



De los OA a los OI. Una mirada a su evolución desde la perspectiva del encapsulamiento

From LO to IO. A view to its evolution since the encapsulation perspective

Eje temático: Ciencia, Tecnología e Innovación:

Alejandro De Fuentes Martínez

Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo

geeko77@gmail.com

Néstor Fernández Sánchez

Universidad Nacional Autónoma de México

nffss@gmail.com

Resumen

Así como transitamos del paradigma de la Programación Estructurada al paradigma de la Programación Orientada a Objetos (POO), es posible también concebir una evolución de los objetos de aprendizaje hacia los objetos inteligentes desde la perspectiva de una de las cualidades distintivas de la POO conocida como *encapsulamiento*. En este artículo, presentamos un análisis partiendo de la definición y el origen del término así como de las características elementales de los objetos de aprendizaje comparándolas con las cualidades del paradigma de la POO. Luego, con la llegada decisiva de los objetos inteligentes, argumentamos que representan un estadio posterior pues gracias a su encapsulación permiten aumentar el potencial para la innovación, no sólo educativa sino en distintos ámbitos de acción comunicativa, de mercadotecnia e incluso política. Podemos concebir incluso a los OI (Objetos Inteligentes) como una carta de presentación en formato *QRC* (*Quick Response Codes*) de los objetos digitales para el Internet de las Cosas, (*IoT*, por sus siglas en inglés). Como precedente de este trabajo de análisis, se refiere una experiencia formativa con un grupo de docentes que aprendieron sobre el uso y la generación de *Códigos QR* para enriquecer su quehacer docente, promoviendo con ello, la

replicación de este tipo de cursos y el uso de los objetos inteligentes en formato *QRC* como una estrategia alternativa para potenciar la innovación educativa y el aprendizaje ubicuo.

Abstract

As we walk from the Structured Programming Paradigm toward the Object Oriented Programming (OOP) Paradigm, it is also possible to conceive an evolution of learning objects into smart objects from the perspective of one of the OOP distinctive qualities known as *encapsulation*. In this article, we present an analysis beginning from the definition and origin of the compound word as well as the basic characteristics of the learning objects comparing them with the qualities of the OOP paradigm. Then, with the decisive advent of smart objects, we argue that they represent a later stage in the learning objects evolution because thanks to its encapsulation they allow to increase the potential for innovation, not only in the educational field but in different areas of communication, marketing and even political action. We can even conceive the SO (*Smart Objects*) as a presentation id in *QRC* (*Quick Response Codes*) format for digital objects inside the Internet of Things (IoT). As a precedent for this work and analysis, we refer a formative experience with a group of teachers who learned about the use and generation of QR codes to enrich their teaching work, thereby promoting the replication of such kind of courses and the use of Smart Objects in *QRC* format as an alternative strategy to boost educational innovation and ubiquitous learning.

Palabras clave: Objetos de aprendizaje, objetos inteligentes, internet de las cosas, evolución, encapsulamiento.

Keywords: Learning objects, intelligent objects, Internet of Things, evolution, encapsulation,

1.- Introducción

Tal como refiere (Chan, Galeana y Ramírez, 2006), el tema de los *Objetos de Aprendizaje* no es nuevo; pero pareció redescubrirse a partir del año 2000 y rápidamente se insertó el término en el lenguaje de tecnólogos, educadores y gestores de la tecnología educativa.

Por su parte, el término *Objeto de Aprendizaje (OA)*, inicialmente puede llegar a representar un concepto muy familiar en el ámbito educativo, ya que el término "objeto", como ente de conocimiento, lo encontramos en las ciencias de la educación desde hace muchísimo tiempo. Entre las ciencias que han tocado directamente el término de "objeto" se encuentran la filosofía, la sociología, la psicología y la pedagogía; pero en la actualidad, cuando hablamos de OA nos referimos a la conexión de "objetos" con "tecnología". (Ramírez, 2007).

A modo introductorio, presentaremos dos definiciones generalmente aceptadas sobre los OA. Wiley (2000), uno de los autores más reconocidos en la temática de los OA, los define como "cualquier recurso digital que pueda volver a utilizarse para apoyar el aprendizaje". En esta definición, Wiley pone de manifiesto que lo más importante es que se apoye el aprendizaje y que el recurso pueda volver a utilizarse. De tal manera que una foto, una presentación de láminas, las imágenes, los audios, los videos pueden ser considerados como OA si dichos elementos apoyan el aprendizaje (Ramírez, 2007).

La otra definición, corresponde a la formulada en 2002, después del análisis y trabajo interinstitucional realizado por la Comisión Académica de la Corporación Universitaria para el Desarrollo de Internet 2 en México (CUDI):

Un objeto de aprendizaje es una entidad informativa digital desarrollada para la generación de conocimiento, habilidades y actitudes, requeridas en el desempeño de una tarea, que tiene sentido en función de las necesidades del sujeto que lo usa y que representa y se corresponde con una realidad concreta susceptible de ser intervenida.

Parte del objetivo de este trabajo, es encontrar los puntos de convergencia en cuanto a conceptos y características del paradigma de la Programación Orientada a Objetos (POO) con las cualidades atribuidas a los objetos de

aprendizaje, de tal suerte que sea posible decodificar mejor el origen del término propiamente y argumentar en consecuencia, que dado su origen tomado del campo de los lenguajes de programación, y dado el desarrollo también de los sistemas de codificación bidimensionales, podemos concebir un siguiente estadio en la evolución de este tipo de objetos, hacia el de los objetos inteligentes, los cuales podemos asumir también como una carta de presentación para el *Internet de las Cosas*. (*IoT*, por sus siglas en inglés) y que abren una amplia ventana para mirar con inquietud las posibilidades que pueden tener en el campo educativo, buscando acrecentar el potencial de innovación educativa con creatividad y deseos de experimentación.

2. Una definición oficial acerca de los objetos inteligentes.

El Informe Horizon del año 2012 para la Educación Superior ha establecido la definición siguiente para los objetos inteligentes:

Un objeto inteligente tiene cuatro atributos clave: es pequeño, y por lo tanto fácil de colocar a casi cualquier cosa, tiene un identificador único, tiene un pequeño almacén de datos o información, y posee una manera de comunicar esa información a un dispositivo externo bajo demanda. El *Internet de las Cosas* extiende ese concepto mediante el uso de TCP/IP como el medio para transmitir esa información, por lo tanto haciendo de esos objetos accesibles (y fáciles de encontrar) en Internet. Los objetos que llevan información con ellos han sido utilizados para el monitoreo de equipos o materiales sensibles, compras en puntos de venta, seguimiento de pasaportes, en la administración de inventarios, identificación, y aplicaciones similares. *Los objetos inteligentes son la próxima generación de esas tecnologías*. Saben acerca de un determinado tipo de información, tal como el costo, la edad, la temperatura, el color, la presión o humedad - y pueden transmitir esa información de manera fácil e instantánea. Ellos se pueden utilizar para administrar digitalmente los objetos físicos, controlar su estado, realizar un seguimiento a lo largo de su vida útil, alertar a alguien o sobre algo cuando esté en peligro de ser dañado o en mal estado; o incluso, para "anotarles" descripciones, instrucciones, garantías, tutoriales, fotografías, conexiones a otros objetos, y cualquier otro tipo de información contextual imaginable. El Internet de las Cosas permitiría el fácil acceso a estos datos..." (Johnson, Adams y Cummins, 2012).

La siguiente figura es un ejemplo de *Objeto Inteligente* en formato de *QCR* (*Quick Response Code*) que vincula de manera recursiva al sitio oficial sobre

Códigos QR (QR Code.com) propiedad de la compañía japonesa Denso Wave Incorporated, creadora de este tipo de codificación en 1994 y subsidiaria de Toyota. En la página mostrada, podrán consultarse las 6 características primordiales de los códigos QR, así como información adicional respecto a su capacidad, corrección de errores, estandarización y múltiples maneras de usar o aplicar estos códigos bidimensionales.



Figura 1. Ejemplo de Objeto Inteligente en formato de QCR

3. Brevísimas reseña histórica de los paradigmas y lenguajes de programación

Durante la década de los sesenta del siglo XX, muchas de las grandes iniciativas para desarrollo de software encontraron severas dificultades. Los itinerarios de software generalmente se retrasaban, los costos rebasaban en gran medida los presupuestos, y los productos terminados no eran confiables. Las mejoras a la tecnología de software comenzaron a aparecer con los beneficios de la denominada programación estructurada (y las disciplinas relacionadas como el análisis y diseño de sistemas estructurados) que se realizaba en la década de los setenta. Pero fue hasta que la tecnología de la programación orientada a objetos se hizo popular en la década de los noventa, que los desarrolladores de software sintieron que tenían las herramientas necesarias para realizar mayores adelantos en el proceso de desarrollo de software. Deitel y Deitel (2014).

Así, en un principio, las actividades de investigación durante la década de los sesenta dieron como resultado la aparición de la programación estructurada (un método disciplinado para escribir programas más claros, fáciles de corregir, y más fáciles de modificar). Un problema fundamental con la programación estructurada (o programación por procedimientos) era que las unidades de programación no reflejaban de manera sencilla y efectiva a las entidades del mundo real; así, estas unidades no eran particularmente reutilizables. Con gran frecuencia, los programadores debían comenzar “de nuevo” cada nuevo proyecto y escribir código similar “desde cero”. Esto significaba un gasto de tiempo y de dinero, ya que la gente tenía que “reinventar la rueda”

repetidamente. Mediante la tecnología de objetos, las entidades de software creadas (llamadas clases), al diseñarlas apropiadamente tendían a ser mucho más reutilizables en proyectos futuros. (Deitel y Deitel, 2004).

De acuerdo dichos autores, la tecnología de objetos data de mediados de la década de los sesenta. El lenguaje de programación C++, que se trató de un C mejorado, fue desarrollado por Bjarne Stroustrup en los laboratorios Bell de AT&T a principios de la década de los ochenta y se basa en dos lenguajes: el C, que se desarrolló inicialmente también en AT&T a principios de la década de los sesenta para implementar el sistema operativo UNIX, y Simula 67, un lenguaje de programación para simulación desarrollado en Europa y liberado en 1967. El lenguaje C++ absorbió las características de C y adicionó las capacidades de Simula 67 para crear y manipular objetos. Con todo ello, C++ proporciona un conjunto de características que “pulen” al lenguaje C; sin embargo, lo más importante es que proporciona capacidades para una Programación Orientada a Objetos y se convirtió rápidamente en el lenguaje dominante en la industria y en las universidades.

Pero entonces, ¿Qué son los objetos y por qué son tan especiales? En realidad, la tecnología de objetos es un esquema de compactación que permite crear unidades útiles de software. Éstas son grandes y altamente enfocadas a ámbitos de aplicación particulares. Existen objetos de fecha, de hora, de cheques, de facturas, de audio, de video, de archivo, de registro y de otros más. De hecho, casi cualquier sustantivo puede representarse razonablemente como un objeto. Vivimos en un mundo de objetos. Sólo miremos a nuestro alrededor. Existen automóviles, aviones, gente, animales, edificios, semáforos, elevadores y otras cosas. En resumen, antes de la aparición de los lenguajes orientados a objetos, los lenguajes de programación (tales como FORTRAN, Pascal, Basic y C) se basaban en acciones (verbos), en lugar de cosas u objetos (sustantivos). Los programadores, que viven en un mundo de objetos, programaban primordialmente mediante el uso de verbos. Ahora, con la disponibilidad de los lenguajes orientados a objetos tales como Java y C++, los programadores siguen viviendo en un mundo orientado a objetos y pueden programar de una manera orientada a objetos. Éste es un proceso más natural

de programación, y dio como resultado un mayor grado de productividad y de complejidad en la escritura de programas. Así lo formularon razonablemente Deitel y Deitel (2014).

4. El augurio del Internet de las Cosas

Desde la década de los noventa del siglo pasado comenzó a augurarse que el próximo campo importante de impacto y desarrollo para los microprocesadores y los lenguajes de programación sería el de los dispositivos electrónicos inteligentes y para uso doméstico. A partir de 1991 Sun Microsystems patrocinó un proyecto de investigación denominado Green. El proyecto desembocó en el desarrollo de un lenguaje basado en C y C++, al cual, James Gosling llamó Oak, pero debido a que ya existía un lenguaje de programación con el mismo nombre, se le asignó el nombre de Java (una variedad de café), luego de una visita del grupo de desarrollo a una cafetería local.

Por su parte, la popularidad de la World Wide Web (WWW) explotó en 1993, y la gente de Sun se dio cuenta de inmediato del potencial de Java para crear contenido dinámico para páginas Web. Sun anunció formalmente a Java en una exposición profesional que tuvo lugar en mayo de 1995. De inmediato, Java generó interés dentro de la comunidad de negocios debido a la fenomenal explosión de la WWW. En la actualidad, Java se utiliza para crear páginas Web con contenido dinámico e interactivo, para desarrollar aplicaciones a gran escala, para aumentar la funcionalidad de los servidores Web, para proporcionar aplicaciones para dispositivos domésticos (como teléfonos celulares, localizadores y asistentes digitales personales), y más. Por lo anterior, Java ha adquirido una relevante prominencia para desarrollar aplicaciones para Internet e intranets, Java se ha convertido en el lenguaje a elegir para implementar software para dispositivos que se comunican a través de una red (tales como teléfonos celulares, localizadores y asistentes electrónicos personales) (Deitel y Deitel, 2014).

Estos serían los inicios que augurarían la *Internet de las Cosas*, *Internet-0*, *IoT* o simplemente *IO*.

5. Breve historia de los Códigos QR

Todo comenzó por la necesidad de codificar mayor cantidad de datos. Aunque el uso

de códigos de barras se había extendido rápidamente desde sus inicios en la década de los 60, sus limitaciones resultaron evidentes en poco tiempo. La deficiencia más destacada de este sistema fue el hecho de que un código de barras sólo puede contener 20 caracteres alfanuméricos de información, además de que en los códigos de barras, la información está codificada solamente en una dirección (una dimensión). Sin embargo, la invención del código de barras proporcionó una solución temporal al problema de los múltiples e inmensos inventarios en los supermercados en las décadas pasadas, así como a los problemas de salud derivados, como daños en las muñecas y síndromes del túnel carpiano. Posteriormente, con el desarrollo del sistema TPV¹, se logró que el precio de un artículo estuviera asociado al código de barras el cual se mostraba a un lector óptico de la caja registradora enviando la información al equipo instantáneamente. Con ello, los clientes de Denso Wave Incorporated (entonces una división de Denso Corporation) que en aquellos tiempos desarrollaban los lectores de código de barras, comenzaron a solicitar si era posible desarrollar otro código que pudiera contener más información y además que incluyera caracteres del alfabeto japonés. El equipo de desarrollo fue de solo dos personas y Denso Wave designó a Masahiro Hara como responsable del desarrollo del futuro código QR². En aquel entonces, quienes trabajaban en códigos 2D, estaban obsesionados en comprimir tanta información como fuera posible. En los códigos 2D, la información está codificada en dos direcciones: a lo ancho y de arriba hacia abajo. Hara, a fin de desarrollar un código que pudiera leerse fácilmente y ser capaz de sustentar una gran cantidad de información, decidió estudiar un nuevo código 2D. Un año y medio después del comienzo del proyecto y tras innumerables pruebas de ensayo y error, se creó un código QR capaz de codificar unos 7.000 caracteres alfanuméricos y con la capacidad adicional de incluir elementos del alfabeto japonés. Este código, no sólo podría almacenar una gran cantidad de información, también se podía leer 10 veces más rápido que otros códigos existentes. Así, en 1994, Denso Wave anunció el lanzamiento de su código QR, siglas que representan el acrónimo de *Quick Response* o *Respuesta Rápida* y que expresan una de las características esenciales del diseño como es la necesidad de una lectura de alta velocidad. El uso del código comenzó a

¹ Acrónimo de Terminal Punto de Venta, (en inglés POS, Point of Sales). Hace referencia al dispositivo y tecnologías que ayudan en la tarea de gestión de un establecimiento comercial de venta al público que puede contar con sistemas informáticos especializados mediante una interfaz accesible para los vendedores. (Fuente: [Wikipedia](#)).

² Un código QR (*quick response code*, «código de respuesta rápida») es un módulo para almacenar información en una matriz de puntos o en un código de barras bidimensional. Presenta tres cuadrados en las esquinas que permiten detectar la posición del código al lector. Los códigos QR son el código bidimensional más popular en Japón. (Fuente: [Wikipedia](#)).

difundirse rápidamente, junto con la decisión de Denso Wave de hacer las especificaciones del código QR libres y disponibles al público en general. Con la clara política de Denso Wave de no ejercer los derechos de patente del código QR, se aseguró su libre uso por parte de los desarrolladores y público en general. Así, el QR se puede utilizar sin costo alguno y ha crecido como un "código público" y abierto. En la actualidad su uso se ha extendido hacia todas partes del mundo³.

6. La evolución de los Objetos de Aprendizaje hacia los Objetos Inteligentes desde la perspectiva del encapsulamiento. Una carta de presentación para el Internet de las Cosas (IoT).

En un esfuerzo de vinculación conceptual y como se mencionó con anterioridad, el término "objeto" es compartido por muchas disciplinas, como la Educación, la Filosofía o la Sociología, entre otras. Así, podemos referir los términos compuestos *objeto de estudio*, *objeto de conocimiento*, *objeto social*. En el contexto de la POO los objetos son, esencialmente, componentes reutilizables de software que modelan elementos reales.

Por su parte, dentro del marco del desarrollo de los lenguajes de programación, la llegada de las bibliotecas de componentes reutilizables, permitió reducir el esfuerzo requerido para implementar ciertas clases de sistemas, comparado con el esfuerzo que se hubiera requerido para reinventar estas capacidades en nuevos proyectos. Con todo, la POO ha mostrado ser la metodología clave de la programación en las tres décadas anteriores y consiste en construir los programas de una forma distinta; en vez de basarnos en una secuencia de procesos a realizar, tratamos de modelar unos elementos que tienen unas características y comportamientos determinados, a los que llamamos objetos, que interactúan enviándose mensajes entre sí. (Rodríguez, 2014). Así, mientras los lenguajes de programación estructurados basan su funcionamiento en el concepto de subrutina (procedimiento o función); los lenguajes orientados a objetos, como C++ y Java, el elemento básico no es la

³ En 1999, fue aprobado como código 2D estándar por el JIS (Japan Industrial Standards) y adoptado como estándar 2D en las transacciones EDI (Electronic Data Interchange) de la Japan Automobile Manufacturers Association. Finalmente, en el año 2000 fue aprobado por la ISO (International Organization for Standardization) como uno de sus estándares internacionales. (Fuente: [QR Code.com](http://QRCode.com))

función, sino el objeto. Un objeto es la representación en un programa de un concepto que contiene la información necesaria para abstraerlo; esto es, elementos que describen sus atributos y operaciones que pueden realizarse sobre ellos. Un objeto de software mantiene sus características en uno o más atributos e implementa su comportamiento con métodos o subrutinas que se asocian a un objeto (López, 2014).

Entonces, con base a lo anterior y con la evidencia siguiente, argumentamos que los orígenes del término compuesto *objeto de aprendizaje* están asociados a la aparición del paradigma dominante de la POO en la década de los setenta, que se desarrolló durante la década de los ochenta y se consolidó en la década de los noventa. Llegó para quedarse y desplazó al paradigma de la programación estructurada por su gran potencial de abstraer y manipular lógicamente a los objetos, en una realidad en la que vivimos rodeados de ellos.

La tabla siguiente establece una comparación cualitativa, cuya finalidad es la de comprender mejor por qué el concepto de objeto de aprendizaje fue derivado del éxito rotundo del paradigma de la Programación Orientada a Objetos.

Tabla 1. Comparación Cualitativa del Paradigma de la POO y de los OA

Características del Paradigma de Programación Orientada a Objetos	Características de los Objetos de Aprendizaje
1. Herencia: Consiste en que un objeto es capaz de heredar características de su objeto "padre" y por lo tanto no es necesario volver a definir dichas características.	1. Historicidad: La pertinencia histórica de los objetos tiene que ver con su construcción y distribución en función de las condiciones reales de acceso y uso de los educandos a los que se pretende atender. 2. Subjetividad: Los objetos son polivalentes, pues la significación de sus potencialidades recae en los sujetos que los usan.
2. Reutilización de código: Una vez que el objeto está completamente codificado, puede ser utilizado por muchos programas. El concepto de herencia también facilita la reutilización.	3. Reusabilidad: Cada objeto puede ser usado en diferentes contextos y para diferentes objetivos.
3. Encapsulamiento: El funcionamiento interno del objeto está oculto para todos aquellos que lo utilizan. Esto es, se puede acceder a las características y comportamiento de un objeto, sin saber cómo está programado.	4. Unidades autocontenibles y versátiles: Cada objeto puede ser tomado independientemente y que tenga elasticidad. 5. Unidad coherente: Objetos como pequeñas unidades de aprendizaje cuyos elementos tienen relación íntima con el objetivo que persiguen.

	6. Integralidad: Tener unidades que al ser accedidas individualmente tengan ya una estructura y que nos lleven a un objetivo de aprendizaje específico.
4. Modularidad: Al dividir el problema en objetos, el código es más modular. No se trata de un gran programa compacto sino de muchos módulos (los objetos) interactuando entre sí en un escenario.	7. Escalabilidad: Los objetos pueden ser agrupados en una larga colección de contenidos para conformar la estructura de un curso. 8. Complejidad: Los objetos aunque tienen una delimitación que los convierte en unidades materiales, están ligados de múltiples formas con otros objetos posibles. 9. Comunicabilidad: Los objetos de aprendizaje contienen información, y su capacidad de representación supone la integración de múltiples lenguajes.
5. Simulación del mundo real: La POO se acerca más a nuestro mundo real que la programación clásica basada en procesos secuenciales. En cuanto a los programas con interacción con el usuario, la perspectiva de diferentes elementos en pantalla, que al pulsarlos realizan distintas acciones, también se representa mejor con objetos a los que enviamos mensajes con el ratón y teclado.	10. Realidad: El objeto de aprendizaje es un puente con una realidad concreta. 11. Debe ser clasificable: Cada objeto debe contar con ciertos elementos que permitan clasificarlo en metadatos (descriptores) y que tenga las propiedades de que puede ser encontrado fácilmente. 12. Relevante: Que responda a una necesidad, que sea pertinente. 13. Y que posea una agenda de utilización
<i>Fuente:</i> (Rodríguez, 2014).	<i>Fuente:</i> Comité Académico del (CUDI, 2002)

Con la anterior tabla comparativa, nos parecen evidentes las razones de derivación de los conceptos y características de los *Objetos de Aprendizaje* asociados con el paradigma de la Programación Orientada a Objetos.

Sin embargo, la llegada de los *Objetos Inteligentes* plantea nuevas posibilidades de reflexión al respecto, es decir, el planteamiento de una plausible transición de los *Objetos de Aprendizaje* a los *Objetos Inteligentes*, desde la perspectiva del encapsulamiento y que corresponde precisamente a una de las características del paradigma de la POO mostradas en la tabla 1.

Por su parte, las características de los códigos QR inteligentes y dinámicos son enunciadas a continuación:

1. Se pueden editar con determinadas plataformas y generadores de códigos QR.
2. Permiten realizar cambios de links de destino las veces que sea necesario permitiendo así actualizar los datos almacenados.

3. Permiten obtener información sobre su uso: Número de scans realizados, usuarios únicos, ubicación y tipo de dispositivo utilizado.
4. Tienen un coste anual, que asegura su mantenimiento y que los datos serán tratados de forma segura y almacenados en plataformas a prueba de hackers.
5. Permiten su reutilización en campañas sucesivas, de manera tal que si un usuario encuentra un código QR inteligente, en una publicación antigua, este puede darle nueva información de las campañas actuales.
6. Dado que los códigos QR contienen una redundancia de información basada en la corrección de errores Reed–Solomon, también se permite la personalización de los QR-Codes, ya sea con colores o con imágenes y con textos incrustados. (Fuente: [Wikipedia](#))

Así, es posible argumentar que un próximo estadio de desarrollo de los *Objetos de Aprendizaje* queda implicado en el desarrollo de los *Objetos Inteligentes*, los cuales abren la ventana a un nuevo horizonte mucho más amplio y que ha sido denominado la *Internet de las Cosas*, *Internet-0* o *IoT*, por sus siglas anglosajonas *Internet of Things*.

Gershenfeld, Krikorian y Cohen (2004), resumen la Internet-0 en tres puntos esenciales:

- Que los objetos cotidianos de conectasen a una red de datos reportaría numerosas ventajas: facilitaría la configuración de luces e interruptores en los domicilios, reduciría el costo y la complejidad de la construcción, contribuiría a los cuidados médicos en el hogar. Compiten entre sí muchos estándares; recordemos a los primeros días de Internet, cuando había una multitud de tipos incompatibles de ordenadores y redes.
- Para eliminar esta Torre de Babel tecnológica, el protocolo de datos que constituye el núcleo de Internet podría encargarse de representar la información, cualquiera que sea la forma que ésta tome: impulsos eléctricos, destellos luminosos, pitidos de un altavoz, radiación electromagnética o patrones impresos en papel.
- Gracias a esta forma de codificación, o “Internet-0”, la idea inicial de integrar las redes de ordenadores en un todo sin fisuras –el prefijo “Inter” de “Internet” – se generalizaría a redes de cualquier tipo de dispositivo;

el nuevo principio recibe el nombre de “interconexión de dispositivos en red”.

En el sentido anterior, este nuevo estadio (el los *Objetos Inteligentes*), puede constituir a su vez una carta de presentación para el *Internet de las Cosas*, que contribuya a menguar esa Torre de Babel tecnológica entre la disputa por los estándares. Los códigos QR constituyen un estándar internacional hoy día.

Por último, el siguiente código QR refiere a la infografía tomada de Gershenfeld, Krikorian y Cohen (2004) y que ilustra las posibilidades tecnológicas del *Internet de las Cosas*:



Figura 2. Objeto Inteligente que refiere a las posibilidades de la IoT

7. Experiencias de desarrollo de objetos de aprendizaje y objetos inteligentes.

Durante los meses de junio a agosto del 2013, desarrollamos el curso de formación en línea denominado *Distribución de contenidos educativos por medio de código QR (Quick Response Barcode) con dispositivos móviles*, en el cual abordamos las bases, el origen, el concepto, la anatomía, la generación y los posibles usos de los códigos QR dentro del proceso educativo.

En el trabajo académico de discusión y análisis, con base a las lecturas proporcionadas y la experiencia de generación de códigos QR, se les solicitó a los participantes que respondieran a las siguientes preguntas:

1. *¿Podríamos considerar que esta forma de distribución de información podría denominarse como "objetos inteligentes"?*
2. *¿Estaremos ingresando a una evolución del "encapsulamiento" de los objetos de aprendizaje?*

3. *¿Cuál será la mayor utilidad de esta forma de distribución de los contenidos para el aprendizaje?*

Si bien se generó un debate constructivo y con buenos argumentos, podemos decir que a fin de cuentas hubo consenso en asimilar a los códigos QR como objetos inteligentes. Esta experiencia de debate y análisis es uno de los precedentes que dio origen a este trabajo. Los resultados generales de la misma, pueden consultarse también en el artículo publicado en la Revista de Educación Abierta y a Distancia de México titulado *Uso de los QR como elemento de apoyo educativo en m-Learning. Experiencia de un taller de actualización docente* por Fernández y De Fuentes, 2014.

8. Algunas aplicaciones e implicaciones didácticas de los objetos inteligentes

Aunque desde el 2002 el uso de los códigos QR comenzó a generalizarse entre el público, lo que facilitó esta tendencia fue la comercialización de teléfonos móviles con la función de lectura del código QR y el acceso a Internet. Con estos teléfonos fue posible para los usuarios acceder a un sitio web y obtener más información simplemente escaneando un extraño y llamativo patrón. La pura utilidad del método ayudó a aumentar rápidamente la popularidad del código entre el público en general. Ahora, es una herramienta indispensable para las empresas y en la vida cotidiana de la gente, utilizándose en todo tipo de formas y maneras, incluyendo tarjetas de visita, folletos electrónicos y en sistemas de emisión de billete de avión, en campañas políticas, de marketing o de publicidad o bien en formatos y carteles informativos, entre otros.

Tanto se ha difundido el uso de los códigos QR, que basta una sencilla búsqueda con las palabras clave de *“generadores de códigos QR”*, para obtener cerca de 233,000 resultados en 0.25 segundos al momento de escribir estas líneas.

Las aplicaciones y posibilidades didácticas de los objetos inteligentes nos invitan a aventurarnos para potenciar la innovación educativa a través de su uso, pero como refiere Agustín Andrade (en comunicación personal, 2013) “la

mayor utilidad de los códigos QR para el aprendizaje es cuando se emplean en una estrategia didáctica bien definida, donde su uso permita el desarrollo de competencias como el trabajo colaborativo a través de un aprendizaje basado en proyectos...”

Finalmente y en palabras de Masahiro Hara, el inventor de los códigos QR, quien respondiendo a una pregunta que le formularon sobre qué clase de gente esperaba iba a usar el código QR, expresó:

"No me atrevo a predecir qué clase de personas van a usar los códigos. Sólo quiero que mucha gente los use y permitir que aparezcan nuevas formas prácticas de utilización. Este es el futuro que me gustaría pensar va a ocurrir con las mejoras evolutivas del código QR".

Un caso de utilidad práctica que podemos sugerir inicialmente tiene que ver con la necesaria formación y la práctica docente. Podemos comenzar a fomentar que los docentes presenten a sus estudiantes diferentes códigos QR en hojas tamaño carta, colocadas en las paredes del aula. Uno de estos códigos permitiría obtener el temario, otro las guías de estudio, unos más diversos archivos multimedia. Con este tipo de acciones se promueve la aplicación de estos objetos inteligentes, junto con el uso de dispositivos para propiciar aprendizajes ubicuos, aprovechando la movilidad de los mismos.

9. Conclusiones

Este trabajo representa un esfuerzo de vinculación interdisciplinaria para tratar de delinear el concepto de *Objeto de Aprendizaje* (que viene del área de la programación), para vincularlo a los ámbitos del área pedagógica, pero vislumbrando un siguiente nivel en su evolución, relativo al campo de los *Objetos Inteligentes*.

Con la finalidad de fundamentar el planteamiento de este trabajo y partiendo de los referentes teóricos expuestos, hemos argumentado que los códigos QR son en efecto *Objetos Inteligentes* y que estos a su vez representan una evolución de los *Objetos de Aprendizaje*. El Informe Horizon 2012 confirma que en efecto representan una evolución, pero incluso, podemos concebirlos como una carta

de presentación para que la instauración del *Internet de las Cosas* sea favorecida con el uso de un estándar internacional hoy día.

Los OI representan una evolución de los OA desde la perspectiva del encapsulamiento, así lo hemos referido con el ejemplo de los códigos QR. Este encapsulamiento está expresado en sus cuatro atributos clave indicados en su definición: son pequeños, fáciles de colocar a casi cualquier cosa, tienen un identificador único y un pequeño almacén de datos o información y tienen también una manera de comunicar esa información a un dispositivo externo bajo demanda. Por lo que resulta implícito el concepto de encapsulamiento en estos atributos clave, y a su vez, el término de encapsulamiento, como el de Objeto de Aprendizaje, ha sido tomado del paradigma de la POO.

Incluso también, la llegada de los *Objetos Inteligentes* aplicados a la educación, permitirían apartarnos ahora de la definición de OA propuesta por Wiley (2000) y retomar aquella definición original de 1996 del LTSC (*Learning Technology Standards Comitte*) del Instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos (IEEE), para el que los OA son entidades digitales o no digitales que pueden ser utilizados, reutilizados o referenciados durante el aprendizaje asistido con tecnología⁴.

Daremos seguimiento a estas ideas que nos llevan a plantear esta evolución de los OA hacia los OI desde la perspectiva del encapsulamiento, esta es nuestra mirada inicial, y estamos convencidos de poder construir *Objetos de Aprendizaje* con sus metadatos, encapsularlos y utilizar los códigos QR para su usabilidad y accesibilidad a través de los dispositivos móviles, haciendo más atractivas las actividades de aprendizaje, transportando sus contenidos de manera empaquetada y promoviendo con todo esto, aprendizajes ubicuos.

Coincidimos finalmente, en que la mayor utilidad de los objetos inteligentes dentro de los ámbitos de la pedagogía, tiene que ver con emplearlos en el marco de estrategias didácticas claras y muy bien definidas, que conduzcan al

⁴ De acuerdo con esta definición los OA incluyen contenidos en multimedia, contenido instruccional, objetivos de aprendizaje, herramientas de software, personas y organizaciones que se relacionan con el proceso enseñanza-aprendizaje con apoyo de tecnología.

desarrollo y a la movilización de competencias. Este es otro horizonte para aventurarnos a la búsqueda de innovaciones educativas a través del uso de los *Objetos Inteligentes*. La experiencia de formación desarrollada y las demás por llevar a cabo, representan acciones concretas rumbo hacia tan apasionante horizonte.

Referencias bibliográficas (APA 6ª ed.)

Chan N. M. E., Galeana de la O, L. & Ramírez, M. S. (2006) *Objetos de Aprendizaje e Innovación Educativa*. México : Trillas.

Comité Académico del CUDI (2002). Corporación Universitaria para el Desarrollo de Internet A.C. Disponible en <http://www.cudi.edu.mx/>

Deitel, H. M. & Deitel P. J. (2004) *Cómo programar en C++ y Java*. México : Pearson Education.

Johnson, L., Adams, S., and Cummins, M. (2012). *The NMC Horizon Report:2012 Higher Education Edition*. Austin, Texas: The New Media Consortium. Disponible en <http://www.nmc.org/pdf/2012-horizon-report-HE.pdf>

López G. J. L. *Programación orientada a objetos C++ y Java: un acercamiento interdisciplinario*. México: Larousse - Grupo Editorial Patria, 2014.

Gershenfeld, N., Krikorian, R. & Cohen, D. (2004). La Internet de las cosas. *Scientific American Latinoamérica*, Año 3 (Número 29), pp. 50-55. ISSN: 1696-7569

Ramírez, M. S. (2007). Administración de objetos de aprendizaje en educación a distancia: experiencia de colaboración interinstitucional. En Lozano R.A.; Burgos J.V.A. (Coords.): *Tecnología Educativa en un modelo de educación a distancia centrado en la persona*. LIMUSA. pp. 351– 373.

Rodríguez, D. F. (2014) *Integración de componentes software en páginas web*. España: RA-MA Editorial

Fernández, S. N., & De Fuentes, M. A. (2014). Uso de los QR como elemento de apoyo educativo en m-Learning. Experiencia de un taller de actualización

docente. *Revista de Educación Abierta y a Distancia en México*, Volumen 1 (Número 2), pp. 55-65. ISSN: 2007-722X. Disponible en:

<http://ampead.org.mx/read/readmx/index.php/READmx/issue/current/showToc>

Wiley, D. (2000). Connecting Learning Objects to Instructional Design Theory: a Definition, a Metaphor, and a Taxonomy. En D. Wiley (ed.). *The Instructional Use of Learning Objects: Online Version 2000*. Disponible en <http://www.reusability.org/read/>