

Códigos QR y sus aplicaciones en las ciencias de la salud

QR codes and their uses in health sciences

Javier Gonzalez-Argote,¹ Alexis Alejandro Garcia-Rivero¹¹

¹ Cátedra de Comunicación Científica. Universidad de Ciencias Médicas de La Habana, La Habana, Cuba.

¹¹ Instituto de Ciencias Básicas y Preclínicas "Victoria de Girón". Universidad de Ciencias Médicas de La Habana, La Habana, Cuba.

RESUMEN

El Código QR es un código bidimensional, fácilmente identificable por los tres cuadros ubicados en las esquinas superiores e inferior izquierda. Puede contener información de caracteres alfanuméricos, símbolos, Kanji, Hiragana, Katakana, códigos binarios y códigos de control. Es omnidireccional y su lectura puede realizarse desde un dispositivo móvil. Se realizó una revisión de artículos de las bases Scielo y Pubmed con el objetivo de indagar acerca de las aplicaciones de estos códigos en las ciencias de la salud y proponer algunas de estas para el Sistema Nacional de Salud cubano, cuya introducción ha sido paulatina, principalmente en la práctica y en la educación médica. Sin embargo, la diseminación y el uso es aún incipiente y existen muchas oportunidades. Un sistema de identificación nacional en salud permitiría una autenticación más fácil, rápida y efectiva, con un ahorro sustancial de recursos. Las empresas farmacéuticas podrían emplear un sistema similar, en este caso con informaciones de medicamentos. A pesar de sus limitaciones, son diversas las aplicaciones que poseen estos códigos en los servicios de salud. Esto, unido a la expansión tecnológica que vive hoy Cuba, permitirá en un futuro mediato la generalización y la difusión de estas tecnologías en beneficio de la sociedad.

Palabras clave: código QR; Informática Médica; sistemas de historias clínicas informatizadas; sistemas de información hospitalarios; tecnologías de la información en salud.

ABSTRACT

The QR code is a two-dimensional code easily identifiable by the three boxes located in the top corners and the bottom left corner. It may contain information in alphanumeric characters, symbols, Kanji, Hiragana, Katakana, binary codes and control codes. It is omnidirectional and may be read from a mobile device. A review was conducted of papers from the databases Scielo and Pubmed about the uses of these codes in health sciences so as to propose some of those to the Cuban National Health System, where their introduction has been gradual, mainly in medical practice and education. However, their spread and use is still incipient and many opportunities still lie ahead. A national identification system for the health sector would allow easy, fast, effective authentication with substantial resource savings. Pharmaceutical enterprises could use a similar system, in their case with information about drugs. Despite their limitations, these codes may be used for a variety of purposes in health services. This possibility, combined with the current technological expansion experienced by Cuba, will permit generalization and dissemination of these technologies in the near future for the benefit of society.

Key words: QR code; medical informatics; computerized medical records systems; hospital information systems; health information technologies.

INTRODUCCIÓN

Presentes en los artículos que comúnmente adquirimos, estamos acostumbrados a ver los códigos de barras, que facilitan la identificación y el cobro de productos, aceleran el proceso y se evitan errores humanos. Junto a la expansión de estos códigos por el mundo, surgieron limitaciones en su uso, especialmente respecto al límite de contención de 20 000 caracteres alfanuméricos, razón por la cual la compañía japonesa *Denso Wave* desarrolló un nuevo código, que fuera capaz de contener mucha más información.¹

El Código QR (*quick response code*, por sus siglas en inglés), diseñado para ser decodificado a alta velocidad, es un código bidimensional, donde la información se encuentra codificada dentro de un cuadrado. Son fácilmente identificables por los tres cuadros ubicados en las esquinas superiores e inferior izquierda (Fig. 1).² Diversas han sido las causas que han propiciado su expansión a nivel mundial, entre ellas: la estandarización por la norma ISO/IEC18004, en junio de 2000, y tener un código abierto con derechos de patente (propiedad de *Denso Wave*) no ejercidos. El objetivo del presente artículo es indagar en las aplicaciones de los códigos QR en las ciencias de la salud y proponer algunas de estas para el Sistema Nacional de Salud cubano.



Fuente: elaboración a partir de especificaciones técnicas (www.qrcode.com)

Fig. 1. Características generales de un código QR.

LOS CÓDIGOS QR

Según las especificaciones técnicas de *Denso Wave* acerca de los Códigos QR, cuando se reproduce la herramienta en cualquier superficie, se debe dejar alrededor de este un espacio de reserva (*quite zone*) equivalente a cuatro módulos (un módulo es el cuadrado mínimo que hay en cada QR) para que el lector lo ubique e interprete correctamente.³ El código QR posee 9 rasgos de estandarización:⁴

1. *Capacidad para manejar diferentes tipos de datos:* alfanuméricos, símbolos, *Kanji*, *Hiragana*, *Katakana*, códigos binarios y códigos de control.
2. *Gran capacidad:* hasta 7 089 números y 4 296 caracteres alfanuméricos pueden codificarse (cientos de veces más que un código de barras).
3. *Pequeño tamaño de impresión:* la dimensión mínima es de 10 mm cuadrados.
4. *Alta velocidad de escaneo o lectura:* su lectura es omnidireccional, con detectores de patrones de posicionamiento, que burlan los efectos negativos de la interferencia de los fondos.
5. *Estandarización universal:* *AIM International Standard*, la *ISO International Standard (ISO/IEC18004)*, *Japanese Industrial Standard* y *Japanese Electronic Industry Development Association*.
6. *Correctores de suciedad y daño:* los códigos QR permiten un máximo de 30 % de daño sin pérdida de información, con niveles de seguridad [L (7 % de las claves se pueden restaurar), M (15 %), Q (25 %) y H (30 %)].
7. *Compartimentación:* pueden dividirse en múltiples áreas de datos (hasta 16); permiten pequeñas impresiones dentro.
8. *Representaciones flexibles:* las formas y colores pueden ser cambiadas, hasta convertirse en representaciones de arte (códigos QR artísticos).
9. *Lectura:* pueden ser leídos por teléfonos inteligentes, tabletas o computadoras portátiles con cámaras, usando softwares gratuitos.

CAPACIDAD

Puede contener información variada; es capaz de codificar todos los caracteres ASCII además de información binaria; es omnidireccional y su lectura puede realizarse desde un dispositivo móvil, lo que permite realizar acciones de forma automática en el propio dispositivo (cuadro).

Cuadro. Capacidad máxima de datos del código QR

Solo numérico	7 089 caracteres
Alfanumérico	4 296 caracteres
Binario	2 953 bytes
Kanji/Kana	1 817 caracteres

Datos correspondientes a la versión 40.

Fuente: <http://www.qrcode.com>

Son diversos los tipos de informaciones que puede almacenar, entre ellos:

- Texto libre.
- Enlaces Web.
- Número de teléfono.
- Correo electrónico (destinatario, asunto, mensaje).
- Vcard o tarjetas personales electrónicas (datos de contacto para incluir en agenda).
- Geolocalización (datos de longitud y latitud para marcar un punto (ej.: en *Google Maps* o GPS).
- Datos de conexión de redes (ej.: datos de conexión a una red *WIFI*).

El iQR puede tener no solo forma cuadrada sino rectangular, una mayor capacidad en menor longitud (hasta 40 000 caracteres) y mayores niveles de corrección que los QR, lo que permitiría ampliar aún más su capacidad de uso.⁶ Los códigos QR pueden ser creados y accesibles fácilmente; sin embargo, requieren que los usuarios posean equipos dotados de tecnología para su procesamiento. A pesar de que los teléfonos inteligentes han tenido un gran auge recientemente, no están al alcance de todos, lo que —aparejado al reducido acceso al internet móvil— constituye limitaciones. Existen diversas aplicaciones que permiten la lectura o creación de estos códigos para la mayoría de los teléfonos; estas pueden ser instaladas manualmente o descargarse de forma gratuita lectores para *Android*, *iOS*, *Windows Phone* y otras plataformas. Además, diversos sitios de internet permiten la generación de estos.

APLICACIONES

Aunque inicialmente se usaron para registrar repuestos en el área de la fabricación de vehículos,¹ actualmente los códigos QR se han convertido casi en elementos indispensables de cualquier producto. Según *Carrillo-Larco* y *Curioso*,⁷ las

aplicaciones del código QR pueden ser variadas, tanto en la difusión de publicaciones biomédicas o científicas, como en temas de salud. Sin embargo, la diseminación y el uso en los servicios de salud es aún incipiente y existen muchas oportunidades de aplicación. Por solo mencionar algunos ejemplos:

- Práctica médica:

Su introducción ha sido paulatina, principalmente en la práctica médica y en los reportes de literatura. Son usados para perfeccionar los sistemas de identificación de pacientes,^{8,9} en la educación de pacientes, en la seguridad de los procedimientos quirúrgicos,¹⁰ en la eficiencia y precisión de la prescripción médica,¹¹ para la autenticación de imágenes médicas,¹² en la codificación de electrocardiogramas para su posterior transmisión y lectura,¹³ en las ciencias forenses para la identificación de víctimas en desastres industriales,¹⁴ para incrementar la medicación segura en pacientes de la tercera edad¹⁵ y otros ejemplos que recoge la literatura.

En China un estudio demostró que los datos necesarios para la autenticación y evaluación en las Escuelas Tradicionales de Medicina, que usaban antes huellas digitales, resultaban más factibles y de mayor calidad usando estos códigos para el reconocimiento, almacenamiento y recuperación de dicha información.¹⁶ Un estudio similar, en ese país, usó información óptica encriptada para la autenticación, y mostró efectividad en el perfeccionamiento de los sistemas de seguridad.¹⁷

En el *Robert Wood Johnson Medical School* (Nueva York, Estados Unidos) se realiza un estudio en el que se usan estos códigos en las láminas histológicas de tumores para su mejor presentación y discusión, lo que facilita la difusión de su contenido para la educación médica.¹⁸

El Instituto de Computación de Imágenes Médicas en Alemania creó una plataforma que convierte las imágenes de resonancias magnéticas y otros datos en un QR, y se les proporciona a radiólogos u otros médicos una aplicación móvil donde pueden decodificarlas y evaluarlas, lo que permite el acceso a las imágenes sin necesidad de acceder a historias clínicas; incluso a personal de otras instituciones y con fines de educación médica, y ofrecer una mayor accesibilidad y seguridad de la información.¹⁹

En España se codifican con datos de identificación de pacientes que padecen de Alzheimer, previamente autorizada por los familiares, con el fin de proporcionarles asistencia sanitaria inmediata (ej.: alergias, enfermedades de base o medicamentos), normalmente personas ya mayores, que pueden extraviarse o desorientarse con facilidad, algo que pudiera mejorar su calidad de vida y reducir su estrés o ansiedad ante una posible pérdida, ayudando de paso a la normalización de la vida en su entorno. Así, cualquier ciudadano que se encuentre con una persona con Alzheimer que porte su identificador podrá leer fácilmente el QR con su teléfono inteligente y obtener información que permita ayudarlo y prestarle la asistencia necesaria, así como contactar con los familiares rápidamente.²⁰ Brazaletes, tarjetas de presentación o magnéticas con códigos QR que poseen enlaces a sitios con información importante sobre sus propietarios son ofrecidas por varias compañías para apoyar los equipos médicos en situaciones de emergencia.²¹

- Educación Médica:

Su uso es diverso en la educación de posgrado. Un ejemplo se muestra en la especialidad Anestesia, donde el historial clínico anestésico se genera en un QR luego de terminar cada caso, el que queda disponible a los residentes para su uso y perfeccionamiento de las técnicas de la especialidad;²² en Cirugía, para proporcionar una evaluación en tiempo real de los residentes, un equipo del Centro de Ciencias de la Salud de la Universidad Estatal de Luisiana en los Estados Unidos, donde cada uno poseía un código, les proporcionaba un

formulario de evaluación desde una aplicación móvil. Luego de la operación, el profesor escaneaba el QR y completaba el formulario, se revisaba con el residente y se agregaba automáticamente al expediente en la facultad. La innovación tuvo gran aceptación por parte de residentes y profesores, ya que su versatilidad permitía un acceso las 24 h, en tiempo real con mayor seguridad, reducía el fraude académico y permitía un registro longitudinal de la progresión del residente, lo que demuestra superioridad respecto a los cuestionarios en papel.²³ La creación de guías de ejercicios, mediante experiencias, permite acercarse al ambiente clínico y mejorar la práctica, así como integrar tecnologías emergentes y la atención individualizada de pacientes, lo que ha tenido niveles altos de satisfacción en diversas universidades.²⁴

- Farmacología:

El uso de estos códigos para la prescripción eficaz de medicamentos ha sido propuesto recientemente en hospitales y farmacias, para proporcionar a los paramédicos enlaces en tiempo real a bases de datos de pacientes (con datos de identificación, historias clínicas, alergias, etcétera). En Taiwán se implementa satisfactoriamente para transmitir la información y la prescripción de un paciente desde el hospital a la farmacia.¹¹

Un número considerable de pacientes experimentan reacciones adversas a medicamentos o falta de eficacia. Esta variabilidad de la respuesta puede ser explicada por diferencias genéticas entre pacientes. Los datos de farmacogenómica, disponibles en los sistemas computacionales de las clínicas, apoyan su interpretación. De ahí que la Universidad de Viena (Austria) y la *Medexter Healthcare GmbH* crearan un sistema de bases de datos centralizado, de bajo costo, que codifica 385 polimorfismos genéticos con el fin de individualizar y hacer más eficaz la terapéutica.²⁵

- Publicaciones, conferencias, eventos y sistemas de identificación digital:

Diversas revistas proveen códigos QR, ya sean para acceder a sus artículos (mediante el DOI)²⁶ o a números (con enlaces web). En conferencias y posters, las conexiones por este medio posibilitan a la audiencia descargar rápidamente una variedad de objetos como presentaciones, documentos, videos e imágenes.²⁷ Generalmente se coloca en la parte inferior derecha y los documentos obtenidos pueden guardarse, imprimirse, procesarse, etc. Esto gana cada vez más terreno por su alto potencial, y se ha convertido casi en una moda.

El identificador único permanente y universal para científicos y académicos *Open Researcher and Contribution ID* (ORCID, <http://www.orcid.org>), provee un recurso no solo para la identificación inequívoca de un autor, sino también para la vinculación de este con su obra. En múltiples contextos, y de manera interoperable con otros sistemas de identificación, con una generalización progresiva en el quehacer de diversas editoriales de prestigio mundial como parte de la información que estas ofrecen sobre sus autores, proporciona la generación de un QR con sus datos para la futura inclusión en presentaciones, poster, etcétera (Fig. 2).



Fig. 2. QR con el ORCID de los autores.

- Bibliotecas y Mediatecas:

El fácil acceso en datos almacenados en internet hace posible la integración, adición y explicación de videos en diversos idiomas.²⁷ El "Compendio de estadísticas de hechos vitales", del Ministerio de Salud de Perú,²⁸ incluye un código QR en la contraportada. Esto permite el acceso a la publicación de manera directa; además se usa regularmente para la difusión de información, de eventos, cursos y conferencias, entre otras actividades.

PERSPECTIVAS DE APLICACIÓN EN EL SISTEMA NACIONAL DE SALUD DE CUBA

La aplicación en Cuba de un nuevo sistema único de identidad nacional basado, entre varios aspectos, en la utilización de esta tecnología,^{29,30} aporta una mayor versatilidad de usos y cobertura. Un sistema similar podría aplicarse en nuestro Sistema Nacional de Salud, con información útil, para posibilitar la normalización y el perfeccionamiento del sistema de seguridad en las instituciones, siempre que se tengan en cuenta medidas de seguridad como un sistema de encriptado, su gestión y creación con un sistema centralizado e interconectada, así como las medidas que permitan evitar las falsificaciones y evaluar posibles grietas de seguridad.

La [figura 3](#) muestra que, con una simple comparación, es perceptible que la aplicación de un nuevo sistema de identificación, donde solo aparezca una foto del titular y un código QR, proporciona un aumento de la seguridad de los datos personales, así como la integración de una mayor cantidad elementos útiles en un menor espacio, con una lectura sencilla y segura; además de un ahorro substancial de recursos en materia de impresión de estos medios identificativos. Permitiría, además, normalizar el sistema de identificación en salud y evitaría la necesidad de varias credenciales para el acceso a instituciones específicas.



Fig. 3. Propuesta de identificación de los trabajadores de la salud.

Las empresas farmacéuticas podrían emplear un sistema, en este caso con informaciones básicas de medicamentos (como composición, vía de administración, precio, fecha de vencimiento y fabricación, fabricante), así como la posibilidad de inclusión del prospecto completo, y el acceso a materiales como el Formulario

Nacional de Medicamentos y otros. Aplicaciones similares se encontrarían en los servicios de referencia de bibliotecas, carteles promocionales y eventos científicos. En este contexto, la combinación de diferentes tecnologías (impresiones, códigos QR y pantallas) enriquece y facilita el acceso a la información.

CONSIDERACIONES FINALES

Diversas son las aplicaciones de los códigos QR en los servicios de salud, desde la educación, las investigaciones, hasta la práctica médica. En el caso del Sistema Nacional de Salud en Cuba, que durante décadas ha mantenido indicadores de calidad y eficiencia a la altura de los países más desarrollados, se hace necesaria la introducción de esta herramienta para su perfeccionamiento. Esto, unido a la expansión tecnológica que vive hoy Cuba, permitirá en un futuro mediano la generalización y la difusión de estas tecnologías en beneficio de la sociedad.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Denso W. History of QR Code. 2014 [citado 14 de noviembre de 2015]. Disponible en: <http://www.qrcode.com/en/history/>
2. Denso W. What is a QR Code? 2000 [citado 14 de noviembre de 2015]. Disponible en: <http://www.qrcode.com/en/about/>
3. Denso W. Point for setting the module size. 2000 [citado 14 de noviembre de 2015]. Disponible en: <http://www.qrcode.com/en/howto/cell.html>
4. Denso W. QR Code Standardization. 2000 [citado 14 de noviembre de 2015]. Disponible en: <http://www.qrcode.com/en/about/standards.html>
5. Denso W. Information capacity and versions of QR Code. 2000 [citado 14 de noviembre de 2015]. Disponible en: <http://www.qrcode.com/en/about/version.html>
6. Denso W. iQR Code. 2005 [citado 14 de noviembre de 2015]. Disponible en: <http://www.qrcode.com/en/codes/iqr.html>
7. Carrillo-Larco RM, Curioso WH. Oportunidades del código QR para diseminar información en salud. Rev Per Med Exp Sal Publ. 2013; 30(2): 344-64.
8. García-Betances RI, Huerta MK. A review of automatic patient identification options for public health care centers with restricted budgets. J Publ. Health Inform. 2012 [citado 14 de noviembre de 2015]. Disponible en: <http://www.firstmonday.dk/ojs/index.php/ojphi/article/view/4011>
9. Fischer M, Rybitskiy D, Strauss G, Dietz A, Dressler CR. QR-code based patient tracking: a cost-effective option to improve patient safety. Laryngo-rhino-otologie 2013;92: 170-5.
10. Dixon JL, Smythe WR, Momsen LS, Jupiter D, Papaconstantinou HT. Quick response codes for surgical safety: a prospective pilot study. J Surg Res. 2013;184: 157-63.

11. Lin CH, Tsai FY, Tsai WL, Wen HW, Hu ML. The feasibility of QR-code prescription in Taiwan. *J Clin Pharm Ther.* 2012;37(6):643-6.
12. Seenivasagam V, Velumani R. A QR code based zero-watermarking scheme for authentication of medical images in teleradiology cloud. *Comput Math Methods Med.* 2013:516465.
13. Nakayama M, Shimokawa H. Evaluation of an electrocardiogram on QR code. *Stud Health Technol Inform.* 2013;192:1020. DOI:10.3233/978-1-61499-289-9-1020.
14. Ragavendra TR, Mhaske S, Gouraha A, Yuwanathi M, Kamath KP, Saawarn S, Kasetty S. Quick response code in acrylic denture: will it respond when needed? *J Forensic Sci.* 2014;59(2):514-6. DOI: 10.1111/1556-4029.12331.
15. Tseng MH, Wu HC. A cloud medication safety support system using QR code and Web services for elderly outpatients. *Technol Health Care.* 2014;22:99-113.
16. Cai Y, Li X, Li M, Chen X, Hu H, Ni J, Wang Y. Traceability and quality control in traditional Chinese medicine: from chemical fingerprint to two-dimensional barcode. *Evid Based Complement Alternat Med.* 2015:251304.
17. Wang X, Chen W, Chen X. Optical information authentication using compressed double-randomphase-encoded images and quick-response codes. *Opt Express.* 2015 9;23(5):6239-53.
18. Siderits R, Yates S, Rodríguez A, Lee T, Rimmer C, Roche M. Embedding QR codes in tumor board presentations, enhancing educational content for oncology information management. *J Regist Manag.* 2011;38(4):209-11.
19. Ritter F, Harz M, Al Issawi J, Benten S, Schilling K. Combining Mobile Devices and Workstations for the reading of medical images. In: Reiterer H, Deussen O. *Mensch & Computer 2012–Workshopband: interaktiv informiert—allgegenwärtig und allumfassend?* München: Oldenbourg Verlag; 2012. p. 231-40 [citado 14 de noviembre de 2015]. Disponible en: <http://www.mevis-research.de/~ritter/awakeideas/files/publications/MuC2012.pdf>
20. Ayuntamiento de Madrid. Programa piloto Códigos QR para enfermos de Alzheimer. 2014 [citado 14 de noviembre de 2015]. Disponible en: <http://www.madrid.es/portales/munimadrid/es/Inicio/Ayuntamiento/Medios-de-Comunicacion/>
21. Avidan A, Weissman C, Levin PD. Integration of QR codes into an anesthesia information management system for resident case log management. *Int J Med Inform.* 2015;84(4):271-6.
22. Reynolds K, Barnhill D, Sias J, Young A, Greer PF. Use of the QR reader to provide real-time evaluation of residents' skills following surgical procedures. *J Grad Med Educ.* 2014;6(4):738-41.
23. Bellot J, Shaffer K, Wang M. Use of quick response coding to create interactive patient and provider resources. *J Nurs Educ.* 2015;54(4):224-7.

24. Navarro-Molina C, Alonso-Arroyo A, Vidal-Infer A, Valderrama-Zurián JC, Aleixandre-Benavent R. La satisfacción de uso de los dispositivos e-reader en una muestra de estudiantes universitarios españoles. Rev Esp Doc Cient. 2015;38(3):1-6.
25. Samwald M, Adlassnig KP. Pharmacogenomics in the pocket of every patient? A prototype based on quick response codes. J Am Med Inform Assoc. 2013;20:409-12.
26. Lautenschlager S, Rücklin M. Beyond the print-virtual Paleontology in science publishing, outreach and education. J Paleontol. 2014;88(4):727-34.
27. Flaig B, Parzeller M. The QR code in society, economy and medicine-fields of application, options and chances. Arch Kriminol. 2011;227(5-6):152-63.
28. Ministerio de Salud de Perú. Compendio de estadísticas de hechos vitales. Lima: Ministerio de Salud; 2012 [citado 14 de noviembre de 2015]. Disponible en: <http://bvs.minsa.gob.pe/local/MINSA/1779.pdf>
29. Ministerio del Interior. Resolución No. 14 /2014. La Habana: MININT; 2014.
30. Pérez L, Tesoro S. Nuevo Carné de Identidad en Cuba, desde el 29 de octubre. Cubadebate. 2014 [citado 14 de noviembre de 2015]. Disponible en: <http://www.cubadebate.cu/noticias/2014/10/15/nuevo-carne-deidentidad-en-cuba-desde-el-29-de-octubre/>

Recibido: 21 de noviembre de 2015.

Aprobado: 26 de enero de 2016.

Javier Gonzalez-Argote. Cátedra de Comunicación Científica. Universidad de Ciencias Médicas de La Habana. Calle C No. 17301 e/ 8va. y Calzada de San Miguel. CP 11000. La Habana, Cuba.
Correo electrónico: jargote27@gmail.com