

Implementación de códigos QR en materiales docentes

G. Casanova Pastor, J.M. Molina Jordá^{1,2}

¹*Departamento de Química Inorgánica*

²*Instituto Universitario de Materiales de Alicante*

Universidad de Alicante

RESUMEN (ABSTRACT)

El protagonismo que debe adquirir un estudiante en el marco del Espacio Europeo de Educación Superior (EEES) en su proceso de enseñanza-aprendizaje le guiará a “aprender a aprender”, capacidad que deberá mantener durante toda su vida. La metodología docente requerida, por tanto, debe estar fundamentada en un enfoque didáctico que debe adaptarse a un nuevo sistema de difusión de conocimientos. En este contexto parece incuestionable que las nuevas Tecnologías de la Información y de la Comunicación (TIC), junto con una profunda reforma de las bases pedagógicas, son necesarias para conseguir este objetivo. En el presente trabajo se presenta una nueva manera de difusión de conocimientos a través de la facilitación de información mediante documentos docentes que llevan implementados códigos QR. Los códigos QR son claves cifradas que pueden ser leídas fácilmente por cualquier dispositivo óptico de uso cotidiano (teléfono móvil, iPad, etc.) al que previamente se le ha instalado un programa adecuado de lectura (que suele ser gratuito) y que, en su forma más sencilla, dirige un navegador de internet a la página solicitada en clave. El acceso a la información es, de esta forma, mucho más directo, cómodo e incentiva la participación de los estudiantes en foros de discusión implementados en la misma página a la que acceden.

Palabras clave: códigos QR, TIC, materiales docentes, internet.

1. Introducción

1.1 Problema/cuestión.

Las TIC (Tecnologías de la Información y de la Comunicación) ofrecen grandes oportunidades en el entorno docente universitario cuando se utilizan de forma justificada y dinamizada en un contexto curricular adecuado con objeto de enriquecer, estimular y favorecer un aprendizaje significativo por parte de los estudiantes. Un estudio realizado por el Instituto Nacional de Educación Multimedia de Japón (ELMO, 2013) demostró que un aumento en la exposición de estudiantes a las TIC mediante la integración curricular de educación tiene un impacto significativo y positivo en el rendimiento estudiantil, especialmente en términos de "conocimiento-comprensión", "habilidad práctica" y "presentación de habilidad" en materias tales como matemáticas, ciencias y estudios sociales. Cabe recordar, en este contexto, que el marco del Espacio Europeo de Educación Superior (EES) y, en general, la actual sociedad de la información, exigen que desde el punto de vista de la enseñanza se reduzcan las prácticas memorístico-reproductoras a favor de prácticas socio-constructivistas centradas en los alumnos y en el aprendizaje autónomo y colaborativo (Declaración de Praga, 2001). Los nuevos modelos didácticos que integran adecuadamente las aportaciones de las TIC facilitan el acercamiento a este horizonte. En este trabajo se presenta el uso de los códigos QR como una TIC que puede incorporarse a los materiales docentes de trabajo diario de los estudiantes. Los códigos QR (del inglés *Quick Response code*) "códigos de respuesta rápida" utilizados como recurso educativo en el aula y fuera de ella proporcionan información, guían el aprendizaje, motivan a los alumnos, ejercitan sus habilidades y sirven como instrumentos de evaluación además de cumplir la importante función de fomentar el trabajo colaborativo. Si bien algunas TIC son a menudo difíciles de implementar por las restricciones de acceso tecnológico que puede haber en los centros educativos o a nivel particular de los estudiantes, éste no es el caso de los códigos QR. Para su uso simplemente es necesario un dispositivo de los de uso cotidiano hoy en día, como puede ser un teléfono móvil o una tableta. Estos códigos, desde su nacimiento en 1994 en el seno de Deuso Wave (Deuso Wave, 2013), que los diseñó para la filial Toyota con objetivo de identificar las piezas de los automóviles en fase de producción, se han implantado masivamente en nuestra sociedad tanto en ámbitos de publicidad como en contextos culturales y artísticos. Desde el punto de vista de la educación estos códigos resultan muy interesantes ya que pueden constituir un canal interactivo de comunicación entre el profesor y el estudiante a través

del intercambio de información codificada. Para que este trinomio pueda darse adecuadamente los autores del presente trabajo creen que debe existir una combinación inteligente y armoniosa entre los recursos didácticos tradicionales (tales como diccionarios, libros, láminas de ejercicios, etc.), que constituyen el bloque de recursos más fundamental, y este nuevo recurso tecnológico de los códigos QR, utilizado como recurso de apoyo y de información complementaria, de manera que así se consolide una propuesta pedagógica sólida que centra su atención en el estudiante (concepto de "aprender a aprender" (Declaración de Berlín, 2003)) y el aprendizaje colaborativo, la indagación y la investigación. La propuesta de implementación de los códigos QR en los materiales docentes se basa en completar ampliamente y siempre de manera complementaria la información en ellos contenida. Esta nueva posibilidad de trabajo amplía la oferta formativa de los estudiantes, proporcionándoles la posibilidad de crear un entorno mucho más flexible para su aprendizaje, abriéndoles nuevas perspectivas y ofreciéndoles un plus de motivación para el uso de nuevas tecnologías y contribuyendo así a su aprendizaje significativo (Ausubel, 1968). El enfoque pedagógico desde el cual se aborda este proyecto trata de combinar aspectos tanto conductivistas como constructivistas (Fernández, 2011). Por un lado, tiene un enfoque conductivista porque los objetivos a alcanzar por el alumno son medibles, observables y comprobables. Aunque los materiales codificados mediante sistema QR son en cualquier caso complementarios, parece obvio que la ampliación del conocimiento que puede derivarse de ellos redundará en una mejor comprensión de los conceptos tratados y en un aumento significativo del aprendizaje, algo fácilmente comprobable a lo largo de una evaluación continua del curso. En otro sentido, este enfoque pedagógico es también constructivista, ya que ofrece al alumno una herramienta que mejora directamente el proceso de enseñanza-aprendizaje, favoreciendo la regulación de la propia conducta, la reflexión y la construcción de su propio conocimiento.

1.2 Revisión de la literatura.

Según Marc Prensky (Prensky, 2001) los estudiantes de hoy en día y del futuro pueden ser acuñados con el apelativo de "digital natives" (nativos digitales), ya que han nacido en la era digital y son hábiles usuarios de las tecnologías. Han crecido entre equipos informáticos, videoconsolas, equipos digitales, teléfonos móviles, internet, correo electrónico, etc. Quedan muy lejos ya aquellas cifras del 2001 indicativas de que sólo un 4,3% de la población juvenil navegaba por Internet y un 76% aún no se había

situado en el ciberespacio (G.G.M., 2001). "Los estudiantes tienen un enfoque global y ven como estas tecnologías le dan poder a la gente y como a la vez se pueden usar de forma negativa" (Townsend, 2001). Es por ello que se cree que se ha llegado a "...un estado de desarrollo social caracterizado por la capacidad de sus miembros para obtener, compartir y procesar cualquier tipo de información por medios telemáticos de forma instantánea, desde cualquier sitio y en la forma en que se prefiera" (Comisión Sociedad Información, 2003). Estos nativos digitales son sujetos que requieren un nuevo paradigma de aprendizaje que no responde a los modelos clásicos de hasta el momento, ya que con la "enseñanza analógica" tradicional se pueden producir rechazos o pérdidas de atención o interés (García, Portillo, Romo, Benito, 2009).

Las Tecnologías de la Información y de la Comunicación han abierto muchas posibilidades en la enseñanza y el aprendizaje de esta nueva generación "digitalmente" culturizada. Las nuevas tecnologías, integradas en un entorno o ambiente de aprendizaje con diferente grado de virtualización, ponen a disposición de los docentes canales de información y comunicación para promover formas distintas de enseñanza (Villavicencio, 2009). Entre estas nuevas tecnologías aprovechables en el entorno educativo se encuentra la tecnología de los códigos QR. Actualmente son ya muchos los ejemplos que podemos encontrar en la literatura del uso de códigos QR aplicados a la docencia. Ha habido una incipiente inquietud durante los últimos 5 años en utilizarlos para múltiples aplicaciones con cometido en la enseñanza. Así, por ejemplo, se puede citar que una utilidad de estos códigos QR que se ha demostrado sencilla e interesante consiste en colocarlos en las hojas de "examen" para que el alumno, una vez haya terminado su ejercicio, pueda con su dispositivo móvil comprobar inmediatamente los resultados (De Haro, 2012). Otro ejemplo interesante de innovación docente mediante la utilización de esta tecnología se encuentra en una experiencia desarrollada en base a publicar los horarios de tutorías mediante estos códigos (Allueva, Alejandro, 2012). La información, de esta manera, puede estar actualizada constantemente y ser accesible tanto desde la Red como desde el tablón de anuncios del Departamento. Hay otros ejemplos del uso de esta tecnología para la enseñanza de la lógica de programación (Ballesteros, Delgado, 2012).

1.3 Propósito.

El trabajo en el aula por parte de los profesores implica un uso adecuado de los recursos y de las herramientas docentes de trabajo para la formación académica de todos

los estudiantes sin excepción. En este sentido se puede pensar que la implementación de nuevas tecnologías debe siempre hacerse teniendo en cuenta a aquellos estudiantes con menos recursos. Si bien esto es verdad, también lo es el hecho de que los dispositivos móviles de lectura de códigos QR pertenecen a una tecnología de implantación madura y de uso cotidiano. El uso de estos códigos es, por tanto, asequible para cualquier estudiante con las herramientas tecnológicas de que ya dispone en el día a día.

En un sentido particular este trabajo muestra una propuesta de implementación de los códigos QR a materiales docentes de varias asignaturas que se imparten en la Universidad de Alicante. En un sentido más amplio, los autores muestran una nueva metodología de trabajo a través de la facilitación de información complementaria mediante códigos QR que creen puede resultar de interés para mejorar los resultados de aprendizaje de los estudiantes. De esta forma, se genera que los estudiantes tengan un mayor grado de implicación en su proceso de enseñanza-aprendizaje, además de que se mejoran sus competencias creativas y de expresión. Se contribuye así por tanto a facilitar el "aprender a aprender", en donde el alumno, en un entorno contextualizado y realista, juega un papel activo en su propio aprendizaje (Ministerio de Educación, Cultura y Deporte, 2003). Esta metodología implica el uso de un recurso ágil, que ayuda al alumno y al propio docente, ya que estos códigos puede utilizarse rápidamente para generar información de diversa índole: respuestas a ejercicios, ampliar información de libros, proporcionar información de eventos universitarios relacionados con la asignatura en cuestión, acceder a un archivo con explicaciones del profesor o, en términos generales, apuntar a cualquier contenido multimedia (página web, video, audio, documentos, etc.) (Sánchez, 2011). Las aplicaciones que se encuentren a esta forma de comunicación codificada dependerán en gran medida de la implicación del docente para tutorizar a los alumnos a los contenidos didácticos que considere oportunos, proporcionando así un cambio positivo de actitud; primero, en cuanto al uso de las nuevas tecnologías y la facilitación del trabajo a los alumnos, y en segundo lugar ampliando los límites espacio-temporales del conocimiento formal en contextos no académicos de una forma rápida ágil y económica, proporcionando al alumno una motivación por el aprendizaje y favoreciendo así su autonomía.

2. Metodología

2.1. Descripción del contexto y de los participantes

El planteamiento metodológico de implementación de los códigos QR en materiales docentes se ha puesto en marcha en diferentes asignaturas de varias Titulaciones de la Facultad de Ciencias de la Universidad de Alicante. En concreto se ha aplicado a las siguientes asignaturas (en paréntesis se nombra la titulación y el curso académico en cuestión): Química del Estado Sólido (Máster Universitario de Ciencia de Materiales – curso 2011-2012), Química del Estado Sólido (Máster Universitario de Nanociencia y Nanotecnología Molecular – cursos 2010-2011 y 2011-2012), Fibras y Materiales Compuestos (Máster Universitario de Ciencia de Materiales – curso 2011-2012) e Introducción a la Ciencia de los Materiales (tercer curso de Licenciatura en Química – curso 2010-2011). Los alumnos que han probado esta nueva metodología han sido los matriculados en estas asignaturas en los respectivos años académicos.

2.2. Materiales e instrumentos

Para el desarrollo de este ejercicio han sido necesarios: i) un generador de códigos QR (que puede descargarse gratuitamente de la Red; entre los más útiles figura el programa “*QR encoder*”, de un uso fácil e intuitivo); ii) un programa informático que permita la incorporación de estos códigos generados a los materiales docentes (suele ser el mismo programa con el que se generan los documentos docentes; por ejemplo: Word, Power Point, etc.); y iii) un decodificador de códigos QR (que puede descargarse también de la Red de forma gratuita en alguna de sus versiones para todos los dispositivos móviles actuales, bien se trate de teléfonos móviles inteligentes o tabletas digitales con dispositivo de cámara).



Figura 1. (a) Ejemplo de código QR; (b) Disposición de un lector móvil para la lectura de un código QR.

2.4. Procedimientos

La estrategia seguida para el desarrollo del proceso de enseñanza-aprendizaje de las diferentes asignaturas donde se han utilizado materiales docentes con códigos QR implementados se ha vinculado a las siguientes preguntas:

- i) ¿Qué se espera que aprendan los alumnos con la utilización de los códigos QR?
- ii) ¿Qué relación tiene esta actividad con los contenidos y objetivos que se trabajan en clase?

Para conseguir desarrollar esta doble vertiente de objetivos, se ha desarrollado un plan de acción estratégico en el cual los estudiantes utilizan los códigos QR como un elemento metodológico protagonista y de especial importancia en su trayectoria de "aprender a aprender". En este sentido, y dado que estos códigos ofrecen información complementaria en los materiales docentes donde se utilizan, los códigos QR especifican, organizan, desarrollan y amplían lo que se espera que los alumnos aprendan en clase, convirtiéndose en instrumentos básicos tecnológicos, técnicos y de investigación.

El procedimiento que han seguido los alumnos es el que a continuación se explica. En los materiales docentes de las asignaturas en las que se ha puesto en marcha esta experiencia se han implementado diversos códigos QR a lo largo del material. Estos códigos, con información complementaria al tema tratado, pueden contener aclaraciones importantes del profesor, soluciones a ejercicios propuestos o servir de enlace a páginas web con contenidos relacionados con los temas tratados. Lógicamente, para que el alumno pueda interesarse por esta tecnología se debe seguir un proceso previo de instrucción. La primera actividad que debe realizarse es, por tanto, la de explicar a los estudiantes para qué son útiles los códigos QR, cuál es la pretensión de incorporarlos a los materiales docentes y las ventajas de su utilización gracias a la agilidad de búsqueda y acceso a la información que proporcionan. Es conveniente que, para fomentar la utilización por parte de los alumnos de esta tecnología, el profesor haga uso de ella en el tiempo en el aula. Una vez inmersos en esta actividad, los alumnos puedan dirigir su propio aprendizaje con este material complementario a su ritmo, tanto dentro como fuera del aula, pudiéndolo consultar tantas veces como consideren necesario. Se debe recordar aquí que los profesores son profesionales de la enseñanza y no de la producción de materiales, por tanto el profesor deberá adoptar los

mínimos materiales que considera más eficientes para que se produzca un aprendizaje significativo por parte del alumno.

3. Resultados

La implementación de los códigos QR cambia, moderniza y amplía el sentido de los materiales docentes puestos por el profesor a disposición de los estudiantes. El material docente deja de ser una mera guía de estudio para convertirse en un material interactivo, vivo, que puede conducir a nuevas formas de ampliación de conocimiento. En este sentido ofrece un ambiente moderno de aprendizaje que acerca al estudiante a un nuevo concepto de información, que bien puede venir dado en formato de aclaraciones conceptuales del profesor en forma de texto o bien tratarse de las nuevas tecnologías de reproducción de archivos multimedia (audio o audio y video).

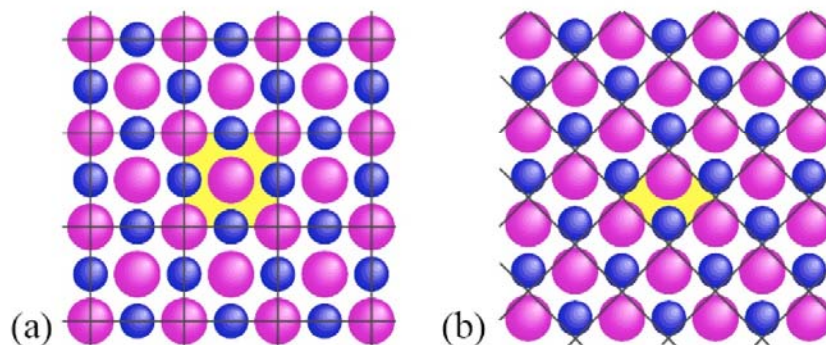
A continuación se muestran dos ejemplos de implementación de códigos QR en material docente que fue puesto a disposición de los estudiantes de la asignatura “Química del Estado Sólido”, del Máster Universitario de Nanociencia y Nanotecnología Molecular, impartida en la Universidad de Alicante durante el curso académico 2010-2011 (Figura 2).

Una de las ventajas que nos ofrecen los códigos QR es que al ser códigos encriptados de información codificada permiten simplificar los textos que estudiantes y profesores utilizan, ya que toda la información complementaria que se necesite añadir aparecerá en este formato cifrado y no como texto o dibujo, simplificando, de esta forma, los documentos. Desde un punto de vista pedagógico, y teniendo en cuenta el dominio que los sistemas de información poseen actualmente, se puede argumentar que otra de las ventajas que ofrecen los códigos QR es que hacen posible la personalización de la experiencia de aprendizaje, adaptando el proceso de “enseñanza- aprendizaje” al ritmo y a las características del estudiante.

Entre los inconvenientes encontrados en el uso de esta tecnología se puede citar como más importante el hecho de que es necesario que estos códigos QR incorporados a los materiales docentes presenten una calidad de imagen óptima para que el lector de códigos los pueda reconocer. No obstante, parece una barrera fácilmente salvable teniendo en cuenta las características técnicas de los dispositivos informáticos que hay a disposición hoy en día.

1. Orden y desorden: conceptos básicos

Orden periódico y celda unidad:



Orden en la naturaleza: cristales gigantes de Naica



(a)



(b)


Figura 2.- Ejemplo de implementación de un código QR en uno de los materiales docentes puestos a disposición de los alumnos de la asignatura “Química del Estado Sólido”, del Máster Universitario de Nanociencia y Nanotecnología Molecular, impartida en la Universidad de Alicante durante el curso académico 2010-2011. El código QR insertado en la parte inferior derecha de la lámina que se muestra en (a) lleva a la visualización de un vídeo almacenado en un servidor gratuito de Internet cuyo primer fotograma se muestra en (b).

A continuación, en la Figura 3 se muestra otro ejemplo de incorporación de un código QR en un material docente. En este caso el código mostrado codifica la información de la solución a un ejercicio planteado.

Ejercicio 3 - Cálculo del tamaño de un hueco octaédrico

Calcule el radio máximo de una esfera que puede acomodarse en un hueco octaédrico dentro de un sólido compacto compuesto de esferas con radio r .

Solución explicada:



(a)

① Código:
Respuesta. Si el radio de una esfera es r y el del hueco es rh , del teorema de Pitágoras se infiere que $(r+h)^2+(r+h)^2=(2r)^2$ y, por consiguiente, que $(r+h)^2=2r^2$, lo cual implica que $rh=0.414r$.

(b)

Figura 3.- Ejemplo de implementación de un código QR en uno de los materiales docentes puestos a disposición de los alumnos de la asignatura “Química del Estado Sólido”, del Máster Universitario de Nanociencia y Nanotecnología Molecular, impartida en la Universidad de Alicante durante el curso académico 2010-2011. El código QR insertado en el recuadro del ejercicio propuesto en (a) lleva a la visualización de su solución en (b).

Es interesante mencionar en este punto que entre las limitaciones en el uso de estos códigos QR se encuentra su capacidad máxima de información (Ballesteros, Delgado, 2012), que puede llegar hasta: 4296 caracteres alfanuméricos o 7089 caracteres numéricos o 2953 caracteres codificados como byte o 1817 caracteres japoneses (Kanji) o una combinación de ellos. Esto hace que no haya problema cuando se utiliza un código QR para dirigir a un enlace web que contiene un archivo (ya que las direcciones web contienen relativamente pocos caracteres), o bien para mostrar un texto corto como el de la Figura 3 (b). Sin embargo, si la información codificada es cuantiosa

es preferible dejarla colgada en un servidor en forma de archivo y utilizar el código QR para dirigir al alumno a este documento.

La respuesta del alumnado a esta experiencia ha resultado muy gratificante. En una encuesta realizada a los alumnos de las asignaturas donde se utilizaron materiales docentes con códigos QR, más del 90% dice haber sentido curiosidad por esta tecnología y haber accedido a todo el material contenido. Casi el 100% de los alumnos creen que se trata de una metodología innovadora y motivadora y de fácil acceso para todos. La valoran como valiosa en su proceso de formación, ya que les ha permitido sentir satisfacción de descubrir nuevos canales de aprendizaje.

4. Conclusiones

En general, tanto los docentes como los alumnos que han participado en esta experiencia, la han valorado como muy positiva. El alto grado de respuesta de los alumnos (más del 90% accedieron a todos los materiales contenidos en los códigos QR) hace pensar que se trata de una metodología adecuada a los tiempos actuales y, al mismo tiempo, motivadora. La opinión de los alumnos arroja también conclusiones muy positivas, como que ven esta nueva metodología como una nueva manera de guiar su propio aprendizaje y con ello cumplir aquello de que “el valor de la educación está en el propio camino, no en la meta”.

5. Referencias bibliográficas

ELMO (2013). Las TIC en educación. Recuperado de <http://www.elmoglobal.com/es/html/ict/01.aspx>

Declaración de Praga (2001). Hacia el Área de la Educación Superior Europea. Promoción de la cooperación europea en la garantía de calidad, 3. Recuperado de http://www.eee.es/pdf/Praga_ES.pdf

Denso Wave (2013). Answers to your questions about the QR code. Recuperado de <http://www.qrcode.com/en/>

Declaración de Berlín (2003). Educación Superior Europea. Recuperado de http://www.eees/pdf/Berlin_ES.pdf

Ausubel, D.P. (1968). Educational Psychology: A cognitive view. New York: Holt, Rinehart & Winston.

Fernandez Jimenez, M.A., Mena Rodríguez, E. (2011). Tutor 2.0 Aplicaciones para entornos virtuales de aprendizaje: Modelo pedagógico y evolución del E-learning. Málaga: Ediciones Aljibe.

Prensky, M. (2001). Digital Natives, Digital Immigrants. M.U. Press, Editor & M. Prensky Productor. Recuperado de [http://www.marcprensky.com/writing/Prensky-NATIVOS%20E%20INMIGRANTES%20DIGITALS%20\(SEK\).pdf](http://www.marcprensky.com/writing/Prensky-NATIVOS%20E%20INMIGRANTES%20DIGITALS%20(SEK).pdf)

G.G.M. (2001, 1 de enero). La red. Un increíble e inabarcable mundo para perderse sin salir de casa. El Mundo, p. 4.

Townsend, R. (2001, 30 de abril). Una universidad de Boston crea una carrera sobre el fenómeno social de Internet. El País, p. 34.

Comisión especial de estudio para el desarrollo de la sociedad de la información (2003). Aprovechar la oportunidad de la Sociedad de la Información en España, Madrid, Ministerio de Ciencia y Tecnología.

García, F., Portillo, J., Romo, J., Benito, M. (2007). Nativos Digitales y modelos de aprendizaje. Recuperado de <http://spdece07.ehu./actas/Garcia.pdf>

De Haro, J.J. (2012, 6 de marzo). El uso de códigos QR en los exámenes. Recuperado de <http://jjdeharo.blogspot.com.es/2012/03/el-uso-de-codigos-qr-en-los-examenes.html>

Allueva, A.I., Alejandre, J.L. (2012). Códigos QR: una alternativa en la gestión docente del profesor. Recuperado de http://congresos.uned.es/w3433/actividad_ponencias/ponencia/129

Ballesteros, J.A., Delgado, I.A. (2012). Códigos QR: Una alternativa para el aprendizaje en el m_learning. Recuperado de <http://virtualeduca.info/ponencias2012/144/CdigosQRVirtualEduca.com>

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte (2003). La integración del sistema universitario español en el Espacio Europeo de Enseñanza Superior. Los nuevos retos del sistema universitario español. Recuperado de http://www.eees/pdf/Documento-Marco_10_Febrero.pdf

Sánchez, A. (2011). La escuela del futuro: los códigos QR aplicados a la educación. II Congreso virtual sobre educación y TIC 2011. Recuperado de <http://www.youtube.com/watch?v=9xEdv6SCqZg>

Anexo

El uso de códigos QR está tan ampliamente difundido que algunas Universidades, como la de Nottingham en el Reino Unido, pone a disposición de cualquier persona con acceso a Internet materiales docentes diversos con infinidad de información codificada según el sistema QR. La Figura 4 muestra, a modo de ejemplo, una Tabla Periódica con información codificada en el sistema QR.

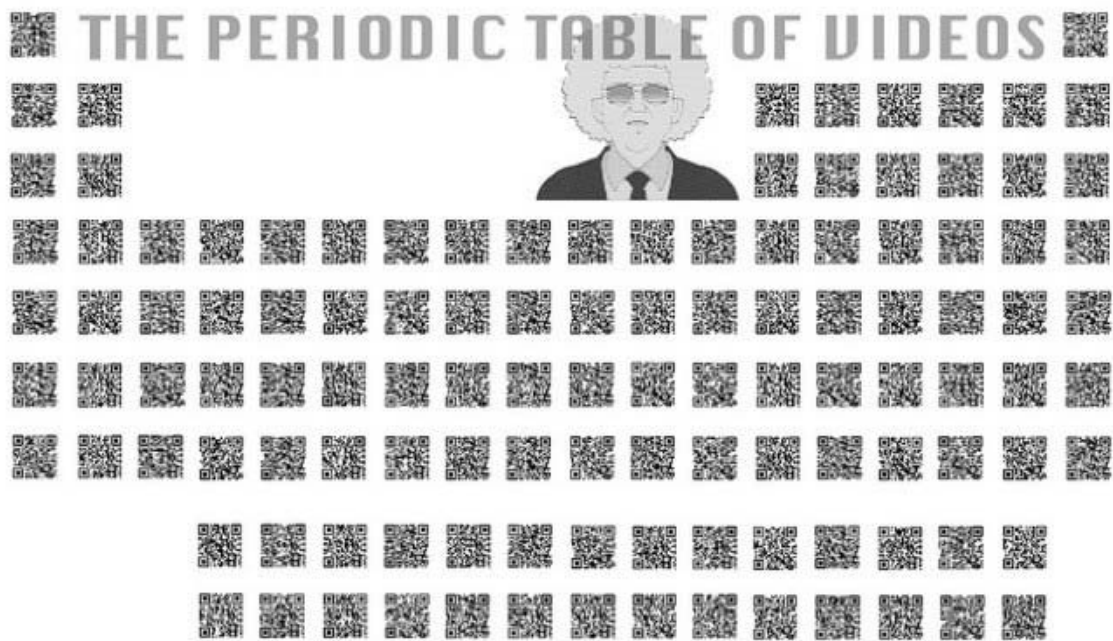


Figura 4.- Ejemplo de utilización de códigos QR en la Universidad de Nottingham. Cada elemento químico de la Tabla Periódica lleva asignado uno de estos códigos con información relativa a muchos aspectos clave de su descubrimiento, extracción o uso, entre otros. Extraído de <http://www.periodicvideos.com>.