos QR es un software online 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

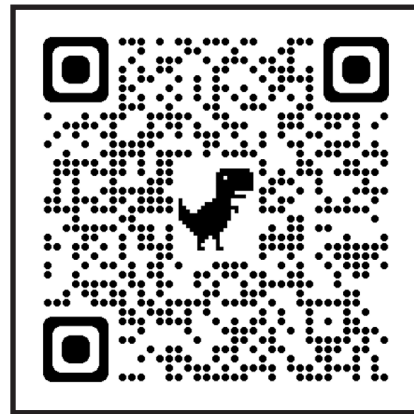


Figura 9. Código QR generado mediante el navegador Google Chrome.

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 9). Existen además múltiples softwares online 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® en: <https://www.qrcode.es/es/generador-qr-code/>, y QR Code-monkey® en: <https://www.qrcode-monkey.com/es/>

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®** y se encuentra disponible en: <https://barcode.tec-it.com/es/>.

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 10 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.

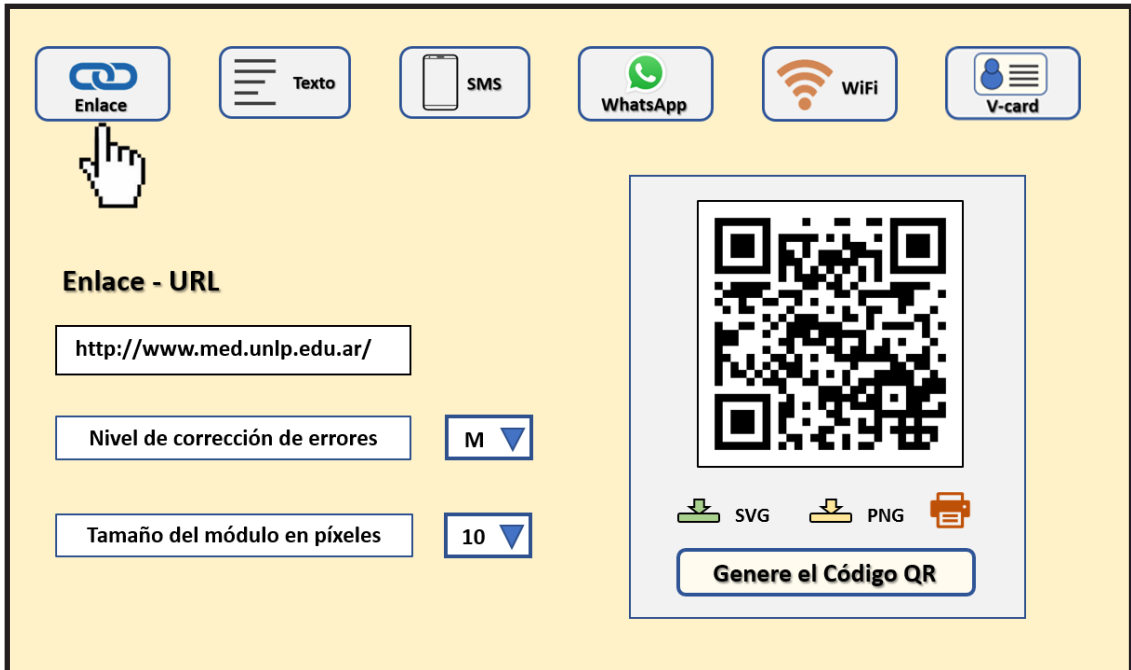


Figura 10. Esquema típico de una interfaz para generar códigos QR. En este ejemplo se muestra la opción para generar un código correspondiente a una URL.

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 (3). 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 abrir.

- **Integral Scanner®** (Google Play) es una aplicación muy útil para escanear códigos diferentes de los clásicos QR, tales 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 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 bit (bitmap): Otro método para representar imágenes gráficas es mediante la utilización de un mapa de bits y, 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 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 de 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 scanner 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 3-D 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 artículo a continuación se proporciona un glosario alfabético con los términos y conceptos empleados en el mismo.

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 tales 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 a cualquier tipo de computadora de mano, tal 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 online 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 a 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 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 que le solicita detalles de su cuenta bancaria, cambios de contraseña, información de la tarjeta de crédito, etc. (12,14)

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. (12,14)

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. Un URL puede ser asignado 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, el 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 online 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.

CONCLUSION

En este artículo hemos descripto 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 que 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.

CONFLICTO DE INTERESES Y FINANCIACIÓN

Los autores declaran la no existencia de conflicto de intereses ni de financiación para la publicación del presente artículo.

DECLARACION DE LA CONTRIBUCIÓN DE AUTORES Y COLABORADORES

El Prof. Dr. Osvaldo Mateo Spinelli aportó la idea central del artículo.

Los tres autores participaron por igual en el diseño, redacción y elaboración del manuscrito.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. 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. November, 2011. [Internet]. [accessed on 28 October 2021]. Available online: <https://www.mediascopeinc.com/wp-content/uploads/2012/08/QR-Codes-and-Modern-Marketing.pdf>
2. Celalettin Akta (Author). The Evolution and Emergence of QR Codes. Cambridge Scholars Publishing; 1st edition 2017.
3. Hiroko Kato, Keng T. Tan and Douglas Chai (Authors). Barcodes for Mobile Devices. Cambridge University Press; Illustrated edition 2010.
4. Spinelli OM, Dreizzen E. Códigos QR en Educación Médica - Parte 1. Un puente Analógico – Digital. An. Fac. Cienc. Méd. (Asunción), 2021;54(2):111-120
5. Prensky, M. Digital Natives, Digital Immigrants Part 1, On the Horizon 2001;9(5):1-6
6. Abdul Rabu, S.N., Hussin, H. & Bervell, B. QR code utilization in a large classroom: Higher education students' initial perceptions. Educ Inf Technol 2019;24(1):359–384
7. Calinici T. Nursing Apps for Education and Practice. J Health Med Informat 2007;8(3):262.
8. Karia CT, Hughes A, Carr S. Uses of quick response codes in healthcare education: a scoping review. BMC Med Educ. 2019 Dec 6;19(1):456.
9. Tara Brabazon, Bryn Gandy and Mick Winter (Authors). Digital Wine: How QR Codes Facilitate New Markets for Small Wine Industries (SpringerBriefs in Business). Springer; 2014th edition
10. Spinelli OM, Dreizzen E. y 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.
11. Krombholz K., Frühwirt P., Kieseberg P., Kapsalis I., Huber M., Weippl E. (2014) QR Code Security: A Survey of Attacks and Challenges for Usable Security. In: Tryfonas T., Askoxyliakis I. (eds) Human Aspects of Information Security, Privacy, and Trust. HAS 2014. Lecture Notes in Computer Science, vol 8533. Springer, Cham.
12. Jessica Haworth. QR code security: Best approaches to using the technology safely and securely. The Daily Swig | Cybersecurity news and views. [Internet]. [accessed on 25 October 2021]. Available online: <https://portswigger.net/daily-swig>
13. Kou I.T., Liu T. (2020) 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 edition.
14. Vidas T., Owusu E., Wang S., Zeng C., Cranor L.F., Christin N. (2013) QRishing: The Susceptibility of Smartphone Users to QR Code Phishing Attacks. In: Adams A.A., Brenner M., Smith M. (eds) Financial Cryptography and Data Security. FC 2013. Lecture Notes in Computer Science, vol 7862. Springer, Berlin, Heidelberg.